0-22

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МЕХАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА КАРЬЕРАХ

JA 2005

622.232
О-22

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МЕХАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА КАРЬЕРАХ

Под общей редакцией
В. С. ВИНОГРАДОВА

ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА
Шифр
№ 31363

ИЗДАТЕЛЬСТВО „НЕДРА"
МОСКВА, 1974

УДК 622.271.3.002.5 : 621.86/.87 : 622.233

Оборудование для механизации производственных процессов на карьерах. Под ред. В. С. Виноградова. М., «Недра», 1974, с. 376

В книге приведены машины и оборудование, применяемые для буровзрывных, выемочно-погрузочных и отвальных работ на карьерах горнорудной и угольной промышленности. Дано описание буровых станков, зарядных машин, одноковшовых экскаваторов, комплексов машин непрерывного действия.

Описано серийно изготовляемое и наиболее перспективное оборудование, а также освещены основные пути технического прогресса на горнорудных предприятиях. Учтены все изменения, внесенные в последнее время в конструкции и технические характеристики оборудования, и даны необходимые технологические схемы по эффективному его применению.

Материал для настоящей книги подготовлен сотрудниками Института горного дела Министерства черной металлургии СССР при непосредственном участии работников заводов-изготовителей и проектно-конструкторских организаций.

Книга предназначена для широкого круга инженерно-технических работников горнорудной и угольной промышленности, а также может быть использована работниками смежных отраслей промышленности.
Таблиц 119, иллюстраций 339, список литературы — 20 назв.

О $\frac{0373-55}{043(01)-74}$ 413—73

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

В. С. Виноградов (гл. редактор),
М. В. Васильев (зам. гл. редактора),
Е. П. Доронепко,
Г. Б. Дьякова,
Б. И. Сатовский,
И. И. Сидоров,
Б. П. Тартаковский,
Е. М. Титиевский

© Издательство «Недра», 1974

ПРЕДИСЛОВИЕ

В нашей стране с каждым годом растет производство и потребление металла для удовлетворения все возрастающих потребностей народного хозяйства, что предопределяет высокие темпы развития горнодобывающей промышленности. Как известно, горнодобывающая промышленность характеризуется добычей и перемещением больших объемов горной массы — полезного ископаемого и породы, а значит, и большой трудоемкостью работ. Значительный удельный вес этих работ приходится на горнодобывающую промышленность черной металлургии СССР.

Директивами XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 гг. намечено довести выплавку стали в 1975 г. до 142—150 млн. т Поэтому для удовлетворения потребности страны в металле горнорудные предприятия должны к концу 1975 г. довести мощности по добыче сырой железной руды до 522 млн. т и по производству товарной железной руды до 276 млн. т, агломерата до 160 млн. т и железорудных окатышей до 47 млн. т. Кроме того, в 1975 г. предстоит добыть 26 млн. т сырой марганцевой и хромитовой руды, а также около 70 млн. т нерудного сырья.

В настоящее время в разработку вовлекаются месторождения с более сложными, чем раньше, геологическими условиями и обедненными рудами, в связи с чем удельные капитальные вложения на освоение горных предприятий увеличиваются.

Технический прогресс в горнодобывающей промышленности осуществляется благодаря внедрению на горных предприятиях нового, высокопроизводительного горнотранспортного и обогатительного оборудования, новой высокоэффективной технологии ведения работ, автоматизации и механизации технологических процессов, в том числе вспомогательных работ, а также улучшению форм и методов организации производства.

В этих условиях задача состоит в том, чтобы обеспечить в минимальные сроки максимальную отдачу затраченных средств.

Значительные успехи отечественного машиностроения, создавшего новые виды мощного горнотранспортного оборудования, способствуют дальнейшему развитию открытого способа добычи полезных ископаемых.

В железорудной промышленности удельный вес открытого способа от общего объема разработки руд в 1975 г. составит 81—82%. Увеличение добычи полезных ископаемых открытым способом будет происходить в основном благодаря строительству и вводу в эксплуатацию новых крупных карьеров, а также увеличению мощности действующих карьеров.

Средняя производственная мощность карьера по сравнению с 1970 г. увеличится на 47% и составит 7,2 млн. т.

Основная добыча железной руды открытым способом будет производиться из карьеров с производственной мощностью 10—15 млн. т в год и более, а удельный вес этой добычи составит около 78%.

В Криворожском железорудном бассейне эксплуатируются пять крупнейших горно-обогатительных комбинатов, оснащенных новейшей техникой и в большой степени механизированных с широким применением средств автоматизации (Северный, Центральный, Ново-Криворожский, Южный, Ингулецкий), а также Днепровский ГОК в Полтавской области. Вывоз из одного лишь Северного горно-обогатительного комбината в 1972 г. составил свыше 115 млн. т горной массы в год.

В Центральном районе европейской части СССР на месторождениях Курской магнитной аномалии наряду с действующими карьерами в этом пятилетии намечается строительство крупных горно-обогатительных комбинатов, добывающих руду открытым способом с применением последних достижений науки и техники,— Лебединского, Михайловского, Стойленского и Губкинского на общую производственную мощность по сырой руде 100 млн. т.

На Урале эксплуатируется Качканарский ГОК, добывающий титаномагнетитовые руды, и намечается дальнейшее наращивание его мощности.

В Казахстане действует один из крупнейших в стране Соколовско-Сарбайский ГОК, проектная мощность карьеров которого достигает 20 и 10 млн. т сырой руды в год.

Кроме того, карьерами большой мощности отрабатываются в различных районах Советского Союза месторождения железных руд: Оленегорское, Ковдорское, Коршуновское и ряд других.

Большое развитие получила открытая разработка марганцевых месторождений в Никопольском бассейне, где действуют высокомеханизированные карьеры с применением мощного горнотранспортного оборудования: роторных экскаваторов, драглайнов, перегружателей, отвалообразователей и отвало-транспортных мостов. Здесь широкое применение нашла поточная технология вскрышных работ с полной конвейеризацией и автоматизацией производства. Наиболее крупные из карьеров — Богдановский, Шевченковский, Грушевский, Запорожский.

Развитие открытого способа добычи руд характеризуется значительным ростом удельного веса скальной горной массы в общем ее объеме, увеличением глубины карьеров, возрастанием коэффициента вскрыши. В то же время необходимость снижения стоимости производства работ и товарной продукции заставляет искать методы и оборудование, которые позволили бы повысить производительность труда в течение ближайших лет в несколько раз.

В настоящее время основной объем буровых работ осуществляется шарошечными станками, из которых наибольшее распространение получили модели 2СБШ-200, СБШ-250 и СБШ-320. Эти станки имеют сравнительно высокую производительность. Все большее распространение при бурении наклонных скважин получают станки 2СБШ-200Н и СБШ-250МН. Станки ударно-вращательного действия применяются для бурения скважин уменьшенного диаметра (100—160 мм), когда шарошечное бурение малоэффективно из-за низкой стойкости долот малого диаметра.

При бурении по кварцитам высшей крепости и абразивности используются станки огневого бурения СБО-2 и СБО-160/20. Учитывая, что бурение скважин в наиболее крепких породах превысит в будущем объем бурения в менее крепких породах в 5—10 раз, изыскиваются новые способы бурения, также, как термомеханические, взрывные и др., и создаются на их основе новые средства буровой техники.

В ближайшие 5—10 лет предусматривается шарошечные станки использовать в более рациональном диапазоне крепостей пород и руд, характеризующихся коэффициентами $f = 6 \div 12$ по шкале проф. М. М. Протодьяконова. В крепких породах и рудах малопроизводительные станки огневого бурения и дорогостоящие шарошечные станки тяжелых типов, по-видимому, будут заменены станками термомеханического и взрывного бурения.

Есть основание полагать, что в более отдаленной перспективе будут созданы и внедрены в производство средства бурения с использованием скоростных струй высокого давления, плазмы, лазеров. Применение этих способов бурения возможно в породах с широким диапазоном физико-механических свойств. А область применения механических способов будет сужена до пород малой прочности.

Принципиально новые средства бурения позволят получать при бурении большие объемы горной массы малым числом буровых станков при снижении общих затрат на буровые работы и существенном повышении производительности труда.

Все возрастающие объемы выемочно-погрузочных и отвальных работ требуют решения сложных задач в области развития погрузочного оборудования. За последнее время непрерывно увеличивается удельный вес горных работ, выполняемых мощными экскаваторами. В последние годы экскаваторный парк на горных предприятиях МЧМ СССР вырос на 31%, а суммарная емкость ковшей — на 54,5%. Средняя емкость ковша увеличилась от 3,7 до 4,45 м³. На погрузочных работах будет происходить дальнейшее обновление экскаваторного парка экскаваторами ЭКГ-5, ЭКГ-8И, ЭКГ-12,5 и др.

На отвальных работах в ближайшее время начнут работать специальные отвальные экскаваторы с ковшами емкостью 6,3 и 10—12 м³, оснащенные оборудованием, позволяющим увеличить шаг переукладки железнодорожных путей на отвале до 35—45 м.

Перспективным также является использование специальных отвальных машин, работающих на принципах скреперного и плужного способов перемещения горной массы.

Опыт создания и эксплуатации экскаваторов и возможности долгосрочного прогнозирования говорит о том, что известный принцип экскавации не может считаться уже изжитым. Поэтому развитие экскаваторостроения в основном пойдет в направлении увеличения мощности этих машин, автоматизации их работы и усовершенствования конструкций и рабочего процесса.

В более отдаленной перспективе широкое распространение на карьерах получат экскаваторы типа механической лопаты с ковшом емкостью 20—30 м³ и длиной стрелы 16—20 м. Эти машины будут работать совместно с авто-

самосвалами грузоподъемностью 200—250 т и более.

Тенденция развития драглайнов также связана с увеличением емкости ковша. Уже в текущем пятилетии вступит в строй драглайн с ковшом емкостью 80 м³. Разрабатываются конструкции драглайнов с ковшом 40, 125 м³ и т. д.

В будущем на карьерах будут использоваться экскаваторы-драглайны с ковшом емкостью 200—250 м³.

Выполнение одной машиной функций бульдозера, экскаватора и автомобиля открывает большие возможности применения на открытых горных работах погрузчиков. На карьерах производственной мощностью до 5—11 млн. т найдут применение одноковшовые погрузчики с ковшом емкостью 5—8 м³ и мощностью двигателя 400—500 л. с. На небольших карьерах при наличии рудоспусков или на перегрузочных и усреднительных складах, а частично при циклично-поточной технологии и доработке более мощных карьеров будут использоваться погрузчики с ковшом емкостью 15—25 м³ и мощностью двигателя до 1200 л. с.

На рыхлых породах, главным образом карьерах КМА и Никопольского марганцевого бассейна, дальнейшее распространение получат комплексы непрерывного действия производительностью 10 000 — 15 000 м³/ч как с нижним, так и с верхним рабочим положением стрелы роторного экскаватора.

Ряд научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций имеет технические проработки на создание экскаваторов непрерывного действия для погрузки взорванной скальной породы. Промышленные испытания отдельных узлов подобных машин, а также испытание опытных образцов позволит определить их эффективность и область применения.

Дальнейшее совершенствование конструкций выемочно-погрузочных машин помимо автоматизации приводов и рабочих процессов, автоматизации системы «человек — машина» пойдет в направлении повышения эффективности управления, увеличения надежности и долговечности, снижения затрат труда, материалов и средств на техническое обслуживание, эксплуатацию и ремонт. Значительная доля в повышении эффективности выемочно-погрузочной техники будет достигнута унификацией и стандартизацией конструкций узлов и агрегатов, приводов и элементов управления. Будет выполнена унификация многих узлов, различных по конструктивной сущности машин, например механических лопат и драглайнов, одно- и многоковшовых экскаваторов и др. На базе мощных механических лопат производительностью 1500 м³/ч и более предполагается получить роторный экскаватор производительностью 3000—5000 м³/ч. Унификация оборудования позволит создавать машины производительностью до 150 млн. м³ в год.

Весьма важным при прогнозировании развития оборудования для механизации производственных процессов на карьерах является оптимизация всех его конструктивных элементов и эксплуатационных показателей.

Выполнение указанных мероприятий позволит увеличить годовое число часов работы выемочно-погрузочного оборудования, доведя его до 6500—7000 ч. Технологические и конструктивные улучшения машин позволят повысить удельную часовую производительность на 1 т их веса на 35—40%.

В настоящее время основными видами транспорта на карьерах, с которыми работают погрузочные машины, являются железнодорожный и автомобильный, перевозящие более 90% горной массы. Однако, несмотря на рост объемов перевозок отдельными видами транспорта, соотношение между ними будет меняться в пользу комбинированных видов транспорта, при которых достигаются наиболее высокие технико-экономические показатели. В общих объемах перевозок удельный вес автомобильного транспорта снизится до 25—30%, железнодорожного — до 40—45%, но возрастет удельный вес комбинированного автомобильно-железнодорожного транспорта до 20—22%.

Железнодорожный транспорт будет оснащен тяговыми агрегатами переменного тока напряжением 10 кв, сцепным весом 300 т и дизельно-генераторной установкой (ДГУ) мощностью 750—820 л. с. К концу девятой пятилетки на карьерах начнут внедряться более мощные тяговые агрегаты с ДГУ мощностью 1500 л. с., а также тяговые агрегаты постоянного тока напряжением 3 кв, сцепным весом 240 т и с ДГУ мощностью 1200 л. с. и сцепным весом 360 т, с ДГУ мощностью 1200—1500 л. с. В качестве подвижного состава намечается применение думпкаров грузоподъемностью 180 т и более.

Развитие и совершенствование карьерного автомобильного транспорта предусматривает дальнейшее увеличение грузоподъемности автомобилей. Помимо выпускаемых и модернизированных автосамосвалов грузоподъемностью 27(30) и 45(48) т начнут широко внедряться автосамосвалы грузоподъемностью 75 т. В перспективе намечено использование автосамосвала и автопоезда грузоподъемностью 120—200 т и более. На карьерах средней производственной мощности автомобильный транспорт

будет использоваться в качестве самостоятельного, на карьерах большой производственной мощности — в сочетании с другими видами транспорта.

На ряде железорудных и флюсовых карьеров в текущей пятилетке пройдет опытно-промышленную проверку циклично-поточная технология.

В ближайшие годы предусматривается строительство опытно-промышленных участков со следующими новыми технологическими схемами:

с комплексом машин непрерывного действия на карьере Северного горно-обогатительного комбината;

с самоходными виброгрохотными установками на карьере Качканарского горно-обогатительного комбината;

с полустационарными дробилками и комбинированным автомобильно-конвейерным транспортом на карьере Соколовско-Сарбайского горно-обогатительного комбината.

При циклично-поточной технологии широкое применение получит конвейерный транспорт.

Большое внимание в годы девятой пятилетки на горных предприятиях уделяется механизации вспомогательных работ. В области производства взрывных работ совершенствуются способ и технические средства механизации процесса. За прошедший период создано несколько типов зарядных и забоечных машин. Так, Карпинский машиностроительный завод приступил к выпуску модернизированных зарядных машин СУЗН-5АМ, отличающихся повышенной производительностью и более надежной конструкцией, а также забоечных машин типа ЗС-1Б. Для заряжания скважин водонаполненными ВВ НИПИгормашем разработана конструкция и созданы опытные образцы машин ТЗМ-1, которые в настоящее время проходят промышленную проверку. Для осушения скважин перед их зарядкой этим институтом созданы осушительные установки, смонтированные на базе автомобиля ГАЗ-51. Дальнейшим развитием этого направления является механизация погрузочно-разгрузочных и складских работ с ВВ и создание механизированных погрузочных пунктов для загрузки зарядных машин. В настоящее время на некоторых предприятиях созданы такие пункты. Для разработки проектов типовых механизированных складов Южгипроруда на основе технико-эксплуатационных требований, составленных ИГД МЧМ СССР, выполнил предпроектную оценку способов и средств механизации складских работ.

Для механизации путевых работ испытываются и внедряются новые путевые машины, созданные в последние годы отечественной промышленностью. Основными из них являются путеукладчики-комплексы УК-12,5, шпалоподбивочные машины ШПМ-02, путеремонтные машины МПТС-1, выправочно-подбивочно-отделочные машины ВПО-3000. Дальнейшее совершенствование процесса направлено на изыскание рациональных технологических способов, позволяющих максимально сократить объем переукладки железнодорожных путей, и средств механизации.

Перспективным направлением при создании новой путевой техники является разработка и внедрение машин, имеющих комбинированный автомобильно-железнодорожный ход или обслуживающий рельсовые пути с «поля».

К основным тенденциям развития средств механизации путевых работ следует отнести: постоянное повышение производительности машин, переход на многооперационные машины, внедрение машин на комбинированном пневморельсовом ходу, автоматизацию процессов контроля и управления машинами.

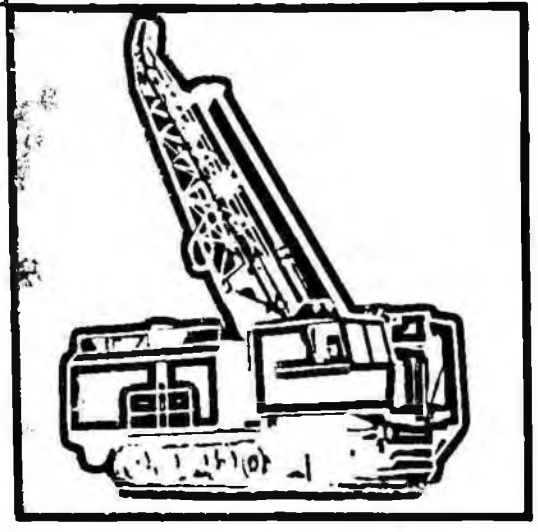
Большое внимание в текущей пятилетке уделяется содержанию и ремонту оборудования. Горным предприятиям необходима современная централизованная индустриальная ремонтная база для капитальных и планово-предупредительных ремонтов горнотранспортного оборудования. Широкое применение получат агрегатный и поузловой методы ремонта оборудования, что позволит увеличить межремонтные периоды работы оборудования и повысить производительность труда.

Редакционная коллегия выражает благодарность большому коллективу работников горнодобывающей промышленности и машиностроительных заводов, участвовавших в подготовке книги.

Редакционная коллегия выражает надежду, что данная книга будет весьма полезной для инженерно-технических и научных работников горнорудных и угольных предприятий, проектно-конструкторских и научно-исследовательских институтов, занятых конструированием, производством и эксплуатацией горного оборудования. Правильный выбор и применение оборудования будет способствовать повышению эффективности горного производства.

В. С. Виноградов

РАЗДЕЛ I



ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ БУРЕНИЯ И ЗАРЯЖАНИЯ СКВАЖИН

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БУРОВОЙ ТЕХНИКИ

§ 1. Состояние техники и технологии бурения взрывных скважин на карьерах

При добыче сырья на карьерах буровая техника обеспечивает бурение взрывных скважин различной глубины, диаметра и угла наклона. Бурение скважин осуществляется в основном буровыми станками вращательного и ударно-вращательного способов.

Карьерные буровые станки должны обладать комплексом свойств, благодаря которым достигается высокая эффективность станков в производственных условиях.

Структура экономичности буровых станков в общем виде показана на рис. I-1.

В настоящее время на карьерах при добыче минерального сырья для черной металлургии применяются механические и огнеструйные средства бурения скважин, среди которых преобладающими являются станки шарошечного бурения, выполняющие около 80% общего объема буровых работ. Станки шарошечного бурения нашли широкое распространение ввиду высокой производительности и возможности бурения скважин в разнообразных геологических и горно-геологических условиях. Высокой эффективности шарошечных станков способствуют совершенная конструкция и бурового инструмента — шарошечных буровых долот, важнейшими особенностями которых являются взаимодействие шарошек с поверхностью забоя скважины в режиме трения качения и независимость интенсивности поражения забоя за один оборот долота от угловой скорости его вращения. Благодаря взаимодействию шарошек долота с поверхностью забоя скважины в режиме трения качения возможна передача на долото больших напорных усилий и вращающего момента, чем обусловливается интенсивное разрушение забоя буримой скважины. Интенсивность воздействия на инструмент при шарошечном бурении регулируется в широком диапазоне по осевому усилию и скорости вращения долота, вследствие этого возможно бурение на рациональных режимах в породах и рудах с различными свойствами. Однако шарошечное бурение при высокой стоимости оборудования

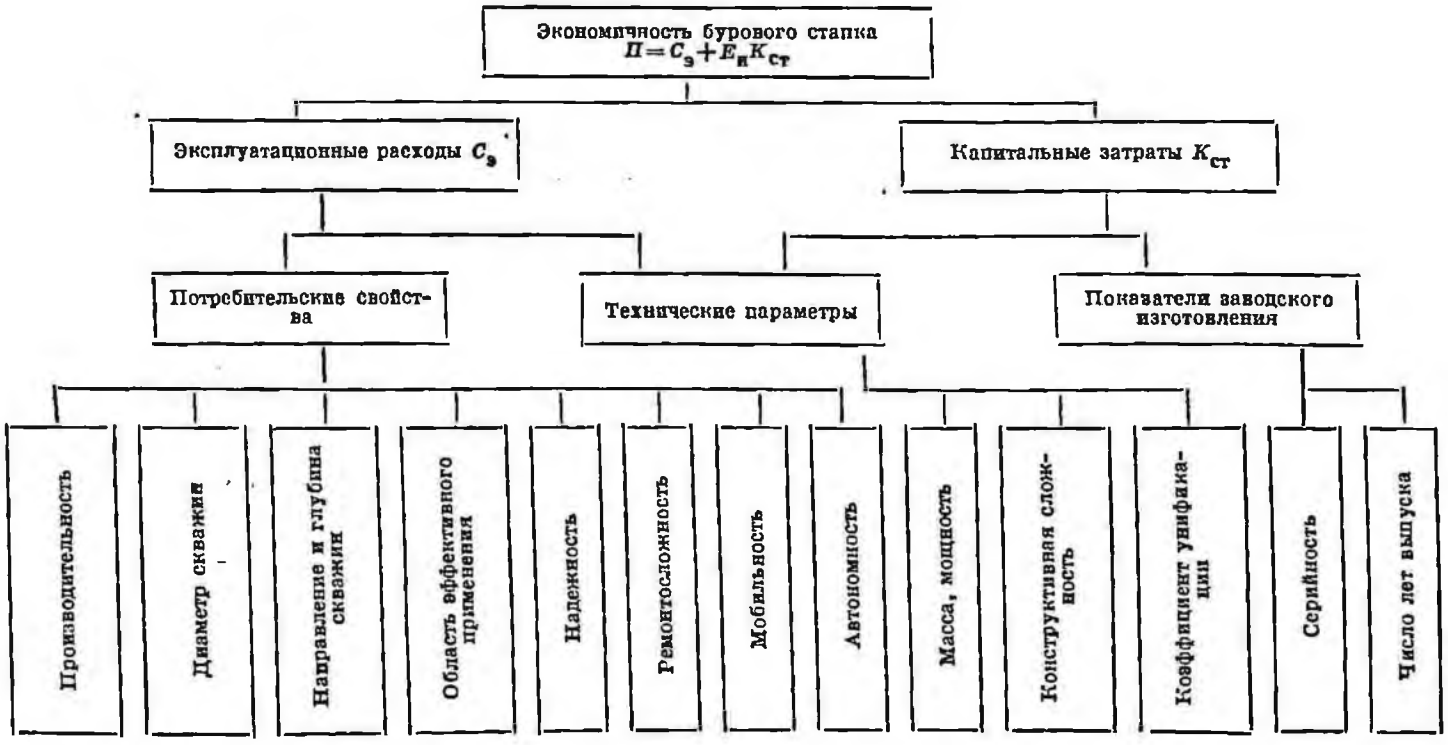


Рис. I-1. Структура экономичности буровых станков

и шарошечных долот характеризуется сравнительно высокой энергоемкостью, так как 50% и более потребляемой в процессе бурения мощности расходуется на производство сжатого воздуха, энергия которого для разрушения пород не используется. Поэтому при внедрении шарошечных станков темпы снижения затрат на буровые работы отстают от темпов роста производительности труда при бурении скважин.

Ударно-вращательное бурение взрывных скважин станками с погружными пневмоударниками как основной вид бурения используется только на карьере рудника «Магнитка» (г. Первоуральск). На других крупных предприятиях горнорудной промышленности станки с погружными пневмоударниками применяются для бурения скважин вспомогательного назначения. Ударно-вращательное бурение характеризуется приложением высокоскоростных ударных импульсов на контакте породоразрушающих элементов коронки с поверхностью забоя скважины. В промежутках между ударами разрушения породы забоя скважин не происходит в отличие от шарошечного бурения, когда разрушение носит непрерывный характер. Другой особенностью ударно-вращательного бурения является отсутствие регулирования скорости (или энергии) удара при бурении пород с разными физико-механическими свойствами. Взаимодействие монолитной конструкции коронок ударного действия при их вращении с поверхностью забоя буримой скважины происходит в режиме трения скольжения, поэтому не представляется возможным создание высоких осевых нагрузок на инструмент, так как момент вращения и интенсивность износа рабочих кромок коронки резко возрастают.

Поэтому ударно-вращательное бурение скважин конкурентоспособно шарошечному и при проходке скважин диаметром более 145—165 мм. Однако оно получило наибольшее распространение при проходке скважин диаметром 80—160 мм. Кроме того, сравнительно низкие показатели бурения шарошечными долотами скважин малого диаметра и отсутствие шарошечных станков для бурения таких скважин (за исключением станка БТС-150, выпускаемого ограниченными партиями) способствовали внедрению для этих работ станков ударно-вращательного действия. Невысокие скорость бурения и стойкость шарошечных долот уменьшенного диаметра обусловлены недостаточной их прочностью, не допускающей применения больших осевых усилий для разрушения пород, и низкой частотой соударений штырей (зубков) долота с поверхностью забоя буримой скважины.

В карьерах, добывающих сырье для черной металлургии, вращательные (шнековые) станки используются для бурения взрывных скважин в полускальных вскрышных породах (коэффициент крепости по М. М. Протодьяконову не свыше 5—6). В этом случае характер буримых пород позволяет получить более высокие технико-экономические показатели шнековых станков по сравнению со станками шарошечного и ударно-вращательного бурения. В более крепких породах производительность вращательных (шнековых) буровых станков и в особенности стойкость режущих долот резко снижаются, поэтому применение их становится неэффективным.

Бурение скважин огневыми станками производится в наиболее крепких и абразивных кварцсодержащих породах и рудах, для кото-

Рис. I-2. Классификация способов бурения взрывных скважин

рых использование станков механического действия сопровождается низкой их производительностью и высокими расходами на бурение скважин. Огневое бурение эффективно для сравнительно узкого диапазона пород и руд с определенными теплофизическими свойствами. Наличие внутри массива включений термобуримых пород или руд, сланцевых прослойков, не поддающихся хрупкому разрушению под действием высокотемпературного нагрева, является серьезным препятствием для расширения области применения огневого бурения. Скорость бурения в породных прослойках резко снижается при высоком расходе горючего и окислителя на единицу длины пробуриваемых скважин. С помощью огневого бурения возможно получение взрывных скважин переменного сечения, имеющих расширения диаметром 400—500 мм в необходимой их части. Вследствие этого вместимость взрывных скважин по ВВ существенно повышается и объем буровых работ по отбойке массива может быть уменьшен. Несмотря на сравнительно невысокую производительность и значительную себестоимость 1 м пробуриваемых скважин, станки огневого бурения по показателю себестоимости 1 м³ обуренной горной массы в крепчайших породах и рудах конкурентоспособны станкам механического действия.

Техника виброударного бурения скважин находится в стадии отработки и опытно-промышленных испытаний.

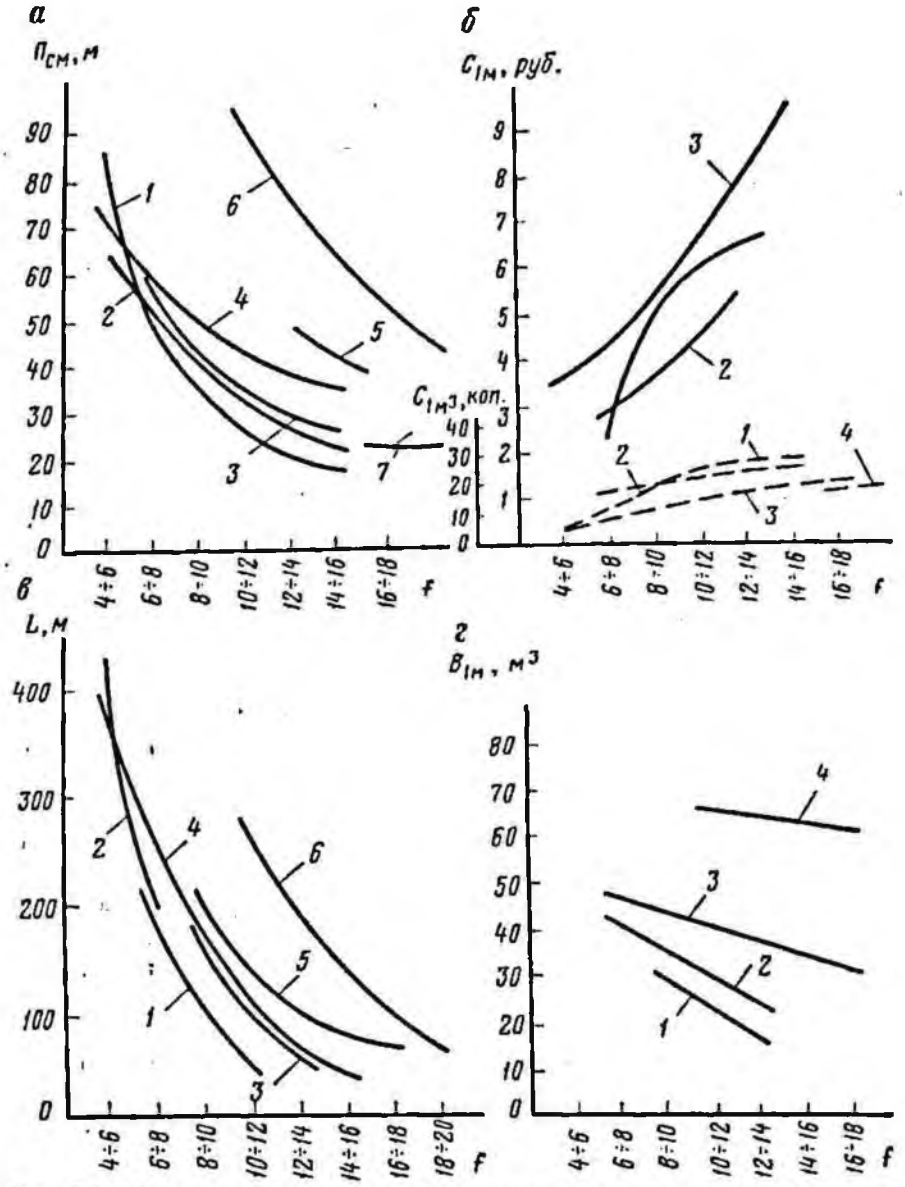


Рис. I-3. Изменение показателей бурения скважин в породах с различными коэффициентами крепости:

а — среднесменной производительности станка при бурении станками: *1* — «Урал-61 (64)»; *2* — СБУ-125, БМП-115; *3* — 2СБШ-200; *4* — СБШ-250; *5* — СБШ-250МН; *6* — СБШ-320; *7* — СБО; *б* — себестоимости бурения при бурении станками: *1* — «Урал-61 (64)»; *2* — 2СБШ-200; *3* — СБШ-250; *4* — СБО; *в* — стойкости шарошечных долот: *1* — 190ТП; *2* — 214ТП; *3* — 190ОКП: *4* — 214ОКП; *5* — 243ОКП; *6* — 320ОКП; *г* — выхода горной массы из скважины диаметром: *1* — 160 мм; *2* — 214 мм; *3* — 243 мм; *4* — 320 мм

Для повышения эффективности буровой техники разрабатываются комбинированные методы разрушения пород при бурении, заключающиеся в наложении разнородных полей напряжений на забой буримой скважины. Примером могут служить ударно-шарошечный и термомеханический способы бурения скважин, заключающиеся в воздействии на породы забоя скважины механических нагрузок различного характера или термических и механических воздействиях. Техника для комбинированных способов бурения находится в стадии разработки и опытно-промышленного опробования.

К комбинированным способам отнесено также шарошечно-огневое бурение скважин, заключающееся в проходке первичной скважины шарошечным долотом с последующим расширением до необходимого диаметра огневым способом. Для шарошечно-огневого бурения создано специальное оборудование, опытно-промышленное опробование которого производится на железорудных карьерах.

Классификация современных способов бурения взрывных скважин приведена на рис. I-2. В нее включены широко распространенные в настоящее время и перспективные способы бурения.

Таблица I-1

Корреляционные зависимости влияния коэффициента крепости f буримых пород и руд на стойкость шарошечных долот и выход горной массы с 1 м пробуренных скважин

Диаметр скважины (по долоту), мм	Стойкость шарошечных долот L, м	Выход горной массы с 1 м пробуренных скважин
190	$713{,}1 - 82{,}5\,f + 2{,}4f^2$	
214	$756{,}7 - 90{,}9\,f + 2{,}9f^2$	$63{,}5 - 3{,}1f$
243	$597{,}8 - 61{,}15f + 1{,}8f^2$	$59{,}4 - 1{,}9f$
320	$847{,}8 - 69{,}8\,f + 1{,}5f^2$	$83{,}5 - 1{,}5f$

Показатели бурения скважин станками механического действия существенно зависят от прочностных и упругих свойств пород и руд. Корреляционные зависимости влияния коэффициента крепости f пород и руд по шкале проф. М. М. Протодьяконова на стойкость шарошечных долот L, выход горной массы с 1 м пробуренных скважин $B_{1м}$, среднесменную производительность бурового станка $П_{см}$ и себестоимость бурения 1 м скважины $C_{1м}$ приведены в табл. I-1 и I-2. Графически корреляционные зависимости, а также себестоимость 1 м³ обуренной горной массы $C_{1м^3}$ показаны (последняя пунктиром) на рис. I-3.

Зависимости получены по данным фактических производственных показателей бурения скважин на нескольких десятках карьеров, при изменении коэффициента крепости буримых пород от 4—6 до 18—20, величине корреляционного отношения 0,78—0,83, линейного коэффициента корреляции 0,78—0,81, что свидетельствует о достаточно тесной связи показателей бурения с коэффициентом крепости пород и руд.

Таблица I-2

Корреляционные зависимости влияния коэффициента крепости буримых пород и руд на показатели среднесменной производительности и себестоимости бурения 1 м скважин при шарошечном и ударно-вращательном бурении взрывных скважин

Типоразмер бурового станка	Среднесменная производительность, м $П_{см} = F_3(f)$	Себестоимость бурения 1 м скважины, руб. $C_{1м} = F_4(f)$
Шарошечное бурение		
2СБШ-200	$191{,}7 - 26{,}86f + 1{,}1f^2$	$1{,}583 + 0{,}097f + 0{,}013f^2$
СБШ-250	$85{,}63 - 3{,}61f + 0{,}004f^2$	$3{,}77 - 0{,}127f + 0{,}037f^2$
СБШ-320	$163{,}0 - 6{,}83f + 0{,}03f^2$	Н. д
Ударно-вращательное бурение		
«Урал-64»	$164{,}94 - 19{,}56f + 0{,}65f^2$	$12{,}905 + 3{,}041f - 0{,}119f^2$

В 1964 г. разработан типаж буровых станков для открытых горных работ (табл. I-3). В типаж включены восемь типоразмеров и десять моделей станков механического бурения, а именно: две модели шнековых станков СБР-125 и СБР-160, четыре модели шарошечных 1СБШ-200, 2СБШ-200, СБШ-250 и СБШ-320, четыре модели ударно-вращательных 1СБУ-125, 2СБУ-125, СБУ-160 и СБУ-200. Для огневого бурения предусмотрено создание двух типоразмеров станков огневого бурения СБО-160/20 и СБО-160/40. Все типоразмеры станков отобраны после рассмотрения и изучения 36 отечественных и 50 зарубежных моделей станков.

Значительному повышению экономической эффективности бурения скважин с использованием механических и электрофизических способов разрушения пород способствует всемерное форсирование работ по конструированию, созданию и внедрению новых высокопроизводительных буровых станков.

Для дальнейшего повышения технического уровня, надежности и долговечности буровых станков и создания новой более эффективной буровой техники лабораторией бурения скважин ИГД МЧМ СССР на основе результатов выполненных исследований в 1964—1972 гг. разработаны обоснования и технико-экономические требования на конструирование и создание следующих новых высокопроизводительных буровых станков для механического бурения скважин:

шарошечных СБШ-160, СБШ-200, СБШ-250МН и СБШ-250С (северное исполнение), СБШ-320, СБШ-400;

виброударно - вращательных СБВУ-160, СБВУ-80/125, СБВУ-125/160 (совместно с ВостНИГРИ);

ударно-вращательных с погружными пневмоударниками, в том числе одношпиндельных 1СБУ-125, 1СБУ-125П, СБУ-125С (северное исполнение), СБУ-125У, СБУ-160 («Урал-64»), СБУ-200, СБУГ-160 (для горизонтального бурения) и двухшпиндельных СБУ-125Д (с раздвижными шпинделями). Двухшпиндельные станки позволят бурить одновременно две скважины на расстоянии 0,6—3,5 м друг от друга. Одновременно лабораторией бурения скважин ИГД МЧМ СССР разработана методика расчета буровых коронок, а также обоснования и технико-экономические требования на создание институтом НИПИГормаш высокопроизводительных погружных пневмоударников П-85, П-105, П-125, П-160 и П-200 в комплексе с бу-

Таблица I-3

Типаж буровых станков для открытых горных работ

Тип бурового станка	Марка	Диаметр скважин, мм	Диаметр долота (коронки, горелки), мм	Глубина скважины, м	Угол наклона скважины, градусов	Осевая нагрузка (не менее), тс	Габариты, м: длина в рабочем положении	Габариты, м: длина в транспортном положении	Габариты, м: ширина	Габариты, м: высота в рабочем положении	Габариты, м: высота в транспортном положении	Масса станка, т	Ход	Привод	Способ очистки скважины
С долотами режущего типа (шнековые)	СБР-125	125	115	25	90	1	3,4	4,8	2	3,8	1	2	Шагающий	Электрический	Шнековый
	СБР-160	160	160	25	90	8	4,8	6	3,6	8	3,2	14	»	»	»
Шарошечные	1СБШ-200	200	190	24	90	20	8,5	15	5,2	15	5,5	30	Гусеничный	»	Воздушный, воздушно-водяной
	2СБШ-200	200	214	32	90	20	9	15,5	5,2	15	5,5	45	»	»	
	СБШ-250	250	243	32	90	25	9	15,5	5,4	15	6	50	»	»	
	СБШ-320	320	295	32	90	30	11,2	19	5,4	17	6	65	»	»	То же
Ударно-вращательные (с погружными молотками)	1СБУ-125	125	105	15	90 60	1	4,5	6,7	1,8	6	3	5	Пневмоколесный	Дизельный	Продувка сжатым воздухом
	2СБУ-125	125	105	32	90 60	1,5	4,8	6,7	2,8	6,7	3,4	7			
	СБУ-160	160	160	32	90 60	3	7,1	12,5	3,2	11,2	4	25	Гусеничный	Электрический	То же
	СБУ-250	250	200	32	90 60	5	8	12,5	3,2	11,2	4	40	»	»	
Огневые	СБО-160/20	90 400	160	20	90	—	8,3	21,2	4,3	24	5,8	40	»	»	Продувка парогазом
	СБО-160/40	90 400	160	40	90	—	7	12	4,3	8	5,8	40	»	»	То же

ровыми коронками высокой стойкости. Указанные пневмоударники позволяют повысить скорость бурения в 1,7—2 раза по сравнению с серийно изготовляемыми пневмоударниками М-48, М-32К и др.

За 1966—1973 гг. промышленностью горного машиностроения изготовлено более 1800 шарошечных буровых станков, в том числе 1160 2СБШ-200 и 2СБШ-200Н, 640 СБШ-250 и СБШ-250МН, кроме того, 60 огнеструйных, 200 пневмоударных «Урал-64», более 6000 легких пневмоударных, в том числе 180 1СБУ-125 и 3500 СБМК-5.

На карьерах МЧМ СССР при росте объема буровых работ в 1965—1970 гг. в 1,7 раза и производительности станка более чем в 2,4 раза парк буровых станков уменьшен на 30%.

Анализ технико-экономических показателей работы буровых станков, проведенный Гипромашобогащением в 1966—1970 гг., показал, что технические данные работы станков наиболее высокие в первые годы их эксплуатации, а затем происходит их ухудшение, что вызывает необходимость в быстрейшем создании и внедрении новой буровой техники.

В соответствии с технико-экономическими требованиями, разработанными НГД МЧМ СССР, проектно-конструкторские институты выполняют работы по созданию новых высокопроизводительных станков: комбинированных СБУ-К-160 (с ударником и огнеструйной горелкой), шарошечно-огневых СБШ-250К, а также термоударного СБТМ-20 и термошарошечного СБТМШ бурения, взрывного бурения СБВ-2 (с патронированными зарядами жидких ВВ).

Конструирование ударно-вращательных и комбинированных станков с пневмоударниками и изготовление опытных образцов указанных станков производится НИПИГормашем, станков шарошечного, шарошечно-огневого, термошарошечного и взрывного бурения с патронированными зарядами жидких ВВ — Гипромашобогащением (горнорудная часть), станков огневого и термоударного бурения — Гипрорудмашем.

Таблица I-4

Параметры буровых станков для открытых горных работ по ГОСТ 13748—68

Тип бурового станка	Типоразмер	Основные параметры				Ход станка	Привод станка	Оптимальная область применения (коэффициент крепости пород f)
		диаметр бурения, м	диаметр скважины (по долоту, коронке), мм	глубина бурения, м	масса станка (не более), т			
Станки вращательного бурения шарошечными долотами с очисткой скважины воздухом (шарошечного бурения)	СБШ-160	160	145; 161	24	20	Гусеничный	Дизельный	6—10
	СБШ-200	200	190; 214	32	40		Электрический	6—12
	СБШ-250	250	243; 269	32	60	»	»	8—14
	СБШ-320	320	295; 320	40	110	»	»	10—18
Станки ударно-вращательного бурения погружными пневмоударниками с очисткой скважины воздухом (пневмоударного бурения)	СБУ-125	125	105; 125	24	5	Гусеничный (колесный)	Электрический (дизельный)	10—16
	СБУ-160	160	160	32	16	Гусеничный	Электрический	12—18
	СБУ-200	200	200	32	35	»	»	
Станки вращательного бурения резцовыми коронками с очисткой скважины шнеком (шнекового бурения)	СБР-125	125	115	24	2	Шагающий	Электрический	2—5
	СБР-160	160	160	24	12	Гусеничный	»	2—6
Станки ударно-канатного бурения с очисткой скважины желонкой	СБК-320	320	300	30	20	Гусеничный	Электрический	10—18
Станки термического бурения реактивными горелками с очисткой скважины парогазом (огневого бурения)	СБО-20	180-220	До 500*	20	40	Гусеничный	Электрический	14 и более
	СБО-40	200-250	До 600*	40	45	»	»	

* Диаметр разбуривания котла.

Дальнейшее повышение технического уровня, надежности и долговечности должно быть достигнуто в новых конструкциях станков, удовлетворяющих параметрам ГОСТ 13748—68: шарошечных СБШ-160, СБШ-200, СБШ-250, СБШ-320, пневмоударных СБУ-125, СБУ-160, СБУ-200, шнековых СБР-125, СБР-160, ударно-канатных СБК-320 и огнеструйных СБО-20 (табл. I-4).

Наряду со снижением расходов на ремонтные работы и запасные части новые станки должны обеспечить значительный рост производительности труда и повышение технико-экономических показателей бурения вертикальных, наклонных и горизонтальных скважин. Одновременно новые буровые станки должны отвечать современным требованиям производственного комфорта, технической эстетики и нормам техники безопасности и промсанитарии. Кроме того, на карьерах внедрение буровых станков с параметрами, регламентированными ГОСТ, позволит получить высокий экономический эффект.

§ 2. Перспективы совершенствования буровой техники

Дальнейшее развитие техники бурения взрывных скважин намечено в следующих основных направлениях:

оптимизации параметров буровых станков с расширением диапазона диаметров, угла наклона и глубины скважин для максимального их приспособления к разнообразным горно-геологическим условиям;

интенсификации процесса разрушения пород при бурении скважин путем увеличения под-

водимой мощности на разрушение, применения разнородных полей напряжения при совместном и одновременном их воздействии на буримую породу;

оптимизации параметров режима бурения;

интенсификации удаления продуктов бурения вследствие увеличения расхода продувочного агента и улучшения аэродинамических характеристик бурового инструмента;

повышении прочности и износостойкости бурового инструмента;

автоматизации процесса бурения и выполнения вспомогательных операций;

повышения показателей надежности работы оборудования, а также улучшения организации буровых работ;

разработки и внедрения методов и техники расширения взрывных скважин в необходимой их части;

повышения автономности и мобильности буровых станков;

улучшения безопасности работ, санитарно-гигиенических условий и комфорта труда обслуживающего персонала;

унификации буровых станков;

создания двух- и многошпиндельных буровых станков.

Над указанными проблемами работают коллективы научно-исследовательских, проектно-конструкторских и учебных институтов с привлечением горнодобывающих предприятий и заводов-изготовителей буровой техники.

Создание и внедрение новейшей буровой техники позволит не только повысить производительность труда и снизить затраты на работах по бурению взрывных скважин, но в определенной мере улучшить технико-экономические показатели погрузочных и транспортных работ на карьерах благодаря интенсификации дробления взрываемой горной массы. Поэтому выбор рациональных типоразмеров буровых станков для конкретных условий следует осуществлять с учетом достижения наименьших расчетных затрат $C_р$ по всему циклу добычи сырья:

$$C_р = C_б + C_в + C_э + C_т + C_п + E_н (K_б + K_э + K_т + K_{всп}) \to \min,$$

где $C_б$, $C_в$, $C_э$, $C_т$, $C_п$ — соответственно эксплуатационные затраты на буровые и взрывные работы, экскавацию, карьерный транспорт, разделку негабарита на объем добычи горной массы в год; $E_н$ — нормативный коэффициент экономической эффективности карьерного горного оборудования; $K_б$, $K_э$, $K_т$, $K_{всп}$ — капитальные затраты соответственно на буровую технику, экскаваторы, средства карьерного транспорта и вспомогательное оборудование.

Выполненные ИГД МЧМ СССР исследования по комплектованию рационального парка бурового карьерного оборудования показали, что на выбор парка влияет комплекс факторов, в том числе производительность карьера, типоразмеры буровых станков, степень их использования во времени в реальных производственных условиях, качество дробления горной массы с применением зарядов ВВ определенного диаметра при различных способах их размещения во взрываемом массиве пород или руд. Установлено, что показатели погрузочно-транспортных работ на карьерах находятся в гиперболической зависимости от качества взорванной горной массы. Характерным является резкое повышение производительности карьерных экскаваторов и средств транспорта при снижении выхода негабарита во взорванной массе до величины менее 1%. При содержании выхода негабарита более 2—3% производительность погрузочно-транспортных средств в целом низкая. При снижении выхода негабарита от 1—1,5% до нуля производительность погрузочно-транспортных средств значительно повышается. Поэтому качество дробления пород и руд зарядами разного диаметра имеет при выборе рационального парка станков для конкретных условий важнейшее значение.

Проведенные исследования на 24 предприятиях по добыче железных и хромитовых руд позволили установить рациональный парк бурового оборудования. При этом учитывалось состояние парка действующих буровых станков, применяемое оборудование для погрузки и транспорта горной массы, условия ведения буровзрывных работ на карьерах. Обоснована необходимость применения новых буровых станков шарошечного бурения 2СБШ-200Н, СБШ-250МН, СБШ-320, а также станков с погружными пневмоударниками СБУ-125 и др.

Внедрение буровых станков указанных моделей в достаточном количестве обеспечит к 1975 г. значительный экономический эффект по отрасли. Кроме того, позволит на карьерах по добыче руд черных металлов повысить эффективность буровзрывных работ благодаря повышению производительности бурения, снижению затрат на буровые работы, переходу на производство буровзрывных работ с использованием наклонных скважин, рационализации применения диаметров взрывных скважин в соответствии с характером дробимости массива разрабатываемых пород и руд.

Наряду с совершенствованием станков для бурения скважин выполняются работы по созданию эффективного и высококачественного

бурового инструмента, а также устройств специального назначения (расширителей скважин, средств защиты от вибрации и др.). Погружные пневмоударники новых типов создаются с расчетом получения более высоких их мощности и долговечности. Новые конструкции коронок ударного действия обладают повышенной прочностью корпуса и более высоким коэффициентом передачи энергии ударного импульса от поршня к разрушаемой горной породе. Рабочая часть коронок оснащается усиленными пластинами твердого сплава для бурения наиболее крепких пород или твердосплавными штырями для пород менее прочных и сильно трещиноватых.

Шарошечные долота совершенствуются в направлении расширения ряда их типоразмеров для бурения в разнообразных горно-геологических условиях, улучшения конструкции опор шарошек с целью повышения их долговечности, рационализации способов и схем расстановки и закрепления элементов вооружения шарошек, улучшения аэродинамических свойств долот.

Одним из направлений совершенствования технологии бурения является применение способа бурения с воздушно-эмульсионной смесью. Для изготовления эмульсии используется водорастворимая присадка ВНИИНП-117Т. Применение воздушно-эмульсионной смеси позволяет повысить стойкость долот, устойчивость стенок скважин, эффективность пылеподавления и снизить затрачиваемую на бурение мощность.

Важное значение приобретает решение задачи снижения вредных вибраций оборудования, возникающих при проходке скважин станками механического действия. Вибрация оборудования отрицательно влияет на показатели его надежности и ухудшает условия труда обслуживающего персонала.

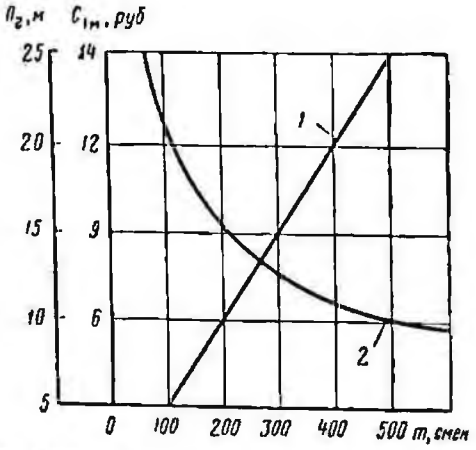


Рис. I-4. Характер изменения производительности на станок в год (*1*) и себестоимости пробуриваемых скважин (*2*) в зависимости от степени использования станка во времени

Наряду со снижением вредных вибраций форсируется создание надежной системы автоматического регулирования процесса бурения скважин буровыми станками.

Дальнейшему улучшению технико-экономических показателей работы буровых станков способствуют улучшение организации работ и повышение коэффициента использования станков до 0,7—0,8 при сокращении потерь времени по организационным и техническим причинам.

Необходимым является создание и внедрение на карьерах вспомогательных средств для обслуживания буровой техники, кабелеукладчиков, средств перегона и перевозки (мощных трайлеров грузоподъемностью до 70 т), оборудования для обслуживания и ремонта, а также способов и средств для сохранения, очистки и восстановления пробуренных взрывных скважин, а также реставрации шарошечных долот.

Эффективность буровых станков в производстве во многом зависит от степени их использования во времени.

На рис. I-4 показано изменение годовой производительности $П_г$ на станок шарошечного бурения и себестоимости $C_{1м}$ скважин при различном числе m рабочих смен на станок в год. Следовательно, при планировании работы режима станков необходимо учитывать экономические факторы. Организация буровых работ должна обеспечивать наименьшие затраты на бурение скважин.

Направления и перспективы развития средств бурения скважин на ближайшие 10—15 лет определены с учетом следующих наиболее важных требований, предъявляемых к данному технологическому оборудованию:

технологические возможности станков должны соответствовать требованиям прогрессивной циклично-поточной и поточной выемки сырья;

должно быть обеспечено существенное повышение производительности труда на буровых работах;

должны быть снижены затраты на буровые работы.

Учитывая существующую технику, технологию и организацию буровых работ, выполняемые научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы, а также анализируя качественный и количественный состав изобретений по приспособлениям, устройствам и способам бурения взрывных скважин, можно прогнозировать технический прогресс в данной области.

В области разрушения пород и руд доминирующее положение также будет иметь буровзрывной метод. Будет создан необходимый ассортимент средств для бурения скважин раз-

личного диаметра и направления, в том числе буровые станки для одновременной проходки нескольких скважин малого диаметра, станки для бурения скважин с расширениями в необходимой части скважин, для бурения наклонных (в широком диапазоне) и горизонтальных скважин. Тем самым будет удовлетворена потребность карьеров в буровом оборудовании, позволяющем получить горную массу заданной крупности в условиях разработки трещиноватых, трудновзрываемых пород и руд.

Значение механических средств бурения в общем объеме выполняемых буровых работ снизится. В основном их будут применять в менее крепких и абразивных породах и рудах, где эффективность механических средств бурения особенно высока.

Наиболее крепкие и абразивные породы и руды, в особенности неокисленные железистые кварциты, будут обуриваться принципиально новыми буровыми станками, например взрывными и термомеханическими, что существенно снизит затраты на буровые работы в этих условиях и позволит увеличить производительность буровой техники.

Исходя из предполагаемых темпов обновления буровой техники, определено, что удельный вес шарошечного бурения к 1975 г. достигнет 85—86%, но в дальнейшем предполагается его постепенное снижение. Будут внедрены новые средства бурения скважин (комбинированные), в том числе термомеханические, взрывные и др., удельный вес которых составит 30—36%. Удельный вес бурения скважин уменьшенного диаметра (80—160 мм) с помощью погружных пневмоударников и других механических инструментов в 1975 г. составит 2—3% с последующим его увеличением до 3—4%, а удельный вес бурения режущими коронками — 5—6%.

Перевооружение карьеров новой буровой техникой позволит в ближайшие годы повысить производительность труда в бурении по меньшей мере в 2—2,2 раза и получить значительный экономический эффект.

21363

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ БУРЕНИЯ

§ 1. Станки пневмоударного бурения

Буровой станок СБУ-125С

Самоходный буровой станок ударно-вращательного действия СБУ-125С (рис. I-5) предназначен для бурения на карьерах вертикальных и наклонных скважин в породах с коэффициентом крепости $f = 14 \div 20$ по шкале проф. М. М. Протодьяконова.

Кроме карьеров цветной и черной металлургии станок СБУ-125С может быть использован на предприятиях по добыче строительных материалов, строительных площадках и на работах, связанных с разрушением скальных и мерзлых грунтов, а также применен при чистке ранее пробуренных скважин диаметром не менее 105 мм.

По прочности узлов и мощности приводов диаметр бурения станка СБУ-125С может быть увеличен до 150 мм при использовании соответствующих пневмоударников.

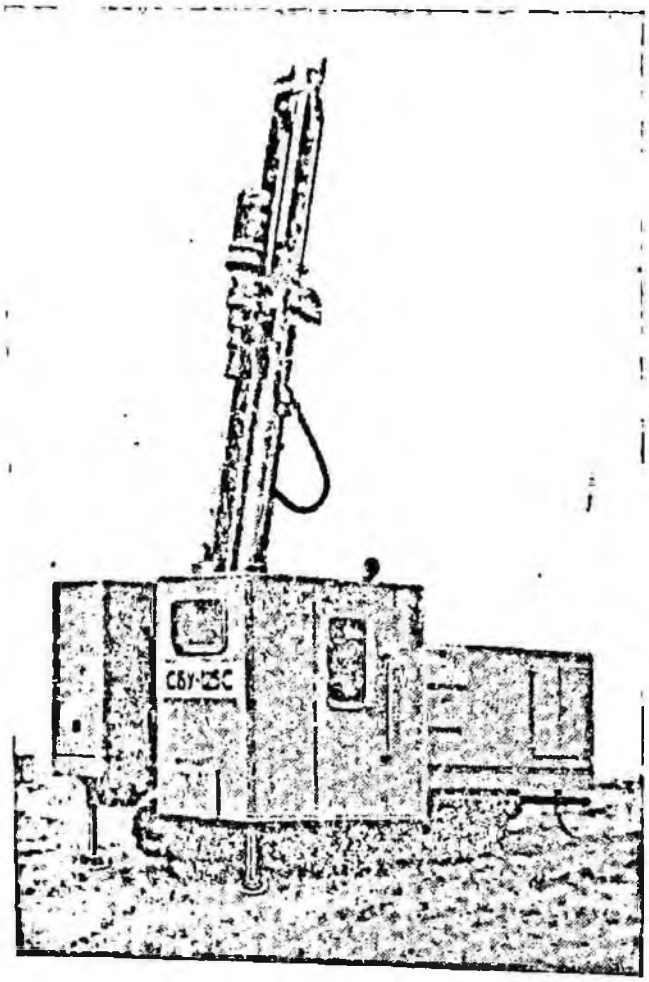


Рис. I-5. Буровой станок СБУ-125С

Техническая характеристика станка СБУ-125С

Диаметр бурения, мм	105; 125	
Глубина бурения, м	27	
Угол наклона скважины, градус	0—93	
Установленная мощность, квт	28,8	
Производительность в смену ($f = 14$), м	49	
Габариты в рабочем положении, мм:		
длина	4100	
ширина	2960	
высота	7190	
Масса станка, кг	7400	
Пневмоударник:		
тип	МП-3	П-125
число ударов в минуту	1650	1000
энергия удара, кгс·м	9,2	12
диаметр коронки, мм	105	125
расход свободного воздуха, м³/мин	4,5	7
давление воздуха, кгс/см²	5,7	
Вращатель:		
тип	Планетарный двухступенчатый редуктор по схеме 2К-Н	
электродвигатель:		
тип	АО2-52-8/4-8	
скорость вращения ротора, об/мин	750/1500	
мощность, квт	3,8/6,3	
передаточное отношение редуктора	31,36	
скорость вращения шпинделя, об/мин	22,5/45	
крутящий момент шпинделя, кгс·м:		
номинальный	167/138	
максимальный	334/276	
Кассетирующее устройство:		
тип	Барабанный	
число штанг в кассете	8	
диаметр штанги, мм	89	
длина штанги, м	3	
тип присоединительной резьбы	Веревочная специальная СП-72	
Подающий механизм:		
цепь:		
тип	ЦВР-11/4	
шаг, мм	31,75	
разрывное усилие, кгс	10 000	
число	2	
пневмодвигатель	БВУ-1-1	
скорость маневровой подачи номинальная, м/мин	10,3	
ход подачи, мм	3700	

пределы регулирования осевого усилия на забой, кгс	450—2000
Ходовая часть:	
тип	Гусеничный на базе СБУ-2М
электродвигатель:	
тип	АОС2-52-8
число	2
мощность, квт	6,4
скорость вращения ротора, об/мин	660
редуктор:	
тип	Цилиндрическо-червячный
момент на выходном валу, кгс·м	193
скорость передвижения станка, км/ч	1
дорожный просвет, мм	280
колея, мм	1600
ширина трака, мм	268
база, мм	1775
удельное давление на грунт, кгс/см²	0,72
Пылеулавливающая установка:	
тип	Сухая инерционная трехступенчатая с рукавными фильтрами

Станок СБУ-125С состоит из следующих основных узлов: кабины, вращателя, мачты, машинного помещения, ходовой части, бурового става с пневмоударником и коронкой.

Ходовая часть (рис. I-6) с гусеничным ходом предназначена для перемещения бурового станка.

Гусеничный ход состоит из двух гусеничных тележек с индивидуальным приводом для каждой гусеницы, балансирной балки и вала задней подвески.

Связь ходовой части с рамой станка осуществлена в трех шарнирных опорах, что позволяет более равномерно распределить нагрузку на раму станка при его передвижении по неровной поверхности.

Рабочий орган (рис. I-7) установлен на двух разъемных опорах, жестко прикрепленных к передней части рамы станка. Он выполняет следующие операции: вращение и подачу на забой бурового снаряда, спуск и подъем снаряда, свинчивание и развинчивание последнего при спуско-подъемных операциях. Заданное направление скважины обеспечивается наклоном рабочего органа вдоль продольной оси станка с помощью двух гидроцилиндров, штоки которых закреплены шарнирно на раме рабочего органа, и гидроцилиндра, установленного на раме станка.

Рабочий орган состоит из следующих основных узлов: вращателя, подающего механизма, бурового става, кассетирующего механизма, устройства для захвата штанг, центратора и пневмоударника.

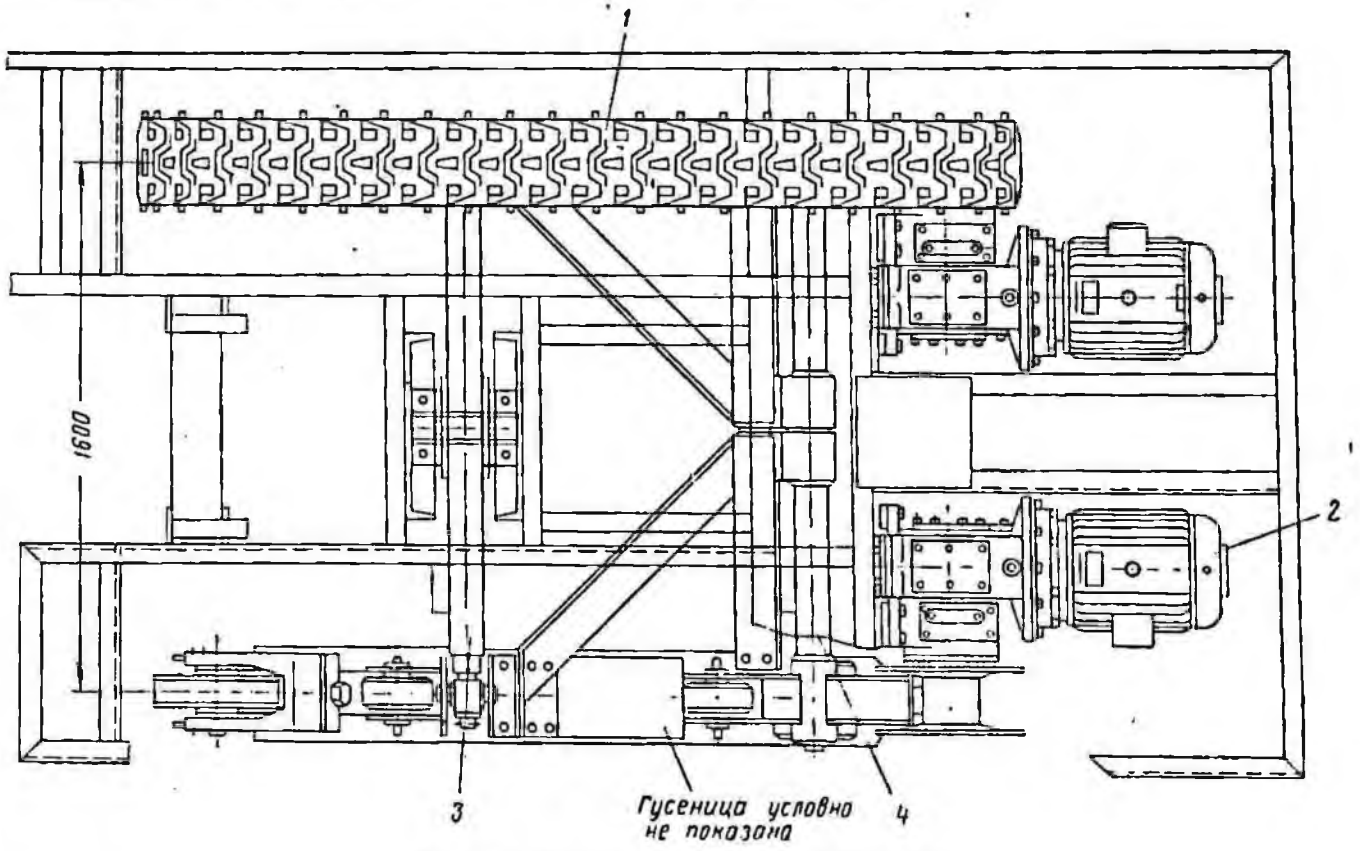


Рис. I-6. Ходовая часть станка СБУ-125С:

1 — гусеничная тележка; *2* — индивидуальный привод; *3* — балансирная балка; *4* — вал задней подвески

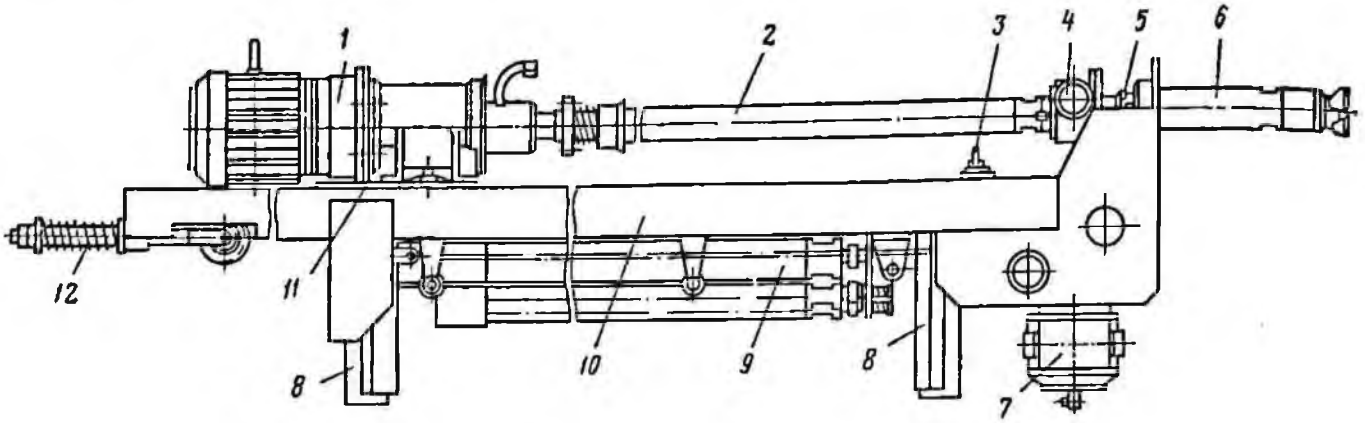


Рис. I-7. Рабочий орган станка СБУ-125С:

1 — вращатель; *2* — буровой став; *3* — центратор; *4* — захват штанг; *5* — амортизатор; *6* — пневмоударник; *7* — подающий механизм; *8* — цилиндр подачи кассеты; *9* — кассетирующий механизм; *10* — рама рабочего органа; *11* — плита вращателя; *12* — натяжное устройство цепей

Вращатель рабочего органа служит для вращения бурового става, передачи осевого усилия на забой, подвода сжатого воздуха к вращающемуся ставу, стопорения верхнего стыка штанг при разборке бурового става и гашения вибраций, передаваемых по ставу от пневмоударника.

Привод подающего механизма предназначен для создания осевого усилия на забой скважины при бурении и выполнения маневровых операций, связанных со сборкой или разборкой бурового става.

Подающий механизм, смонтированный на рабочем органе, имеет две тяговые цепи, оба конца которых крепятся к коромыслу. Последнее шарнирно связано с опорной плитой, на которой закреплен вращатель. Такая схема крепления тяговых цепей позволяет более равномерно нагрузить их рабочие ветви.

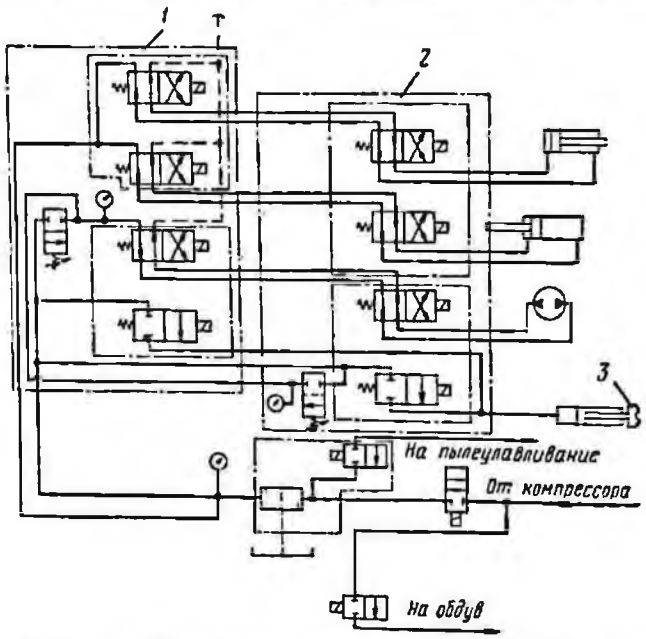


Рис. I-8. Гидравлическая схема станка СБУ-125С:

1 — основной пульт; *2* — дублирующий пульт; *3* — пневмоударник

Пылеулавливающая установка станка предназначена для сухого улавливания буровой мелочи, выносимой из скважины в процессе бурения. Установка работает следующим образом. Воздушно-пылевой поток, состоящий из отработанного в пневмоударнике воздуха и образующийся при бурении буровой мелочи (штыба), из затрубного пространства скважины попадает в пылеприемный колпак. Благодаря резкой потере скорости в колпаке из потока выпадает до 40% всего выбуренного штыба. Далее воздушный поток подхватывается вентилятором и по воздуховодам попадает в групповой циклон, где из него выделяется до 98% оставшегося штыба. Буровая мелочь накапливается в бункере циклонов, а поток по воздуховоду попадает в рукавные фильтры, где происходит окончательная очистка воздуха со степенью отделения 99%. Затем воздух попадает в улитку вентилятора, а из него выбрасывается в атмосферу.

При бурении скважин с высоким содержанием влаги во избежание преждевременного засорения рукавных фильтров в пылеулавливающей установке предусмотрено отключение последних с помощью шиберов. В этом случае воздух, минуя рукавные фильтры сразу после циклонов попадает через вентилятор в атмосферу.

Привод основных узлов станка следующий: ходовой части — от электродвигателей, подающего механизма — от пневмодвигателя, пылеулавливающей установки — от гидродвигателя, вращение бурового става — от электродвигателя.

Пневматическая схема обеспечивает работу системы управления станком, предназначен-

ную для выполнения операций, необходимых для бурения скважин, а также сборку и разборку бурового става. В состав пневматической системы входят: масло-влагоотделитель, автоматическая масленка и адсорбер, в совокупности представляющие собой систему подготовки воздуха, систему воздухопроводов, а также пневматический и дублирующий пульты.

Гидравлическая схема (рис. I-8) используется для выполнения вспомогательных операций: горизонтирования станка гидродомкратами, подъема и опускания рабочего органа. В процессе бурения энергия рабочей жидкости используется для подачи кассеты и перемещения каретки рукавных фильтров.

Гидравлическая система состоит из маслонапорной станции, гидрораспределителя, расположенного в гидравлическом пульте в кабине, гидрораспределителей вспомогательного пульта, гидроцилиндров подъема рабочего органа, гидродомкратов, гидропривода каретки фильтров.

Гидрораспределитель представляет собой моноблочный двух- или трехсекционный аппарат, рассчитанный на номинальный расход 50 л/мин и давление до 100 кгс/см^2.

Все гидроцилиндры, применяемые на станке, одинаковы по устройству и принципу действия. Перед верхним гидроцилиндром подачи кассеты установлен дроссель с обратным клапаном. Нагрузки на штоки гидроцилиндров подачи кассет неодинаковы и могут перераспределяться в зависимости от угла наклона рабочего органа. Верхний гидроцилиндр всегда нагружен меньше нижнего.

Буровой станок СБУ-125С получает питание от электросети напряжением 380 в. Во вводном ящике помещен трехфазный переключатель, позволяющий осуществлять реверсирование фаз в случае неправильного подсоединения питающего кабеля.

На станке установлено шесть электродвигателей суммарной мощностью 28,8 квт, 12 электронагревательных элементов общей мощностью 6 квт и осветительная аппаратура мощностью 150 вт. Установленная мощность всех токоприемников около 35 квт.

Пусковая аппаратура и аппаратура защиты находятся в электрическом шкафу, установленном в кабине.

Аппаратура управления размещена в трех пультах. Управление электродвигателя гусеничного хода осуществляется с выносного пульта управления, питающегося напряжением 24 в. Выносной пульт размещается в нише, расположенной в левом борту станка. С выносного пульта может осуществляться аварийное отключение силовой цепи станка. При этом обесточиваются все электродвигатели и цепи управления ими.

Надежность и долговечность станка в значительной степени зависят от правильного и своевременного проведения комплекса мероприятий, связанных с его техническим обслуживанием в процессе эксплуатации.

Перед началом забуривания необходимо проверить и отрегулировать подачу смазки в пневмоударник. Забуривание в эксплуатационных условиях, как правило, приходится производить по разрушенным породам, поэтому эту операцию лучше производить с дублирующего пульта, что позволяет вести визуальное наблюдение за процессом забуривания. Процесс забуривания выполняется в следующей последовательности: включение пылеулавливающей установки, подача воздуха в пневмоударник, включение правого вращения бурового става; перевод рукоятки гидрораспределителя подачи в положение «Вниз»; включение подачи рукояткой регулятора давления.

Пневмоударник начинает работать при соприкосновении с забоем. При внезапной остановке пневмоударника в процессе забуривания скважины необходимо рукояткой реверса подачи дать расходку буровому ставу, т. е. отвести последний от забоя, а затем вновь подвести к забою.

При установившемся режиме бурения можно опустить пылеприемный колпак, герметизирующий устье скважин.

При появлении воды в скважине следует немедленно отключить фильтр тонкой очистки, перекрыв соответствующие шиберы (задвижки), что необходимо проделать во избежание преждевременного засорения рукавных фильтров.

Оптимальная скорость вращения бурового става и осевое усилие подбираются машинистом бурового станка применительно к конкретным характеристикам буримых пород.

Буровой станок СБУ-160

Самоходный буровой станок СБУ-160 (рис. I-9) предназначен для бурения ударно-вращательным способом вертикальных и наклонных скважин в породах с коэффициентом крепости $f = 6 \div 20$ по шкале проф. М. М. Протодьяконова.

Техническая характеристика станка СБУ-160

Диаметр бурения, мм	160
Глубина бурения, м	36
Угол наклона скважины, градус . .	60—90
Установленная мощность, квт . . .	142
Производительность в смену ($f = 12 \div 14$), м	57
Механическая скорость бурения ($f = 14 \div 16$), м/ч	8,8

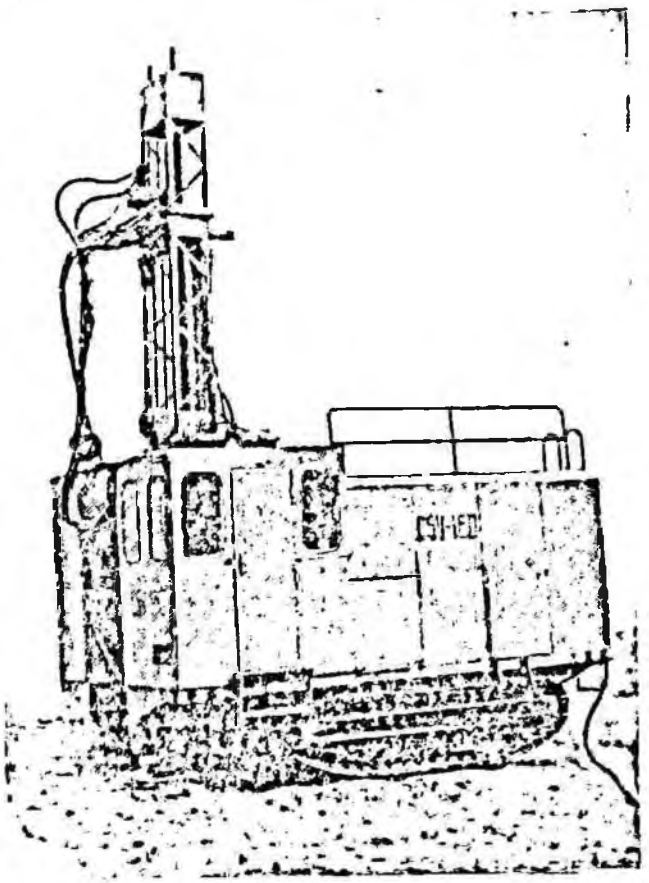


Рис. I-9. Самоходный буровой станок СБУ-160

Габариты в рабочем положении, мм:		
длина	5200	
ширина	3500	
высота	7250	
Масса станка, кг	16 000	
Ходовая часть:		
тип	Гусеничный от экскаватора Э-303	
ширина колеи, мм	2700	
ширина трака, мм	360	
удельное давление на грунт, кгс/см²	1,06	
дорожный просвет, мм	240	
скорость передвижения, км/ч	0,72	
преодолеваемый угол подъема, градус	15	
Пневмоударник:		
тип	П-160	М-32К
число ударов в минуту	1275	1900
энергия удара, кгс·м	28	14
расход воздуха, м³/мин	12	14
рабочее давление воздуха, кгс/см²	5	5—6
Вращатель:		
тип редуктора	Планетарный двухступенчатый	
передаточное число редуктора	25	
тип гидродвигателя	Г15-24	
скорость вращения шпинделя, об/мин	4—56 (плавно-регулируемая)	
максимальный крутящий момент на валу шпинделя, кгс·м	150	

Мачта	Четырехгранная, прямоугольного сечения из уголкового проката с открытой передней и задней гранями
Система подачи:	
тип	Цепной
регулируемое усилие подачи гидроцилиндром, кгс	До 700
тип гидродвигателя	Г15-24
тип редуктора	Глобоидный РГУ-120
передаточное число редуктора	37
Компрессорная установка:	
компрессор:	
тип	Винтовой ВК-20М-1
производительность, м³/мин	13,5
рабочее давление, кгс/см²	7,5
подогрев	Электрический
общая мощность нагревателей, квт	5,3
электродвигатель:	
тип	АО2-61-4
мощность, квт	100
скорость вращения вала ротора, об/мин	1460
Пылеулавливающая установка:	
способ улавливания пыли	Сухой циклонами и фильтрами тонкой очистки
число циклонов	4
число рукавных фильтров тонкой очистки	4
диаметр рукавных фильтров, мм	300
очистка рукавных фильтров	Воздухом струйная периодическая
вентилятор:	
тип	ВД-4
производительность, м³/ч	3000
электродвигатель:	
тип	АО2-41-2
мощность, квт	5,5
скорость вращения вала ротора, об/мин	3000
тип гидродвигателя винта для очистки фильтров	Г15-24
эффективность улавливания пыли, %	99,88
Гидросистема:	
регулируемый насос:	
тип	ПД-5
число	2
производительность насоса, л/мин	0—102
рабочее давление, кгс/см²	100
электродвигатель:	
тип	АО2-61-4
число	2
мощность электродвигателя, квт	13
скорость вращения ротора, об/мин	1460

Буровой станок ударно-вращательного действия СБУ-160 представляет собой самоходную установку на гусеничном ходу с кабиной, рассчитанной на двух человек, и общим кузовом,

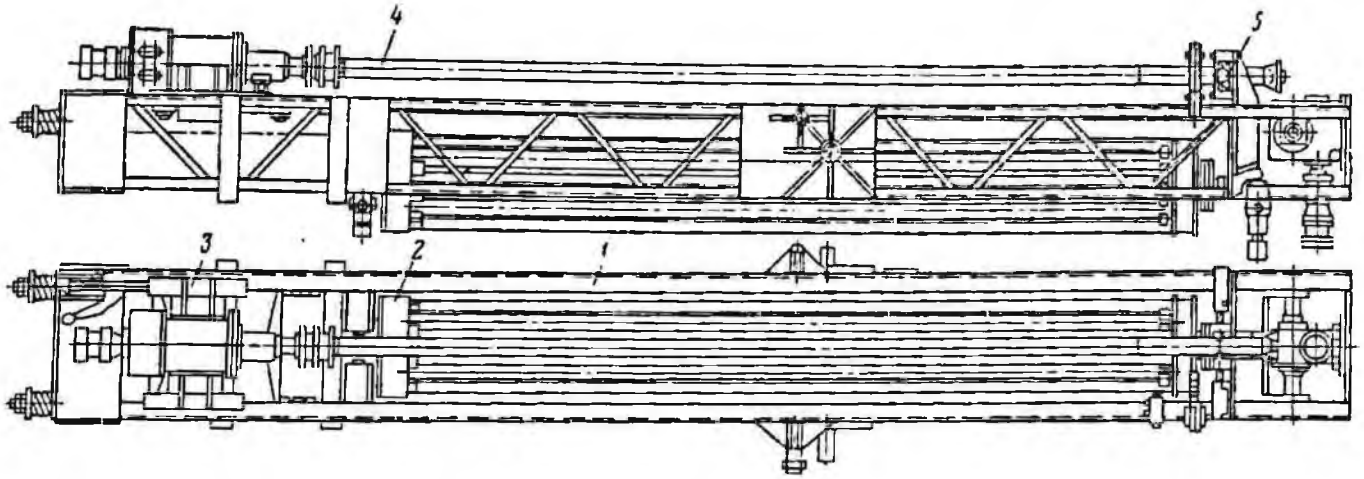


Рис. I-10. Рабочий орган станка СБУ-160:

1 — мачта; *2* — кассета; *3* — вращатель; *4* — став штанг с пневмоударником и коронкой; *5* — цилиндры захватов

помещенным над всеми механизмами (за исключением рабочего органа и пылеулавливающей установки, которая монтируется на передней открытой площадке станка).

Буровой станок СБУ-160 состоит из ходовой части, рабочего органа, компрессорной и пылеулавливающей установок.

В качестве ходовой части станка принята гусеничная от экскаватора Э-3003. Приводом хода являются индивидуальные для каждой гусеницы гидродвигатели.

Вал гидродвигателя с приводным валом редуктора соединяется через зубчатую муфту, которая при необходимости транспортировки станка тягачом отключает гидродвигатель от редуктора. Продольные балки ходовой части станка с поперечными балками образуют единую сварную раму, которая воспринимает вес станка и передает его через опорные ролики на траки.

Каждая гусеничная лента состоит из 46 траков, которые соединены между собой пальцами, фиксируемыми от выпадания шплинтами.

Рабочий орган (рис. I-10) станка служит для проведения процесса бурения и спускоподъемных операций и состоит из мачты, кассеты, вращателя, става штанг с пневмоударником и коронкой, цилиндров захватов и ключа отворота.

Мачта представляет собой ферму прямоугольного сечения, выполненную из уголкового проката, с открытыми передними и задними гранями. Полки уголков передней грани служат направляющими для перемещения вращателя.

Внутри мачты располагается кассета (рис. I-11) барабанного типа, вмещающая восемь штанг длиной по 4 м (9-я штанга остается навернутой на вращателе). При установке штанг в кассету их нижние концы входят в специальные гнезда на барабане кассеты и фиксируются от проворачивания скобами, жестко связанными с осью. Верхние концы штанг удерживаются от выпадания специальными пружинами, установленными в патроне.

Перемещение кассеты производится с помощью двух гидроцилиндров, причем при отводе ее от оси скважины с помощью храпового устройства осуществляется поворот барабана кассеты на 45°.

Вращение бурового става осуществляется вращателем (рис. I-12), состоящим из гидродвигателя, редуктора, корпуса, втулки, шпинделя, стакана, патрубка, переходника и падающей втулки.

Для гашения вибраций, передающихся от работающего пневмоударника, во вращателе имеется виброгасящее устройство, которое представляет собой воздушную камеру над шпинделем вращателя, куда подается сжатый воздух. При перемещении шпинделя вверх канал подачи сжатого воздуха перекрывается, и воздушная камера оказывается замкнутой, что позволяет сохранять в камере воздушную виброгасящую подушку независимо от усилия подачи инструмента на забой. На шпинделе вращателя закреплен переходник и установлена падающая втулка, которая предотвращает отвинчивание верхнего конца штанги от переходника при отвинчивании нижнего конца штанги, а также предохраняет верхнее соединение штанги от затягивания в процессе бурения.

Для перемещения вращателя по направляющим мачты на рабочем органе применена цепная подача, получающая движение от приводной звездочки, которая насажена на вал червячного редуктора, расположенного в нижней части мачты.

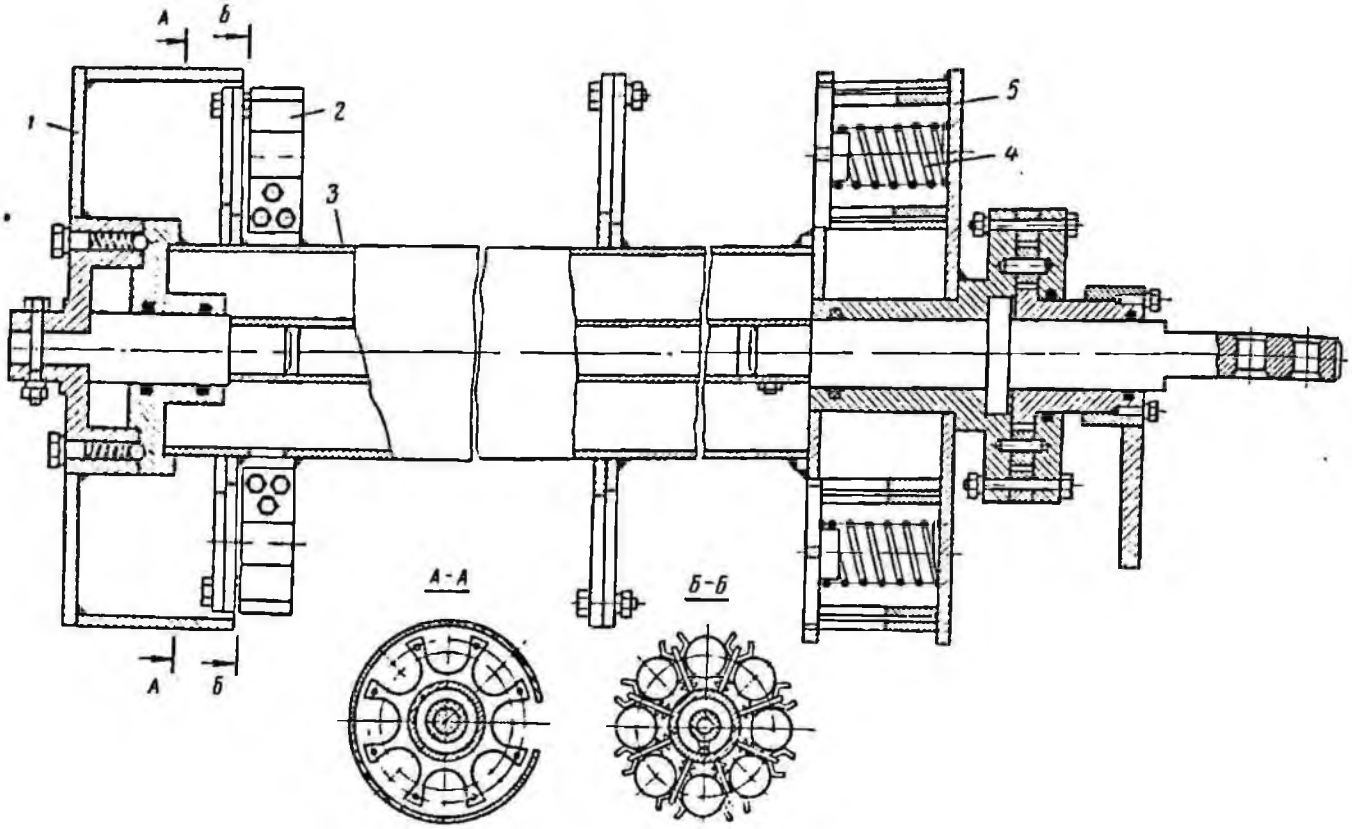


Рис. I-11. Кассета станка СБУ-160:
1 — барабан; *2* — скобы; *3* — ось кассеты; *4* — пружины; *5* — патрон

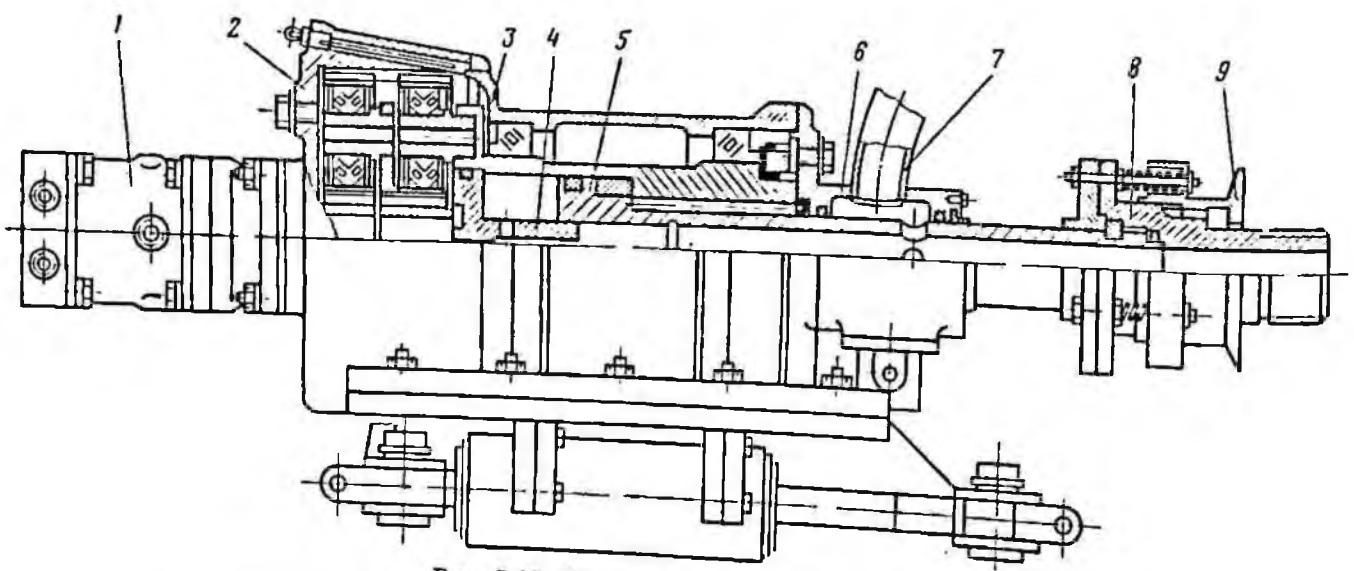


Рис. I-12. Вращатель станка СБУ-160:
1 — гидродвигатель; *2* — редуктор; *3* — корпус; *4* — втулка; *5* — шпиндель; *6* — стакан; *7* — патрубок; *8* — переходник; *9* — падающая втулка

Для обеспечения сжатым воздухом пневмоударника и пылеулавливающей установки на станке установлен винтовой компрессор ВК-20М-1 производительностью 13,5 м³/мин. Для запуска компрессора в холодное время года в установке компрессора предусмотрены электрообогреватели, вмонтированные в воздухосборник. На установке также имеется регулятор производительности.

Пылеулавливающая установка ПУСП-1 представляет собой систему сухого пылеулавливания буровой мелочи, выносимой из скважины. Установка смонтирована на передней открытой площадке станка.

Пылеулавливающая установка работает следующим образом. Воздушный поток с буровой мелочью из скважины попадает в пылеприемный колпак, который является предварительной ступенью очистки и представляет собой инерционный пылеотделитель. В нем осаждается 10 ÷ 15% всей выходящей буровой мелочи. Далее по системе пылепровода воздушный поток попадает в четыре мультициклона, предназначенных для грубой очистки, в которых осаждается до 94,5% поступающей в них пыли. Из мультициклонов воздушный поток направляется в рукавные фильтры, из которых выбрасывается в атмосферу с помощью вентилятора.

Периодическая очистка рукавных фильтров от осевшего на них слоя пыли производится способом струйной продувки, для чего каждый рукавный фильтр охвачен продувочным кольцом, в которое подается сжатый воздух.

Привод механизмов станка осуществляется от электро- и гидродвигателей. Привод компрессорной установки, маслонапорной станции, регулируемого насоса и вентилятора — электрический, а пылеулавливающей установки, ходовой части станка, системы подачи и вращателя — гидравлический.

Пневматическая система станка обеспечивает подачу сжатого воздуха к рабочему органу и продувочным кольцам пылеулавливающей установки.

В состав пневматической системы входят компрессор ВК-20М-1, электродвигатель, радиатор с вентилятором, маслосборник, маслоотделитель, масляная система с подогревом масла, щит с контрольно-измерительными приборами и приборами автоматической защиты.

Гидравлическая система станка, в состав которой входят гидрооборудование и гидроаппаратура, условно может быть разделена на две основные части: гидропривод бурового става и хода станка, гидропривод механизма вспомогательных операций, настройки станка и пылеулавливания.

В гидропривод первой части входят гидродвигатели вращателя и маневровой подачи Г15-24, гидроцилиндр рабочей подачи и высокомоментные гидродвигатели левой и правой гусениц ВЛГ-400А. При работе гидродвигателей маневровой подачи става и вращателя (на свинчивание штанг и бурение) максимальное давление определяется величиной настройки предохранительных клапанов.

Гидропривод второй части обеспечивает установку станка на домкраты, установку мачты в рабочее и транспортное положения, зажим штанг при их свинчивании и развинчивании, подачу кассеты при наращивании или разборке става, развинчивание штанг при недостаточном моменте на вращателе и привод каретки очистки фильтров пылеулавливающей установки. Масло ко всем рабочим органам данной части гидравлической системы подается лопастным насосом БГ-12-22. Распределение и реверсирование потока масла к рабочим органам выполняются золотниками с электромагнитным управлением ЧПМГ73-12.

Контроль величины давления в гидросистемах производится манометрами, установленными на напорных магистралях соответствующих насосов.

Питание станка электроэнергией осуществляется по низковольтному гибкому кабелю марки ГРШ 3×70 + 1×16 мм² от низковольтной сети напряжением 380 в. Заземление станка выполнено с помощью четвертой жилы кабеля, которая присоединяется одним концом к заземляющему болту, находящемуся во вводном ящике станка, а другим — к общему заземляющему контуру карьера на питающей подстанции.

Электродвигатели, печи и нагревательные элементы включены на напряжение 380 в, цепи управления — на напряжение 127 в, выносной пульт управления — на напряжение 36 в.

Освещение станка питается напряжением 12 в.

Буровой станок СБУ-200

Самоходный буровой станок СБУ-200 (рис. 1-13) предназначен для бурения ударно-вращательным способом вертикальных и наклонных взрывных скважин в крепких и весьма крепких породах на карьерах черной и цветной металлургии.

Техническая характеристика станка СБУ-200

Диаметр скважины, мм	200
Глубина скважины, м	32
Угол наклона скважины, градус . .	60—90
Механическая скорость бурения ($f = 14 \div 17$), м/ч	12÷8
Габариты в рабочем положении, мм:	
длина	7865

ширина	4510
высота	12 530
Масса укомплектованного станка, кг	35 000
Ходовая часть:	
скорость передвижения, км/ч	0,65
удельное давление на грунт, кгс/см²	1,2
максимальный угол подъема, градус	20
колея, мм	2800
дорожный просвет, мм	300
Пневмоударник:	
тип	П-200
число ударов в минуту	1200
энергия удара, кгс·м	40
номинальное рабочее давление воздуха, кгс/см²	5
расход свободного воздуха, м³/мин	18
система воздухораспределения	Бесклапанная
энергоноситель	Сжатый воздух или воздушно-водяная смесь
длина пневмоударника, мм	900
масса пневмоударника, кг	105
буровая коронка	Х-образная, четырехперая, армированная твердым сплавом ВК-15

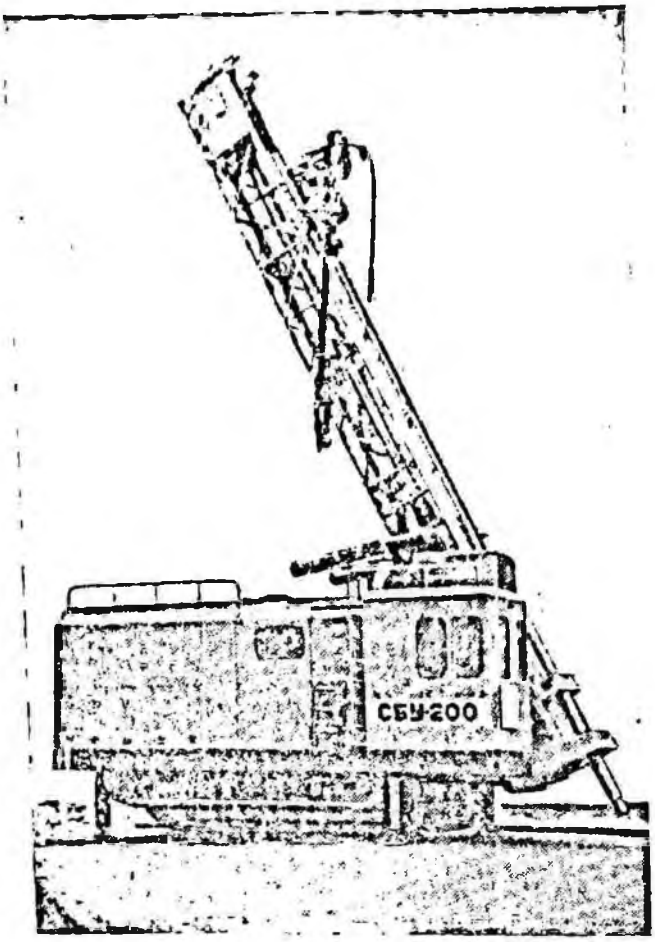


Рис. I-13. Буровой станок СБУ-200

Вращатель:	
скорость вращения штанги, об/мин	5—50
тип гидродвигателя	ВЛГ-400
мощность привода, квт	19
крутящий момент, кгс·м	320
рабочее давление, кгс/см²	100
момент, развиваемый штангоразворотом, кгс·м	2000
цилиндр подачи	Пневмогидравлический
развиваемое усилие, кгс	200—4100 (плавнорегулируемое)
Мачта:	
тип	Четырехгранная пространственная ферма с открытой передней гранью
грузоподъемность, кг	20 000
высота от оси поворота до кронблока, мм	8750
Напорно-распределительная станция:	
емкость бака, л	540
насос высокого давления:	
тип	НПА-64
число	2
рабочее давление, кгс/см²	100/50
производительность, л/мин	32,5/64
электродвигатель:	
тип	АО2-82-12/6
мощность, квт	25
скорость вращения ротора, об/мин	480/960
компрессор:	
тип	Винтовой ВК-11
производительность, м³/мин	24,3
рабочее давление, кгс/см²	7
Установка приточной вентиляции:	
кондиционер	«Азербайджан-4», тип КГ-1,6
температурный режим, °С	18—28 (автоматический)
Установка сухого пылеулавливания:	
тип	Инерционный с рукавными фильтрами
способ регенерации рукавов	Струйная продувка сжатым воздухом
производительность, м³/ч	6000
общая площадь фильтра, м²	15,3
запыленность на рабочем месте	Не более 2 мг/м³

Станок пневмоударного бурения СБУ-200 представляет собой самоходную установку на гусеничном ходу с общим кузовом, расположенным почти над всеми механизмами (за исключением рабочего органа привода подачи, установки приточной вентиляции, гидродомкратов горизонтирования и подъема мачты). Внутри кузов разделен на три отделения: компрессорное, машинное и кабину машиниста. В компрессорном отделении располагаются установка компрессора и приводы насосов высокого давления. Основные укрупненные узлы станка: ходовая

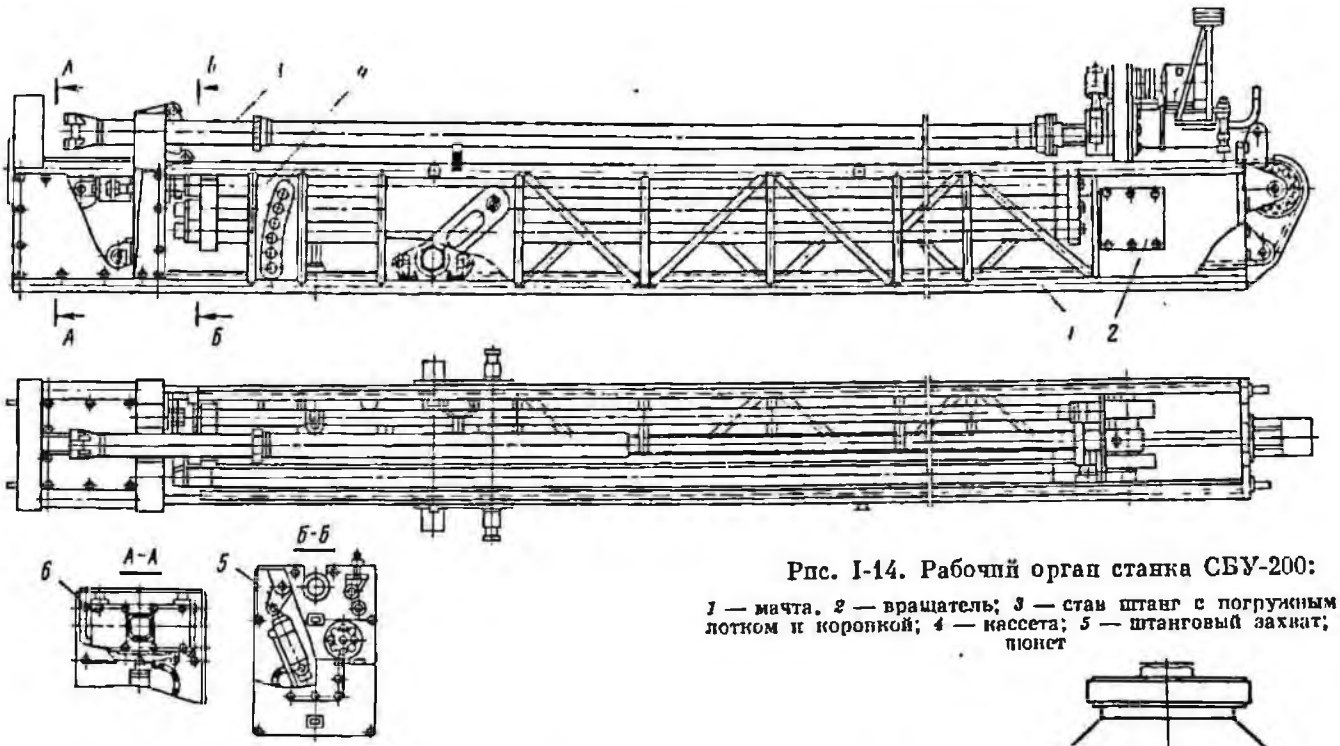


Рис. I-14. Рабочий орган станка СБУ-200:

1 — мачта, *2* — вращатель; *3* — став штанг с погружным молотком и коронкой; *4* — кассета; *5* — штанговый захват; *6* — пионет

часть, рабочий орган, привод подачи и установка пылеулавливания.

Ход буровой установки СБУ-200 — гусеничный. Многоопорные гусеницы закрытого типа связаны между собой жестко задней и передней балками, которые прикрепляются болтами непосредственно к рамам гусениц. Рамы гусениц воспринимают вес станка и передают его на траки через опорные ролики. Верхняя ветвь гусеничной ленты опирается на поддерживающие ролики.

Каждая гусеничная лента составлена из 41 трака, которые соединены друг с другом соединительными осями, закрепленными с помощью шплинтов. Траки взаимозаменяемы с траками станков канатно-ударного бурения, а также «Урал-64», «Урал-61», БСВ-3 и СБШ-200. Однако траки станка СБУ-200 более прочны и надежны благодаря использованию легированной стали 35ХГСЛ и измененной форме по сравнению с указанными моделями.

Ведущие звездочки гусениц посажены на шлицевом валу, который вращается в подшипниках качения. Соединение гусеничной тележки с рамой станка осуществляется посредством осей, которые вставляются в отверстия опор рамы станка. В случае ремонта или замены каких-либо узлов ходовую часть можно вывести из-под станка в собранном виде.

Рабочий орган (рис. I-14) служит для проведения основных и вспомогательных операций в процессе бурения и состоит из мачты, вращателя, става штанг с погружным молотком

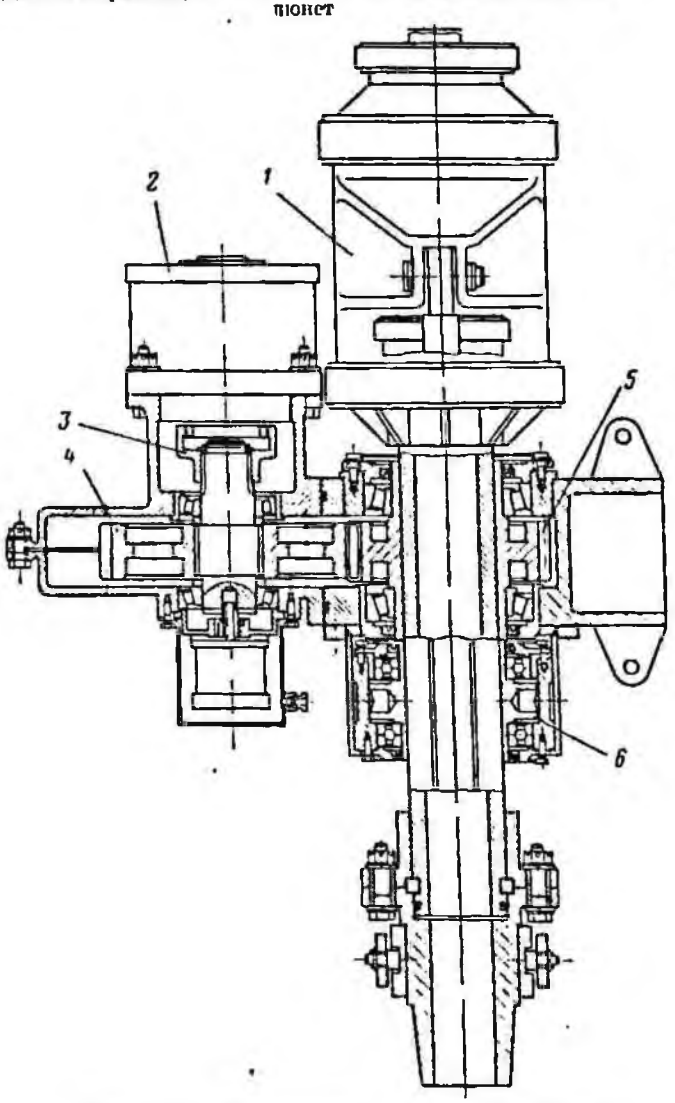


Рис. I-15. Вращатель станка СБУ-200:

1 — опорный узел; *2* — гидродвигатель; *3* — муфта; *4*, *5* — шестерни; *6* — храповое колесо

и коронкой, кассеты, штангового захвата, люнета, промежуточной опоры, цепи, звездочек и отклоняющих роликов.

Мачта выполнена из труб, которые связаны между собой диафрагмами. Внутри мачты расположена кассета с тремя штангами. Кассета состоит из секторов, соединенных осью, которая установлена в двух подшипниках (верхнем и нижнем). Поворот кассеты осуществляется с помощью гидроцилиндра. В нижней части мачты расположены люнет и штанговый захват. Люнет служит для направления бурового става при забуривании и бурении и состоит из корпуса и коромысла.

Вращатель (рис. 1-15) представляет собой одноступенчатый редуктор с эвольвентным зацеплением и приводом от гидродвигателя ВЛГ-400. Вращение через зубчатую муфту и шестерни передается шестигранному шпинделю. Верхний конец шпинделя размещен в опорном узле, траверса которого связана с корпусом вращателя с помощью гидроцилиндров, служащих для создания усилия на забой. Нижние полости гидроцилиндров заполнены маслом и соединены со следящей системой подачи. Для контроля за скоростью вращения бурового става на вращателе установлен тахогенератор ТМГ-70П-8, связанный жесткой муфтой с входным валом вращателя. Для проведения спуско-подъемных операций на вращателе установлен штангоразворот, содержащий храповое колесо и гидроцилиндры привода фиксатора. Падающая втулка служит для предотвращения произвольного разворота соединения штанг.

Привод подачи установлен на левой стороне кузова станка и служит для перемещения вращателя и бурового става по направляющим мачты как в процессе бурения, так и при спуско-подъемных операциях.

Привод подачи состоит из гидродвигателя МГ-155А, вращение от которого через упругую муфту передается валам редуктора Ц2-250. Последний в свою очередь посредством другой упругой муфты соединен с одноступенчатым коническим редуктором, через который вращение передается на приводную звездочку рабочего органа станка.

Для улавливания пыли, образующейся при бурении, на станке СБУ-200 применена пылеулавливающая установка со струйной продувкой рукавных фильтров. Установка состоит из пылеприемного колпака, герметизирующего устье скважины, группового циклона, выполняющего роль грубой очистки, фильтра тонкой очистки, электродвигателя с клиноременной передачей для привода вентиляторов, пылепровода, соединяющего пылеприемный колпак с групповым циклоном, воздуховода с заслонками для распределения потока воздуха. Фильтр тонкой очистки состоит из 12 рукавов диаметром 200 мм. Периодически, по мере засорения производится очистка фильтра с помощью механизма очистки рукавов, приводимого сжатым воздухом, который поступает из щелей продувочной каретки.

Кинематическая система станка обеспечивает работу основных и вспомогательных механизмов станка: вращателя, бурового става с пневмоударником и коронкой, промежуточной опоры, фиксатора стопорения мачты, кассетирующего устройства, домкратов, штангоразворота, механизма свинчивания и развинчивания коронки, привода компрессорной станции, ходовой части станка и механизма наклона мачты.

Пневматическая система станка, обеспечивающая подачу сжатого воздуха к рабочему органу и к продувочным кольцам пылеулавливающей установки, состоит из компрессорной установки, приборов контроля и управления. В комплект компрессорной установки входят следующие оборудование и обслуживающие системы: компрессор ВК-11, электродвигатель, радиатор с вентилятором, маслосборник, маслоотделитель, муфта, масляная система с подогревом масла, воздушная система и щит с контрольно-измерительными приборами и приборами автоматической защиты. Компрессор с электродвигателем и вспомогательным оборудованием монтируется на сварной раме, которая устанавливается на раме бурового станка.

Гидравлическая система станка подразделяется на две: гидравлическую систему рабочей подачи и гидравлическую систему привода управления всеми остальными исполнительными органами. Причем первая состоит из стандартной гидроаппаратуры и обеспечивает бурение и разбуривание (подачу вверх) с регулированием усилия на забой, автоматическое регулирование скорости подачи в зависимости от скорости бурения, компенсацию утечек из разгрузочного гидроцилиндра и мультипликатора и постоянный контроль скорости бурения.

Питание станка электроэнергией осуществляется по гибкому высоковольтному кабелю марки КШВГ $3\times10 + 1\times6$ мм^2 от карьерного передвижного пункта РВНО-6, подключенного к ЛЭП мощностью 6 кв.

Электродвигатели, печи, нагревательные элементы подогрева масла и воды питаются током напряжением 380 в, цепи управления и наружного освещения станка — напряжением 127 в, внутреннее освещение станка и выносные пульты управления — напряжением 36 в.

Управление процессом бурения, операциями по наращиванию штанг, а также приводами

гидронасосов и пылеподавления осуществляется с пульта управления, расположенного в кабине машиниста.

Управление приводами хода и вспомогательной лебедки производится с выносных пультов. Так как на выносные пульты подается напряжение 36 в, то соответствующие магнитные пускатели включаются через промежуточные реле.

Станок позволяет производить бурение скважин как в нормальных условиях, так и в осложненных (резкое чередование сильно разрушенных и монолитных пород, большое различие в крепости по слоям, пустоты, вывалы стенок скважины).

§ 2. Станки вращательного бурения

1. СТАНКИ БУРОВЫЕ ШАРОШЕЧНЫЕ

Буровой станок 2СБШ-200

Самоходный станок шарошечного бурения 2СБШ-200 (рис. I-16) предназначен для бурения вертикальных скважин на карьерах руд ной, угольной и химической промышленности, а также на карьерах строительных материалов.

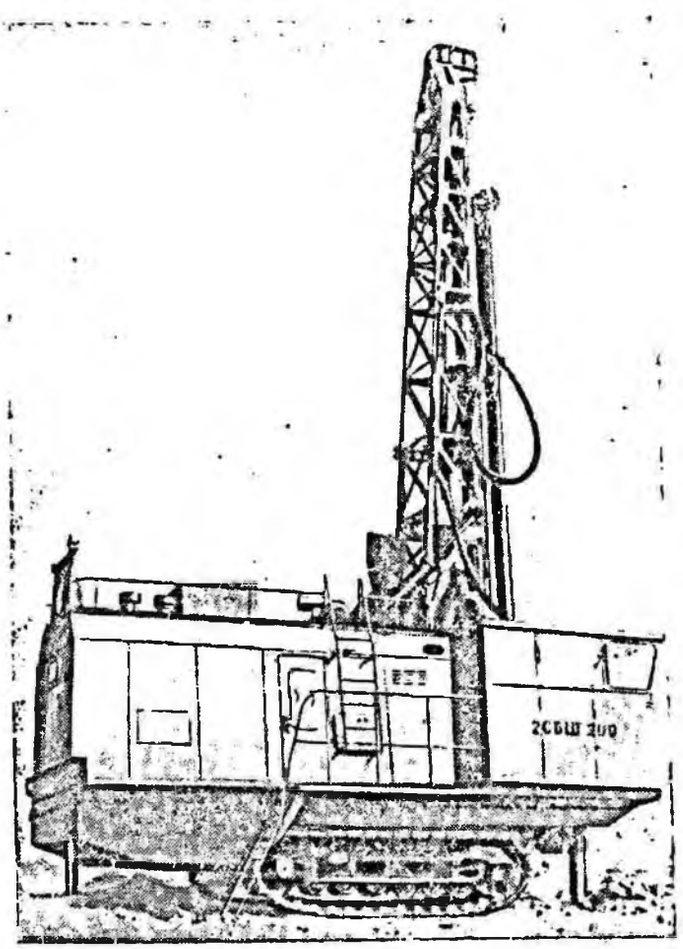


Рис. I-16. Буровой станок 2СБШ-200

Техническая характеристика станка 2СБШ-200

Диаметр бурения, мм	190; 214
Глубина бурения, м	До 32
Угол бурения к горизонтали, градус	90
Коэффициент f крепости пород по шкале проф. М. М. Протодьяконова	6—16
Суммарная мощность электродвигателей, квт	280
Удаление буровой мелочи из скважины	Сжатым воздухом
Пылеулавливание	Сухое
Габариты станка, м:	
ширина	4,77
в рабочем положении:	
длина	8,33
высота	13,17
в транспортном положении:	
длина	12,75
высота	6
Масса станка, кг	49 500
Ходовая тележка:	
скорость передвижения, км/ч	0,6
преодолеваемый угол подъема, градус	12
удельное давление гусениц на грунт, кгс/см²	1,1
колея, мм	2525
база, мм	3125
ширина звена гусеницы, мм	675
дорожный просвет, мм	395
привод гусениц	Индивидуальный
Электродвигатель:	
тип	МТКВ-411-8
мощность, квт	16
скорость вращения ротора, об/мин	685
Рабочий орган:	
скорость вращения бурового инструмента, об/мин	15—77; 30—153; 62—312
номинальный крутящий момент на буровом инструменте, кгс·м	560; 286; 142
Электродвигатель:	
тип	ДПВ-52
мощность, квт	50
скорость вращения ротора, об/мин	900
Подача инструмента на забой	Гидравлическая с автоматическим перехватом штанги
усилие на забой, тс	До 25
скорость подачи бурового инструмента, м/мин	До 1,5
гидроцилиндры подачи:	
число	2
диаметр цилиндра, мм	150
диаметр штока, мм	90
ход поршня, мм	1000

патрон:	
тип	Гидравлический трехкулачковый
диаметр поршня, мм	460
диаметр штока, мм	420
ход поршня, мм	68
Механизм подачи штанг:	
кассета	Вилкообразная поворотная с наружным расположением относительно мачты
число штанг в кассете	4
подача кассеты	Гидравлическая
цилиндр поворота кассеты:	
число	1
диаметр поршня, мм	110
диаметр штока, мм	50
ход поршня, мм	500

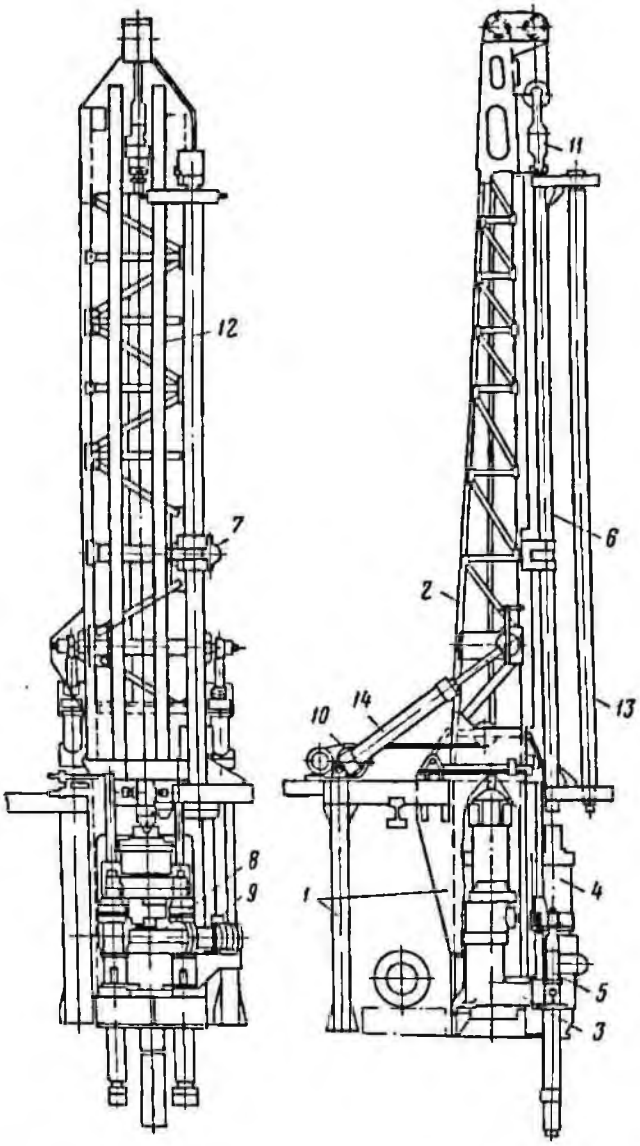


Рис. I-17. Рабочий орган станка 2СБШ-200:

1 — основание; *2* — мачта; *3* — коробка передач; *4* — гидравлический патрон; *5* — напорный гидроцилиндр, *6* — кассета; *7* — гидроцилиндр поворота кассеты; *8* — храповой механизм; *9* — гидроцилиндр; *10* — лебедка; *11* — вертлюг; *12* — направляющая мачта; *13* — буровой став; *14* — гидроцилиндр

Лебедка подъема бурового става:	
грузоподъемность, кг	1500
кратность полиспаста	2
усилие при подъеме бурового става, кгс	3000
окружная скорость на барабане, м/сек	0,975
скорость подъема бурового става, м/мин	29,2
канатоемкость барабана, м	19
диаметр барабана, мм	270
диаметр каната, мм	15,5
Буровой став:	
диаметр штанги, мм	180
длина штанги, мм	8
число штанг	4
соединение штанг	Замковое
Домкрат горизонтирования:	
число	3
диаметр цилиндра, мм	180
диаметр штока, мм	150
ход поршня передних домкратов, мм	900
ход поршня заднего домкрата, мм	1200
среднее удельное давление башмаков на грунт поднятого станка, кгс/см^2	6,25

Буровой станок 2СБШ-200 представляет собой самоходный буровой агрегат на гусеничном ходу. Все оборудование размещено на платформе, в задней части которой расположено машинное помещение. В передней части платформы установлен рабочий орган, осуществляющий основные операции бурового процесса: вращение и подачу бурового инструмента на забой, сборку и разборку бурового става. Справа от рабочего органа расположена кабина, из которой осуществляется управление станком.

Горизонтирование станка производится тремя гидродомкратами, вмонтированными в платформу станка.

Машинное помещение, служащее для размещения основного оборудования станка, представляет собой сварную панельную конструкцию, закрепленную на платформе станка и защищающую находящееся в нем оборудование от воздействия атмосферных осадков. Для удобства монтажа машинное помещение выполнено съемным.

Передвижение станка осуществляется с помощью ходовой тележки, состоящей из гусеничного хода и платформы. Каждая гусеница имеет индивидуальный привод. Гусеничный ход представляет собой две многоопорные гусеницы открытого типа.

К платформе, выполненной в виде рамы сварной конструкции из сортового и листового металла, шарнирно подвешена рама станка.

С помощью рабочего органа (рис. I-17) осуществляются вращение и подача бурового инструмента на забой, сборка и разборка бурового

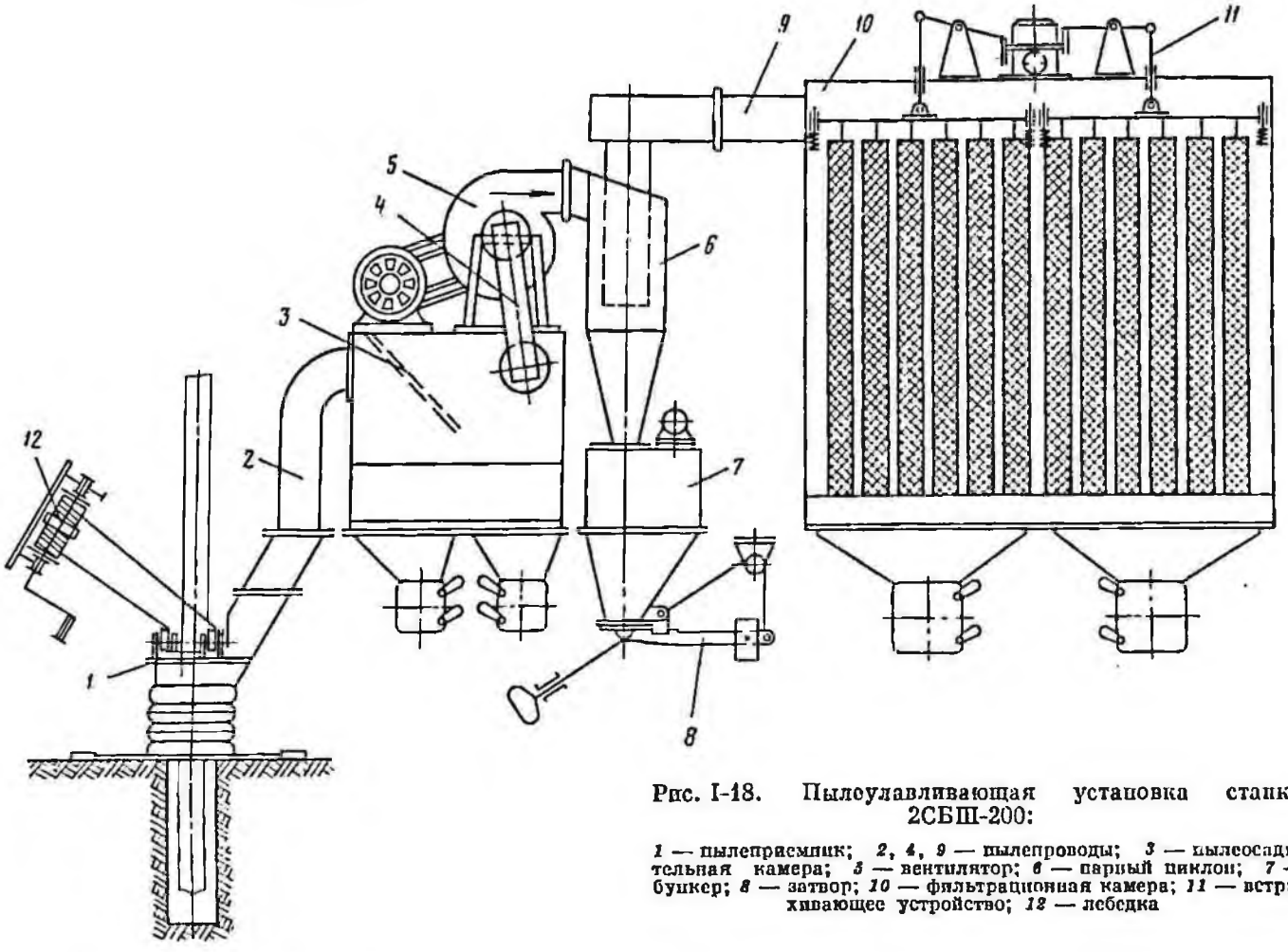


Рис. I-18. Пылеулавливающая установка станка 2СБШ-200:

1 — пылеприемник; *2, 4, 9* — пылепроводы; *3* — пылеосадительная камера; *5* — вентилятор; *6* — парный циклон; *7* — бункер; *8* — затвор; *10* — фильтрационная камера; *11* — встряхивающее устройство; *12* — лебедка

става. Все узлы рабочего органа монтируются на разъемной мачте, состоящей из основания и собственно мачты, шарнирно соединенных между собой. Мачта представляет собой сварную пространственную ферму, монтируемую на платформе. В основании мачты имеется коробка передач, которая при наличии сменной пары шестерен обеспечивает четыре диапазона скоростей вращения бурового става. Приводом рабочего органа является электродвигатель постоянного тока, обеспечивающий бесступенчатое регулирование скоростей в пределах каждого диапазона.

Передача крутящего момента и осевого усилия на буровой став осуществляется посредством гидравлического патрона.

Подача бурового инструмента на забой производится двумя напорными гидроцилиндрами, штоки которых закреплены в траверсе гидропатрона.

На мачте с помощью кронштейнов установлен механизм подачи штанг, состоящий из кассеты, в которой размещается комплект буровых штанг, и гидроцилиндра поворота кассеты.

Снятие патяга с резьбовых соединений штанг при разборке бурового става и смена шарошечных долот выполняются механизмом отвинчивания штанг (гидроключом), смонтированным на коробке передач и состоящим из храпового механизма и гидроцилиндра. Спуско-подъемные операции производятся механизмом, состоящим из лебедки, установленной на основании мачты, вертлюга, подвешенного на талевом блоке и перемещающегося по направляющим мачты.

Вертлюг соединяется с буровым ставом. Отвинчивание долот при их смене производится с помощью специального приспособления, прикрепленного к платформе станка. Подъем и опускание мачты осуществляются гидроцилиндрами, шарнирно прикрепленными с одной стороны к основанию мачты, а с другой — к мачте.

На станках 2СБШ-200, выпускаемых барвенковским машиностроительным заводом «Красный луч», пылеулавливающая установка (рис. I-18) состоит из пылеприемника, пылепровода, пылеосадительной камеры, имеющей внизу разгрузочное устройство. Пылеосадительная камера пылепроводом соединена с вентилятором, установленным на камере. Вра-

щение вентилятора осуществляется электродвигателем через клиноременную передачу. С помощью пылепровода вентилятор соединен с парным циклоном типа УК-15 конструкции НИИГаза, имеющим в нижней части бункер с затвором. Парный циклон пылепроводом соединен с фильтрационной камерой, внутри которой размещены рукавные фильтры, а в нижней части имеется бункер с разгрузочным затвором. Фильтрационная камера представляет собой металлический сварной каркас, обшитый (за исключением передней стенки) металлическими листами. В основании камеры приварена закрытая рама с отверстиями и втулками для крепления нижней части рукавов. Верхняя часть рукавов крепится к заглушкам, приваренным к верхней подвижной раме встряхивающего устройства. Подъем и опускание пылеприемника выполняются ручной лебедкой.

Очистка воздуха осуществляется следующим образом. Выбуренная мелочь из скважины через пылеприемник и пылепровод направляется в пылеосадительную камеру, где происходит снижение скорости потока и выпадание самых крупных фракций и частично мелких (первая ступень очистки).

Из осадительной камеры пыль подается вентилятором по наклонному воздуховоду в два циклона, включенных параллельно, где происходит дальнейшая очистка (вторая ступень очистки). Крупные частицы падают вниз в бункер, а тонкая пыль через пылепровод поступает в нижнюю часть фильтрационной камеры, а затем проходит через тканевые рукавные фильтры, в которых происходит окончательная очистка воздуха (третья ступень очистки). Из камеры поток очищенного воздуха выходит в атмосферу.

На крыше камеры установлено встряхивающее устройство, состоящее из электродвигателя, соединенного с червячным редуктором, на выходных концах вала которого насажены кулачки двуплечих рычагов, прикрепленных с помощью опор к крыше камеры.

Вспомогательные операции по сборке бурового става и подъем става при его разборке осуществляются с помощью механизма, состоящего из реверсивной электрической лебедки и вертлюга, подвешенного на канате через блоки, смонтированные на головке мачты. Подъем вертлюга производится лебедкой через двукратную полиспастную систему, а его опускание происходит под действием собственного веса.

Удаление буровой мелочи из скважины, охлаждение шарошечного долота и торможение шпинделя вертлюга при сборке и разборке бурового става осуществляются сжатым воздухом, нагнетаемым компрессорной станцией, состоящей из двух компрессорных агрегатов, ресивера, арматуры и воздухопровода, выполненного из стальных труб и гибкого шланга.

Компрессорный агрегат состоит из электродвигателя, муфты, компрессора, вентилятора, холодильника, фильтров и ресивера, смонтированных непосредственно на платформе станка.

Подача сжатого воздуха осуществляется следующим образом. Электродвигатели через упругие муфты приводят в действие компрессоры, которые через фильтры всасывают наружный воздух, и, сжимая его поочередно в цилиндрах первой и второй ступеней до конечного давления с промежуточным охлаждением в холодильниках, нагнетают сжатый воздух в ресиверы. От ресиверов по трубопроводу и гибкому шлангу сжатый воздух поступает в вертлюг, соединенный с буровым ставом.

На холодильниках установлены предохранительные клапаны, которые при повышении давления воздуха в холодильниках более 3 кгс/см^2 выпускают сжатый воздух в атмосферу, снижая давление в первой ступени до нормального.

После второй ступени установлены предохранительные клапаны на ресивере и регулятор давления. При увеличении давления воздуха в ресиверах более 7 кгс/см^2 предохранительные клапаны и регуляторы давления срабатывают и выпускают сжатый воздух в атмосферу, снижая давление во второй ступени до нормального. Давление во второй ступени регулируется с помощью регулировочного клапана компрессора. Охлаждение холодильника осуществляется вентилятором.

Между компрессором и ресивером установлен обратный клапан.

Управление подачей воздуха в скважину производится вентилем, а управление тормозом вертлюга — с помощью клапана.

Давление воздуха в системе контролируется манометрами.

Для ускорения запуска компрессоров в зимнее время предусмотрен подогрев масла в картерах компрессоров.

На станке 2СБШ-200 принята гидросистема с дроссельным регулированием, т. е. поток жидкости регулируется распределительным устройством. При дросселировании подаваемой жидкости насос продолжает работать с наибольшей производительностью.

При постоянных значениях давления и скорости вращения приводного вала производительность насосов, установленных на станках, не регулируется, что является недостатком гидросистем с насосами постоянной произво-

дительности. Однако применяемые в таких системах насосы постоянной производительности компактны, просты и надежны в эксплуатации и дешевы в изготовлении.

С помощью гидросистемы на буровых станках выполняются:

горизонтирование машины с помощью трех гидродомкратов;

подъем и опускание мачты;

зажим бурового става кулачками гидропатрона;

подача бурового инструмента с плавнорегулируемым усилием на забой скважины;

подъем бурового става с помощью лебедки при заклинивании бурового инструмента;

снятие натяга с резьбовых соединений штанг и долот с помощью гидроключа при разборке бурового става;

поворот кассеты при сборке и разборке бурового става.

Для обеспечения маневренности при бурении пород различной крепости и уменьшения времени на основные и вспомогательные операции гидросистема станка 2СБШ-200 оборудована двумя маслонасосами производительностью 18 и 35 л/мин.

Работа гидросистемы осуществляется следующим образом. Из бака насосами через фильтр масло подается к режимному золотнику, регулирующему расход масла, поступающего в гидросистему. При включении соленоида золотника масло подается от насоса в гидросистему. От режимного золотника масло поступает к золотникам, управляющим работой гидроциклонов основных операций.

Давление в системе поддерживается в пределах регулировки предохранительного клапана, т. е. не более 125 кгс/см². При превышении давления в гидросистеме масло через предохранительный клапан сливается в бак.

Питание станка электроэнергией осуществляется от сети трехфазного переменного тока напряжением 380 в.

Станок подключается к карьерной сети через передвижную понизительную трансформаторную подстанцию (КТП) мощностью 320 ква. От КТП с помощью двух гибких кабелей ток напряжением 380 в подается к вводной коробке станка, откуда поступает на общий вводный автоматический выключатель, с помощью которого к питающей сети подключаются все токоприемники станка, за исключением цепей освещения и отопления.

Вращатель рабочего органа приводится от экскаваторного электродвигателя постоянного тока ДПВ-52. Остальные электроприводы оборудованы асинхронными короткозамкнутыми электродвигателями единой серии, за исключением привода ходового механизма, оборудованного крановыми электродвигателями, имеющими повышенные пусковой и перегрузочные моменты.

Наличие независимого расцепителя у вводного автомата позволяет производить его дистанционное отключение с помощью четырех кнопок «Стоп», расположенных на пульте управления. Питание электродвигателя постоянного тока привода вращения бурового инструмента, управляемого по системе Г—Д, осуществляется от генератора трехмашинного преобразовательного агрегата.

Регулирование скорости вращения ротора электродвигателя осуществляется изменением величины подводимого к его якорю напряжения по системе генератор—двигатель с электромашинным управлением (Г—Д—ЭМУ), которое может уменьшаться в 5 раз по сравнению с номинальным при постоянном моменте на валу (скорость изменяется от 900 до 180 об/мин).

Питание цепей управления постоянного тока, а также обмоток возбуждения электрических машин осуществляется от генератора трехмашинного преобразовательного агрегата напряжением 115 в. Питание катушек релейно-контакторной аппаратуры управления, а также катушек магнитов электрогидравлических золотников осуществляется переменным током напряжением 127 в. Питание цепей внутреннего и наружного освещения осуществляется переменным током напряжением 127 в от понизительного трансформатора 380/127 в мощностью 1 ква. Схема предусматривает два режима управления: режим «Ручные операции» для управления главным электроприводом и гидросистемой при сборке и разборке бурового става, режим «Бурение» для автоматического перехвата патроном бурового става в процессе бурения скважины на глубину каждой штанги.

Для облегчения выбора рациональных параметров режима бурения в зависимости от горно-геологических условий имеются приборы, показывающие ток нагрузки электродвигателя, скорость вращения бурового става, усилие на забой и механическую скорость бурения.

Станок 2СБШ-200 серийно выпускается с 1966 г. Бузулукским заводом тяжелого машиностроения им. В. В. Куйбышева и барвенковским машиностроительным заводом «Красный луч».

Буровой станок 2СБШ-200Н

Самоходный станок шарошечного бурения 2СБШ-200Н (рис. I-19) предназначен для бурения вертикальных и наклонных взрывных скважин на открытых горных разработках

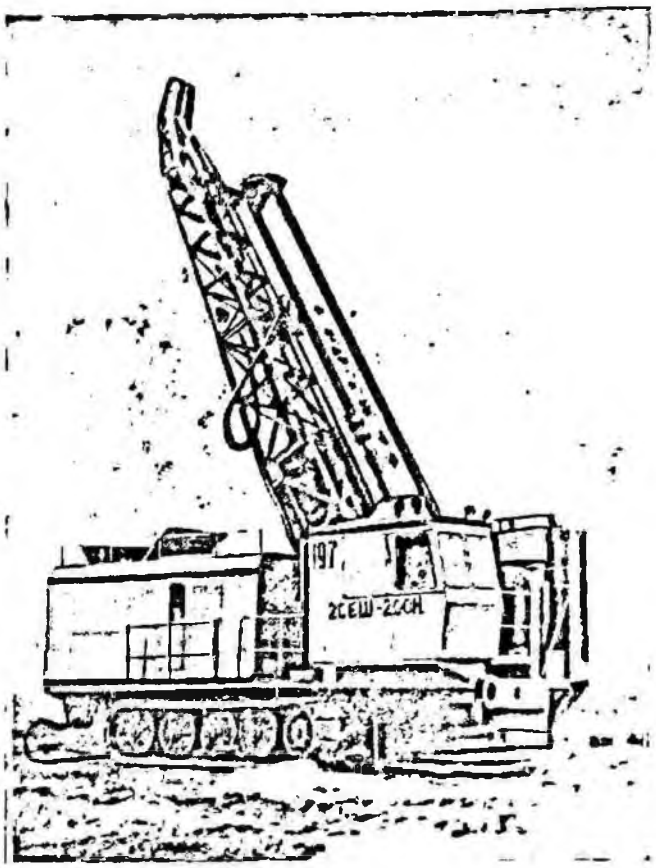


Рис. I-19. Буровой станок 2СБШ-200Н

при работе в комплексе с мощным погрузочным оборудованием как на вскрышных, так и добычных уступах карьеров. Область применения станка — горные предприятия отраслей промышленности, разрабатывающие полезные ископаемые открытым способом.

Техническая характеристика станка 2СБШ-200Н

Диаметр скважины, мм	190; 214; 243
Глубина бурения, м	До 40
Угол наклона скважины, градус	60; 75; 90
Коэффициент f крепости пород по шкале проф. М. М. Протодьяконова	6 ÷ 16
Пылеулавливание	Сухое
Суммарная мощность электродвигателей, квт	282
Габариты станка, м:	
ширина	4,8
в рабочем положении:	
длина	9,18
высота	13,84
в транспортном положении:	
длина	13,4
высота	5,65
Масса станка, кг	54 800
Ходовая тележка:	
скорость передвижения, км/ч	0,6
преодолеваемый угол подъема, градус	12
удельное давление гусениц на грунт, кгс/см²	1
колея, мм	3500
ширина трака, мм	715
база, мм	3600
дорожный просвет, мм	435
передаточное число привода хода	203
электродвигатель:	
тип	МТКВ-411-8
мощность, квт	16
скорость вращения ротора, об/мин	685
тормоз	Электрический колодочный ТКТ-300/200
Рабочий орган:	
скорость вращения шпинделя, об/мин	12—241
крутящий момент на штанге, кгс·м	212—665
электродвигатель:	
тип	ДПВ-52
мощность, квт	60
скорость вращения, об/мин	1230
подача инструмента на забой	Гидравлическая с автоматическим перехватом штанги
усилие на забой, тс	До 30
скорость подачи бурового инструмента, м/мин	До 1,5
Лебедка подъема бурового става:	
грузоподъемность, кг	1600
кратность полиспаста	3
усилие при подъеме бурового става, кгс	3200
окружная скорость на барабане, м/сек	1,56
скорость подъема бурового става, м/мин	31,0
диаметр барабана, мм	380
диаметр каната, мм	15,5
Буровой став:	
тип бурового инструмента	Шарошечный
диаметр штанги, мм	180
длина штанги, м	8
число штанг	5
соединение штанг	Замковое
Оборудование пылеулавливания *:	
способ пылеулавливания	Сухой с трехступенчатой очисткой
поверхность очистки, м²	56
вентилятор:	
тип	ВВД-8У
производительность, м³/мин	135—70
давление в рабочей зоне, кгс/м²	200—540
электродвигатель:	
тип	АО2-61-4
мощность, квт	13
скорость вращения ротора, об/мин	1450
механизм встряхивания:	
тип редуктора	Червячный
электродвигатель:	
тип	АОЛ22-4
мощность, квт	1,5
скорость вращения ротора, об/мин	1400

* По требованию заказчика станок 2СБШ-200Н может поставляться как с установкой сухого пылеулавливания, так и с установкой подавления пыли воздушно-эмульсионной смесью.

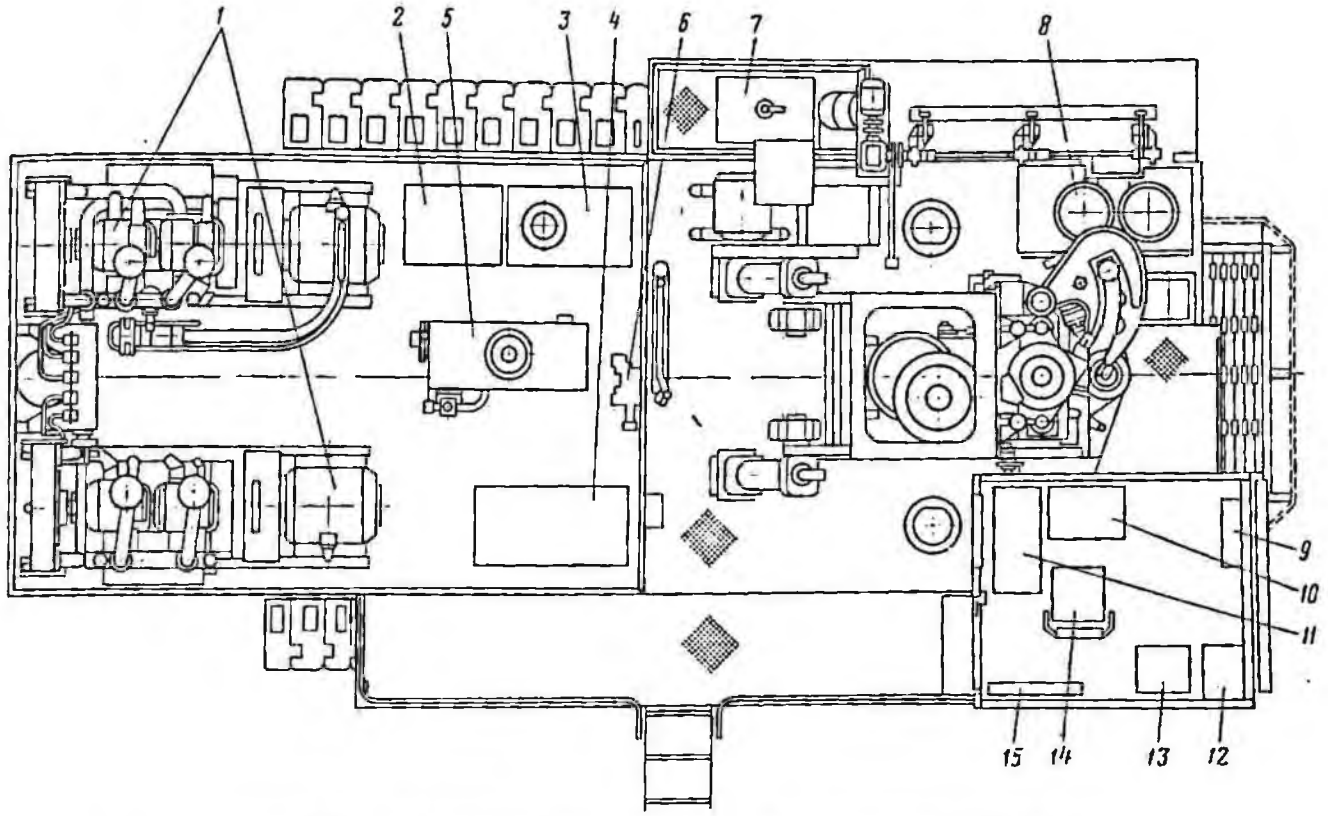


Рис. I-20. Размещение оборудования на станке 2СБШ-200Н:

1 — компрессорная станция; *2—4* — станции управления; *5* — маслонасосная станция; *6* — гидропанель; *7* — сварочный аппарат; *8* — установка пылеулавливания; *9—11* — пульты управления; *12* — тумбочка; *13* — откидное сиденье; *14* — кресло; *15* — калориферная установка

Станок 2СБШ-200Н характеризуется:

улучшенными параметрами бурения (увеличены диаметр и глубина бурения);

управлением двигателем вращателя рабочего органа от статического преобразователя, выполненного на силовых магнитных усилителях и полупроводниковых кремниевых выпрямителях;

увеличенными крутящим моментом на буровом инструменте и осевым усилием на забой скважины, а также наличием бесступенчатого плавного регулирования скорости вращения бурового инструмента, расширяющими эксплуатационные возможности станка при бурении глубоких скважин в породах различной крепости;

повышенной долговечностью резьбовых соединений буровых штанг;

исполнением ходовой тележки с приводом гусеничного хода через бортовые редукторы вместо передачи с тяговыми цепями;

применением установки сухого пылеулавливания, обеспечивающей санитарную норму запыленности, и установки с подавлением пыли воздушно-эмульсионной смесью;

отсутствием перемещения станка при бурении наклонных скважин (благодаря соответствующей центровке машины и конструкции домкратов горизонтирования станка, обеспечивающих увеличение удельного давления на грунт и коэффициента сцепления с грунтом);

применением стандартного оборудования и унификации деталей и узлов со станком 2СБШ-200Н.

Станок шарошечного бурения 2СБШ-200Н представляет собой самоходный агрегат на гусеничном ходу.

Гусеничный ход крепится к платформе, на которой монтируется все оборудование станка. В задней части станка расположено машинное помещение, а в передней — рабочий орган, с помощью которого осуществляются вращение, подача бурового инструмента на забой скважины и операции по разборке бурового става. С левой стороны рабочего органа расположена установка сухого пылеулавливания или установка подавления пыли воздушно-эмульсионной смесью. С правой стороны рабочего органа расположена кабина управления.

Горизонтирование станка производится тремя гидродомкратами, вмонтированными в платформу станка.

В машинном помещении (рис. I-20) размещается основное оборудование станка: компрес-

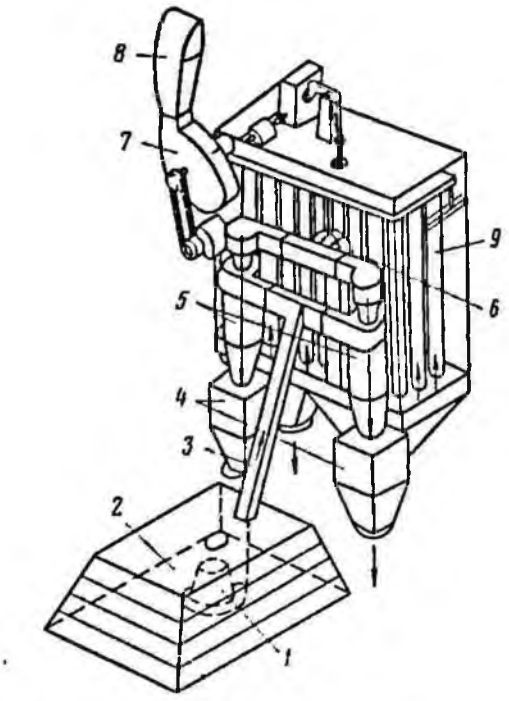


Рис. I-21. Установка сухого пылеулавливания станка 2СБШ-200Н:

1 — защитный колпак; *2* — пылеосадительная камера; *3* — пылепровод; *4* — циклон; *5* — бункер; *6* — фильтрационная камера; *7* — вытряхивающее устройство; *8* — вентилятор; *9* — рукавный фильтр

сорная станция, станция управления, на панелях которой расположена аппаратура управления вспомогательными приводами и их защиты, силовой магнитный усилитель, стабилизирующий трансформатор, станция управления, на панелях которой размещаются блок

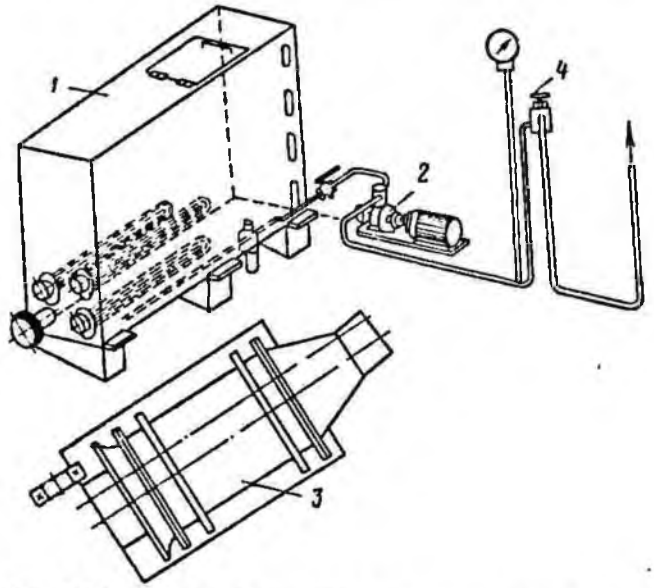


Рис. I-22. Установка мокрого пылеулавливания станка 2СБШ-200Н:

1 — бак с эмульсией; *2* — насос; *3* — вентилятор; *4* — регулировочный вентиль

выпрямительных диодов статического преобразователя с принудительным воздушным охлаждением и аппаратура управления главным приводом, два силовых магнитных усилителя, станция управления, в которой расположена аппаратура цепей автоматического перехвата, силовые цепи преобразовательного агрегата, цепи управления, маслонасосная станция, гидропанели золотников для вспомогательных операций. В машинном помещении размещены верстак и сварочный аппарат для ремонтных работ.

В кабине управления установлены пульт управления ходом, гидродомкратами горизонтирования и подъемом мачты, два пульта управления бурением, оборудовано рабочее место машиниста и калориферная установка. Пульт управления ходом объединен с пультом управления бурением, а в машинном помещении дополнительно установлена станция управления винтовым компрессором.

Ходовая тележка, выполненная на базе гусеничного хода экскаватора Э-1602, состоит из двух гусеничных тележек с индивидуальными приводами, платформы и трех гидродомкратов.

Гусеничная тележка состоит из рамы, в передней части которой установлен натяжной каток, сидящий на оси, трех опорных катков, которые вращаются на неподвижных осях, прикрепленных к раме тележки. Опорные катки одновременно служат для поддержания холостой ветви гусеничной ленты, состоящей из 34 стальных литых звеньев (траков), шарнирно связанных между собой пальцами и охватывающих натяжное колесо, опорные катки и ведущее колесо гусеницы.

Рама гусеничной тележки имеет приливы в форме фланцев для соединения с платформой. Последняя представляет собой раму сварной конструкции из сортового и листового металла. К платформе крепятся три гидродомкрата, из которых два расположены в передней части и один — в задней части платформы. Цилиндр гидродомкрата выполнен подвижным в корпусе гидродомкрата, а шток — неподвижным. Такая конструкция гидродомкрата позволяет получить меньшие удельные давления на бронзовые втулки гидродомкрата.

В нижней части цилиндра с помощью шарового соединения закреплена опорная плита. Для предотвращения сдвига станка при наклонном бурении опорная плита заднего гидродомкрата имеет форму, обеспечивающую прочное сцепление с грунтом.

С помощью рабочего органа, смонтированного в передней части станка, осуществляются основные рабочие операции: вращение и по-

дача бурового инструмента на забой при бурении, сборка и разборка бурового става.

Все узлы рабочего органа расположены на мачте, представляющей собой сварную пространственную ферму и состоящей из основания и собственно мачты, шарнирно соединенных между собой.

Для обеспечения возможности бурения вертикальных и наклонных скважин конструкция крепления основания мачты к платформе допускает наклон основания мачты в плоскости продольной оси станка. Поэтому основание мачты к платформе крепится с помощью четырех шарниров, из которых два передних шарнира образуют ось поворота мачты для установки ее в рабочее положение.

В задней части основания мачты выполнены секторы с отверстиями, которые дают возможность с помощью задних шарниров устанавливать и фиксировать мачту в вертикальное и наклонное (под углом 15 и 30° к вертикали) положения.

Улавливание выносимой из скважины сжатым воздухом буровой мелочи и пыли осуществляется установкой сухого пылеулавливания или подавлением пыли воздушно-эмульсионной смесью.

Установка сухого пылеулавливания (рис. I-21) состоит из защитного колпака, установленного над устьем скважины и предназначенного для направления потока выбуренной мелочи и пыли от скважины, пылеосадительной камеры, установленной также над устьем скважины и соединенной пылепроводом с парным циклоном, помещенным на бункере. Циклон соединен с фильтрационной камерой, внутри которой на трех рамках подвешены 60 рукавных фильтров с приспособлением для их натяжения. В нижней части камеры имеется бункер с разгрузочным затвором. На крыше камеры имеется встряхивающее устройство, приводимое от электродвигателя, червячного редуктора и рычажной системы, через которую встряхиватель воздействует на рамы подвески рукавов.

Пылеосадительная камера соединена с вентилятором, в который встроена дроссельная заслонка с ручным управлением. Вентилятор работает от электродвигателя через клиноременную передачу. На выхлопе вентилятора установлен диффузор.

Открывание затворов бункеров циклона и фильтрационной камеры осуществляется с помощью пневмоцилиндров. Подъем и опускание зонта пылеосадительной камеры производятся с помощью тросов, закрепляемых на гидропатроне.

Работа пылеулавливающей установки происходит следующим образом. На выходе буровой мелочи из скважины (в осадительной камере) происходит снижение скорости потока и выпадание из него самых крупных фракций и частично пыли (первая ступень очистки). Из осадительной камеры пыль по наклонному воздуховоду поступает в два параллельно включенных циклона, где происходит дальнейшая очистка (вторая ступень очистки). Крупные частицы падают вниз, в бункер, а тонкая пыль через вертикальный воздуховод поступает в нижнюю часть фильтрационной камеры, а затем проходит через тканевые рукавные фильтры, в которых происходит окончательная очистка воздуха (третья ступень очистки). Затем поток через вентилятор выходит в атмосферу. Для снижения производительности вентилятора служит дроссельная заслонка.

Для периодической очистки внутренней поверхности рукавов от пыли служит механизм встряхивания. Выпадающая из рукавов пыль собирается в двух бункерах, управление затворами которых осуществляется электропневматическим клапаном.

Установка мокрого пылеулавливания (рис. I-22) состоит из бака с эмульсией и насоса для подачи эмульсионной смеси в струю сжатого воздуха, идущего в скважину, где она, перемешиваясь, поступает к забою скважины. Выходящая из скважины влажная порода отдувается вентилятором в сторону от станка. Вентилятор засасывает воздух из атмосферы и нагнетает его в устье скважины через колена-патрубки, поворотные вокруг своих осей. Регулировка количества подаваемой воды производится регулировочным вентилем.

Буровой став состоит из шарошечного долота и комплекта бурильных штанг. В состав комплекта бурильных штанг входят одна концевая (забурник) и пять основных рабочих штанг. Основная рабочая штанга состоит из трубы с приваренными с одной стороны штуцером, а с другой — ниппелем. Штуцер и ниппель по наружному диаметру имеют лыски, фиксирующие штангу в секторе кассеты. Кроме того, на ниппеле и штуцере выполнена коническая замковая резьба, с помощью которой штанги соединяются между собой. Концевая штанга соединяется с долотом через ниппель. Ниппели основных рабочих штанг снабжены дополнительной конической замковой резьбой меньшего диаметра для подсоединения к шпинделю вертлюга.

Кинематическая, пневматическая, гидравлическая и электрическая схемы станка 2СБШ-200Н идентичны схемам станка 2СБШ-200.

Буровой станок 2СБШ-200Н изготовляется серийно барвенковским машиностроительным заводом «Красный луч».

Эксплуатация станков показала, что их внедрение на открытых горных разработках позволило вести отработку более высоких уступов, а также способствовало увеличению выхода горной массы с 1 м скважины, улучшению проработки подошвы уступа, снижению удельного расхода ВВ, увеличению степени дробления горной массы, значительному снижению выхода негабаритов и объема вторичного дробления, повышению производительности экскаваторов и безопасности ведения работ.

Благодаря внедрению буровых станков 2СБШ-200Н улучшаются технико-экономические показатели работы карьера.

Буровой станок СБШ-250МН

Самоходный буровой станок СБШ-250МН (рис. I-23) является маневренной буровой установкой среднего веса и предназначен для бурения шарошечными долотами взрывных скважин в породах средней и выше средней крепости ($f = 10 \div 16$ по шкале проф. М. М. Протодьяконова) на карьерах, добывающих сырье для черной и цветной металлургии, горнохимической промышленности, а также строительные материалы.

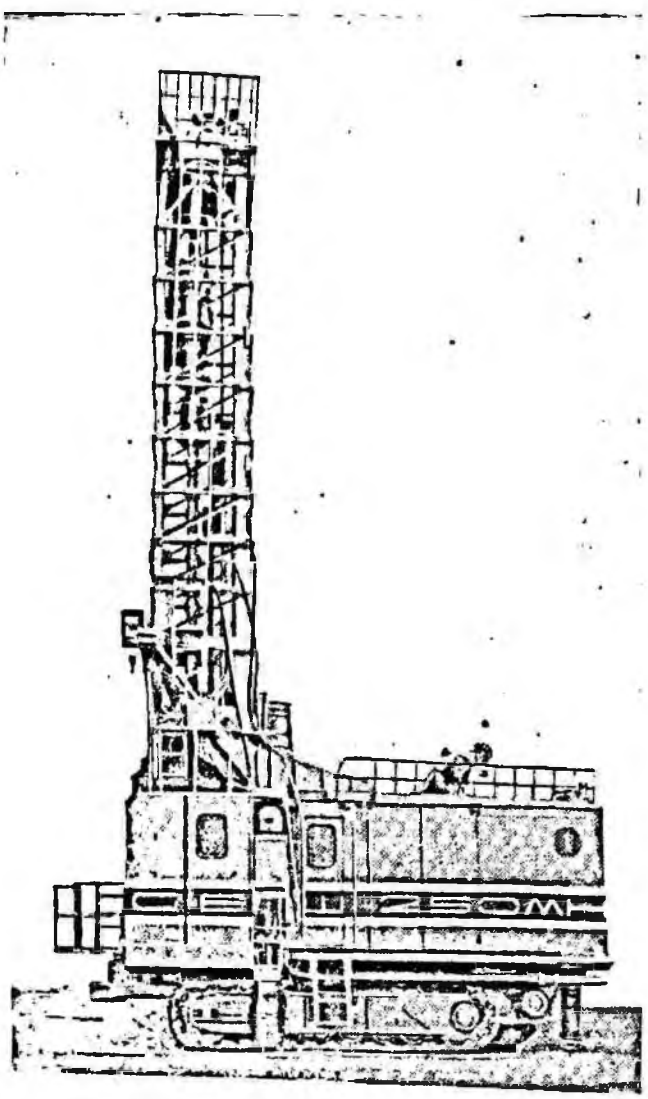


Рис. I-23. Буровой станок СБШ-250МН

Техническая характеристика станка СБШ-250МН

Диаметр бурения, мм	243—269
Глубина бурения, м	До 32
Направление бурения к вертикали, градус	0; 15; 30
Мощность, квт:	
общая	386
в том числе:	
привода бурового снаряда	60
привода компрессора	200
привода гусеничного хода	32
Подводимое напряжение, в	380
Габариты станка, м:	
ширина	4,96
длина:	
с поднятой мачтой	8,625
с опущенной мачтой	14,87
высота:	
с поднятой мачтой	15,31
с опущенной мачтой	5,595
Масса станка, кг	65 000
Механизм подачи:	
тип	Канатно-полиспастный от двух гидроцилиндров
осевое усилие на забой, тс	До 30 (плавнорегулируемое)
ход, мм	800
максимальная скорость подачи, м/ч	60
Головка бурового снаряда:	
инструмент	Шарошечно-штыревое долото
скорость бурового снаряда, м/мин:	
при подъеме	7
при спуске	10
скорость вращения долота, об/мин	До 152 (плавнорегулируемая)
крутящий момент на долоте, кгс·м	420
Способ удаления буровой мелочи	Продувка воздушно-эмульсионной смесью
Компрессор:	
тип	ВК-11
производительность, м³/мин	25
давление сжатого воздуха, кгс/см²	7
Ходовая часть:	
тип	Гусеничный УГ-60
скорость передвижения, км/ч	0,737
максимальный угол подъема, градус	10
удельное давление на грунт, кгс/см²	1,143

Станок СБШ-250МН смонтирован на унифицированном гусеничном ходу УГ-60. На поперечных балках гусеничной тележки устанавли-

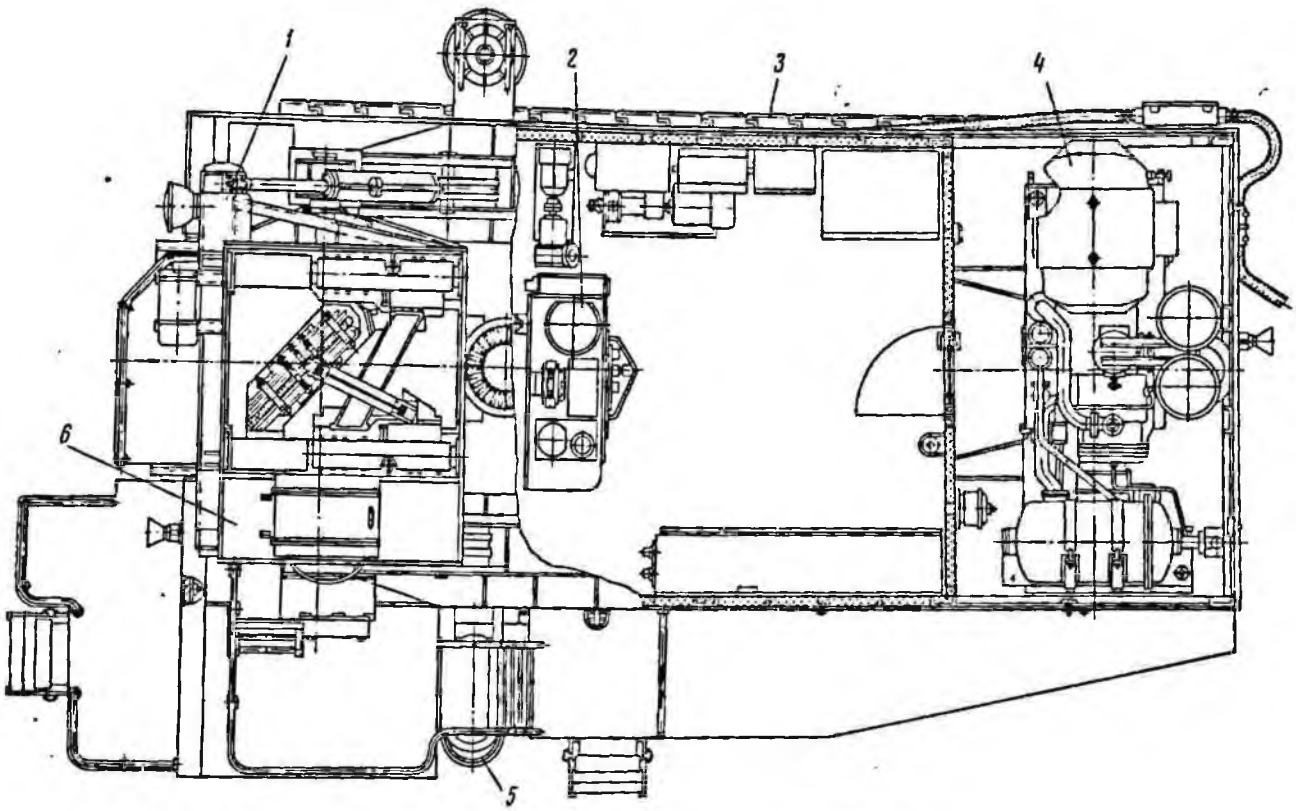


Рис. I-24. Машинное отделение станка СБШ-250МН:

1 — мачта; *2* — маслонасосная станция; *3* — гусеничный ход; *4* — компрессорная станция; *5* — домкраты; *6* — кабина машиниста

вается рама станка, выполненная совместно с машинным отделением. В машинном отделении размещены узлы гидро- и электропривода станка, кабина машиниста и емкость для воды (2,7 м³). Компрессор находится в неутепленной части машинного отделения.

Для уменьшения вибраций и шума кабина машиниста выполнена отдельно от машинного отделения и крепится к каркасу на резиновых прокладках.

Мачта станка со всем оборудованием подвешена на специальных опорах, которые закреплены на силовых элементах машинного отделения.

Для крепления мачты в транспортном положении на кабине машинного отделения имеется специальный механизм, состоящий из двух опор и троса с натяжным винтом, с помощью которого мачта прижимается к опорам. В рабочем положении мачта крепится также специальным механизмом, расположенным снизу от вылетов машинного отделения, причем мачта может крепиться в трех положениях (вертикальном и под углом 15 и 30° к вертикали). Управление всеми механизмами станка при бурении осуществляется с пульта бурения, расположенного в утепленной кабине машиниста.

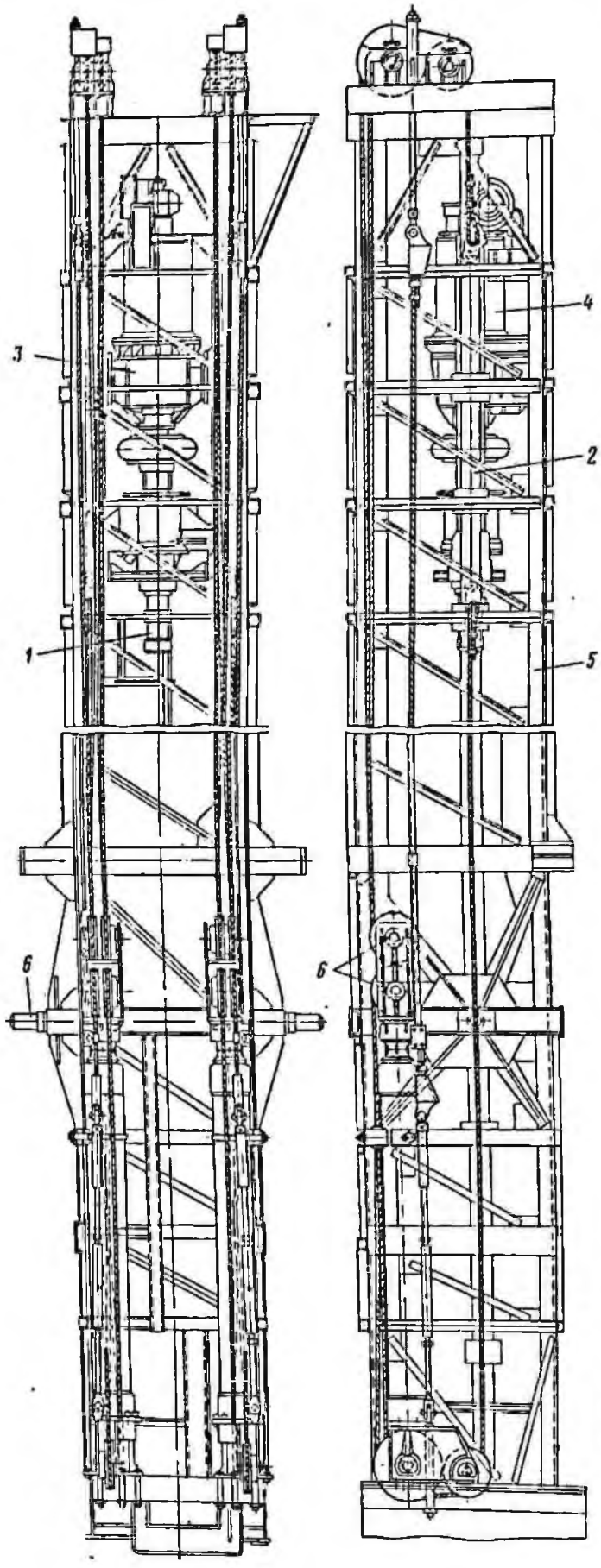
Машинное отделение (рис. I-24) представляет сварную металлоконструкцию, жестко связанную с нижней несущей рамой. Каркас машинного отделения выполнен в виде силовой конструкции, воспринимающей нагрузки от размещенного оборудования, мачты, гидроцилиндров заваливания, гидродомкратов и др.

Часть машинного отделения, несущая опоры мачты, представляет собой две мощные консоли, в промежуток между которыми по оси станка входит мачта при рабочем положении. На одной из консолей крепится кабина, а на другой — размещается емкость для воды.

С внешней стороны машинное отделение обшито листовым железом, а с внутренней — отделочным пластиком. Промежуток между обшивками заполнен теплоизолирующим материалом для обеспечения тепло- и звукоизоляции машинного отделения. Обогрев кабины и емкости для воды в холодное время осуществляется электронагревателями.

Как машинное отделение, так и кабина имеют необходимое количество окон и дверей. Машинное отделение отгорожено от холодного компрессорного отделения утепленной стенкой с дверью.

Крыша машинного отделения укладывается на поперечные дуговые связи каркаса и состоит



из деревянной обшивки, покрытой сверху кровельным железом.

Для удобства монтажа и демонтажа оборудования в машинном отделении предусмотрен монтажный проем в крыше машинного отделения. Кроме того, крыша холодного отделения над компрессором съемная.

Для горизонтирования станка к каркасу машинного отделения прикреплены три гидродомкрата. Два передних установлены на специальных кронштейнах и один задний — прикреплен непосредственно к каркасу.

Горизонтирование станка производится по креномеру. После того, как машина отгоризонтирована, полости гидродомкратов автоматически запираются гидрозамками.

В мачте (рис. I-25) располагаются: вращатель с буровым снарядом, сепаратор со штангами, механизм развинчивания, люнет, механизм подачи и другое оборудование.

Каркас мачты представляет собой сварную пространственную ферму, пояса которой выполнены из равнобокого уголка, а решетка — из уголков и швеллеров. Нижняя, верхняя и средняя обвязки выполнены из швеллеров. На верхней обвязке мачты установлены опора блоков механизма подачи, балка с блоком для троса натяжной каретки гирлянды. Для безопасности обслуживания этих узлов на верхней обвязке мачты имеется ограждение. На нижней обвязке смонтированы два гидроцилиндра механизма подачи, механизм развинчивания, кондуктор, механизм подачи долот. К средней обвязке приварены полуоси, на которых мачта поворачивается в рабочее и транспортное положения. К задней стороне мачты крепится на подшипниковых опорах сепаратор и на кронштейнах установка отдува буровой мелочи. Выше средней обвязки размещена усиленная балка, к которой шарнирно крепятся оси штоков гидроцилиндров завалива-ния.

Вдоль всей вышки проходят направляющие для движения каретки вращателя и натяжной каретки гирлянды. Направляющие выполнены из швеллеров и крепятся болтами к нижней и верхней обвязкам, а также к поперечным поясам мачты.

Опускание мачты осуществляется двумя гидроцилиндрами, установленными на опорах мачты. Штоки гидроцилиндров закреплены на поперечной балке мачты. Масло в гидроцилиндры подается от маслонасосной станции.

Рис. 1-25. Мачта станка СБШ-250МН:

1 — вращатель; *2* — сепаратор со штангами; *3* — механизм развинчивания; *4* — механизм подачи; *5* — каркас мачты; *6* — оси штоков гидроцилиндров завалива-ния

Управляют процессом заваливания с пульта бурения, расположенного в кабине машиниста.

Для синхронизации работы гидроцилиндров их поршневые полости соединены между собой рукавом высокого давления.

В мачте расположен механизм подачи, предназначенный для передачи на буровой снаряд осевой нагрузки до 30 тс. Этот же механизм выполняет операции подъема снаряда и натяжения гирлянды.

Механизм подачи (рис. I-26) состоит из двух гидроцилиндров и двух четырехкратных канатно-полиспастных систем.

Усилие, создаваемое гидроцилиндрами при извлечении бурового снаряда из скважины, составляет 15 тс.

Управление операциями перемещения бурового снаряда в процессе бурения и наращивания штанг может осуществляться с электрического пульта, расположенного в кабине машиниста. Осевое давление на забой изменяется регулятором давления. При перегрузке двигателя бурового снаряда автоматически происходит разгрузка механизма подачи.

Головка бурового снаряда, предназначенная для вращения бурового снаряда, состоит из электродвигателя постоянного тока ДПВ-52 с независимым возбуждением ($N = 60$ квт, $n = 1230$ об/мин), вентиляционной установки для охлаждения электродвигателя, смонтированной на верхнем фланце электродвигателя, двухступенчатого, односкоростного редуктора с передаточным числом 11,05.

Регулирование скорости вращения осуществляется электродвигателем путем изменения напряжения на его якоре.

С выходного вала редуктора вращение передается зубчатой муфте, предохраняющей электродвигатель и редуктор от толчков и вибраций.

Передача усилия на долото осуществляется через опорный узел. Усилие воспринимается пакетом из трех радиально-упорных шарикоподшипников. Вес снаряда воспринимается одним радиально-упорным шарикоподшипником.

Головка бурового снаряда имеет две каретки, на которых она движется вверх и вниз по направляющим вышки.

Опорный узел в свою очередь может перемещаться по кареткам. Усилие на забой создается канатами, прикрепленными к ползунам опорного узла.

Так как электродвигатель и редуктор находятся в подвешенном состоянии, то связь электродвигателя с опорным узлом осуществляется только через канаты и муфты, что при правильной эксплуатации надежно предохраняет электродвигатель и редуктор от толчков и вибраций. В корпусе опорного узла смонтированы

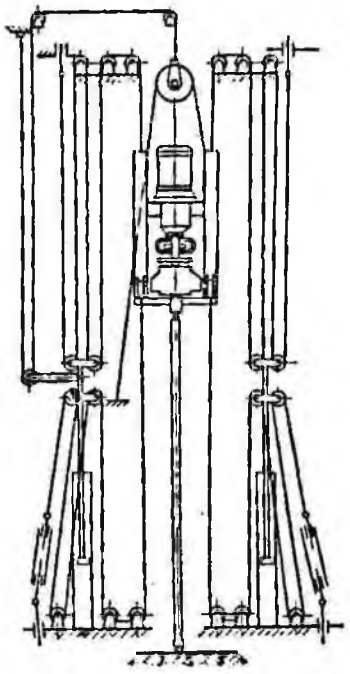


Рис. I-26. Механизм подачи станка СБШ-250МН

два гидроцилиндра, штоки которых стопорят шпиндель вращателя от проворота.

Ниже опорного узла расположено сальниковое устройство для подачи воздушно-водяной смеси в буровой став для охлаждения долота и выноса буровой мелочи из скважины.

Сепаратор служит для хранения трех штанг и их подачи на ось бурения в процессе наращивания бурового става, а также для удержания штанги от проворота во время отвинчивания от нее переходника. Поворот сепаратора для подачи штанг на ось бурения (или забора их с оси бурения) осуществляется гидроцилиндром.

Совмещение оси одной из трех чашек сепаратора с осью бурения производится автоматически с помощью специального устройства — фиксатора сепаратора.

Для удержания штанги от проворота во время отвинчивания переходника от штанги, помещенной в сепаратор, в чашках сепаратора установлены фиксаторы штанг, кулачки которых, поворачиваясь под действием веса устанавливаемой штанги, распираются во внутреннюю поверхность штанги и создают тормозной момент в момент отвинчивания.

Вал сепаратора смонтирован на шарикоподшипниковых опорах, корпуса которых крепятся к задней стенке мачты.

Фиксация и запирание штанг в сепараторе производятся защелками под действием веса штанг. До установки штанги защелка пружинами поднята вверх, а челюсть диска свободна для приема штанги. При установке в свободную чашку штанга давит на педаль и через трос тянет защелку вниз, запирая себя в сепараторе.

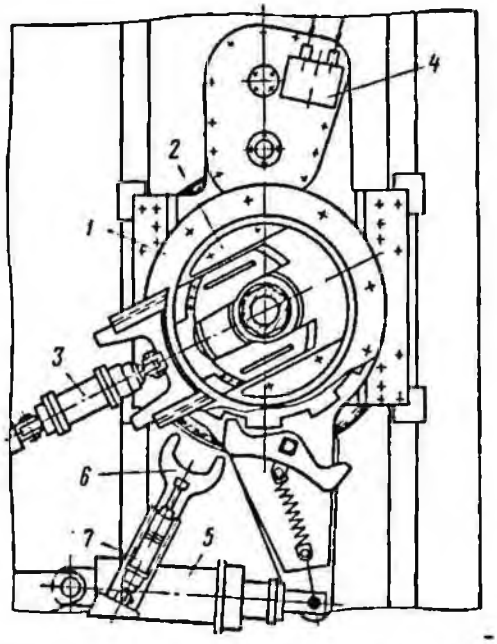


Рис. I-27. Механизм свинчивания и развинчивания штанг:

1 — корпус; *2* — закладная доска; *3* — цилиндр подачи закладной доски; *4* — редуктор; *5* — цилиндр поворота храпового механизма; *6* — верхний ключ; *7* — цилиндр подачи верхнего ключа

Отведенный назад сепаратор фиксируется и удерживается в крайнем положении автоматической защелкой.

Управление сепаратором может осуществляться с пульта управления бурением.

Механизм свинчивания и развинчивания (рис. I-27) предназначен для свинчивания и развинчивания штанг и шарошечного долота и состоит из корпуса, храпового механизма с закладной доской, гидродвигателя с редуктором, верхнего ключа, цилиндра поворота храпового механизма, цилиндра подачи закладной доски и цилиндра подачи верхнего ключа.

В корпусе находится втулка с храповым колесом и амортизационными кольцами. Храповое колесо в верхней части имеет направляющие пазы, в которых перемещается закладная доска. Снизу к втулке храпового колеса прикреплено зубчатое колесо, привод которого осуществляется от гидродвигателя через понижающий редуктор. Выше механизма развинчивания расположен верхний ключ, который предназначен для удержания верхней штанги и предохранения ее от проворота при свинчивании и развинчивании штанг.

Управление механизмом свинчивания и развинчивания штанг производится как из кабины машиниста, с пульта управления бурением, так и со вспомогательного пульта бурения.

Установка для отдува буровой мелочи смонтирована на каркасе мачты на специальных кронштейнах и состоит из вентилятора «Проходка 500-2М» и воздуховодов прямоугольного сечения. Нижний воздуховод-насадок опускается под действием собственного веса, а поднимается гидроцилиндром. Гидроцилиндр сблокирован с гидродомкратами горизонтирования.

Гидравлическая система станка предназначена для выполнения следующих операций:

создания давления на забой и перемещения бурового снаряда;

свинчивания и развинчивания штанг, долота и подвода или отвода штанг в сепаратор;

разбора и наращивания бурового става;

горизонтирования станка;

подъема и опускания мачты;

замены долот.

Питание всех механизмов гидравлической системы осуществляется от одной маслонасосной станции. Вся гидроаппаратура управления и распределения собрана в блоки, имеет подогреватели, что обеспечивает ее работоспособность при низких температурах окружающего воздуха.

Основные узлы, входящие в состав гидравлической системы, следующие:

маслонасосная станция. В станции расположены насосы Н-403, 35Г12-24 и 18БГ12-22 с электроприводом, контрольно-регулирующая и распределительная гидравлическая аппаратура системы подачи и вспомогательных операций;

блоки гидроаппаратуры. В блоках собрана гидравлическая распределительная аппаратура механизмов машинного отделения и мачты;

регулятор давления;

два гидроцилиндра подачи;

два гидроцилиндра заваливания мачты;

три гидродомкрата;

гидроцилиндры механизмов развинчивания штанг, поворота сепаратора, стопора и фрикциона.

Насос 35Г12-24 — сдвоенный производительностью 70 и 35 л/мин. Насос Н-403 имеет две секции суммарной производительностью 35 л/мин. Насос 18БГ12-22 производительностью 35 л/мин служит для подачи масла через фильтр к насосу Н-403 и питает систему управления реверсивных золотников маслонасосной станции.

Максимальное рабочее давление в гидравлической системе, составляющее 125 кгс/см^2, поддерживается предохранительным клапаном БПГ52-24, расположенным в линии насоса Н-403. Давление, создаваемое насосом 35Г12-24, поддерживается напорными золотниками ПБГ54-24. Для насоса производительностью 35 л/мин золотник отрегулирован на давление 60 кгс/см^2, а для насоса производи-

тельностью 70 л/мин золотник отрегулирован на давление 70 кгс/см².

Предохранительный клапан БПГ52-24 кроме постоянной настройки на 125 кгс/см² может дистанционно регулироваться на давление от 0 до 100 кгс/см² регулятором давления, подключенным к нему через золотник 34ПГ73-11.

Реверсивный золотник 14ПГ73-12 либо разгружает одну секцию насоса Н-403 на слив, либо направляет поток рабочей жидкости от секции в напорную линию через обратный клапан ПГ51-24 либо к гидроцилиндру фрикциона. Последняя линия имеет свой предохранительный клапан БПГ52-24.

Реверсивный золотник 14ПГ73-25 направляет поток рабочей жидкости от насосов Н-403 и 35Г12-24 (35 л/мин) либо к распределительным золотникам вспомогательных механизмов, либо к распределительным золотникам гидроцилиндров подачи.

Усилие на забой зависит от подводимого давления к гидроцилиндрам подачи, которое поддерживается регулятором давления и контролируется манометром. Связь между усилием на забой и давлением следующая:

Давление, кгс/см²	100	80	60	40	20	10	5
Усилие, тс	30	25	20	15	10	7	5

При составлении указанной зависимости учтен вес бурового снаряда с одной штангой.

Питание оборудования станка электроэнергией осуществляется от карьерного трансформаторного блока мощностью 560 ква и напряжением 6/0,4 кв гибким шланговым кабелем КРШК 3×150 + 1×50 через кабельный ввод станка. Четвертая жила кабеля, подсоединяемая к контуру заземления подстанции, используется для заземления станка.

С кабельного ввода питание подается на автоматический воздушный выключатель с электромеханическим приводом, установленный в шкафу управления.

От шкафа управления непосредственно получают питание электродвигатели привода компрессора ВК-11 и вращателя бурового става.

Привод оборудования станка осуществляется 18 электродвигателями.

Серийное производство станков освоено на Воронежском заводе горно-обогатительного оборудования и на криворожском заводе «Коммунист».

Буровой станок СБШ-320

Станок СБШ-320 (рис. I-28) является самоходной буровой установкой, предназначенной для бурения шарошечными долотами вертикальных взрывных скважин в крепких и весьма крепких породах (с коэффициентом крепости f до 18 по шкале проф. М. М. Протодьяконова). Станок может быть использован на карьерах, добывающих сырье для черной и цветной металлургии, а также строительные материалы.

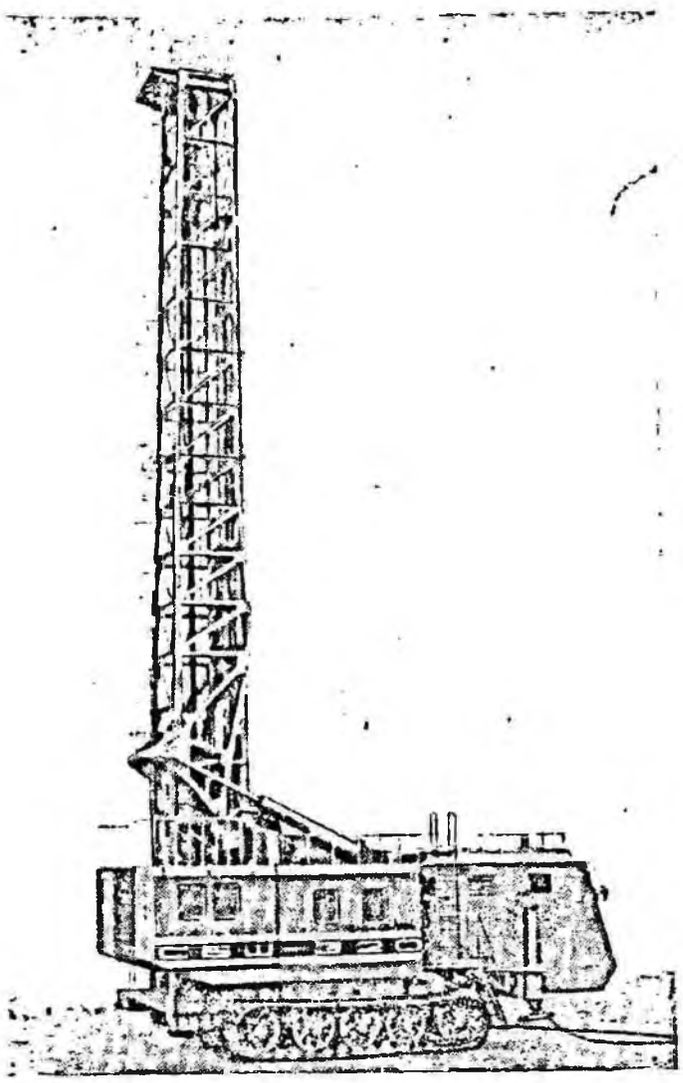


Рис. I-28. Буровой станок СБШ-320

Техническая характеристика станка СБШ-320

Диаметр бурения, мм	320
Глубина бурения, м	40
Направление бурения	Вертикальное
Мощность, квт:	
общая	712
в том числе:	
привода вращателя	100
привода компрессоров	2×200
привода гусеничного хода	2×22
Подводимое напряжение, в . . .	380
Габариты станка, м:	
ширина	5,45
длина:	
с поднятой мачтой	12,5
с опущенной мачтой	24,8

высота:	
с поднятой мачтой	25,2
с опущенной мачтой	7,83
Масса станка, кг	110 000
Механизм подачи:	
тип	Канатно-полиспастная с приводом от фрикционных лебедок с гидроприводом
осевое усилие на забой, тс	До 60 (плавнорегулируемое)
ход непрерывной подачи, м	19,5
максимальная скорость подачи, м/ч	50
Головка бурового снаряда:	
скорость вращения бурового става, об/мин	30÷130
номинальный крутящий момент на долоте, кгс·м	870
способ удаления буровой мелочи	Продувка воздушно-водяной смесью
Компрессор:	
производительность, м³/мин	25
число	2
давление сжатого воздуха, кгс/см²	7
Ходовая часть:	
скорость передвижения, км/ч	0,33
наибольший угол подъема, градус	10
удельное давление гусениц на грунт, кгс/см²	1,1
удельное давление плит гидродомкратов на грунт, кгс/см²	5,45

Станок СБШ-320 смонтирован на гусеничном ходу, состоящем из двух гусеничных тележек и сварной рамы. На раму хода устанавливается и прикрепляется к ней болтовым соединением машинное отделение станка.

Каркас машинного отделения является силовой конструкцией станка. Он представляет собой конструкцию из сортового проката, внутренняя полость которой вместе с двумя присоединенными к каркасу тамбурами образует машинное отделение станка.

Машинное отделение станка разделяется внутренней перегородкой на две части: переднюю, состоящую из правого и левого тамбуров и передней части каркаса, и заднюю. В передней утепленной части размещается следующее оборудование: электрические шкафы управления, маслонасосная станция, блок гидроаппаратуры машинного отделения, насос для закачки воды в бак, насос орошения забоя, прочее вспомогательное оборудование.

В задней неутепленной части машинного отделения располагаются два винтовых компрессора, а в хвостовой части станка в нише машинного отделения — два кабельных барабана.

Для установки станка в горизонтальное положение на нем размещены четыре гидродомкрата, причем передние гидродомкраты крепятся к передней стенке рамы хода, а задние — к поперечной балке, прикрепленной к нижней задней части каркаса машинного отделения.

К левому тамбуру машинного отделения примыкает кабина машиниста, которая устанавливается на консолях рамы левого тамбура на резиновых прокладках, к правому тамбуру — емкость для воды, установленная на консолях рамы правого тамбура и выполненная симметрично по отношению к кабине.

В кабине машиниста располагается следующее оборудование: пульты управления, сидение машиниста, сидение помощника машиниста, шкаф для спецодежды, обогреватель, прочее вспомогательное оборудование.

В крыше переднего отделения имеются два люка: один для монтажа оборудования, а другой — для вентиляции. Крыша компрессорного отделения выполнена съемной для монтажа и демонтажа компрессоров. Кроме того, в крыше предусмотрено два небольших люка. Через один из этих люков и соответствующий люк в полу пропускаются канаты для монтажа и демонтажа редукторов хода, располагаемых под полом, через другой — стропы для загрузки оборудования в машинное отделение.

Для защиты машиниста от вредного влияния вибраций и шума его кабина выполнена в виде изолированного помещения. Она установлена на резиновые прокладки. Окна и двери выполнены герметичными. Для защиты от проникновения пыли в кабине с помощью установки приточной вентиляции поддерживается избыточное давление. В зимнее время воздух в кабине подогревается специальным калорифером.

В кабине имеются две двери и пять окон. Одна дверь соединяет кабину с левым тамбуром и, следовательно, с машинным отделением. Другая дверь, через которую машинист может выходить на трап мачты, имеет дверной конечный выключатель лифтового типа, не допускающий производить операции по подъему и опусканию мачты при открытой двери.

Стены и потолок кабины обшиты снаружи металлическим листом, а изнутри — стеклопластиком. Пространство между обшивками заполняется теплоизоляционным материалом. Пол кабины устлан досками и покрыт резиновым ковриком.

В состав ходовой части станка СБШ-320 (рис. I-29) входят: гусеничный ход, привод гусеничного хода, гидродомкраты горизонтирования передние, вентиляторы отдува с патрубками.

В качестве гусеничного хода принят ход от экскаватора ЭГ-400, состоящий из двух гусеничных тележек и сварной рамы. На каждой гусеничной тележке установлен индивидуальный привод, состоящий из электродвигателя

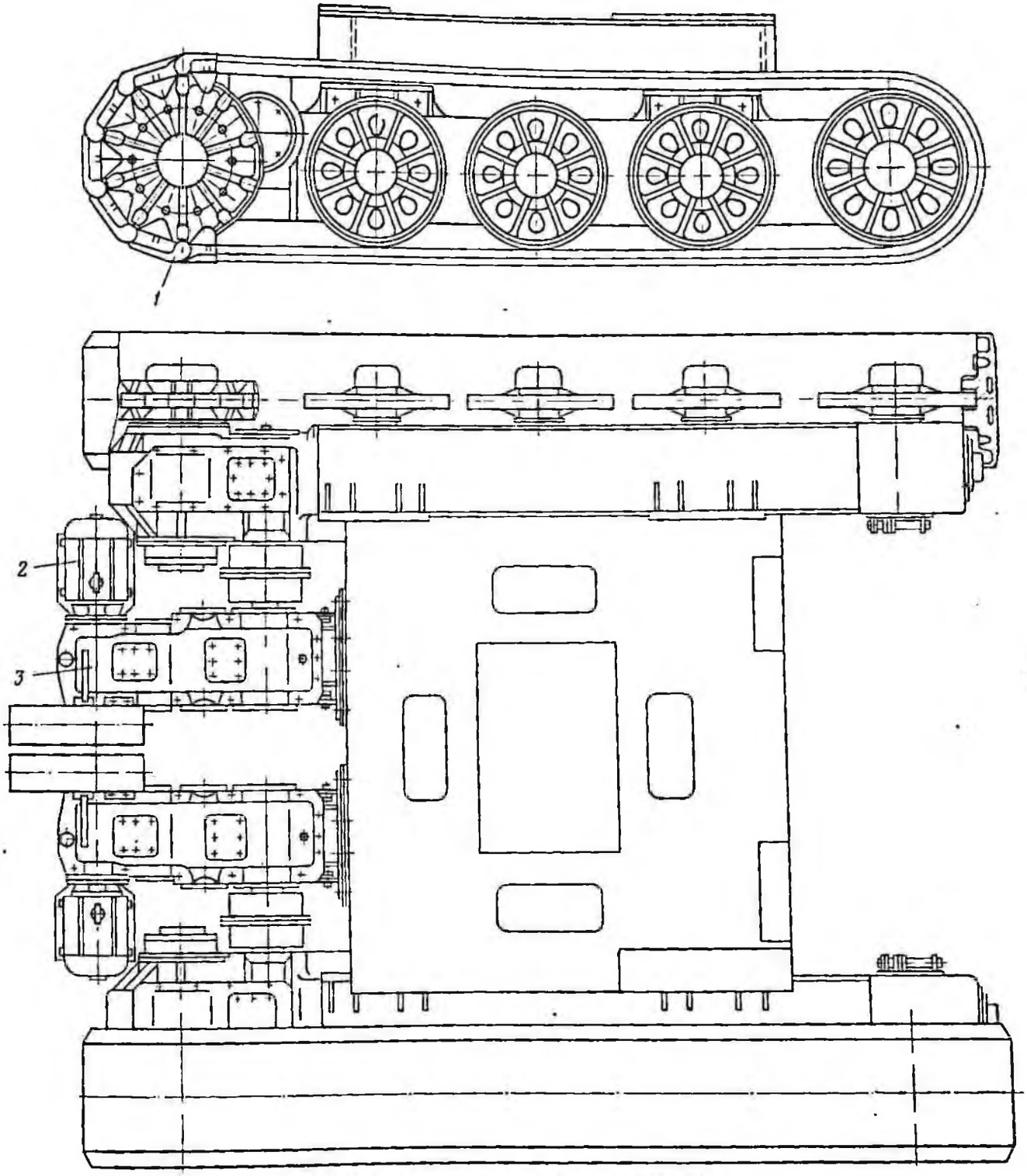


Рис. 1-29. Ходовая часть станка СБШ-320:
1 — гусеница; *2* — электродвигатель; *3* — редуктор

МТКВ-411-6, цилиндрического редуктора РХ-10 и одной закрытой зубчатой пары, размещенной в раме тележки.

На входном валу редуктора установлен колодочный тормоз ТКП привода хода, создающий тормозной момент пружиной и растормаживаемый электромагнитом.

Для регулировки натяжения гусеничных лент в гусеничные тележки встроены гидроцилиндры. Правильного натяжения лент дости-

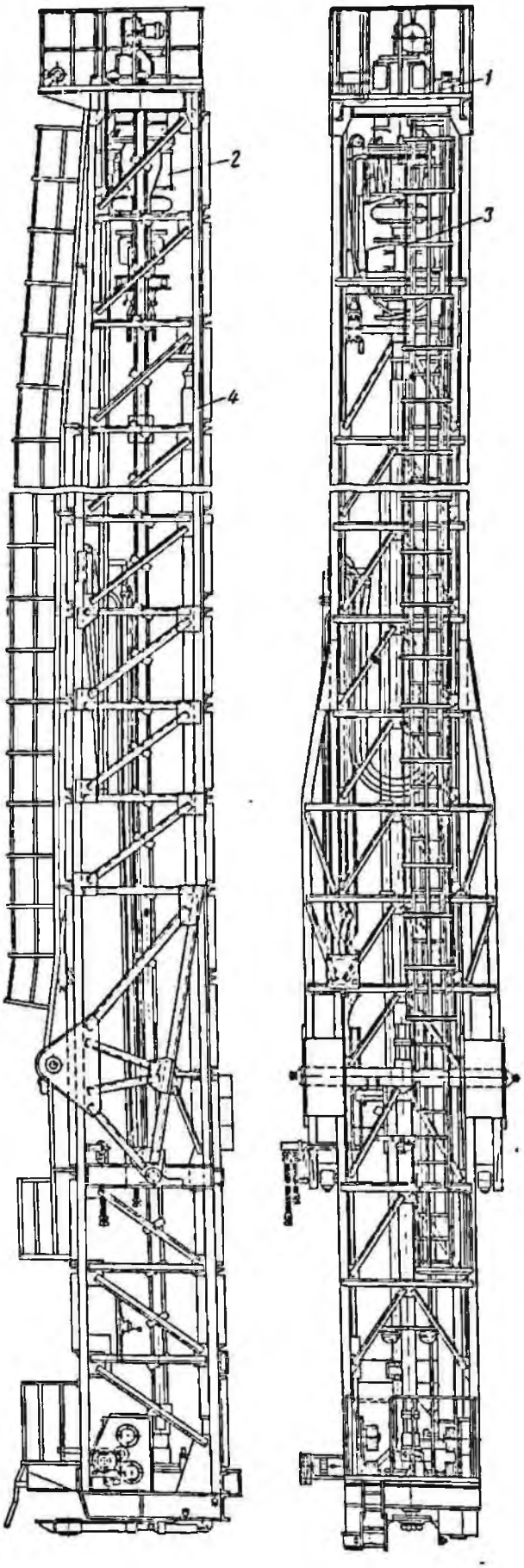


Рис. I-30. Мачта станка СБШ-320:

1 — механизм подачи; *2* — головка бурового снаряда; *3* — оборудование для свинчивания и развинчивания става; *4* — каркас

гают с помощью регулировочных прокладок.

Во внутренней полости рамы хода установлены два вентилятора «Проходка 500-2М» для отдува шлама с электродвигателями и патрубками.

Для горизонтирования станок оснащен четырьмя гидродомкратами. Два передних гидродомкрата присоединены к раме хода, а два задних — к поперечной балке, прикрепленной к нижней опорной плоскости каркаса машинного отделения.

Передние и задние гидродомкраты имеют идентичную конструкцию. Они состоят из корпуса, изготовленного из трубы и жестко соединенного с конструкцией станка, и смонтированного внутри него гидроцилиндра. Шток поршня гидроцилиндра закреплен на верхней крышке корпуса и является неподвижным. При подаче рабочей жидкости в одну из полостей гидроцилиндра перемещается сам гидроцилиндр, заключенный между корпусом и поршнем. На нижней крышке гидроцилиндров шарнирно закреплены опорные башмаки.

В верхней части штока установлен гидрозамок, запирающий поршневую полость гидроцилиндра после прекращения подачи рабочей жидкости.

При горизонтировании гидродомкраты включаются попарно (или два правых, или два передних, или два задних). Такая система позволяет исключить статическую неопределимость, возникающую при опирании станка на четыре точки.

Горизонтирование производится по креномеру, установленному в кабине.

Станок СБШ-320 снабжен оборудованием для очистки скважин и пылеулавливания.

Вынос породы из скважины при бурении осуществляется воздушным потоком, подаваемым двумя компрессорами 6ВКМ и поступающим через трубопроводы, стояк, гирлянду, опорный узел и штанги к забою скважины. Поднимаясь по затрубному пространству, воздушный поток увлекает за собой частицы разбуренной породы и поднимает их к устью скважины. Здесь воздушный поток со штыбом встречает поперечный поток воздуха от вентиляторов, в результате чего разбуренная порода отбрасывается от скважины.

Для уменьшения пылеобразования в трубопровод, подающий сжатый воздух, впрыскивается под давлением некоторое количество

воды, которая подается из водяной емкости напорным центробежным насосом ОНО-2. Количество подаваемой в скважину воды регулируется вентилем, установленным в кабине машиниста. При закачке воды в водяную емкость применяется вихревой насос.

Для обеспечения нормальной работы водяной системы в зимнее время предусмотрен подогрев насосов, для чего рубашки корпусов насосов подключены к масляной циркуляционной системе, по которой с помощью небольшого шестеренного насоса подается подогретое масло.

Для удаления воды из водяной системы по окончании работы в зимнее время на воздушно-водяной магистрали и на насосах предусмотрены вентили. Закрывая один из них и открывая другие, можно направить воздух от компрессоров в водяную систему и продуть ее.

Подача воздушно-водяной смеси к опорному узлу осуществляется через два резиновых шланга. Последние вместе с электрическими проводами и шлангом для подачи масла в фиксатор буровой головки собраны в гирлянду, которая одним концом закреплена на головке бурового снаряда, а другим — на стояке, закрепленном на мачте. Гирлянда провисает на мачте в виде петли.

В мачте (рис. I-30) размещается основное буровое оборудование станка: механизм подачи, головка бурового снаряда, направляющие, сепаратор, оборудование для свинчивания и развинчивания става и замены долота, стояк с гирляндой.

Каркас мачты представляет собой сварную пространственную ферму, имеющую в сечении прямоугольную форму. Каркас сварен из равнобоких уголков, а его нижняя и верхняя рамы выполнены из швеллеров.

В средней части каркаса имеются две боковые панели, предназначенные для надежного (неконсольного) закрепления осей поворота мачты. Оси мачты на подшипниках скольжения устанавливаются на кронштейны машинного отделения.

На верхнем поясе мачты закрепляются блоки механизма подачи, а также электрическая таль, служащая для механизации трудоемких работ на рабочей площадке (в частности, для манипуляций с долотами).

На боковых гранях каркаса вдоль всей мачты закреплены направляющие, в которых перемещается головка бурового снаряда. К задней стенке мачты прикреплены опоры сепаратора. На нижнем поясе мачты размещаются лебедки подачи, натяжное устройство механизма подачи, нижний и верхний ключи, механизм замены долота. К нижнему поясу каркаса мачты прикреплена также рабочая площадка,

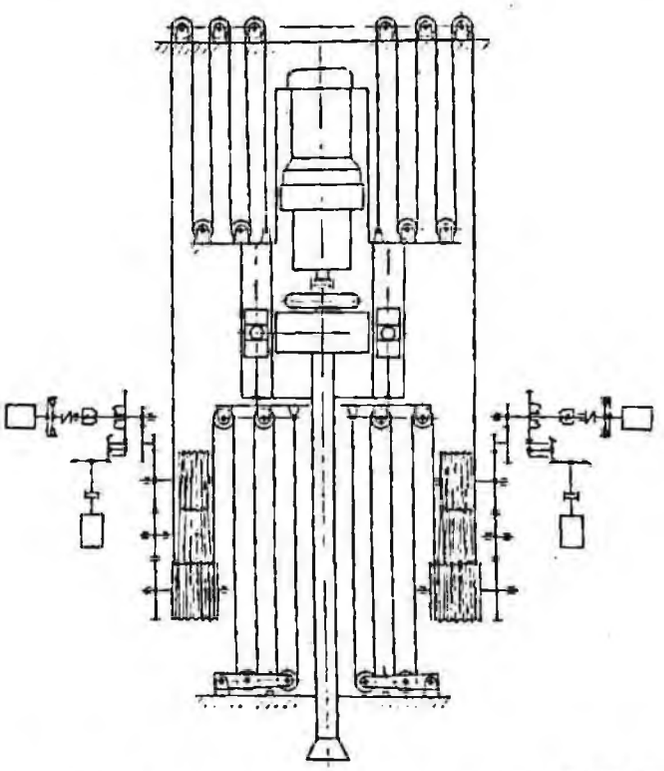


Рис. I-31. Схема механизма подачи станка СБШ-320

вход на которую возможен как с поверхности земли по откидной лестнице, так и из кабины управления. В полу площадки размещены два гнезда для запасных долот и сквозное отверстие, через которое долото может быть опущено в механизм замены долота. Гнезда и отверстие закрываются люками.

Мачта устанавливается в рабочее положение и опускается в транспортное положение с помощью гидроцилиндров завалливания.

Механизм подачи (рис. I-31) служит для прижатия бурового инструмента (долота) к забою скважины с усилием до 60 тс и подачи бурового снаряда по мере углубления скважины. Кроме того, механизм подачи обеспечивает подъем и спуск бурового снаряда при наращивании штанг и разборке става.

Механизм подачи состоит из правой и левой лебедок подачи натяжного устройства, верхних блоков и каната подачи.

Усилие подачи создается двумя лебедками подачи и передается на опорный узел через канат, огибающий последовательно несколько цилиндрических желобков на приводных барабанах лебедок. Усилие подачи передается на канат за счет сил трения, возникающих в желобках приводных барабанов. При этом натяжение сбегающих ветвей канатов при бурении создается весом вращателя, а при подъеме става — натяжным устройством.

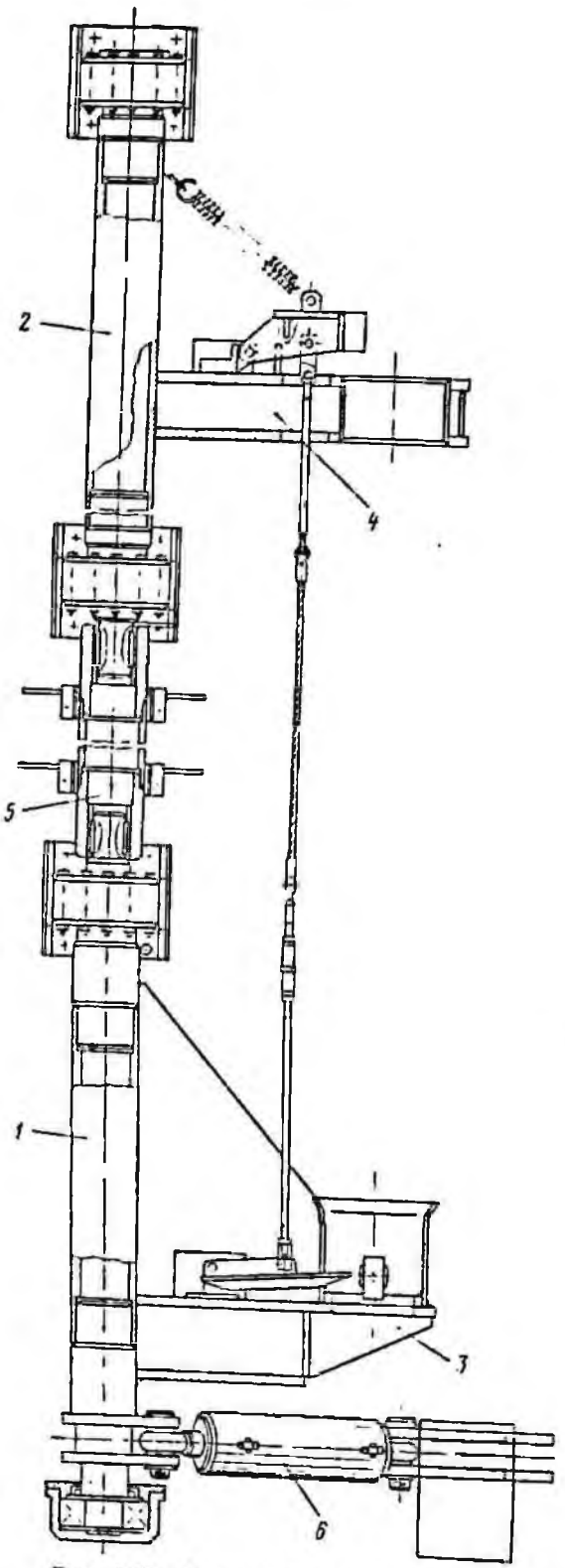


Рис. I-32. Сепаратор станка СБШ-320:

1, 2 — нижний и верхний валы; *3* — рама с чашкой; *4* — кассета; *5* — промежуточный вал; *6* — гидроцилиндр поворота

Подача выполняется одним канатом, концы которого закреплены на правой и левой блочных обоймах опорного узла. Огибая последовательно блоки опорного узла и натяжных устройств, барабаны лебедок, верхние блоки и блоки вращателя, канат образует четыре пятикратных полиспаста, два из которых расположены ниже головки бурового снаряда, а два — выше.

При бурении нижние полиспасты создают усилие подачи, а верхние — обеспечивают подвеску вращателя и синхронную подачу его вслед за опорным узлом с сохранением между ними необходимого зазора (при этом рычаги натяжного устройства занимают верхнее положение).

При включении механизма подачи на подъем става вначале поднимается только вращатель, а натяжные рычаги при этом опускаются. После выбора зазора в каретках подхватывается опорный узел со ставом, и в дальнейшем подъем происходит совместно.

При опускании става вращатель движется совместно с опорным узлом до тех пор, пока штанга не упрется в забой или в чашку сепаратора, после чего при неподвижном опорном узле вращатель опустится на величину, обеспечивающую образование необходимого зазора в каретке. При этом происходит подъем натяжных рычагов в верхнее положение. В натяжных устройствах встроены конечные выключатели, отключающие приводы лебедок при верхнем положении натяжных рычагов, чем достигается защита сепаратора от возможной передачи на него усилия подачи при установке штанги. При бурении действие этих конечных выключателей блокируется.

Лебедка подачи приводится либо от электродвигателя (при ведении спуско-подъемных операций), либо от гидродвигателя (при бурении).

Спуско-подъемные операции производятся на больших скоростях, но при меньших усилиях, чем подача. Допускается включение гидропривода при ведении вспомогательных операций, когда необходимы малые скорости передвижения головки бурового снаряда. Кроме того, гидропривод применяют для извлечения прихваченного бурового инструмента. Одновременное включение электро- и гидропривода исключено наличием специальной блокировки.

Лебедка оснащена колодочным тормозом с гидравлическим управлением (размыкание тормоза выполняется гидроцилиндром, а замыкание — пружиной).

В кинематической цепи лебедки между электродвигателем и гидродвигателем предусмотрена фрикционная коническая муфта, управляемая с помощью гидроцилиндра. При включении электродвигателя эта муфта разомкнута и вращение на гидродвигатель не передается. При включении гидропривода происходит вклю-

чение этой муфты с последующим размыканием тормоза.

Головка бурового снаряда служит для вращения бурового става и состоит из электродвигателя постоянного тока ДПВ-72 (100 квт, ПВ=80%, 750 об/мин при напряжении 305 в), вентиляционной установки для охлаждения электродвигателя, двухступенчатого односкоростного редуктора с передаточным числом 7,56, шинно-зубчатой муфты, каретки, опорного узла.

Регулирование скорости вращения осуществляется электродвигателем путем изменения напряжения на его якоре.

Зубчатые шестерни редуктора смазываются разбрызгиванием, а верхние подшипники и зубчатые муфты — принудительной смазкой от небольшого шестеренного насоса.

Шинно-зубчатая муфта служит для передачи крутящего момента, а также защиты электродвигателя и вращателя от толчков и вибраций.

Назначение опорного узла состоит в передаче на буровой став усилия подачи. Опорный узел представляет собой мощную литую траверсу, на концах которой шарнирно подвешены обоймы с блоками, огибаемыми канатом подачи. Внутри траверсы на подшипниках качения смонтирован шпиндель, с помощью переходника соединяющийся с буровой штангой. В корпусе траверсы встроен роликовый подшипник, через который усилие подачи передается от траверсы на буровой став. В нижней части опорного узла расположено сальниковое устройство, предназначенное для подачи воздушно-водяной смеси в буровой став.

К фланцам корпуса редуктора прикреплены две сварные каретки с направляющими башмаками, которые обеспечивают перемещение головки бурового снаряда по направляющим мачты. Опорный узел связан с каретками с помощью подвижного соединения.

При бурении скважины усилие подачи передается на опорный узел.

В верхней части корпуса опорного узла встроен фиксатор, предназначенный для стопорения шпинделя при свинчивании с него переходника, а также при страгивании верхней резьбы штанги при недобуре скважины.

Фиксатор является штоком поршня небольшого гидравлического цилиндра и выдвигается вверх при подаче рабочей жидкости в подпоршневое пространство. При этом он заходит в вырез тарелки полумуфты, насаженной на верхний конец шпинделя, и производит его стопорение. Возврат штока в исходное положение происходит под действием пружины после снятия давления рабочей жидкости.

В переходнике опорного узла встроено тормозное устройство, состоящее из тарельчатых пружин и конической втулки, входящей в коническое отверстие штанги. Устройство предназначено для создания дополнительного сопротивления в замковой резьбе верхнего конца штанги при развинчивании вращателем стронутой замковой резьбы нижнего конца штанги.

Сепаратор (рис. I-32) используется для хранения штанги и подачи ее на ось скважины при наращивании става. Сепаратор состоит из нижней и верхней частей. Нижняя часть — опора сепаратора — представляет собой вертикальный вал, смонтированный на подшипниках качения, корпуса которых закреплены на задней стенке мачты. К валу приварена рама с чашкой, в которой устанавливается штанга. Верхняя часть сепаратора также представляет собой вал, к которому приварена кассета, имеющая форму крюка. В кассете располагается верхняя часть штанги. Валы верхней и нижней частей сепаратора соединены между собой промежуточным валом.

К валу нижней части сепаратора приварен рычаг, к которому подсоединяется шток гидроцилиндра поворота сепаратора. Для исключения отхода от исходного положения сепаратор запирается специальными защелками.

Фиксация и запирание штанг в сепараторе производятся автоматически колодкой и стопором под действием веса штанги.

До установки штанги колодка, помещенная в верхней раме сепаратора, и педаль, находящаяся в пазу чашки нижней рамы, поднимаются с помощью пружин в верхнее положение, в результате чего верхняя скоба оказывается подготовленной для приема штанг. При установке в свободную чашку штанга давит на педаль. Последняя связана тросом с колодкой, которая и запирает штангу. Одновременно штанга стопорится в нижней чашке эксцентриковым стопором.

В мачте станка смонтирован комплекс дистанционно управляемых механизмов, обеспечивающих выполнение всех операций по сборке и разборке става и замене долота. В комплекс входят нижний и верхний ключи и механизм замены долота.

Назначение нижнего ключа заключается в страгивании резьбы между штангами, а также между штангой и долотом. Кроме того, в конструкцию ключа входит кондуктор, обеспечивающий правильное направление буровой штанги. Страгивание резьбы производится двумя цилиндрами страгивания, корпуса которых шарнирно закреплены на нижней раме каркаса мачты, а штоки — на поворотном корпусе нижнего ключа. Корпус своей цилиндрической частью входит в гнездо нижней рамы мачты

и закрепляется в нем. Внутри цилиндрической части корпуса нижнего ключа на подшипниках качения, уменьшающих сопротивление вращению штанги, и на резиновых буферах, гасящих вибрации, установлена втулка кондуктора. В верхней части корпуса нижнего ключа в прямоугольных пазах размещены две плашки.

Назначение верхнего ключа — удерживать верхнюю штангу при страгивании резьбы нижним ключом.

Верхний ключ имеет два гидроцилиндра, один из которых унифицированный и предназначен для подведения ключа к штанге и отведения его в исходное положение, а другой — для выдвижения плашки при захвате штанги.

Механизм замены долота служит для удерживания долота в процессе его отвинчивания и навинчивания, отведения от оси бурения изношенного долота и подведения нового. Механизм выполнен в виде шарнирно закрепленного двуплечевого рычага, на большем плече которого расположена чашка для долота. Внутри чашки имеются три вертикальных стержня, которые при опускании долота в чашку входят в зазоры между шарошками. К меньшему плечу рычага присоединен гидравлический цилиндр, с помощью которого рычаг может быть поставлен в одно из двух положений. В первом положении ось чашки становится по оси бурения, а во втором — под сквозным отверстием в траве мачты, через которое из чашки извлекается изношенное долото и устанавливается новое.

Гидравлическая система станка предназначена для выполнения следующих операций:

подачи на забой бурового снаряда и его перемещения;

свинчивания и развинчивания штанг и замены долота;

управления сепаратором при сборке и разборке бурового става;

горизонтирования станка;

подъема и заваливания мачты;

натяжения гусеничной цепи;

управления колодочными тормозами привода лебедок механизма подачи.

Силовая подача бурового снаряда на забой производится только в режиме «Бурение». Все остальные операции выполняются в режиме «Вспомогательные операции». Питание всех механизмов гидросистемы осуществляется от одной маслонасосной станции.

Вся гидроаппаратура управления и распределения собрана в блоки и имеет электронагреватели для обеспечения ее работоспособности при низких температурах окружающего воздуха. Блоки выполнены в виде панелей с внутренними каналами для прохода рабочей жидкости, на которых монтируются контрольно-регулирующая и распределительная аппаратура.

В маслонасосной станции смонтированы регулируемый радиально-поршневой насос НП-101, эксцентриковый поршневой насос Н-403, лопастные насосы БГ12-22 и 5БГ12-22 с электроприводом, а также контрольно-регулирующая и распределительная аппаратура, фильтры и электронагреватели.

Маслонасосная станция представляет собой сварную конструкцию из листовой стали и является корпусом маслобака. Последний разделен на два отсека, герметично изолированных друг от друга. Первый отсек емкостью 250 л предназначен для системы объемного регулируемого гидропривода подачи. Второй отсек емкостью 850 л предназначен для системы объемного гидропривода вспомогательных операций. Контрольно-регулирующая и распределительная аппаратура маслонасосной станции размещена на панелях, внутри которых имеются каналы для прохода рабочей жидкости.

Маслобак выполнен герметичным, но через сапуны, смонтированные в крышках заливных горловин каждого отсека, внутренняя полость маслостанции связана с атмосферой.

Заливка масла производится через заливные горловины, в которых встроены сетчатые фильтры для предварительной очистки масла. Слив жидкости из маслобака осуществляется через сливные вентили. Уровень масла в каждом из отсеков контролируется по маслоуказателям визуального типа.

Максимальная температура масла в отсеках маслостанции контролируется температурным реле, отключающим трубчатые электронагреватели при превышении температуры масла свыше +50° С.

Блок гидроаппаратуры машинного отделения оснащен золотниками 44ПГ73-24, 34ПГ73-24, редукционным клапаном ПГ57-14 и предохранительным клапаном БПГ52-24, а блок гидроаппаратуры мачты — золотниками 44ПГ73-12 и 34ПГ73-12.

В состав гидравлической системы входят передние правый и левый гидродомкраты горизонтирования, задние правый и левый гидродомкраты горизонтирования, гидроцилиндры заваливания мачты и другие унифицированные гидроцилиндры.

Питание оборудования станка электроэнергией осуществляется от карьерной сети напряжением 380 в переменного тока двумя гибкими шланговыми кабелями КРШК $3\times120+1\times35$ мм², подсоединенных к кабельным барабанам. С токосъемных устройств (щеток) кабельных барабанов напряжение подается на кабельный ввод и далее в шкаф управления

на вводный автоматический выключатель.

При перегонах станка питание электрооборудования осуществляется кабелем КРПТ 3×25+ + 1×10 мм², подключаемого через распределительный ящик к потребителям. Питающие силовые кабели на время перегона должны быть отключены от карьерной сети и намотаны на кабельные барабаны.

При повторном подключении кабелей к карьерной сети с целью сохранения фазировки необходимо пользоваться фазоуказателями, установленными на пульте бурения.

От шкафа управления непосредственно получают питание электродвигатели компрессоров, тиристорный преобразователь, аппаратура шкафа управления электродвигателями основных операций, связанных с процессом бурения, и электродвигателей вспомогательных операций.

2. СТАНКИ БУРОВЫЕ ШНЕКОВЫЕ

Буровой станок 1СБР-125

Станок вращательного бурения 1СБР-125 является улучшенной конструкцией снятых с производства буровых станков БС-110/25, БСН и БСН-2. Увеличение крутящего момента на инструменте, наличие принудительного давления на забой и ряд других усовершенствований значительно расширили область применения станка и повысили его технико-эксплуатационные показатели.

Станок предназначен для вращательного бурения вертикальных и наклонных скважин по углю и слабым породам с коэффициентом крепости f до 5 по шкале проф. М. М. Протодьяконова.

Техническая характеристика станка 1СБР-125

Диаметр бурения, мм	125
Глубина бурения, м	25
Угол наклона скважины, градус	60—90
Механическая скорость бурения, м/сек:	
по углю	35—45
по породам	15—20
Установленная мощность, квт	24,8
Габариты станка в рабочем положении, мм:	
длина	3360
ширина	1970
высота	4250
Масса станка с комплектом бурового става, кг	2300
Рабочий орган:	
коронка	Двухперовая, армированная ВК8
штанга:	
длина, мм	2000
масса, кг	26,5
скорость вращения бурового инструмента, об/мин	220
скорость подачи инструмента на забой, м/мин	2,4
скорость подъема подвески, м/сек	0,2
осевое усилие на забой, кгс	1000
Механизм шагания:	
электродвигатель:	
тип	АО2-71-4
мощность, квт	22
скорость вращения, об/мин	1460
скорость передвижения станка, км/ч	0,3
среднее удельное давление на грунт, кгс/см²	0,6
Электродвигатель управления станком:	
тип	АО-42-4
мощность, квт	2,8
скорость вращения, об/мин	1420

Станок вращательного бурения 1СБР-125 (рис. I-33) — самопередвигающаяся машина с электрическим приводом, имеющая механизм хода шагающего типа. Все узлы станка смонтированы на раме.

К основанию рамы шарнирно прикреплена мачта, состоящая из двух направляющих труб, соединенных верхней и нижней связями. На верхней связи с помощью кронштейнов закре-

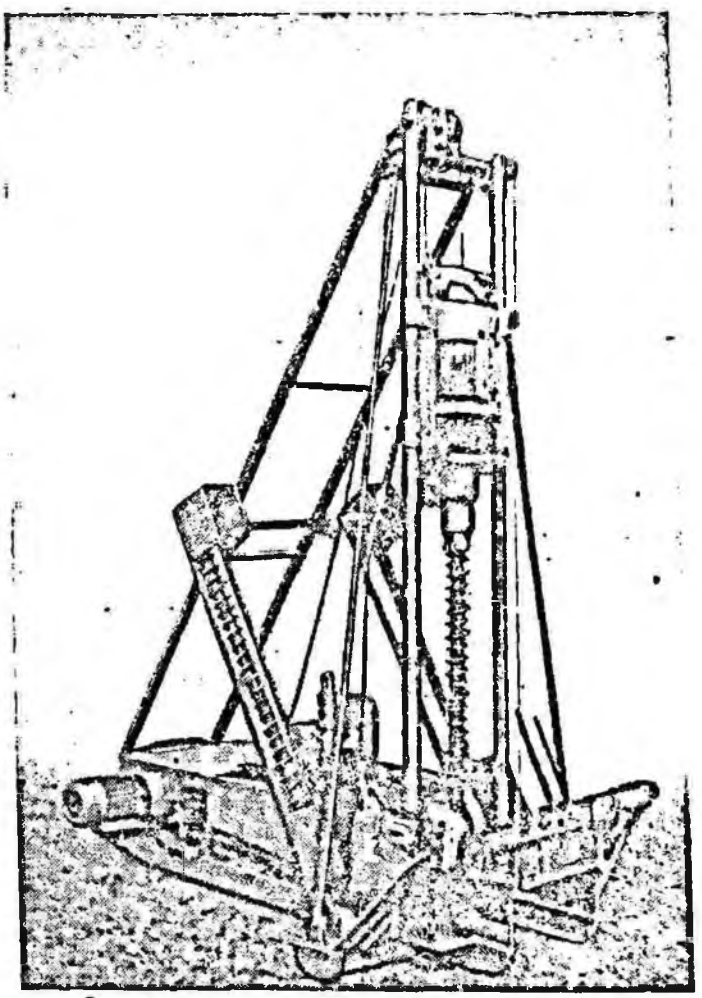


Рис. I-33. Буровой станок 1СБР-125

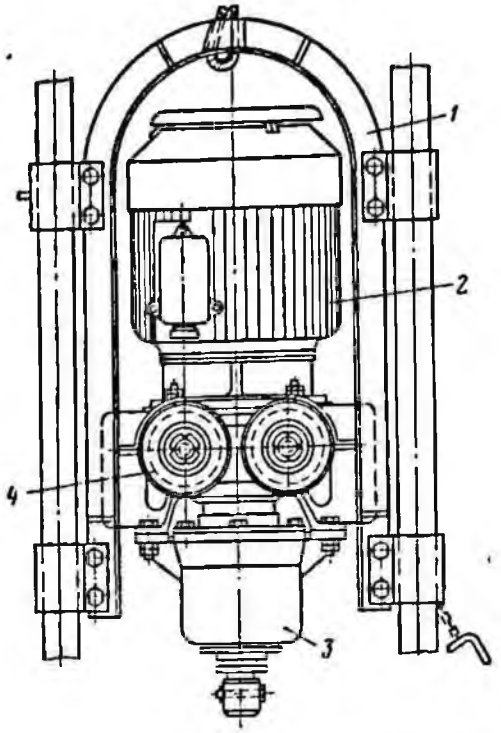


Рис. I-34. Вращатель станка 1СБР-125:

1 — рама-подвеска; *2* — электродвигатель; *3* — редуктор; *4* — блоки напорного механизма

плены направляющие блоки подъемного и напорного механизмов. По направляющим трубам перемещается рабочий орган — вращатель. К нижней связи мачты прикреплен забурник и шарнирно присоединен механизм наклона мачты. Поднимается и опускается мачта лебедкой.

Мачта фиксируется в нужном положении с помощью двух шарнирных телескопических подкосов, верхняя часть которых выполнена сварной из двух (связанных между собой тремя поперечинами) продольных труб, в которые входят нижние трубы. Боковые подкосы, соединяя верхний конец мачты с рамой, увеличивают общую жесткость мачты при бурении.

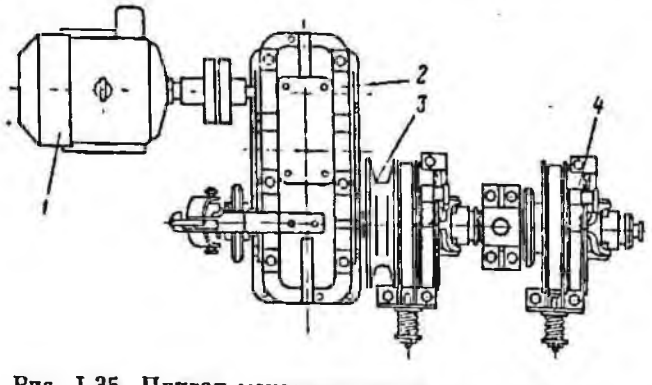


Рис. I-35. Привод механизма шагания станка, напорного механизма и подъемной лебедки:

1 — электродвигатель; *2* — редуктор; *3* — подъемная лебедка; *4* — фрикцион лебедки

К верхней части телескопических подкосов и раме симметрично прикреплено кассетирующее устройство с комплектом буровых штанг—шнеков. Для увеличения устойчивости станка на передней части основания рамы имеются чугунные противовесы.

Вращатель (рис. I-34) установлен на направляющих рамы-подвески, к которой прикреплены электродвигатель, двухступенчатый цилиндрический редуктор с зацеплением Новикова и блоки напорного механизма. К выходному валу редуктора с помощью патрона-переходника крепится буровой став. Вся рама-подвеска перемещается по трубам с помощью лебедки подъема.

Привод механизма шагания станка, напорного механизма и подъемной лебедки (рис. I-35) смонтирован на площадке в передней части рамы станка и состоит из электродвигателя и трехступенчатого цилиндрического редуктора, соединенных эластичной муфтой. Подъемная лебедка и фрикцион лебедки напорного механизма установлены непосредственно на выходном валу редуктора.

Тормоз и ленточный фрикцион подъемной лебедки механически сблокированы и управляются одним рычагом. Диаметр барабана подъемной лебедки 180 мм, диаметр каната 11 мм, длина каната 10 м. Фрикцион напорной лебедки управляется отдельным рычагом и передает вращение ведущей звездочке цепной передачи механизма напора.

На противоположном конце выходного вала редуктора свободно установлена ведущая звездочка механизма шагания, включение которой производится кулачковой полумуфтой.

Механизм шагания кривошипно-крейцкопфного типа установлен на сварной раме, в которой на подшипниках скольжения закреплен коленчатый вал, соединенный средней шейкой со стойкой.

При перемещении подвески вращателя вниз напорный канат наматывается на барабан механизма напора и одновременно сматывается с барабана механизма компенсации. При включении лебедки происходит обратный процесс.

Для облегчения разворота станка на раме основания установлены две откидывающиеся лапы, которые при движении станка врезаются в грунт и создают боковое торможение.

В передней части станка для защиты от вращающегося шнека имеется сетчатое ограждение. Открывание ограждения при включенном двигателе вращателя вызывает срабатывание конечного выключателя, что приводит к обесточиванию цепи управления и остановке двигателя.

Напорный механизм, служащий для созда-

ния принудительного давления инструмента на забой, представляет собой двухбарабанную лебедку, соединенную с приводом механизмов шагания, подъема вращателя и напора. Концы напорного каната, пропущенного через блок на подвеске вращателя, жестко закреплены на барабанах напорной лебедки. Натяжение напорного каната осуществляется с помощью барабана. На барабан механизма компенсации наматывается отдельный канат, свободный конец которого пропущен через направляющий блок на мачте и закреплен на подвеске вращателя.

Станок в процессе бурения управляется рычагом тормоза и фрикциона подъемной лебедки и рычагом напорной лебедки. Для включения механизма шагания станка предусмотрен отдельный рычаг. Включение электродвигателей осуществляется кнопками управления.

Буровой инструмент станка 1СБР-125 состоит из набора штанг-шнеков и комплекта коронок. Штанга-шнек состоит из трубы, к наружной поверхности которой приварена спираль, армированная по периферии износостойкой наплавкой специального легирующего состава. С торцов в трубу вставляются втулки и хвостовики замкового соединения штыревого конусного типа. Соединение штанг-шнеков между собой и коронок со штангами-шнеками осуществляется пальцами и шплинтами. Штанги-шнеки оснащены литыми двухперовыми коронками с рассечкой. Режущие кромки и калибрующие части армированы твердосплавными пластинками ВК8. При бурении по углю стойкость коронки достигает 3500 м, а по более крепким и абразивным породам — от 150 до 1000 м.

Привод механизмов шагания станка, подъема вращателя и напора — электрический. Крутящий момент от электродвигателя вращателя передается на став через редуктор.

Принудительное давление на инструмент осуществляется посредством лебедки и двухступенчатой цепной передачи.

В систему электрооборудования станка входят два электродвигателя, рассчитанные на включение в цепь переменного тока напряжением 380 в, два реверсивных магнитных пускателя ПММ-2221 и ПММ-1221, трехпозиционные посты управления, автоматический выключатель АП-50-2МТ и аварийный кнопочный пост «Стоп». Станок освещается фарой от автоматического выключателя. Электродвигатели защищены от перегрузок тепловым реле.

Для максимальной защиты предусмотрен автоматический выключатель, для защиты цепей управления установлены предохранители.

Буровой станок СБР-160

Буровой станок СБР-160 (рис. I-36) предназначен для бурения вертикальных и наклонных скважин диаметром 160 мм и глубиной до 24 м в породах с коэффициентом крепости $f = 2 \div 6$ по шкале проф. М. М. Протодьяконова, а также на карьерах, добывающих сырье для черной и цветной металлургии.

Станок предназначен для эксплуатации в районах с колебаниями температуры от $+40$ до $-40°$ С.

Станки СБР-160 имеют следующие отличительные особенности:

увеличенную до 11 м длину мачты, что позволило увеличить длину штанги до 8,2 м и уменьшить число штанг до 3;

механизированную подачу штанг на ось скважины и обратно;

гидрофицированные захват штанг при сборке и разборке бурового става, подъем и опускание мачты;

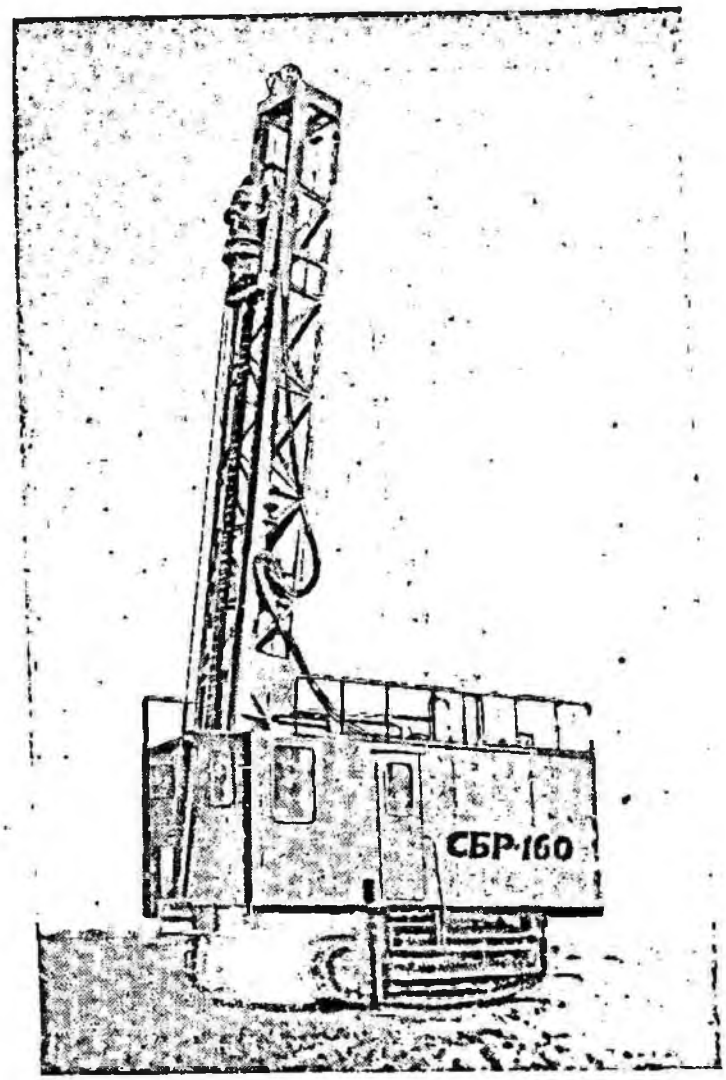


Рис. I-36. Буровой станок СБР-160

увеличенную грузоподъемность лебедки, что позволило повысить скорость подъема снаряда до 0,5 м/сек;

увеличенную грузоподъемность ходовой части благодаря снабжению гусениц индивидуальным приводом.

Техническая характеристика станка СБР-160

Диаметр бурения, мм	160
Глубина бурения, м	24
Угол наклона скважины, градус	90—60
Сменная производительность бурения, м:	
при $f=6$	100
при $f=2\div4$	240
Максимальная установленная мощность, квт	128
Скорость передвижения станка, км/ч	0,6
Давление на грунт, кгс/см²	0.6
Габариты станка, мм:	
в рабочем положении:	
длина	5900
ширина	3400
высота	11 920
в транспортном положении:	
длина	11 400
ширина (без башмаков домкратов)	3400
высота	4530
Масса, кг	12 000
Вращатель:	
электродвигатель:	
тип	ОА2-82-4
мощность, квт	44,5/53,3
скорость вращения ротора, об/мин	2945/1475
редуктор:	
тип	Двухступенчатый цилиндрический с зацеплением Новикова
передаточное отношение	11,4
скорость вращения выходного вала вращателя, об/мин	254/127
крутящий момент на выходном валу, кгс·м	323/194
Механизм подачи:	
номинальное тяговое усилие на прямом канате, тс:	
маневровое	3
рабочее	1,8—4,5
то же, с учетом оснастки:	
маневровое	6
рабочее	1,8—6,5
скорость подачи, м/мин:	
маневровая	29
рабочая	0—3
ход подачи, мм	9000
тип электродвигателя:	
маневрового	АО2-72-4
рабочего	П-41
мощность электродвигателя, квт:	
маневрового	30
рабочего	3.2
скорость вращения ротора электродвигателя, об/мин:	
маневрового	1455
рабочего	До 1500
тип регулятора рабочей подачи	Электрический с магнитным усилением ПМУ 8М-2
диаметр барабана, мм	400
диаметр каната, мм	18
Кассетирующее устройство:	
тип	Рожковый
число штанг в кассете	2
диаметр шнека, мм	155
длина штанги, мм	8200
тип соединения	Пальцевый
подача кассеты	Гидравлическая двумя гидроцилиндрами
диаметр цилиндра, мм	60
ход цилиндра кассеты, мм	240
время прямого хода кассеты, сек	1
время обратного хода, сек	1,5
поворот штангопрнемника кассеты, градус	90
Захват штанг:	
тип	Гидроцилиндр с вилкой
диаметр цилиндра, мм	60
ход поршня, мм	120
Центратор:	
тип	Гидроцилиндр с вилкой
диаметр цилиндра, мм	60
ход цилиндра, мм	150
Ходовая часть:	
тип	Гусеничный с использованием узлов и деталей ходовой части экскаватора Э-303
электродвигатель:	
тип	АОС2-61-4
мощность, квт	14,5
скорость вращения ротора, об/мин	1350
передаточное отношение редуктора	180
момент на выходном валу, кгс·м	340
диаметр ведущей звездочки, мм	512
база, мм	3000
ширина тележки (по гусеницам), мм	2800
дорожный просвет, мм	100
ширина трака, мм	360
Насос гидросистемы:	
тип	БГ-12-23А
производительность, л/мин	25
давление:	
максимальное, кгс/см²	125
рабочее, кгс/см²	100
тип электродвигателя	АО2-51-4
Цилиндр подъема рабочего органа:	
диаметр, мм	160
ход поршня, мм	840
число	2

Буровой станок СБР-160 состоит из следующих основных узлов: ходовой части, рабочего органа, механизма подачи и кузова.

На станке СБР-160 использована ходовая тележка экскаватора Э-303. Каждая гусеница

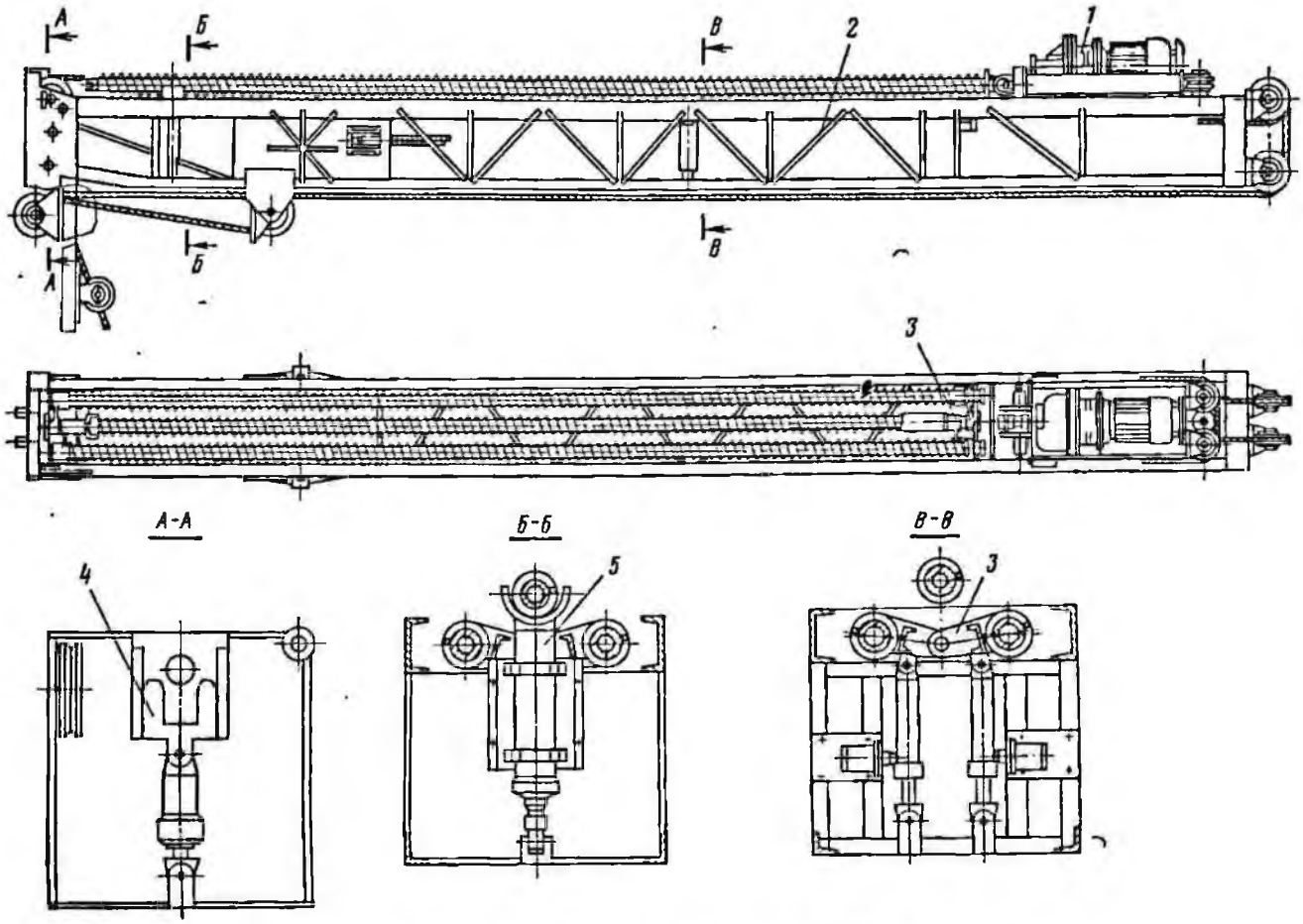


Рис. I-37. Рабочий орган станка СБР-160:

1 — вращатель; *2* — мачта; *3* — кассета; *4* — захват штанги; *5* — центратор

имеет индивидуальный привод от электродвигателя АОС2-61-4 через цилиндрический прямозубый редуктор с передаточным отношением 180. При буксировке станка привод гусениц отключается с помощью специальных рукояток, расцепляющих встроенные в редукторы шариковые муфты.

Рабочий орган (рис. I-37) обеспечивает передачу на буровой инструмент крутящего момента и осевой нагрузки и состоит из следующих основных узлов: вращателя, мачты, кассеты, захвата штанг и центратора. Рабочий орган шарнирно установлен на раме станка

Вращатель служит для создания и передачи крутящего момента буровому ставу. Он воспринимает осевые нагрузки в процессе бурения и вес инструмента при спуско-подъемных операциях. Вращатель состоит из двухскоростного асин-

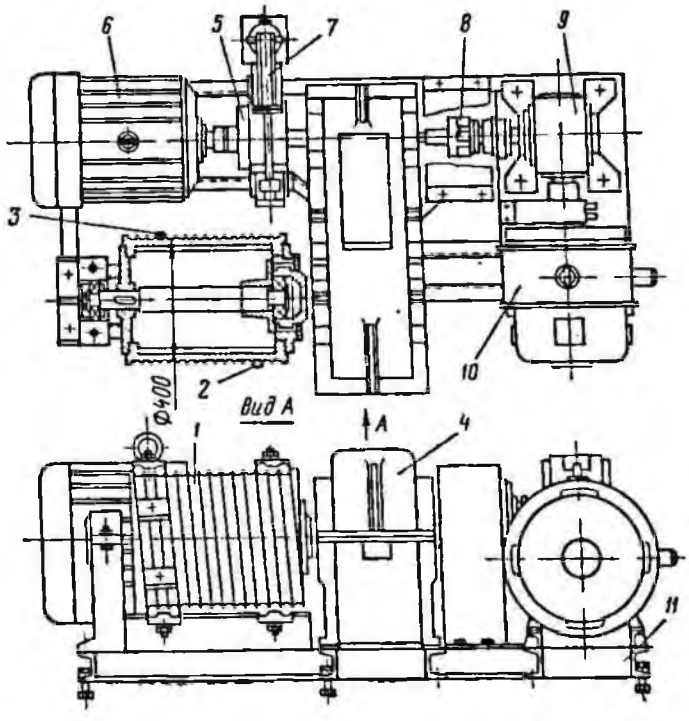


Рис. I-38. Механизм подачи станка СБР-160:

1 — барабан; *2*, *3* — канаты; *4* — редуктор; *5* — втулочно-пальцевая муфта; *6* — электродвигатель; *7* — электрогидравлический тормоз; *8* — электромагнитная муфта; *9* — червячный редуктор; *10* — электродвигатель постоянного тока; *11* — рама

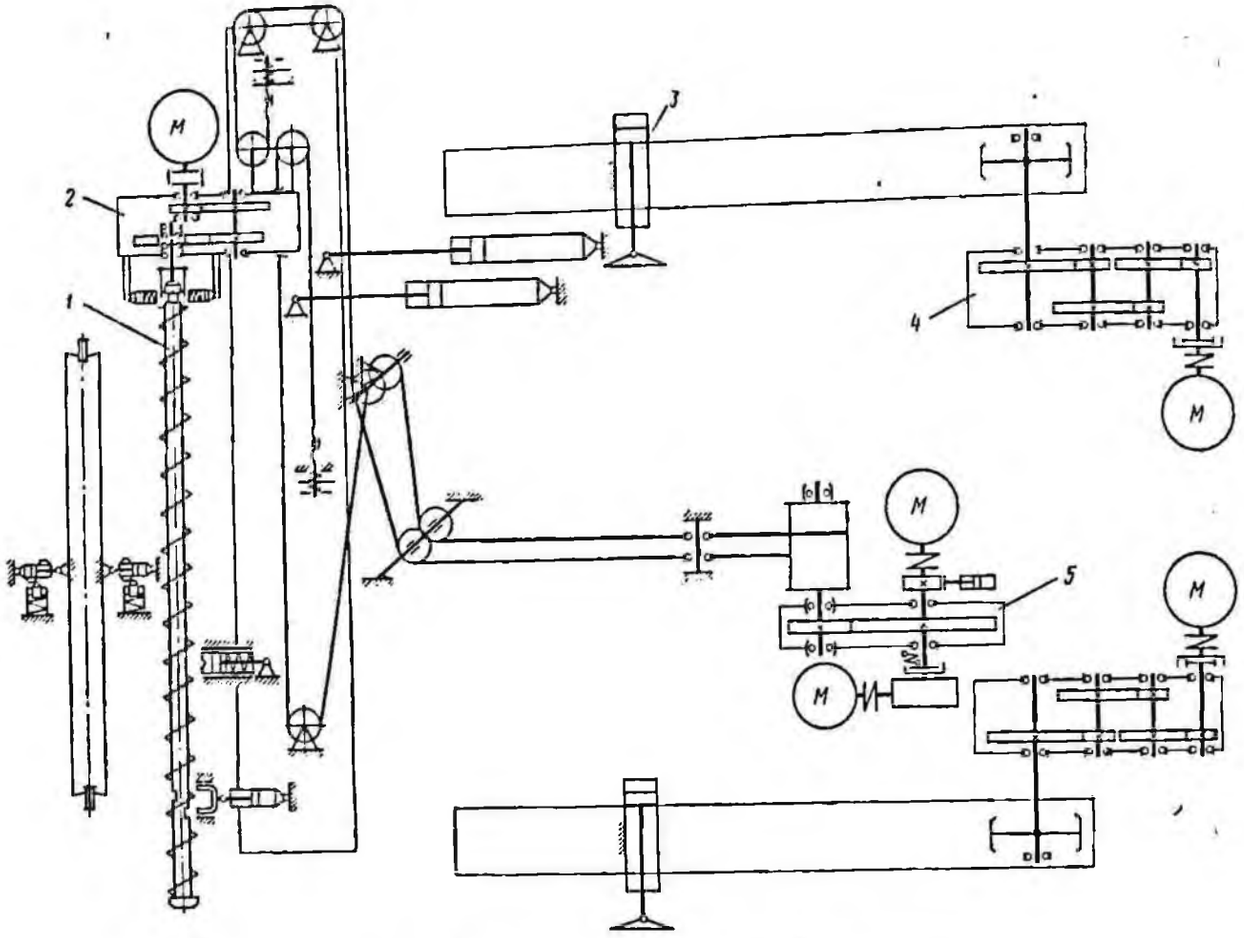


Рис. I-39. Кинематическая схема станка СБР-160:

1 — буровой став; *2* — вращатель; *3* — гидродомкрат; *4* — механизм привода гусеничного хода; *5* — механизм привода лебедки

хронного электродвигателя АО2-82-4 с короткозамкнутым ротором, редуктора, верхней и нижней траверс и стоек. Траверсы и стойки соединены болтами и образуют единую раму.

Мачта станка предназначена для размещения рабочего органа и бурового става. Она воспринимает и передает на раму и кузов машины нагрузки, возникающие при бурении и спуско-подъемных операциях. В конструктивном отношении мачта станка СБР-160 представляет собой сварную пространственную ферму прямоугольного сечения. Нижняя часть мачты выполнена в виде сварной плиты, которая усилена ребрами.

Кассета предназначена для размещения буровых штанг (шнеков) и их перемещения в период бурения и спуско-подъемных операций. Кассета состоит из двух полуосей и опор. На нижнем кронштейне кассеты установлены подпружиненные стаканы.

Фиксация и удержание бурового става при его сборке и разборке обеспечиваются захватом штанг, состоящим из вилки и гидроцилиндра. Гидроцилиндр шарнирно соединен с вилкой, а шток — с мачтой станка. Вилка перемещается в направляющих нижнего люнета, установленного на нижней плите мачты. Для обеспечения захвата шнека зев вилки выполнен ступенчатым.

Механизм подачи (рис. I-38) предназначен для спуска и подъема бурового става, а при бурении — для создания осевого усилия на забой. Механизм подачи представляет собой барабан с двумя приводами: регулируемым — для осуществления подачи и нерегулируемым — для обеспечения работы лебедки.

Механизм подачи состоит из литого барабана с канатами редуктора, втулочно-пальцевой муфты, электродвигателя АО2-72-4, электрогидравлического тормоза, электромагнитной муфты, червячного редуктора, электродвигателя постоянного тока П-41 и рамы.

Концы валов барабана установлены на радиальных шарикоподшипниках.

Станок СБР-160 снабжен кузовом, обеспечивающим защиту от атмосферных осадков

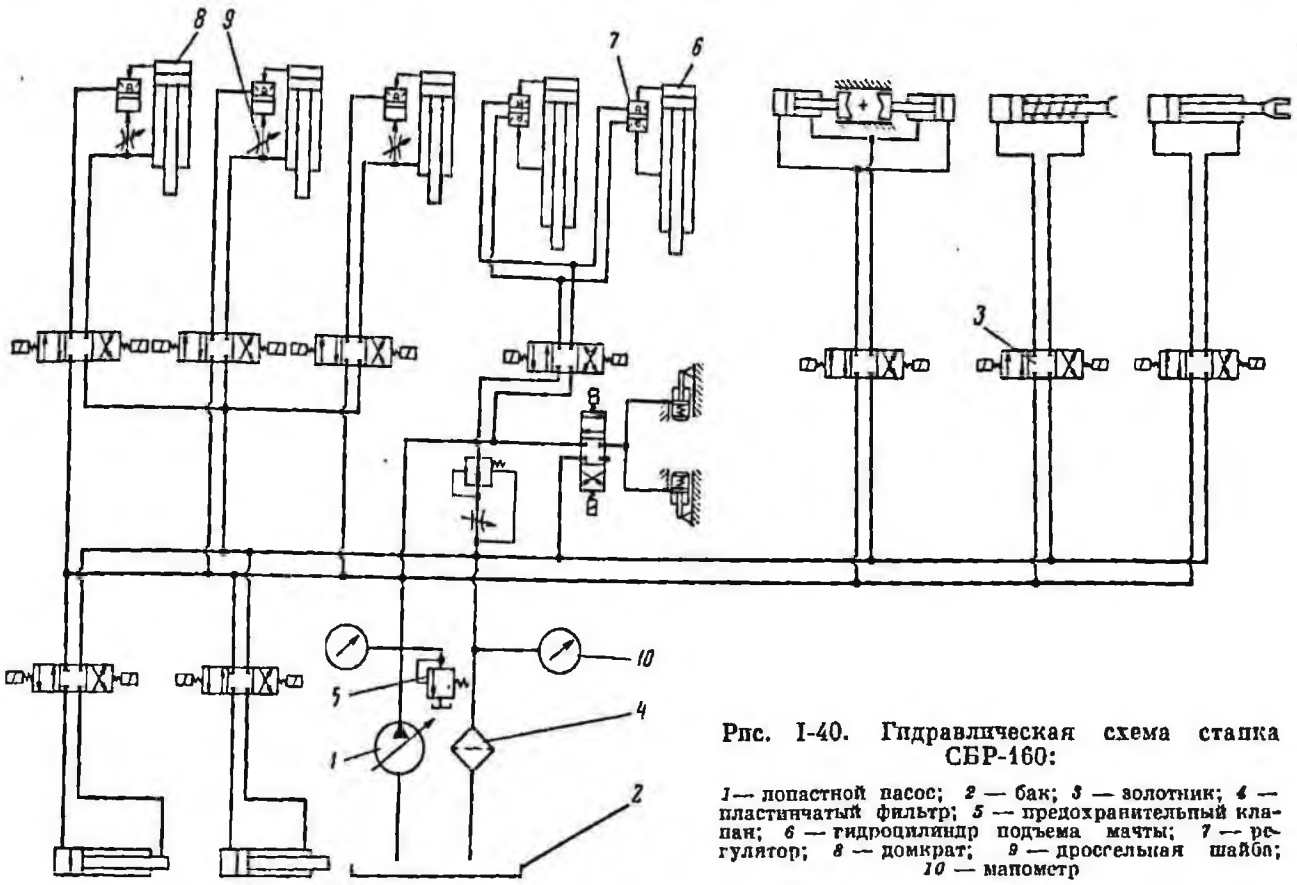


Рис. I-40. Гидравлическая схема станка СБР-160:

1 — лопастной насос; *2* — бак; *3* — золотник; *4* — пластинчатый фильтр; *5* — предохранительный клапан; *6* — гидроцилиндр подъема мачты; *7* — регулятор; *8* — домкрат; *9* — дроссельная шайба; *10* — манометр

и удобство эксплуатации всего оборудования. Кузов состоит из каркаса, рамы и кабины. Рама станка выполнена в виде сварной платформы, на которой размещено основное оборудование станка.

Для установки рабочего органа на раме предусмотрены П-образные стойки, на которых размещены опоры полуосей рабочего органа. Снизу к раме крепятся опоры, соединенные с поперечными балками рамы гусеничного хода. К боковым балкам крепятся гидродомкраты горизонтирования станка. Кабина станка представляет собой утепленную съемную часть кузова, в которой размещена аппаратура управления. Стенки кабины утеплены и облицованы изнутри декоративно-слоистым пластиком. Кабина рассчитана на двух человек. Сидение машиниста выполнено поворотным, а сидение помощника — откидным. Для улучшения обзорности часть кабины остеклена на всю высоту. В крыше кабины имеется окно.

Кинематическая схема станка приведена на рис. I-39. Привод подачи станка осуществляется от асинхронного электродвигателя, подъем и опускание мачты — с помощью электрогидравлической системы, привод вращателя — от асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором.

Кинематическая схема станка позволяет осуществлять нормальную работу узлов станка в заданных режимах.

Гидравлическая схема станка (рис. I-40) обеспечивает выполнение следующих операций: горизонтирование рамы машины, подъем и опускание мачты, перемещение штанг, захват и удержание их при сборке и разборке бурового става, а также работу гидроцилиндров вращателя (захват и освобождение верхнего конца штанг).

При включении лопастного насоса масло из бака подается по нагнетательному трубопроводу к золотникам на гидропанели, а при включении какого-либо из них — к соответствующему гидроциклону. Слив масла в бак происходит через пластинчатый фильтр.

Защита аппаратуры и магистралей, а также настройка системы на рабочее давление обеспечиваются предохранительным клапаном. На сливной линии гидроцилиндров подъема мачты установлен дроссель с регулятором для предварительной регулировки и сохранения постоянства скоростей подъема и опускания мачты.

В сливных линиях гидродомкратов установлены дроссельные шайбы, обеспечивающие плавность работы гидродомкратов. Давление

в напорной и сливной магистралях контролируется манометрами.

Общее питание станка электроэнергией осуществляется от низковольтной сети напряжением 380 в, питание цепей управления — напряжением 220 в, а освещение станка — напряжением 12 в.

С помощью гибкого кабеля КРПТ напряжение 380 в подается на вводной автомат, посредством которого подключаются все токоприемники станка. В схеме предусмотрено дистанционное отключение вводного автомата с основного пульта, установленного в кабине станка.

Максимальная мощность всех токоприемников станка составляет 128 квт.

Пусковая аппаратура и аппаратура защиты размещены в электрических шкафах.

§ 3. Станки огневого бурения

Буровой станок СБО-5

Станок предназначен для бурения огневым способом вертикальных взрывных скважин диаметром 180—200 мм на глубину до 16 м в крепких породах (гранитах, кварцитах, безрудных кварцитах, гранодиоритах и др.) при разработке месторождений открытым способом. Скважины могут быть расширены в любой их части до диаметра 500 мм, что позволяет целесообразнее распределять заряд и получать хорошее дробление породы.

Техническая характеристика станка СБО-5

Диаметр скважины, мм	180—200
Глубина бурения, м	16
Механическая скорость бурения, м/ч	6
Скорость разбуривания, м/ч	12—15
Габариты станка, мм:	
в рабочем положении:	
длина	9500
ширина	2900
высота	21 000
в транспортном положении:	
длина	20 500
ширина	2900
высота	3800
Дорожный просвет, мм	290
Масса станка, кг	22 400
Ходовая часть:	
тип	Автомобильный от КрАЗ-256
число осей:	
общее	3
ведущих	2
грузоподъемность, т	12
база, мм	4780
колея, мм:	
передних колес	1950
задних колес	1920
наименьший радиус поворота, м	12,5
дизельный двигатель:	
тип	АМЗ-М238
мощность дизеля, л. с.	240
число цилиндров	8
скорость передвижения, км/ч	25
Рабочий орган:	
горелка:	
тип	Ракетного типа одно- или многосопловая
наружный диаметр, мм	150
рабочие компоненты:	
горючее	Соляровое масло или керосин
окислитель	Сжатый воздух
охлаждение	Водяное
расход рабочих компонентов:	
горючего, кг/ч	120
воздуха, м³/ч	1500
воды технической, м³/ч	1—2,5
штанга:	
диаметр, мм	127
толщина стенки, мм	14
вращатель рабочего органа:	
электродвигатель:	
тип	АО2-42-6
мощность, квт	4
скорость вращения ротора, об/мин	955
число	1
редуктор:	
тип	Цилиндрический трехступенчатый с вертикальным расположением валов
передаточное число	39,88
скорость вращения рабочего органа, об/мин	24,7
Лебедка для подъема и опускания рабочего органа:	
диаметр барабана, мм	470
канатоемкость барабана, м	40
диаметр каната, мм	9,1
скорость навивки каната на барабан:	
рабочая, м/ч	5—51
маневровая первая, м/мин	5,46
маневровая вторая, м/мин	12,2
общее передаточное число лебедки:	
при маневровой скорости	114,29
при рабочей скорости	1771,5
электродвигатель маневровой скорости:	
тип	МТКМ-211-6/12
мощность, квт	2,2/1
скорость вращения, об/мин	930/415
электродвигатель рабочей скорости:	
тип	П-22
мощность, квт	0,45
скорость вращения ротора, об/мин	100—1000
Топливная насосная установка:	
тип насоса	Шестеренный 661Л
электродвигатель:	
тип	АОЛ2-32-6
скорость вращения, об/мин	950
мощность, квт	2,2
Насосная установка для воды:	
насос:	
тип	Вихревой ВК-2/26

расход, м³/ч	2,7—8
напор, м	60—20
электродвигатель:	
тип	АО2-41-4
мощность, квт	4
скорость вращения, об/мин	1450
Гидравлическая система:	
рабочее давление, кгс/см²	100
насос:	
тип	БГ12-22
число	1
электродвигатель:	
тип	АО2-42-4
мощность, квт	5,5
скорость вращения ротора, об/мин	1420
Вентиляционная установка:	
тип	Ц4-7021/2
электродвигатель:	
тип	АОЛ2-22-2
мощность, квт	0,6
скорость вращения ротора, об/мин	2800
Нагреватель воздуха:	
тип	НВС-17,8/18
мощность электродвигателя, квт	18
Емкость бака для воды, м³	1,6

Буровой огнеструйный станок СБО-5 (рис. I-41) представляет собой самоходный буровой агрегат, все оборудование которого смонтировано на кузове, установленном на шасси автомобиля КрАЗ-256. В передней части рамы кузова размещены емкости на 1,6 и 3,8 м³ для горючего и воды соответственно со встроенными в специальные шкафы насосными установками для горючего и воды.

К раме кузова шарнирно крепится опорная рама, на которой также шарнирно подвешена мачта.

Установка мачты в рабочее и транспортное положения осуществляется телескопическим гидроцилиндром, а горизонтирование станка в рабочем положении — опорными гидроцилиндрами.

На мачте смонтированы механизм вращения, штанга, термобур, люнет, установка аэрации,

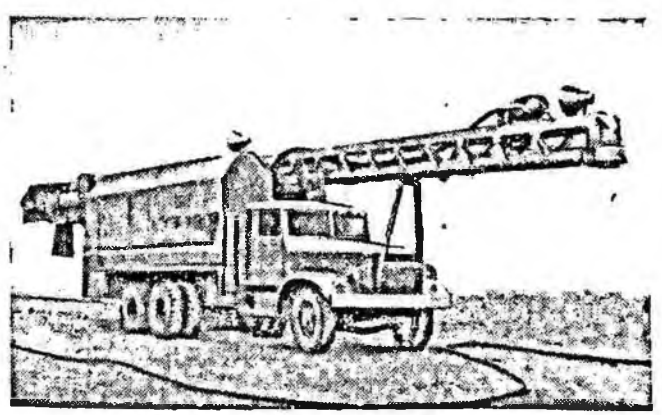


Рис. I-41. Буровой станок СБО-5

вентилятор проветривания кабины, прожекторы и датчик касания забоя.

Для улучшения санитарных условий труда обслуживающего персонала кузов станка разделен на две части: кабину машиниста и машинное отделение.

В кабине расположены пульт управления, вспомогательная панель, калорифер для подогрева воздуха в зимнее время, кресло, откидное сидение и шкаф для одежды.

В машинном отделении расположены станции гидравлической системы и управления электроприводами, лебедка для подъема и опускания рабочего органа.

Рабочий орган представляет собой цилиндрическую буровую штангу, к нижней части которой присоединен термобур, а к верхней — механизм вращения с подвесным блоком и подводящее устройство для подачи компонентов.

Подъем и опускание рабочего органа на рабочей, первой и второй маневровых скоростях производятся лебедкой.

Рабочий орган подвешен с помощью двукратного полиспаста на канате диаметром 9,1 мм и может перемещаться вдоль мачты посредством катков, установленных на корпусе редуктора вращателя, по швеллерным направляющим мачты. Для предотвращения отклонения рабочего органа от оси бурения в нижней части мачты установлена направляющая и в средней — люнет. Нижняя направляющая в верхней части имеет специальный винтовой зажим, которым можно производить зажим штанги при сборке и разборке термобура, а также при переездах.

В рабочем положении мачта с помощью двух стяжек крепится к опорной раме, которая своей средней частью жестко крепится к кузову станка.

Устье скважины уплотняется прорезиненными фартуками установки аэрации.

Снабжение станка сжатым воздухом производится от передвижной компрессорной станции СВК.

Мачта (рис. I-42) представляет собой сварную трехстержневую колонку, выполненную из труб и швеллеров. По направляющим мачты перемещается рабочий орган станка, подвешенный на канате. Одним концом канат с помощью зажима прикреплен к датчику касания забоя, второй — проходит через блок *8* и идет внутри мачты через отклоняющий блок *9* и кузов станка на лебедку.

В конце швеллерных направляющих верхней и нижней частей мачты предусмотрены два выреза, закрываемые планками. Вырезы предназначены для пропуска направляющих

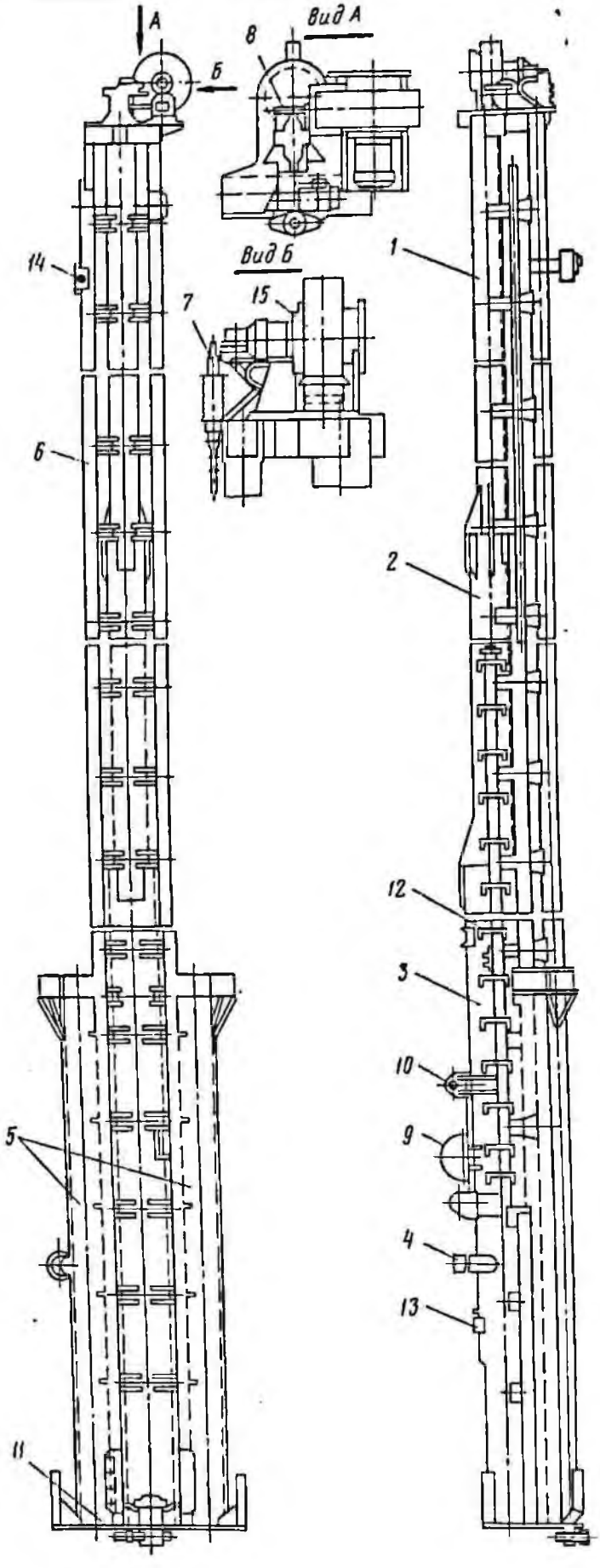


Рис. I-42. Мачта станка СБО-5:

1—5 — трубопроводы; *6* — швеллеры; *7* — датчик касания забоя; *8, 9* — блоки; *10* — гидроцилиндр; *11* — зажим штанги; *12* — лестница; *13* — стяжка; *14* — выключатель; *15* — вентилятор

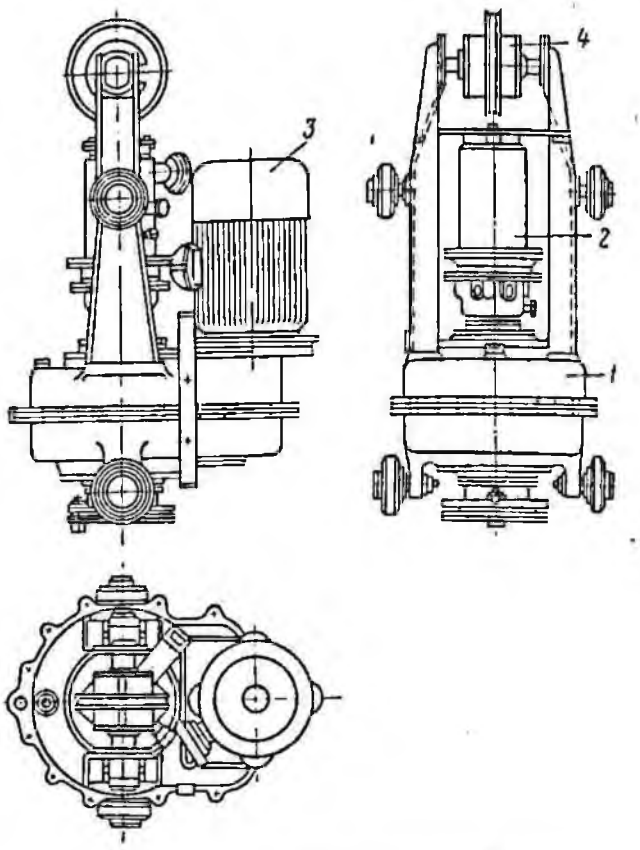


Рис. I-43. Вращатель станка СБО-5:

1 — редуктор; *2* — подводящее устройство; *3* — электродвигатель; *4* — блок

роликов вращателя и люпета при его монтаже и демонтаже.

В нижней части мачты имеются ось крепления телескопического гидроцилиндра, зажим штанги, лестница, трубопроводы для выброса пара и газов, выходящих из скважины, две стяжки, с помощью которых мачта в рабочем положении крепится к опорной раме.

Зажим штанги предназначен для закрепления штанги при укладке мачты в ремонтное и транспортное положения, а также при сборке и разборке термобура.

В верхней части мачты установлены конечный выключатель, служащий для остановки рабочего органа в верхнем положении, и вентилятор проветривания, нагнетающий свежий воздух в трубчатую мачту и далее по трубопроводу в кабину.

Вращатель (рис. I-43) состоит из редуктора, подводящего устройства, электродвигателя и блока.

Привод вращателя — асинхронный электродвигатель переменного тока АО2-42-6 мощностью 4 квт и скоростью вращения 955 об/мин, обеспечивающий вращение рабочего органа со скоростью 24,7 об/мин.

Буровая штанга представляет собой трубу наружным диаметром 127 мм и толщиной стенки 14 мм, внутри которой проходят трубы для подачи горючего и воды к термобуру от подводящего устройства. Воздух пропускается по внутренней полости штанги. Крепление штанги к выходному валу вращателя производится болтами через фланцевое соединение. Последнее уплотнено резиновым кольцом.

Нижний конец штанги оканчивается переходником с наружной резьбой М125×4, на которую навинчивается термобур.

Термобур (рис. I-44) состоит из фильтра, форсунки, сопловой крышки, башмака, чехла, защитных цилиндров.

Сварная камера сгорания образуется тремя сопрягаемыми деталями: головкой, цилиндром и переходником *10*. Головка камеры сгорания соединяется с переходником штанги посредством двух выступов и зажимается с помощью чехла. На нижний резьбовой конец чехла навинчивается башмак.

При работе термобура по трубопроводу *12* поступает горючее, а по внутренней полости штанги, закапчивающейся переходником *11*,— воздух. Горючее, пройдя фильтр и центробежную форсунку, выбрасывается в камеру сгорания.

На выходе из форсунки образуется конус из мелких капель горючего, который разбивается струями воздуха, выходящими из головки камеры. Образующаяся туманообразная смесь воздуха с горючим заполняет верхнюю часть камеры сгорания, где мелкие капли испаряются и, вступая в химическое соединение с кислородом воздуха, сгорают, выделяя при этом большое количество тепла. Продукты процесса горения топлива в камере сгорания выбрасываются через сопло в виде сверхзвуковой высокотемпературной струи.

Охлаждающая вода из трубопровода *13* попадает в пространство между чехлом и цилиндром камеры сгорания, проходит по кольцевому зазору и далее в охлаждающие каналы сопловой крышки. После охлаждения сопловой крышки вода через отверстия башмака выбрасывается в скважину.

Уплотнение головки камеры сгорания и фильтра от попадания соответственно воды и горючего в воздушный канал достигается с помощью резиновых колец. Также резиновое кольцо исключает попадание воды в камеру сгорания. Для исключения попадания воды в сверхзвуковую струю между сопловой крышкой и башмаком установлена медная отожженная прокладка. Уплотнением между форсункой и головкой камеры служит также медная отожженная прокладка.

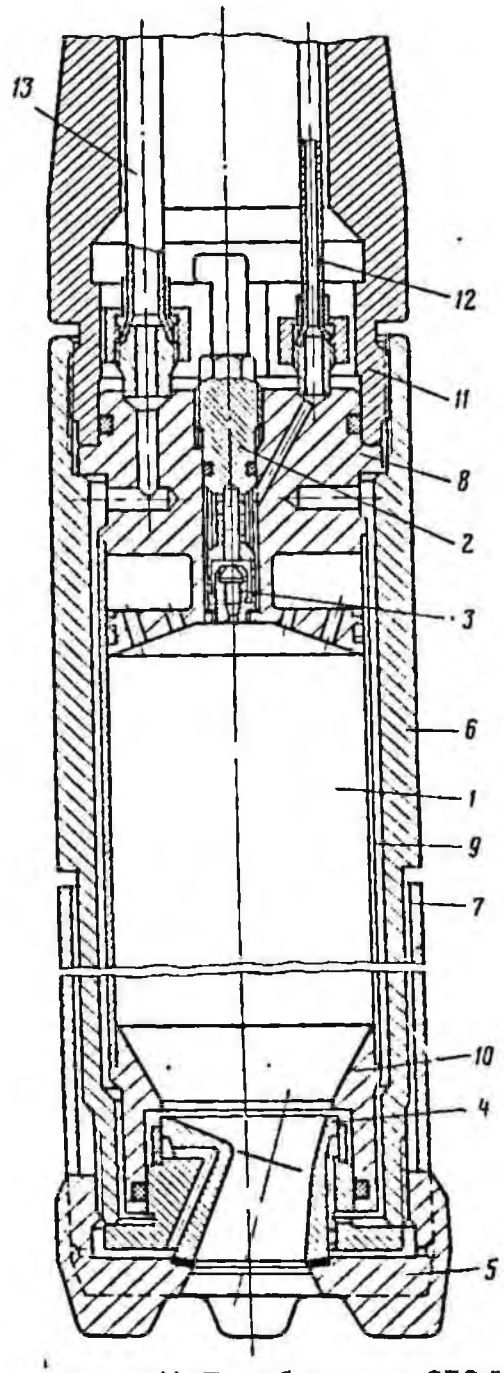


Рис. I-44. Термобур станка СБО-5:

1 — камера сгорания; *2* — фильтр; *3* — форсунка; *4* — сопловая крышка; *5* — башмак; *6* — чехол; *7* — защитные цилиндры; *8* — головка камеры сгорания; *9* — цилиндр; *10*, *11* — переходники; *12*, *13* — трубопроводы

Гидравлическая система станка состоит из бака, маслонасоса, манометра, предохранительного клапана, золотников с электроуправлением, опорных гидроцилиндров, гидравлических замков, напорных золотников, гидроци-

липдров системы аэрации, дросселя с обратным клапаном, гидроцилиндра подъема — опускания мачты, фильтров, магистралей всасывания, напора, слива, магистрали управления и дренажа.

Все электрооборудование станка делится на основное и вспомогательное.

К основному относятся двигатели насоса воды, насоса горючего, двигатель маневровых перемещений штанги, двигатель рабочей скорости перемещения штанги, а также аппаратура управления этими двигателями.

К вспомогательному относятся двигатель вентиляции кабины, нагреватели воздуха, зажигалка, электромагниты золотников, освещение станка, а также вся вспомогательная аппаратура управления, контроля, защиты и сигнализации.

§ 4. Станки комбинированного бурения

Буровой станок СБШК-200

Самоходный буровой станок СБШК-200 (рис. I-45) комбинированного бурения вертикальных и наклонных скважин с комбинированной очисткой скважин предназначается для работы в комплексе с мощными экскаваторами и другим забойным оборудованием на существующих, новых и реконструируемых карьерах, где необходимо производить разработку уступов в особо сложных горно-геологических условиях (наличие влагонасыщенных глинистых слоев, частая перемежаемость мягких и крепких пород и т. п.) и при повышенных технологических требованиях (большие — до 45 м — высоты уступов, стесненные рабочие площадки и т. д.). Основной областью применения станка являются карьеры с породами вскрыши, имеющими переменные физико-механические свойства и коэффициент крепости f до 12 по шкале проф. М. М. Протодьяконова.

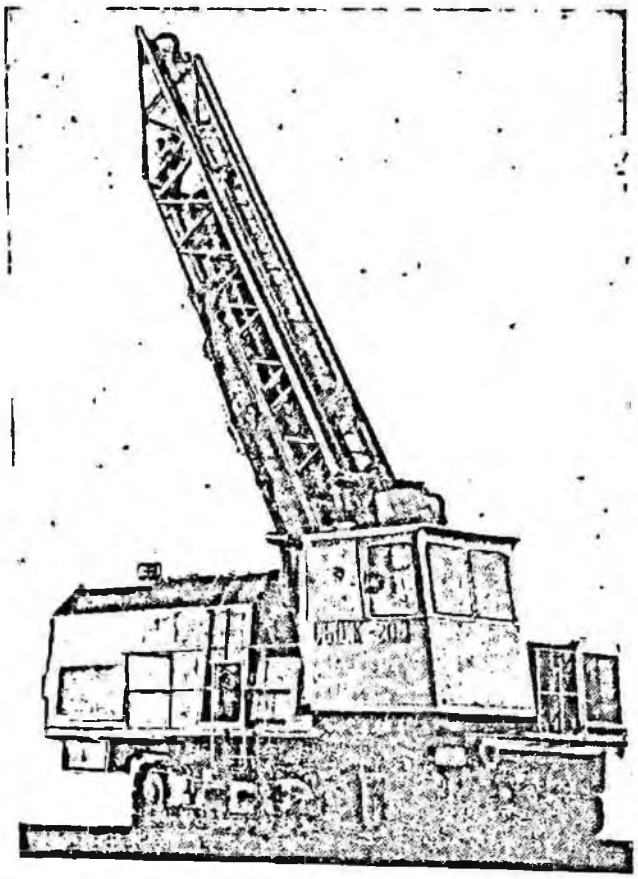


Рис. I-45. Буровой станок СБШК-200

Техническая характеристика станка СБШК-200

Диаметр бурения, мм	190; 214
Глубина бурения, м	До 50
Угол бурения к горизонтали, градус	60; 75; 90
Коэффициент крепости пород	До 12
Тип бурового инструмента	Режущий, шарошечный, комбинированный
Способ пылеподавления	Воздушно-эмульсионная смесь
Суммарная мощность электродвигателей, квт	295
Габариты станка, м:	
ширина	4,37
в рабочем положении:	
длина	9,5
высота	14,7
в транспортном положении:	
длина	14,65
высота	5,3
Масса станка, кг	42 000
Ходовая тележка:	
ход	Гусеничный
скорость передвижения, км/ч	0,6
преодолеваемый угол подъема, градус	12
удельное давление гусениц на грунт, кгс/см²	0,8
колея, мм	2525
база, мм	3250
ширина, мм	675
дорожный просвет, мм	420
привод гусениц	Индивидуальный гидравлический
Рабочий орган:	
привод вращателя	Гидравлический безредукторный
тип гидродвигателя	МРРФ-4
скорость вращения шпинделя, об/мин	36—61; 72—122; 108—183
подача инструмента на забой	Гидравлическая шагающая с автоматическим перехватом
осевое усилие на забой, тс	До 20
ход подачи, м	8
скорость подачи, м/мин	До 2

размеры гидроцилиндра подачи напорного механизма, мм:	
диаметр цилиндра	110
диаметр штока	50
ход поршня	500
мачта	Трубчатая четырехгранная пространственная ферма с открытой передней плоскостью
высота от оси шарнира крепления мачты до оси блока, мм	13 056
Механизм подачи штанг:	
кассета	Барабанного типа поворотная, расположенная внутри мачты
число штанг	6
подача кассеты	Гидравлическая
Лебедка:	
грузоподъемность, кг	2750
кратность полиспаста	2
усилие при подъеме бурового става, кгс	5500
окружная скорость на барабане м/сек	1
скорость подъема бурового става, м/мин	30
канатоемкость барабана, м	17
диаметр барабана, мм	365
диаметр каната, мм	15,5
Буровой став:	
тип бурового инструмента	Режущий, шарошечный, комбинированный
диаметр шнека, мм	208
диаметр штанги, мм	168
длина штанги, шнеков, м	8
соединение штанг	Замковое
Оборудование пневмосистемы:	
способ удаления буровой мелочи	Пневматический, шнековый, комбинированный
компрессор:	Винтовой 14ВКЭ
производительность, м³/мин	10
рабочее давление, кгс/см²	8
число	2
электродвигатель компрессора:	
тип	АО2-91-4
мощность, квт	75
скорость вращения, об/мин	1470
Оборудование для пылеподавления:	
способ пылеподавления	Воздушно-эмульсионной смесью
емкость бака, м³	3
насос:	
тип	1В-0,9
производительность, м³/ч	1—3,5
напор, м	35—12,5
электродвигатель:	
тип	АОЛ-22-4
мощность, квт	1,5
скорость вращения, об/мин	1400

Станок комбинированного бурения СБШК-200 представляет собой самоходный агрегат на гусеничном ходу. На гусеничные тележки установлена платформа, на которой монтируется все оборудование станка. В задней части платформы расположено машинное отделение, а в передней по продольной оси платформы находится рабочий орган, с помощью которого осуществляется вращение и подача бурового инструмента на забой и операции по сборке и разборке бурового става. С левой стороны рабочего органа расположены водяной бак, вентилятор установки для подавления пыли воздушно-эмульсионной смесью и холодильник для охлаждения масла гидросистемы. С правой стороны рабочего органа расположена кабина управления. Горизонтирование станка осуществляется тремя гидродомкратами, вмонтированными в платформу станка.

В кабине управления установлены пульт управления бурением, пульт управления ходом, гидродомкратами горизонтирования и подъемом мачты, тумбочка, откидное сидение, кресло машиниста и калориферная установка.

Ходовая тележка станка выполнена на базе гусеничного хода бурового станка 2СБШ-200. Она состоит из двух гусеничных тележек с индивидуальными приводами, соединенных между собой осями, платформы и трех гидродомкратов.

Гусеничный ход представляет собой две многоопорные гусеницы открытого типа.

С помощью рабочего органа осуществляются следующие операции: вращение и подача бурового инструмента на забой при бурении скважины; сборка и разборка бурового става.

Рабочий орган (рис. I-46) состоит из следующих основных узлов: мачты, вращательно-подающего механизма, механизма подачи штанг, лебедки подъема бурового става, механизмов отвинчивания штанг и долот, центратора и гидроцилиндров установки мачты.

Все основные узлы рабочего органа монтируются на мачте, подъем и опускание которой осуществляется двумя гидроцилиндрами.

Фиксация мачты в вертикальном и наклонном (15° к вертикали) положениях осуществляется двумя гидроцилиндрами с гидрозамками. Крепление мачты под углом 30° к вертикали выполняется с помощью шарниров, закрепленных на стойке передней части машинного помещения.

Вращатель представляет собой совмещенную в одном корпусе конструкцию опорного узла и воздухоприемника. Рабочий орган получает вращение от высокомоментного регулируемого гидродвигателя МРРФ-4, соединенного через опорный узел непосредственно со шпинделем вращателя. На нижний конец шпинделя навинчен переходник, внутри которого находится подпружиненная конусная муфта, осуществля-

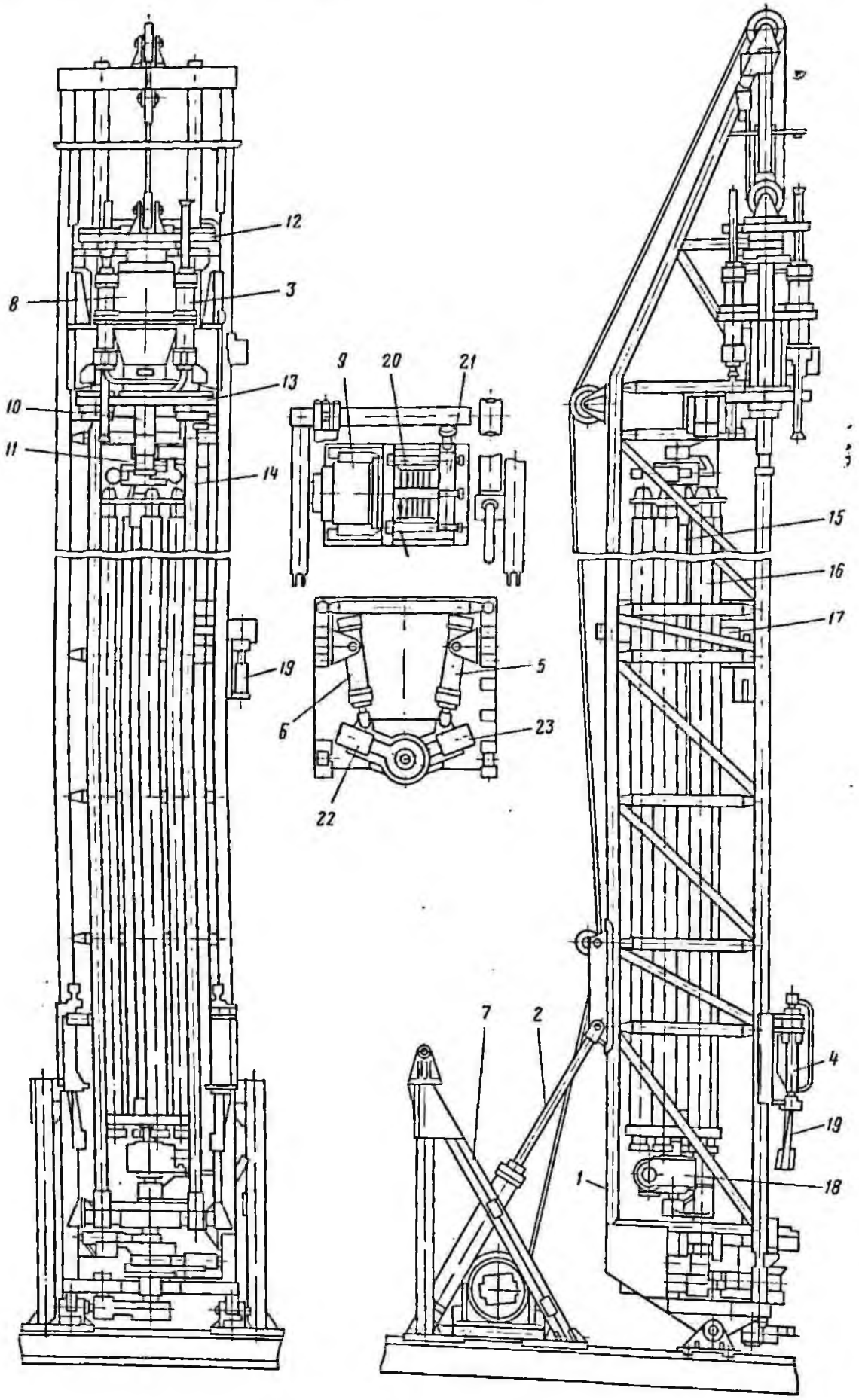


Рис. I-46. Рабочий орган станка СБШК-200:

1 — мачта; *2—6* — гидроцилиндры; *7* — стойка; *8*, *9* — гидродвигатели; *10* — шпиндель; *11* — переходник; *12*, *13* — траверсы; *14* — направляющие мачты; *15* — кассеты; *16* — буровая штанга; *17* — механизм подачи; *18* — механизм поворота кассеты; *19* — опорный рычаг; *20* — барабан; *21* — ленточный тормоз; *22*, *23* — гидравлические ключи

ющая торможение буровой штанги при отвинчивании ее нижнего конца во время разборки бурового става.

Напорный механизм состоит из четырех гидроцилиндров, укрепленных на корпусе вращателя. Штоки гидроцилиндров попарно соединены с двумя траверсами: верхней и нижней. Каждая траверса снабжена двумя трехкулачковыми гидропатронами и может свободно передвигаться по специальным направляющим, закрепленным на мачте.

Механизм подачи штанг монтируется внутри мачты и крепится к ней с помощью нижней и верхней опор. Механизм подачи штанг состоит из следующих узлов: кассеты барабанного типа, в которой размещается комплект буровых штанг, механизмов подачи, поворота кассеты и стопорения кассеты.

Лебедка состоит из гидродвигателя МРРФ-4, соединенного непосредственно с барабаном, и ленточного тормоза с приводным гидроцилиндром.

Центратор, установленный в нижней части мачты, предназначен для поддержания нижнего конца штанги при сборке и разборке бурового става во время бурения наклонных скважин. Он состоит из двух кронштейнов, прикрепленных к передним стойкам мачты, на которых монтируются два гидроцилиндра, соединенные с опорными рычагами.

Механизм отвинчивания штанг состоит из двух гидравлических ключей — верхнего и нижнего, закрепленных на опорно-поворотной плите, и гидроцилиндров поворота ключей. Нижний ключ является одновременно поддерживающей гидравлической вилкой.

Направление буровых шнековых штанг при бурении обеспечивается траверсой, расположенной над гидроключом и закрепленной к основанию мачты.

Станок комплектуется буровым ставом шнековых гладких штанг. Буровой став состоит из комплекта буровых штанг и долота. Шнековые и гладкие штанги могут быть установлены в любой комбинации. Соединение штанг резьбовое. Резьба замковая. В качестве исполнительного инструмента применяются долота ДРВ-2 и шарошки ТП, ТКП и СТП диаметром 190 и 214 мм.

Отвинчивание долот при их смене осуществляется специальным приспособлением, установленным под мачтой и прикрепленным к ее основанию.

Кинематическая схема станка СБШК-200, обеспечивая надежную работу всех его узлов, позволяет осуществлять эффективное управление буровым станком в процессе бурения, при проведении вспомогательных работ и транспортировке станка на новый объект.

Удаление выбуренной мелочи из скважины и охлаждение шарошечного долота осуществляются сжатым воздухом, нагнетаемым двумя компрессорными станциями НВ-10Э. Станции оборудованы винтовым компрессором 14ВКЭ маслозаполненного типа в одноступенчатом исполнении. В качестве привода компрессора использован асинхронный электродвигатель с двумя выходными концами вала.

Для очистки всасываемого из атмосферы воздуха над компрессором установлен фильтр автомобильного типа.

Удаление буровой мелочи из скважины производится следующим образом. От компрессоров сжатый воздух по трубопроводу и гибкому шлангу поступает в воздухоприемное устройство и через шпиндель вращателя — в буровой став, выходя из которого охлаждает шарошечное долото, подхватывает от забоя выбуренную мелочь и выносит ее из скважины. Подача сжатого воздуха в буровой став производится с помощью вентиля с электромагнитным приводом.

При бурении мягких пород буровая мелочь транспортируется шнеками. При бурении пород с коэффициентом крепости f не более 6 транспортировка буровой мелочи осуществляется комбинированным способом — шнеками и сжатым воздухом.

Для отдува породы от устья скважины применяется осевой вентилятор «Проходка 500-2М».

Гидравлическая система приводов станка СБШК-200 обеспечивает работу приводов гусеничного хода, лебедки подъема и опускания бурового става, привода вращателя, напорных цилиндров механизма подачи, патронов верхней и нижней траверс, гидродомкратов подъема и опускания станка (гидродомкратов горизонтирования), подвода, поворота и фиксации кассеты, центратора, верхнего и нижнего гидроключей, подъема и опускания мачты.

Для приводов гусеничного хода лебедки подъема и опускания бурового става и вращателя применен высокомоментный регулируемый радиально-поршневой гидромотор МРРФ-4. Остальные гидроприводы обслуживаются гидросистемой, выполненной по открытой схеме.

Включением электромагнитов можно вводить в работу соответственно один, два или три насоса одновременно. При работе на систему одного или двух насосов напорные магистрали нагруженных насосов автоматически отсоединяются от напорных магистралей разгруженных насосов с помощью обратных клапанов.

Работа привода вращателя при полной производительности всех трех насосов осуществляется

включением электромагнита сливного золотника.

Привод тормоза лебедки производится от гидроцилиндра, рабочая полость которого подсоединяется к золотнику управления.

Для подогрева гидромоторов перед запуском в зимнее время выходная магистраль из холодильника подключена к двухпозиционному золотнику, через который осуществляется прокачка масла через дренажные полости этих гидромоторов.

Скорость вращения гидромотора вращателя регулируется вследствие изменения объемной постоянной гидромотора при повороте распределителя.

Питание станка СБШК-200 электроэнергией осуществляется от сети переменного трехфазного тока напряжением 380 в и частотой 50 гц.

Станок подключается к карьерной сети через передвижную понизительную подстанцию (КТП) мощностью 320 ква и напряжением 6/0,4 или 3/0,4 кв. От КТП двумя гибкими кабелями напряжение 380 в подается к вводному шкафу станка, откуда оно поступает на станцию, где через автомат силовых цепей станка распределяется на все силовые цепи и цепи управления, за исключением цепей освещения и отопления.

Вся аппаратура управления и защиты электроприводом размещена в специальном шкафу, расположенном в машинном помещении и на пульте управления, установленном в кабине машиниста.

Серийный выпуск станка СБШК-200 предполагается начать в 1974 г.

Рис. I-47. Буровой станок СБШ-250К:

1 — кабина; *2* — машинное отделение; *3* — буровой став; *4* — гусеничный ход; *5* — мачта

Буровой станок СБШ-250К

Станок СБШ-250К (рис. I-47) является самоходной установкой, предназначенной для бурения вертикальных скважин в породах средней и выше средней крепости ($f = 12 \div 18$ по шкале проф. М. М. Протодьяконова).

Бурить скважины станком можно двумя способами:

шарошечными долотами диаметром 243—269 мм;

комбинированным способом (бурение скважин ведется шарошечными долотами, а затем заряжаемая часть расширяется огневым способом до 400 мм).

Областью применения станка являются открытые горные разработки по добыче сырья для черной и цветной металлургии, горнохимической про-

мышленности и предприятий строительных материалов.

Станок может бурить скважины в сухих и в обводненных монолитных и трещиноватых породах.

Комбинированный буровой став приспособлен для шарошечного бурения с одновременным огневым расширением заряжаемой части скважины и продувки забоя парогазовой смесью.

Удлиненная (25 м) мачта позволяет бурить взрывные скважины без наращивания штанг на карьерах с высотой уступов до 15 м.

На станке применен патронный привод вращения бурового става от электродвигателя постоянного тока через редуктор и резино-кордовую зубчатую муфту. Узел вращателя подвешен на канатах системы подачи. Для предотвращения передачи вибраций на вращатель между опорным узлом и штангой также установлена резино-кордовая зубчатая муфта.

Вращатель перемещается по направляющим мачты по мере углубления инструмента в скважину. Подача става на забой, создание усилия на забой и производство спуско-подъемных операций осуществляются двумя лебедками подачи с двукратной канатно-полиспастной системой.

Конструкция станка СБШ-250К обеспечивает удобное его обслуживание. Принятая система пылеподавления исключает возможность загрязнения атмосферы.

Кабина оборудована установкой приточной вентиляции с подогревом и увлажнением воздуха.

Техническая характеристика станка СБШ-250К

Диаметр шарошечного долота, мм	243; 269
Диаметр расширяемого участка скважины, мм	До 400
Скорость вращения инструмента, об/мин	30—150 (плавно-регулируемая)
Глубина бурения, м	19
Направление бурения	Вертикальное
Подводимое напряжение, в	380
Мощность, квт:	
общая	411
привода бурового снаряда (ПВ=80%)	60
привода компрессора	200
привода гусеничного хода	32
одновременная максимальная	351
Габариты станка, м	
ширина	4,96
длина:	
с поднятой мачтой	8,625
с опущенной мачтой	25,16
высота:	
с поднятой мачтой	25,55
с опущенной мачтой	6,07
Масса станка, кг	68 500
Подача на забой:	
тип	С помощью двух гидравлических лебедок с двукратной канатно-полиспастной системой
осевое усилие на забой, тс	До 30 (плавно-регулируемое)
Скорость подачи, м/мин:	
маневровая (вверх/вниз)	19/9,5
максимальная става при шарошечном бурении и огневом расширении, м/ч	105
крутящий момент, кгс·м	420
ход беспрерывной подачи, м	9,5
Компрессор:	
производительность, м³/мин	25
давление сжатого воздуха, кгс/см²	7
Горизонтирование станка	Тремя гидродомкратами
Ходовая часть:	
удельное давление на грунт, кгс/см²	1,28
максимальный угол подъема при передвижении станка, градус	10
удельное давление плит домкратов на грунт, кгс/см²	8,5
Рабочий орган:	
тип	Комбинированный (шарошечно-штыревое долото и воздушно-огнеструйная горелка)
расход рабочих компонентов:	
горючего (осветительный керосин), кг/ч	До 140
окислителя (воздух), м³/ч	1500
воды для парообразования и пылеподавления, м³/ч	До 3

Станок СБШ-250К смонтирован на гусеничном ходу с индивидуальным приводом гусеничных тележек.

На осях хода установлено машинное отделение с гидроэлектрическим оборудованием.

На каркасе машинного отделения имеются опоры, на которых закреплена мачта с вращательно-подающими механизмами и буровым инструментом. Мачта с помощью гидроцилиндров устанавливается в транспортное (горизонтальное) и рабочее (вертикальное) положения.

Гусеничный ход станка выполнен на базе унифицированного гусеничного хода УГ-60 с широким применением узлов и деталей этого хода. Тележки гусеничного хода отличаются от тележек хода УГ-60 тем, что они увеличены по длине на 600 мм, что вызвано необходимостью обеспечить станку СБШ-250К гарантированную устойчивость при передвижении.

Гусеничный ход состоит из левой и правой гусеничных тележек, осей, соединяющих гусеничные тележки, левого и правого приводов гусеничного хода.

Гусеничные тележки хода жестко скреплены между собой двумя поперечными осями. Вес установленного оборудования сосредоточен на осях-балках и через раму и систему балансиров распределяется на нижние катки. Гусеницы и катки обеспечивают равномерное распределение давления на грунт. Привод хода осуществляется через ведущее колесо, полый вал которого кулачковой муфтой соединен с валом редуктора РХ-9. Одновременно кулачковая муфта обеспечивает отключение вала редуктора от ведущего колеса гусеничной тележки при буксировке станка.

Каждая гусеничная тележка имеет индивидуальный привод, состоящий из редуктора РХ-9, электродвигателя МТКВ-411-8 и тормоза ТКП-300.

Машинное отделение, являясь силовой конструкцией станка, предназначено для размещения оборудования и защиты его от внешних воздействий и нагрузок, возникающих в процессе бурения.

В передней части машинного отделения П-образной конструкции размещены кабина и емкость для воды, между которыми установлена мачта. В средней части машинного отделения сосредоточены узлы гидро- и электропривода и пусковая аппаратура, которым созданы необходимые защитные условия от воздействия вибраций, влаги и перепадов температуры. В стене, отделяющей среднюю часть от компрессорного отделения, имеется дверь. С наружной стороны машинного отделения имеются боковая дверь с выходом на трап и дверь для выхода в машинное отделение. В задней части машинного отделения находится компрессорное отделение с винтовым компрессором ВК-11. Компрессорное отделение оборудовано боковыми, задними и верхними (на крыше) люками.

Кабина машиниста предназначена для создания обслуживающему персоналу станка комфортных условий труда и рассчитана на круглогодичную эксплуатацию в различных климатических условиях. Станок обслуживают два человека. В кабине сосредоточены все органы управления и контроля за механизмами станка. Конструкция кабины сварная цельнометаллическая со звукоизоляционными стенами и потолком.

Для уменьшения воздействия вибрационных нагрузок на обслуживающий персонал кабина выполнена как автономное помещение, которое устанавливается на передней площадке машинного отделения на резиновых амортизаторах. Планировка и расположение оборудования внутри кабины рассчитаны на создание максимальных удобств при работе.

В кабине машиниста установлены кондиционер воздуха и калорифер, которые обеспечивают подогрев и увлажнение воздуха по необходимости. Кондиционер и калорифер соединены воздуховодом с центробежным вентилятором. Воздух забирается через матерчатые рукавные фильтры. Воздушный поток, поступающий в кабину, регулируется заслонками, которые устанавливаются в воздуховоде. Для лучшего наблюдения за работой механизмов мачты и процессом бурения из кабины боковая стена, обращенная к мачте, имеет большую остекленную поверхность.

Для удобства монтажа и демонтажа кабины на ее крыше устанавливаются четыре рым-болта.

Для горизонтирования станка к каркасу машинного отделения прикреплены три гидродомкрата: два передних, установленных на специальных кронштейнах, и один задний, примыкающий к каркасу.

Горизонтирование станка производится по креномеру. После того как машина отгоризонтирована, полости гидродомкратов автоматически запираются гидравлическими замками. При передвижении станка опорные плиты гидродомкратов, соединенные шарнирно с гидроцилиндрами, поднимаются вверх, обеспечивая клиренс станка.

Мачта станка со всем оборудованием подвешена на специальных опорах, которые закреплены на силовых элементах машинного отделения. В мачте расположены: механизм замены долота; лебедки подачи с канатно-полиспастной системой; буровой став с вертлюгом и рабочим органом; блок гидроаппаратуры; подвеска коммуникаций мачты; вращатель с редуктором и патроном; установка отдува буровой мелочи и другое вспомогательное оборудование.

Конструкция мачты представляет собой сварную пространственную ферму, имеющую в сечении прямоугольную форму и состоящую из нижней и верхней секций. Обе секции соединены между собой болтами.

Нижняя секция мачты сварена из равнобоких уголков, а решетка — из уголков и швеллеров. Обвязка низа и верха секции выполнена из швеллеров. На нижней обвязке смонтированы лебедки подачи инструмента на забой и механизмы управления вспомогательными операциями. В средней части нижней секции приварены полуоси, с помощью которых мачта устанавливается на опорах и поворачивается в рабочее и транспортное положения. На задней стенке секции закреплена установка отдува буровой мелочи.

Верхняя секция мачты служит для размещения вертлюга, гирлянды для вертлюга, штанги

и верхних блоков. Вдоль всей мачты проходят направляющие для движения вертлюга, а в нижней ее секции размещены направляющие для вращателя.

Для закрепления мачты в транспортном положении на крыше машинного отделения имеется специальный механизм, состоящий из двух опор и троса с натяжным винтом, которым мачта прижимается к опорам. В рабочем положении мачта закрепляется специальным механизмом, расположенным внизу машинного отделения.

Заваливание мачты осуществляется двумя гидроцилиндрами, установленными на опорах мачты. Штоки гидроцилиндров закреплены на полуосях мачты. Масло в гидроцилиндры подается от маслонасосной станции. Управляют процессом заваливания с пульта управления, расположенного в кабине машиниста.

Для синхронизации работы гидроцилиндров их поршневые полости соединены между собой резиновыми рукавами высокого давления.

Вращатель (рис. I-48), предназначенный для вращения бурового става, состоит из электродвигателя постоянного тока ДПВ-52, имеющего мощность 60 квт при ПВ = 80%, напряжение 305 в и скорость вращения ротора 1230 об/мин, вентиляционной установки для охлаждения электродвигателя, редуктора с передаточным числом 11, патрона, каретки, шлицо-зубчатой муфты.

От выходного вала редуктора вращение передается шлицо-зубчатой муфте, предназначенной для передачи крутящего момента и предохранения электродвигателя и редуктора от толчков и вибраций.

Вентиляционная установка для охлаждения электродвигателя смонтирована на его верхнем фланце.

Патрон служит для соединения вращающегося шпинделя со штангой и лебедками подачи через двукратную канатно-полиспастную систему.

Осевое усилие от корпуса патрона передается шпинделю через упорный подшипник и кулачки, которые приводятся в действие от гидропривода патрона. В корпусе патрона заключена втулка, в которой может перемещаться поршень, снабженный манжетами. Полости, образуемые поршнем и втулками, снизу и сверху закрыты манжетными уплотнениями и через каналы в верхнем и нижнем установочных кольцах соединены с маслопроводом гидросистемы станка.

При подаче масла в верхнюю полость поршень начинает смещаться вниз и через гайку, сферический подпятник и упорный шарикоподшипник воздействует на планшайбу, соединенную с верхним концом шпинделя и вращающуюся вместе с ним. Вместе с тем планшайба может скользить вдоль шпинделя и воздействовать своими скошенными пазами на сопряженные с ними скошенные поверхности трех кулачков. Последние проходят сквозь три поперечных прямоугольных отверстия в стенке шпинделя и зажимают буровую штангу, проходящую сквозь продольное внутреннее отверстие шпинделя. Соединяя при зажатии штангу со шпинделем, кулачки передают первой осевое усилие и крутящий момент. При поступлении масла в нижнюю полость поршень поднимается вверх, втягивая кулачки внутрь, и освобождает штангу.

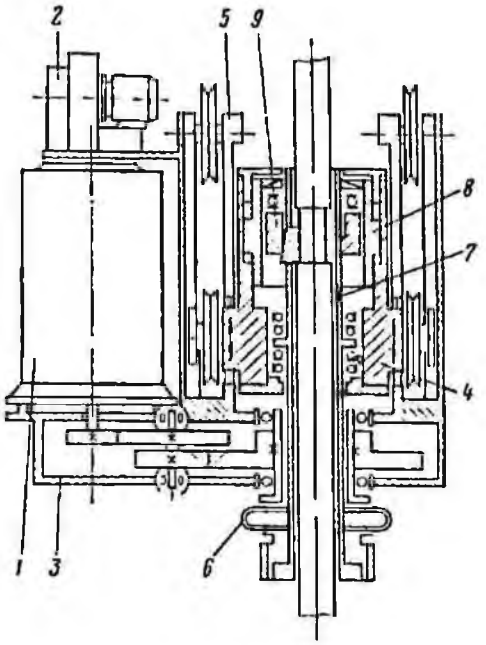


Рис. I-48. Вращатель станка СБШ-250К:

1 — электродвигатель; *2* — вентиляционная установка; *3* — редуктор; *4* — патрон; *5* — каретка; *6* — шлицо-зубчатая муфта; *7* — втулка; *8* — поршень; *9* — планшайба

Захватом и освобождением штанги управляет с пульта буровой мастер.

Крайние верхнее и нижнее положения вращателя на величину рабочего хода ограничиваются конечными выключателями, установленными на мачте.

Механизм замены долот предназначен для замены шарошечных долот и для свинчивания и навинчивания штанг при ремонтных работах. Механизм состоит из ключа, корзины, каретки, направляющей и двух гидроцилиндров. Для свинчивания и навинчивания штанг в механизме используются специальные вкладыши, вставляемые в профильные участки штанги и ключа.

На мачте станка имеется электроталь, которая смонтирована на обвязке мачты на крон-

штейне и предназначена для загрузки и выгрузки долот.

Для отдува буровой мелочи предназначена установка, состоящая из вентилятора «Проходка 500-2М», диффузора, на котором крепится вентилятор, и воздуховодов прямоугольного сечения. Нижняя, подвижная, часть воздуховода перемещается вверх с помощью гидроцилиндра, а вниз — под действием собственного веса. Гидроцилиндр сблокирован с системой гидродомкратов горизонтирования. Производительность вентилятора 145—225 м³/мин, мощность его электродвигателя 9,5 квт. Установка смонтирована на кронштейнах на каркасе мачты.

Для питания бурового става предназначены системы: воздушная, горючего, водяная, электрическая низкого напряжения.

Воздушная система состоит из компрессора ВК-11 с автоматической регулировкой производительности воздуха, регулирующего клапана с электрическим приводом, отрегулированного на положение дросселирования в режиме запуска рабочего органа. В положении клапана «Открыто» происходит работа горелки в рабочем режиме при максимальной производительности компрессора. Компрессор с электродвигателем и маслосборником смонтирован на раме холодильника с вентилятором и маслоотделителем.

При комбинированном бурении сжатый воздух, являющийся окислителем, подается по трубопроводу в вертлюг и далее по буровому ставу в горелку.

При шарошечном бурении в воздушную магистраль (на стояке машинного отделения) устанавливается эжектор для подачи в воздух воды и образования воздушно-водяной смеси.

Система питания горючим состоит из двух баков, шестеренного насоса, электродвигателя, трубопроводов, а также приборов контроля и регулирования рабочих параметров.

Баки для горючего расположены в задней части станка под установкой компрессора. Бак заполняется горючим из автозаправщика через заливную горловину, снабженную сеткой и крышкой. Для контроля уровня горючего в баке имеется датчик, а на пульте управления — указатель уровня топлива. Из бака горючее поступает к насосу, установленному в левой задней части станка. Шестеренный насос для горючего снабжен предохранительным клапаном с переливным золотником. Кроме того, около насоса установлен внешний предохранительный клапан с переливным золотником, позволяющий регулировать производительность насоса.

После насоса установлен фильтр тонкой очистки, препятствующий попаданию в напорную магистраль окалины и ржавчины. Все коммуникации горючего после фильтра выполнены из нержавеющей стали, что гарантирует надежную работу форсунок рабочего органа.

Насосом горючее подается через ротаметр РЭ-0,16Ж к дросселю, расположенному на пульте управления. Дросселем устанавливается требуемый расход горючего, контроль которого ведется по вторичному прибору на пульте управления — вольтметру с измененной шкалой.

Рабочий орган — парогазорасширитель ПГР-3 — имеет систему дистанционного зажигания горелки в виде свечи СР-65А. К свече по одножильному проводу сечением 4 мм² через все узлы бурового става подается ток низкого напряжения (4 в) и силой 16—18 а.

Для контроля и включения тока на пульте управления устанавливаются показывающие приборы и кнопка зажигания.

Водяная емкость состоит из двух баков, один из которых примыкает к машинному отделению в передней правой части станка, а другой размещается на оси хода станка под машинным отделением.

Установка водяного насоса предназначена для подачи воды в буровой став при комбинированном бурении и образования воздушно-водяной смеси при шарошечном бурении. Установка состоит из вихревого насоса, муфты и электродвигателя, смонтированных на раме.

При шарошечном способе бурения воздушный магистральный трубопровод имеет эжектор, с помощью которого вода распыляется и подается в трубопровод воздуха. Расход воды, подаваемой установкой водяного насоса в магистральный трубопровод, регулируется в буровой кабине вентилем по расходомеру с вторичным прибором — вольтметром с измененной шкалой, установленным на пульте управления.

Переключение подачи воды непосредственно в вертлюг при комбинированном бурении или к эжектору при шарошечном бурении осуществляется трехходовым краном.

Для использования при продувке водяной системы установлен трехходовой кран.

Гидравлический привод станка предназначен для выполнения следующих операций: создания усилия на забой, перемещения бурового снаряда и патрона; горизонтирования станка; подъема и заваливания мачты; замены долота; разбора бурового става.

Питание механизмов осуществляется от одной маслонасосной станции.

Вся гидроаппаратура управления и распределения собрана в блоки.

В состав гидравлической системы входят:

маслонасосная станция, в которой расположены насосы НАС-Ф 0,04/20, 50Г12-24, 5БГ12-22 с электроприводом, а также контрольно-регулирующая и распределительная гидравлическая аппаратура системы подачи и вспомогательных операций;

блоки гидроаппаратуры, в которых собрана гидравлическая распределительная аппаратура механизмов машинного отделения и мачты;

две лебедки подачи с приводом от гидромотора ДП-505;

вращатель с гидравлическим патроном для зажима бурового става;

регулятор подачи;

два гидроцилиндра заваливания мачты, три гидродомкрата горизонтирования, гидроцилиндры механизма замены долот.

Гидропривод станка состоит из трех систем:

системы объемного регулируемого гидропривода подачи, предназначенной для выполнения операций силовой подачи бурового снаряда на забой, спуска и подъема бурового снаряда и патрона;

системы объемного гидропривода зажима бурового снаряда;

системы объемного гидропривода вспомогательных операций.

Питание оборудования станка энергией осуществляется от карьерного трансформаторного блока мощностью 560 ква и напряжением 6/0,4 кв гибким шланговым кабелем марки КРШК $13\times150+1\times50$ мм² через кабельный ввод станка. Четвертая жила кабеля, подсоединяемая к контуру заземления подстанции, используется для заземления станка.

С кабельного ввода питание подается на автоматический воздушный выключатель с дистанционным электромеханическим приводом и расцепителем минимального напряжения 220 в, установленным в шкафу управления.

От шкафа управления непосредственно получают питание:

тиристорный преобразователь;

электродвигатели основных операций, связанных с процессом бурения, и электродвигатели вспомогательных операций.

В силовую цепь электропривода входят 19 электродвигателей.

Для удобства обслуживания и обеспечения безопасных условий работы машиниста применен автоматический выключатель с дистанционным электромеханическим приводом, позволяющий подать на станок напряжение с пульта управления бурением, а также снять напряжение как с пульта управления бурением, так и с выносного пульта управления гусеничным ходом.

Привод вращателя долота осуществляется электродвигателем постоянного тока с глубоким регулированием скорости, выполненным по схеме тиристорный преобразователь — двигатель с магнито-транзисторной системой импульсно-фазового регулирования. Применение на выходе указанной системы управления суммирующего магнитного усилителя с несколькими обмотками управления позволяет обеспечить автоматическое регулирование скорости вращения долота в зависимости от одного или нескольких параметров бурения.

Станок СБШ-250К серийно изготовляется Воронежским заводом горно-обогатительного оборудования.

Буровой станок СБТМ-20

Станок термомеханического бурения СБТМ-20 (рис. I-49) предназначен для бурения и разбуривания скважин в крепких и весьма крепких абразивных горных породах на открытых разработках. Кроме того, станок может быть использован для получения котловых расширений диаметром до 500 мм в любой части скважин, буримых шарошечными станками.

Техническая характеристика станка СБТМ-20

Диаметр бурения, мм	180—250
Диаметр «котла», мм	До 500
Глубина бурения, м	До 20
Расчетная техническая скорость бурения, м/ч	6—9
Скорость передвижения, км/ч	0.734
Максимальный угол подъема, градус	8
Установленная мощность двигателей, квт	364
Потребляемая мощность, квт:	
в летнее время	189
в зимнее время	274
Габариты станка, мм:	
в рабочем положении:	
длина	10 740
ширина	5940
высота с поднятой мачтой	25 060
в транспортном положении:	
длина	24 620
ширина	5940
высота	6230
Масса станка, кг	60 000
Рабочий орган:	
тип	Горелка односопловая
расход рабочих компонентов:	
горючего, кг/ч	90
сжатого воздуха, м³/ч	1500
воды, м³/ч	2—3
давление в камере сгорания, кгс/см²	7
диаметр горелки, мм	140
диаметр штанги, мм	121
диаметр коронки, мм	160
электродвигатель:	

тип	АО2-42-6
число	2
мощность, квт	4
скорость вращения, об/мин	955
редуктор:	
тип	Цилиндрический трехступенчатый двухприводной с вертикальным расположением валов
передаточное число	39,2
скорость вращения рабочего органа, об/мин	25,4
Лебедка:	
диаметр барабана, мм	478
канатоемкость, м	45
диаметр каната, мм	12,5
Ходовая часть:	
тип	УГ-60
грузоподъемность, т	60
скорость передвижения, км/ч	0,734
число гусеничных тележек	2
электродвигатель:	
тип	МТКВ-411-8
число	2
мощность, квт	16
скорость вращения ротора, об/мин	685
Установка насоса горючего:	
тип насоса	661Л
электродвигатель насоса:	
тип	АОЛ2-32-6
мощность, квт	2,2
скорость вращения, об/мин	950
полезная емкость топливного бака, кг	2000
Компрессор винтовой:	
тип	ВК-11
производительность, м³/мин	25
давление нагнетания, кгс/см²	8
температура воздуха на выходе из маслоотделителя, °С	+90

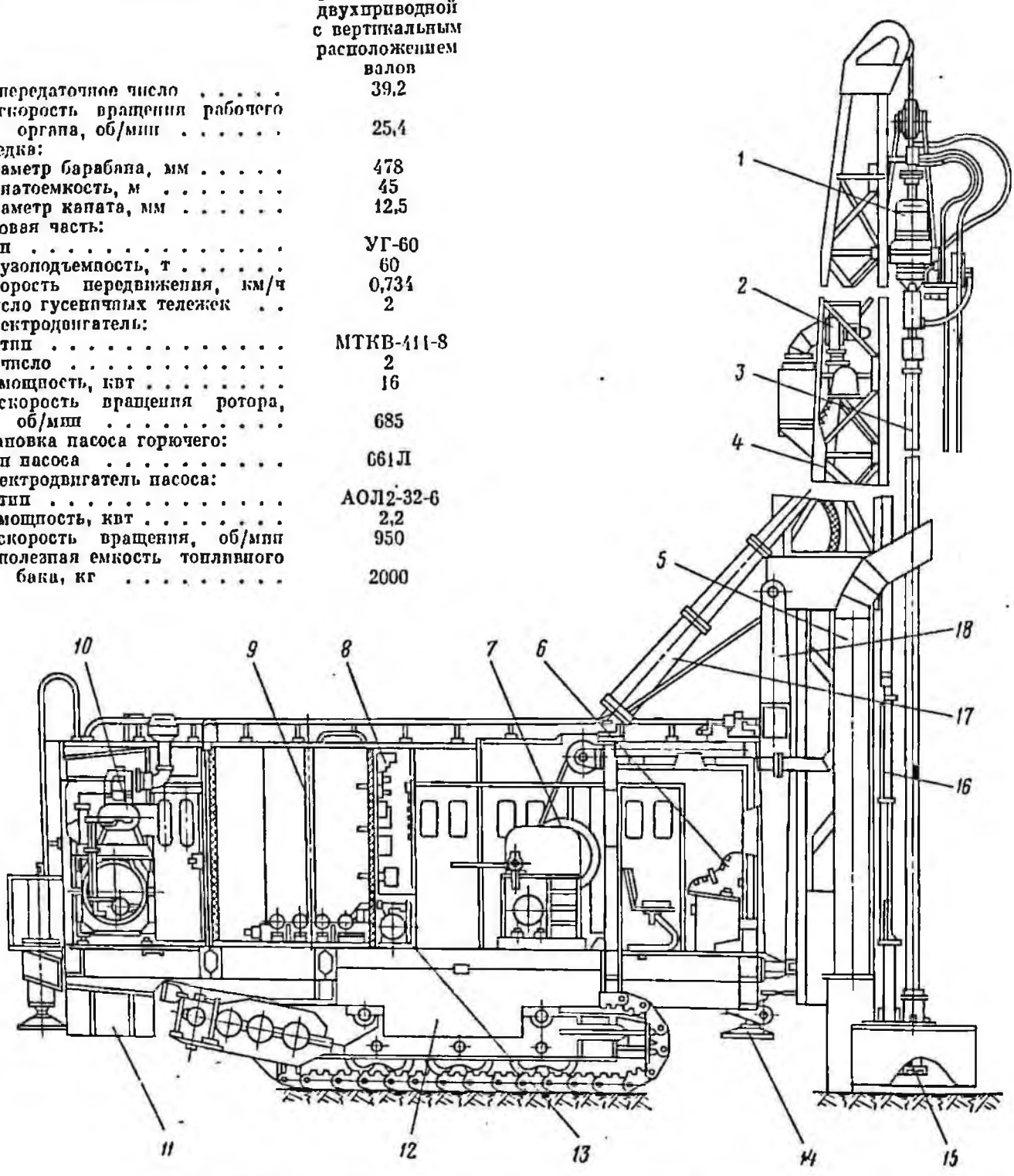


Рис. I-49. Станок термомеханического бурения СБТМ-20:

1 — рабочий орган; *2* — установка вентиляции и обогрева станка; *3* — штанга; *4* — мачта; *5* — установка аврации; *6* — пульт управления; *7* — лебедка подачи рабочего органа; *8* — станция управления; *9* — емкость для воды; *10* — компрессор; *11* — шкаф; *12* — ходовая часть; *13* — водяной насос; *14* — домкрат; *15* — термобур; *16* — гидроцилиндр; *17* — телескопические гидроцилиндры; *18* — опорная рама

электродвигатель:	
мощность, квт	200
скорость вращения, об/мин	2960
Установка для вентиляции и обогрева:	
тип вентилятора	Ц4-70 № $2^1/_2$
электродвигатель:	
тип	АОЛ-22-2
мощность, квт	0,6
скорость вращения ротора, об/мин	2860
калорифер:	
тип	СФО-25/1-Т
мощность, квт	25

Станок СБТМ-20 представляет собой самоходный буровой агрегат, все основное оборудование которого смонтировано в кузове, установленном на унифицированном гусеничном ходу. Горизонтирование станка перед началом бурения производится с помощью гидродомкратов, установленных на кузове. Внутри кузова расположены компрессор, емкость для воды, рабочий и закачной насосы для воды, электрические станции управления, лебедка

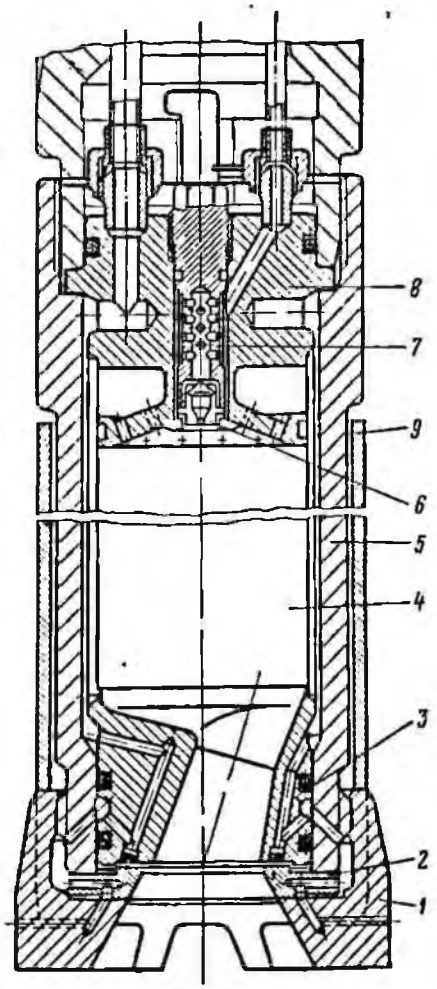


Рис. I-50. Термобур станка СБТМ-20:

1 — коронка; *2* — шайба; *3* — сопловая крышка; *4* — камера; *5* — чехол; *6* — форсунка; *7* — фильтр горючего; *8* — головка с завихрителем; *9* — гильза

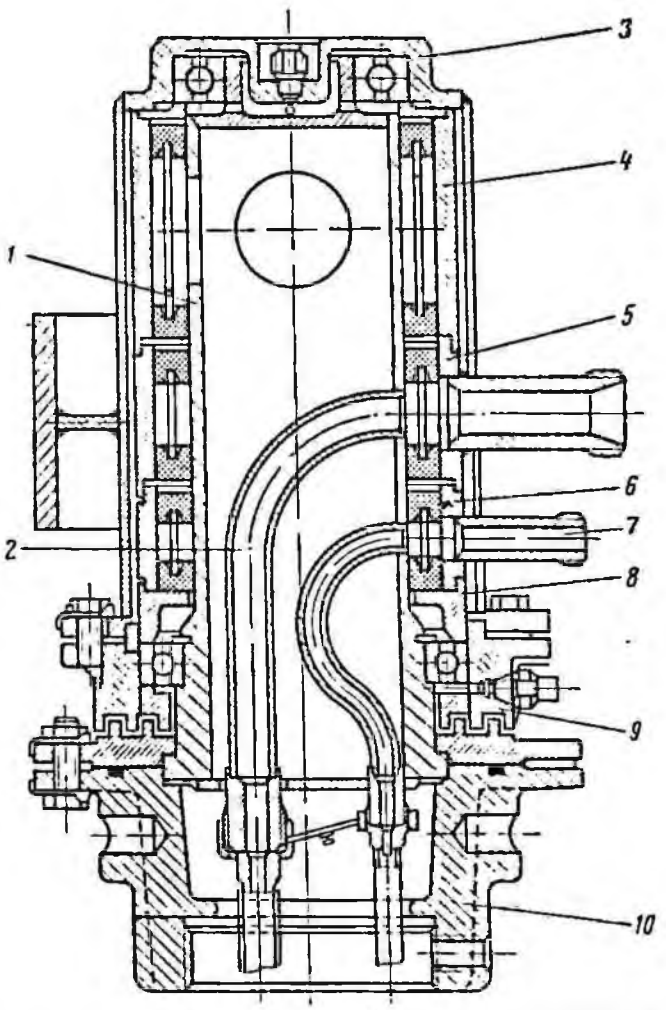


Рис. I-51. Подводящее устройство станка СБТМ-20:

1 — коллектор; *2* — трубка; *3* — кожух; *4—6* — стаканы; *7* — штуцер; *8* — упорное кольцо; *9* — крышка; *10* — фланец

для подачи рабочего органа, пульт управления. На кузове расположены мачта и телескопические гидроцилиндры, которые служат для установки мачты в рабочее, ремонтное и транспортное положения. К кузову мачта крепится через опорную раму.

На мачте смонтированы привод рабочего органа, штанга и термобур. Кроме того, на мачте размещены установка для вентиляции и обогрева станка и установка для аэрации.

Емкость для горючего расположена на ходовой части станка, а насос для горючего — в шкафу.

Рабочий орган представляет собой цилиндрическую буровую штангу, к нижней части которой присоединен термобур, а к верхней — привод рабочего органа с подвесным устройством и подводящее устройство для подачи рабочих компонентов в термобур.

Термобур (рис. I-50) состоит из камеры, которая представляет собой цилиндр, огранн-

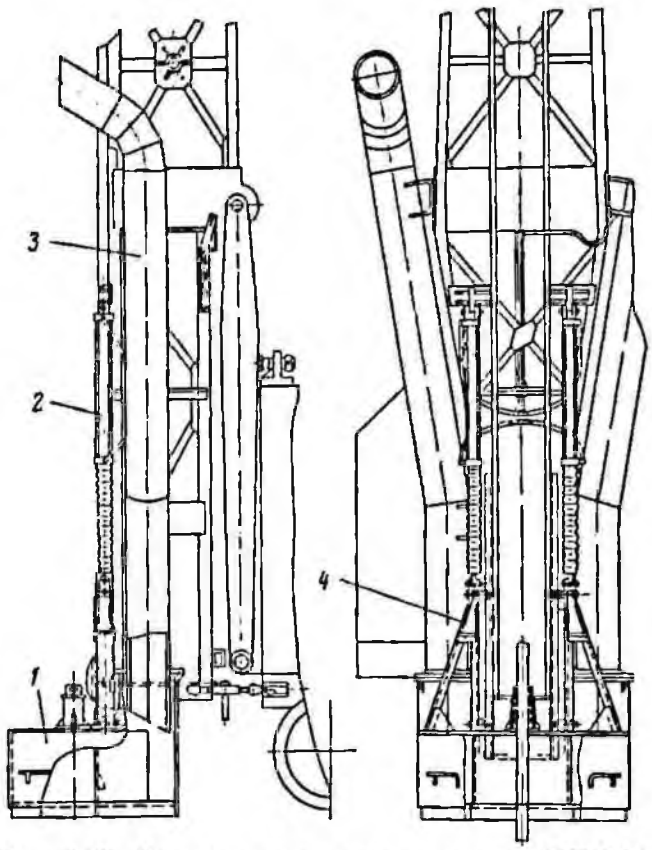


Рис. I-52. Установка для аэрации станка СБТМ-20:
1 — кожух; *2* — гидроцилиндр; *3* — трубопровод; *4* — тележка

чешный с одной стороны сопловой крышкой, а с другой — головкой с завихрителем. На штангу навинчивается чехол, прижимающий своим буртиком камеру к штанге. Уплотнение по головке камеры, фильтру горючего и сопловой крышке камеры производится резиновыми кольцами. Для предохранения от износа на чехол надеваются гильзы. Горючее в камеру поступает через форсунку, которая уплотняется с помощью прокладки. В нижней части чехла навинчивается коронка. Вода для охлаждения по водяной магистрали, идущей по штанге (в пространстве между камерой и чехлом), и далее по каналам проходит к сопловой крышке, затем попадает в пространство между коронкой и чехлом и, наконец, через шайбу поступает в охлаждающие каналы коронки. После охлаждения коронки вода выбрасывается в скважину.

Термобур получает вращение через штангу от привода рабочего органа, состоящего из подшипникового узла, двух пневмоцилиндров, датчика положения рабочего органа, редуктора, двух приводных двигателей, подводящего устройства и подвески.

К тягам подвески с помощью осей шарнирно крепится траверса, к которой подвешены пневмоцилиндры. Штоки пневмоцилиндров с надетыми на них тарельчатыми пружинами входят в корпус подшипникового узла. Вал подшипникового узла проходит через полый вал редуктора, на конец которого навинчено подводящее устройство.

Подводящее устройство (рис. I-51) состоит из пустотелого коллектора, присоединительного фланца, резинового кольца, стаканов, упорного кольца, крышки и кожуха. Фланец навинчивается на вал подшипникового узла и вращается вместе с ним и коллектором. Горючее подается через штуцер, вода — по трубке, а сжатый воздух — по полости коллектора. Рабочий орган поднимается и опускается лебедкой специальной конструкции, которая обеспечивает бесступенчатое регулирование скорости бурения, причем подъем и опускание рабочего органа выполняются на маневровой скорости.

Все механизмы и узлы лебедки смонтированы на раме. Лебедка состоит из следующих основных узлов: двухскоростного электродвигателя, муфты, цилиндрического редуктора, электромагнитной муфты, червячного редуктора, муфты, электродвигателя постоянного тока, установки барабана.

Для удаления продуктов сгорания и пара от устья скважины предназначена установка для аэрации (рис. I-52), состоящая из кожуха, гидроцилиндров, трубопроводов и тележки, к которой прикреплен кожух. Тележка перемещается по направляющим на мачте вместе с кожухом, закрывающим устье скважины. Подъем и опускание тележки производятся с помощью гидроцилиндров.

Гидравлическая схема станка (рис. I-53) предназначена для горизонтирования станка, установки мачты в рабочее, транспортное и ремонтное положения и подъема — опускания кожуха установки для аэрации. Всеми операциями управляют с гидравлической панели. Гидравлическое оборудование станка состоит из насосной станции, телескопических гидроцилиндров, гидродомкратов, гидравлической панели, оборотного клапана с дросселем, гидрозамков и арматуры.

Трехфазный переменный ток напряжением 380 в подводится к коробке ввода станка двумя кабелями КРПС $3\times70+1\times10$ мм² и далее проводами ПРГ сечением 120 мм² — к вводному автомату. Электроэнергия к станку подается от передвижной трансформаторной подстанции. Электродвигатели, нагревательные элементы питаются напряжением 380 в, цепи дистанционного управления — 36 в и цепи освещения — 220 в.

Процессом бурения, запуском насосов для воды и горючего управляют с пульта управле-

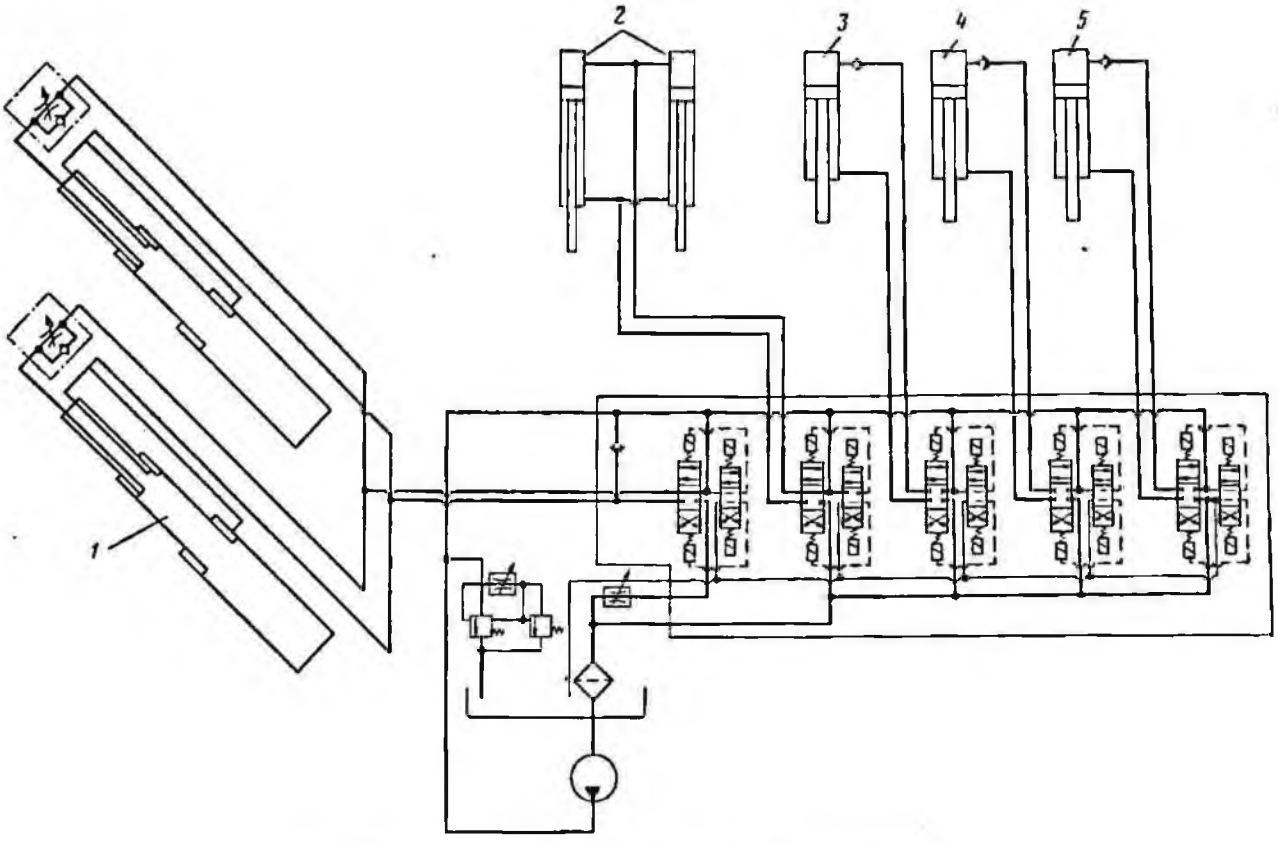


Рис. I-53. Гидравлическая схема станка СБТМ-20:

1 — телескопический гидроцилиндр; *2* — гидроцилиндры подачи; *3*, *4*, *5* — гидроцилиндры заднего, правого и левого гидродомкратов

ния, помещенного в кабине машиниста, а приводами хода, гидравлической системой — с выносных пультов.

Станок снабжен автоматической системой поддержания оптимального рабочего органа от забоя, что позволяет автоматически регулировать подачу термобура на забой скважины в зависимости от буримости породы. При плохой буримости предусмотрена возможность нанесения ударов по забою с помощью штанги. Управлять нанесением ударов (их частотой) можно вручную или автоматически.

Для улучшения условий труда в зимнее время емкость для воды, находящаяся в станке, оборудована системами предварительного подогрева и продувки водяных магистралей сжатым воздухом в конце смены.

При работе станка используются жидкое горючее и сжатый воздух. Для охлаждения камеры сгорания термобура применяется вода.

Бак для горючего расположен на ходовой части станка. Из него горючее подается по рукаву высокого давления через вентиль и фильтр в насос. Далее горючее по трубам и рукавам через подводящее устройство поступает в трубопровод горючего, идущий по штанге, и через фильтр и форсунку подается в термобур. Расход горючего контролируется расходомером и регулируется вентилем. Расходомер, показывающий прибор, вентиль и манометр находятся на пульте управления.

Вода поступает из бака к насосу через нагреватель, включаемый в зимнее время, и фильтр. Насосом вода подается на расходомер и далее на вентиль. Показывающий прибор расходомера и манометр находятся на пульте управления. После пульта управления вода по трубам и шлангам через подводящее устройство и трубопровод в штанге поступает в полость термобура.

Сжатый воздух от компрессора по трубам, проложенным в баке воды, поступает к вентилю, установленному на пульте управления. Давление воздуха контролируется манометром. До середины мачты воздух подается по трубе, а затем — по шлангу к подводящему устройству и далее по штанге к рабочему органу.

Опытно-промышленный образец станка СБТМ-20 испытан на карьере УОГОКа и рекомендован к серийному производству.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЗАРЯЖАНИЯ СКВАЖИН

§ 1. Машины для заряжания скважин

Машина МЗ-3*

Универсальная пневмозарядная машина МЗ-3 (рис. I-54) предназначена для заряжания сухих и обводненных скважин любого диаметра россыпными ВВ и смесями ВВ по гибкому шлангу длиной до 10 м, а также для приготовления в процессе заряжания игданита и зерногранулита в любой пропорции.

Машина МЗ-3 может быть использована на любых карьерах, имеющих автомобильные дороги.

Техническая характеристика машины МЗ-3

Грузоподъемность, т	10
Производительность, кг/мин	300
Наибольший подъем, преодолеваемый на сухом и твердом грунте без разгона с полной нагрузкой при протяженности подъема не менее 15 м, градус	18
Углы свеса под нагрузкой, градус:	
передний	42
задний	24
Двигатель:	
тип	ЯМЗ-238А
мощность, л. с.	164
Способ подачи ВВ в скважину	Пневмотранспортный
Дальность транспортирования ВВ по шлангу, м	10
Способ учета ВВ, поступающего в скважину	По числу оборотов шнека
Емкость, м³:	
бункера	8,6
левого отсека	4,3—5,6
правого отсека	4,3—3
Наибольший размер гранул или кусков ВВ, мм	5
Габариты, мм:	
длина	7855
ширина	2648
высота	3215
Масса незаправленной машины, кг	13 800

Универсальная пневмозарядная машина МЗ-3 представляет собой автомобиль-контейнер с устройством для получения взрывчатых веществ путем смешения их компонентов и пневматического транспортирования полученных ВВ в скважину по гибкому шлангу.

В качестве транспортной базы зарядной машины применено шасси автомобиля КрАЗ-256Б. На шасси установлена рама, на которой смонтированы все узлы и механизмы зарядной машины. Компоненты взрывчатого вещества (тротил и аммиачная селитра) или готовые взрывчатые вещества помещаются в бункере, установленном на верхнем основании рамы. Бункер для осуществления одновременного транспортирования двух компонентов ВВ (тротила и аммиачной селитры) разделен на два отсека продольной перегородкой, установленной шарнирно, что дает возможность изменять емкости отсеков. Из бункера компоненты ВВ поступают соответственно в правый и левый шнеки, подвешенные на болтах к нижнему основанию бункера, откуда по переходнику транспортируются в шлюзовой питатель, где смешиваются с сжатым воздухом, подаваемым по трубопроводу от компрессора, и по гибкому материалопроводу подаются в скважину.

Привод шнеков и питателя осуществляется от индивидуальных гидродвигателей.

В передней части машины установлена раздаточная коробка, служащая для привода компрессора и двух маслонасосов. Мощность на раздаточную коробку передается от двигателя автомобиля через коробку передач, раздаточную коробку автомобиля, коробку отбора мощности и карданный вал. Управляют коробкой отбора мощности из кабины водителя.

Для обогащения аммиачной селитры жидкой горючей добавкой в процессе приготовления игданитов машина имеет насос, который из баков по трубопроводам через форсунки впрыскивает дизельное топливо в левый или правый шнек, где происходит перемешивание горючей добавки с аммиачной селитрой.

Количество компонентов ВВ, поданных в в скважину, учитывается по скорости вращения шнеков. От левого и правого шнеков вращение передается на счетный редуктор, который шарнирной муфтой соединен со счетчиком, установленным около пульта управления.

Вся контрольно-измерительная аппаратура и органы управления машиной смонтированы на пульте управления или в непосредственной близости от него.

Кинематическая схема машины МЗ-3 приведена на рис. I-55.

* С 1972 г. в соответствии с ОСТ 24.073.01 «Машины зарядные для открытых горных работ» на шифр МЗ-3 заменен шифр машины СУЗН-5А.

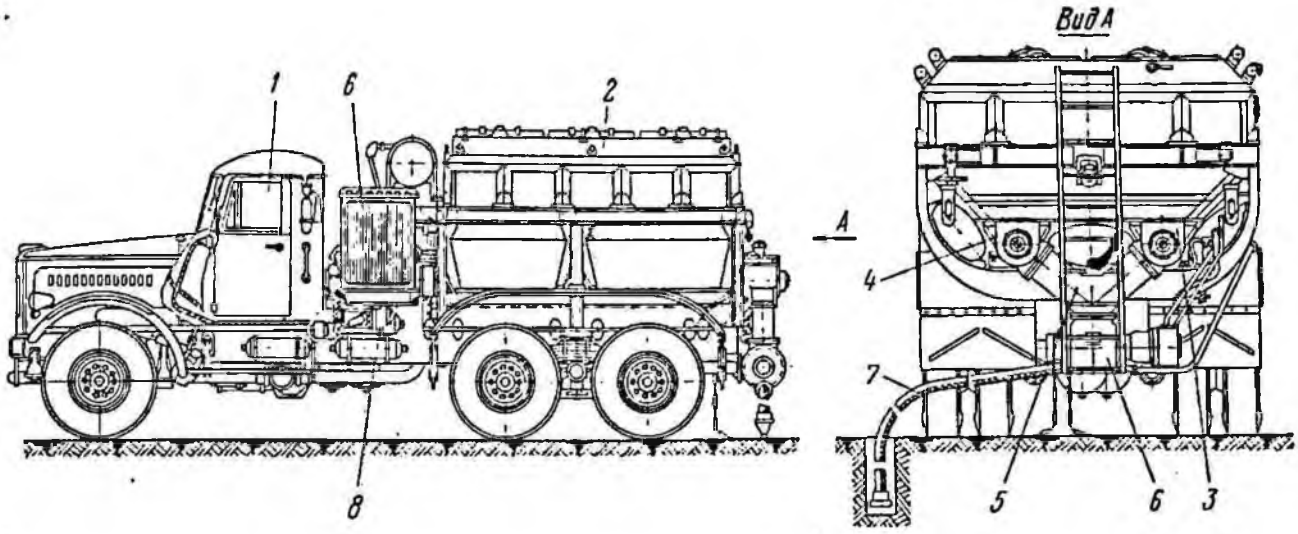


Рис. I-54. Машина МЗ-3

1 — кабина; *2* — бункер; *3, 4* — шнеки; *5* — плунжерный питатель; *6* — компрессор; *7* — материалопровод; *8* — раздаточная коробка

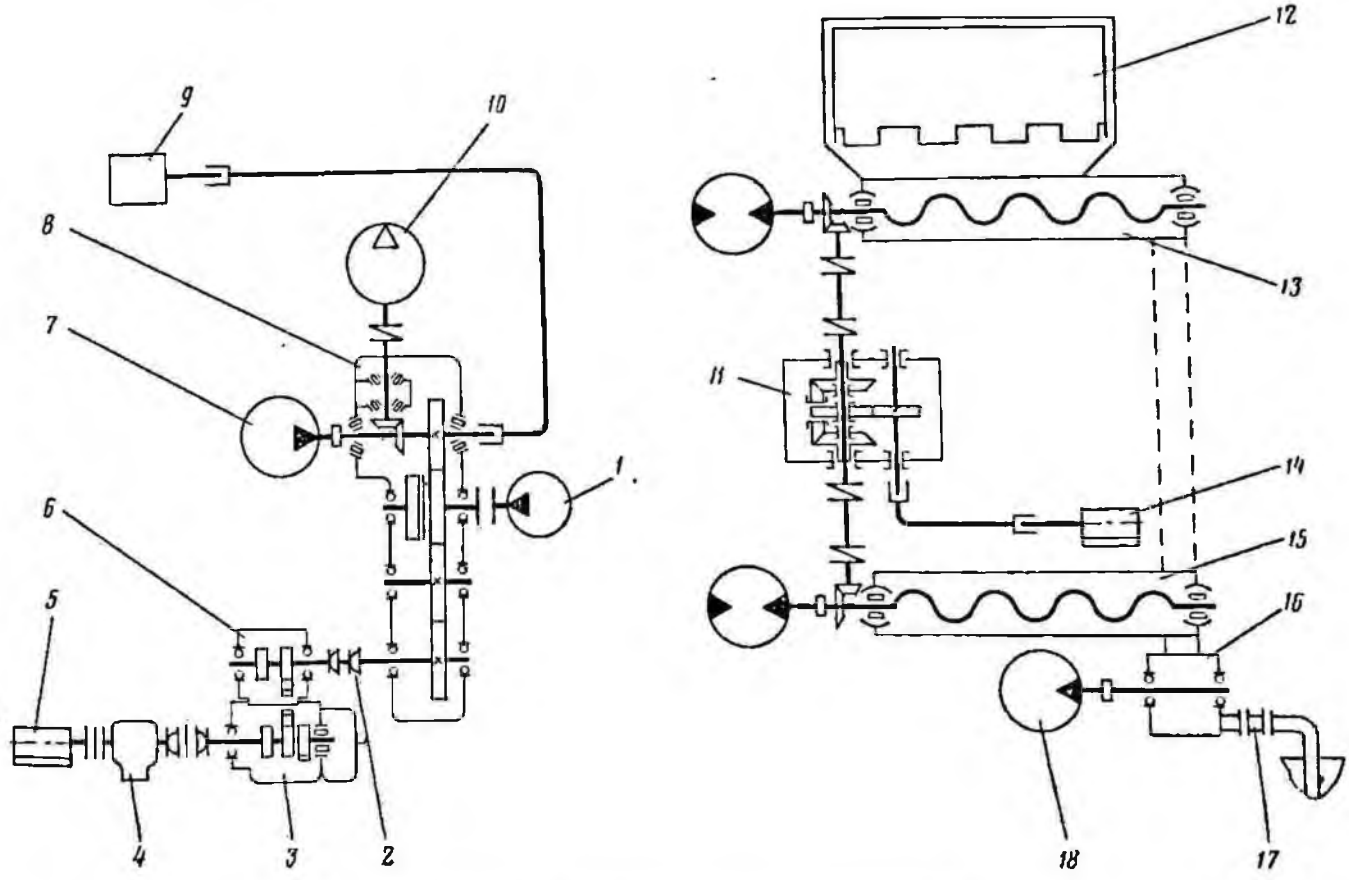


Рис. I-55. Кинематическая схема машины МЗ-3:

1 — маслонасос Г12—22; *2* — карданная передача; *3* — раздаточная коробка; *4* — коробка передач; *5* — двигатель ЯМЗ-238А; *6* — коробка отбора мощности; *7* — насос 100Г12-25А; *8* — раздаточная коробка; *9* — тахометр ТХ-1; *10* — компрессор ЗИФ-51; *11* — редуктор суммирующий; *12* — бункер; *13* — шнек правый; *14* — установка счетчика; *15* — шнек левый; *16* — установка питателя; *17* — переходник со шлангом; *18* — гидродвигатель ВЛГ-400А

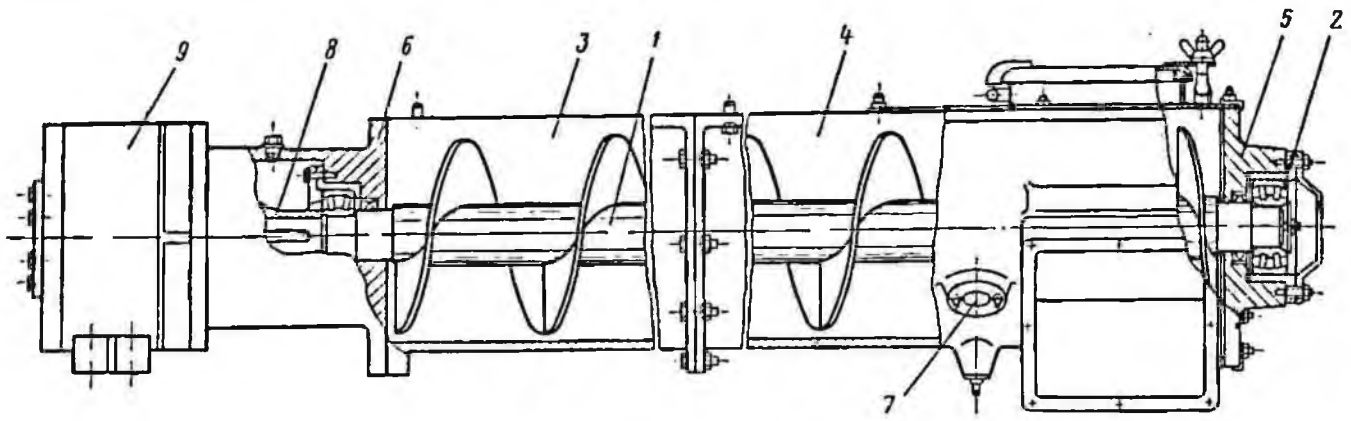


Рис. I-56. Шнек машины МЗ-3:

1 — вал; *2* — подшипник сферический; *3, 4* — передняя и задняя секции; *5, 6* — опорные крышки; *7* — отверстие для форсунки; *8* — зубчатая муфта; *9* — гидродвигатель

Назначение шнеков (рис. I-56) заключается в принудительной подаче компонентов ВВ из бункера в шлюзовый питатель. Сварной винт шнека поддерживается в корыте шнека двумя сферическими подшипниками. Корыто шнека состоит из двух передних и задней алюминиевых секций и торцовых опорных крышек. В задней секции имеются три радиально направленных отверстия, в которые вставлены форсунки для подвода жидкой горючей добавки.

Привод винта шнека осуществляется через зубчатую муфту от гидродвигателя, позволяющего бесступенчато регулировать в заданном диапазоне скорость вращения шнеков.

В собранном виде шнеки с помощью болтов крепятся к нижнему основанию бункера.

Цилиндрический питатель (рис. I-57) предназначен для подачи компонентов ВВ или готового ВВ из зоны атмосферного давления (из бункера через шнеки) в материалопровод, находящийся под избыточным давлением воздуха, в результате чего происходит насыщение воздухом (аэрация) транспортируемого ВВ, которое благодаря этому приобретает лучшую текучесть.

Ротор питателя сварной конструкции, армированный по периферии текстолитовыми пластинками, поддерживается в статоре двумя подшипниками, помещенными в крышках. Крышки также армированы текстолитовыми пластинками.

Привод ротора осуществляется через зубча-

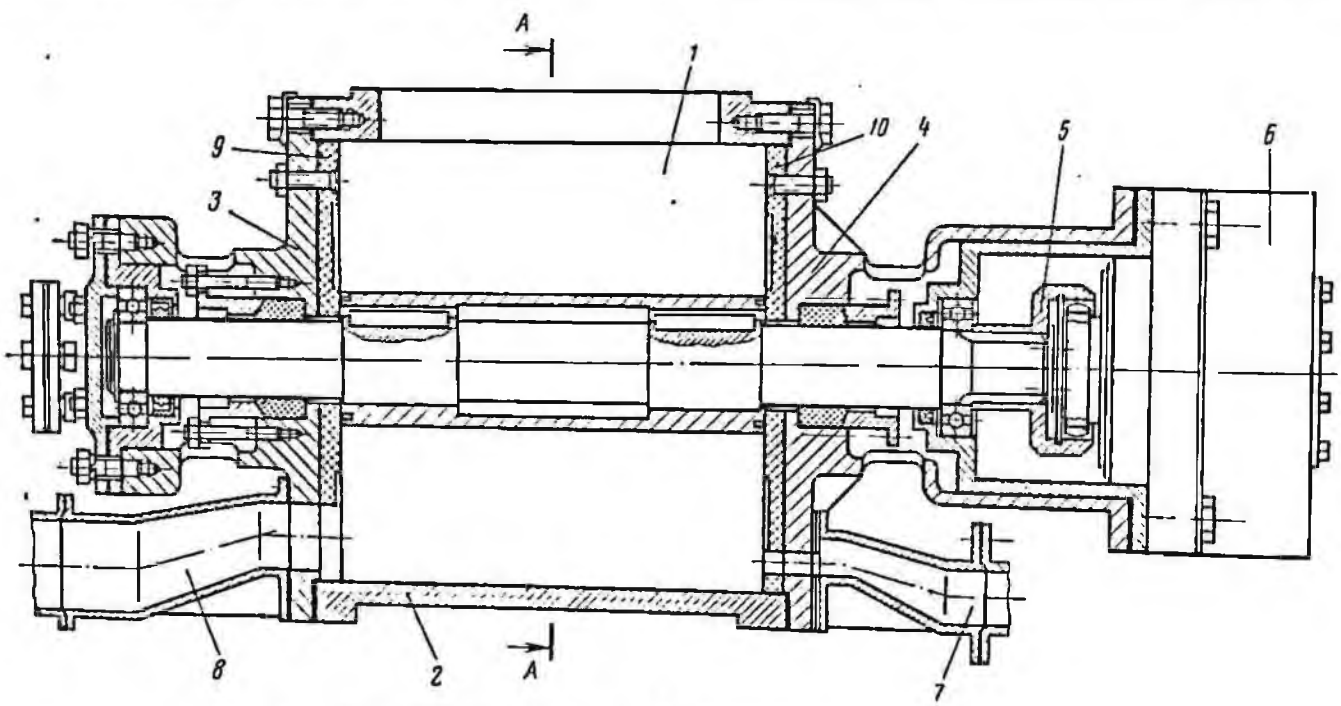


Рис. I-57. Цилиндрический питатель машины МЗ-3:

1 — ротор; *2* — статор; *3, 4* — крышки; *5* — зубчатая полумуфта; *6* — гидродвигатель; *7, 8* — переходники; *9, 10* — пластины крышки

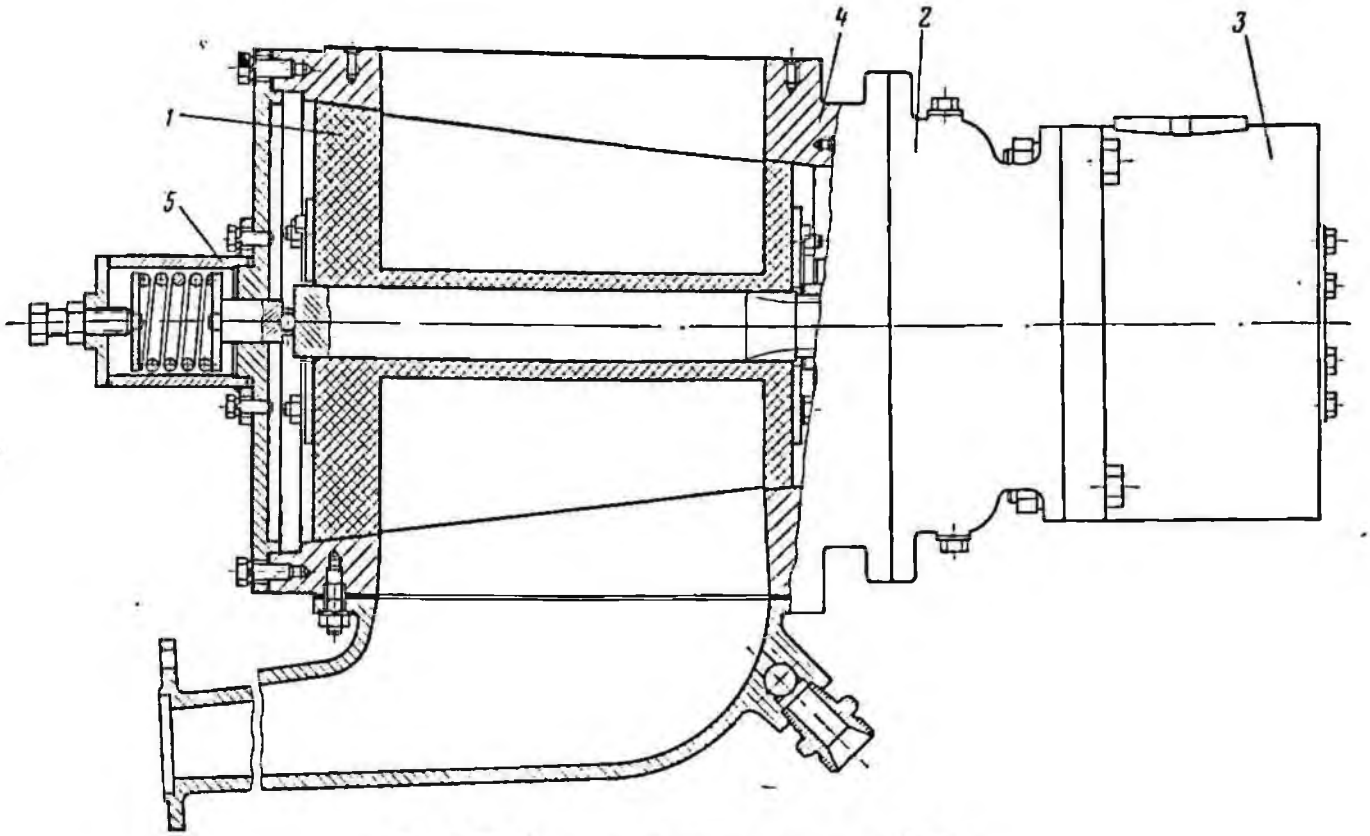


Рис. I-58. Конический питатель машины МЗ-3:

1 — барабан; *2* — планетарный редуктор; *3* — гидродвигатель; *4* — корпус; *5* — прижимное устройство

тые полумуфты от гидродвигателя, позволяющего бесступенчато регулировать в заданном диапазоне скорость вращения питателя.

Компоненты ВВ из шнеков подаются в статор питателя через верхнее окно и заполняют секции ротора, который, вращаясь, направляет ВВ в нижнюю часть статора, где смесь насыщается подаваемым от компрессора по патрубку через переходник сжатым воздухом и через отверстие в торцовой крышке и переходник по гибкому шлангу подается в скважину.

Барабан конического питателя (рис. I-58), изготовленный из древесно-слоистого пластика, приводится от гидродвигателя через планетарный редуктор.

Герметичность конического питателя достигается прижатием барабана питателя к корпусу посредством прижимного устройства. При работе поверхность барабана постоянно притирается к корпусу, и практически радиальные зазоры сводятся к нулю.

Гидравлическая схема машины МЗ-3 (рис. I-59) предназначена для вращения шнеков и питателя и бесступенчатого регулирования их скорости вращения при заряжании ВВ с различным соотношением компонентов.

Гидравлическая система рабочих органов машины МЗ-3 состоит из двух независимых систем: привода шнеков и привода питателя.

Масло в системы привода шнеков и питателя поступает от насоса, имеющего две секции. От первой секции масло через фильтр подходит к делителю потока и от него поступает к гидромоторам привода шнеков. Параллельно этой линии масло подходит к предохранительному клапану, настроенному на давление, на 3—5 кгс/см^2 большее рабочего давления, потребного для вращения шнеков под нагрузкой. Для управления предохранительным клапаном служит кран *6*, при открывании которого поток от первой секции насоса через предохранительный клапан с минимальным давлением, необходимым для преодоления сопротивления сети, поступает в бак.

Регулируемый делитель потока служит для установки любого заданного соотношения скорости вращения шнеков, при этом обеспечивается условие постоянства суммарной скорости вращения правого и левого шнеков.

От второй секции насоса масло через фильтр поступает к гидромотору *13* привода питателя. В ответвлении линии нагнетания гидромотора встроен дроссель, предназначенный для регу-

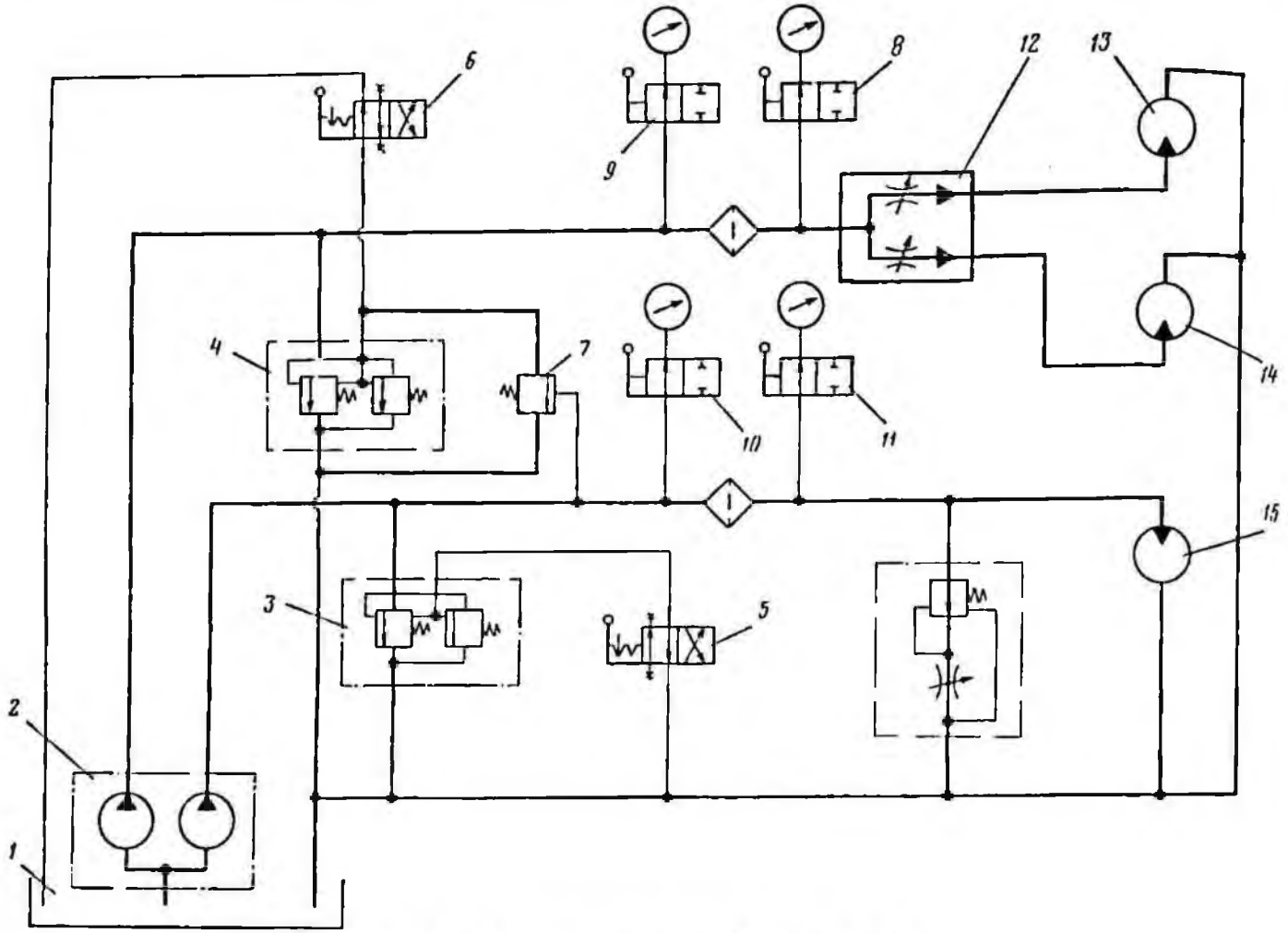


Рис. I-59. Гидравлическая схема машины МЗ-3:

1 — бак; *2* — маслонасос 100 Г12-25А; *3*, *4* — предохранительный клапан Г52-14; *5*, *6* — краны управления; *7* — напорный золотник; *8—11* — краны манометров; *12* — делитель потока; *13*, *14* — гидромоторы ВЛГ-400А; *15* — питатель

лирования скорости вращения питателя. Параллельно указанной линии от второй секции насоса идут еще две линии: первая к предохранительному клапану *3*, а вторая — к напорному золотнику. Назначение и устройство предохранительного клапана *3* аналогичны назначению и устройству клапана *4*. Так же как и к клапану *4*, к клапану *3* подключен кран *5*, управляющий клапаном, когда необходимо обеспечить разгрузку насоса на бак. Напорный золотник *7* обеспечивает остановку гидромоторов шнеков при непредвиденном стопорении (заклинивании) питателя в процессе работы.

Блокировка осуществляется следующим образом. При остановке гидромотора *14* давление в линии, подводящей к нему рабочую жидкость, возрастает до величины настройки предохранительного клапана *3*. Это давление по соответствующей линии передается на напорный золотник *7*, который под действием этого давления перемещает золотник вниз. При этом напорная линия предохранительного клапана *4* соединяется с баком, в результате чего масло от первой секции насоса через предохранительный клапан *4* поступает в бак, минуя гидромоторы *13* и *14*, и шнеки останавливаются.

В системах привода шнеков и питателя предусмотрены манометры с кранами, предназначенные для контроля величины и перепада давления.

При перепаде давлений на фильтре выше 5 кгс/см^2 необходимо разобрать и очистить фильтроэлемент. Если после очистки перепад давления не уменьшается, то фильтр должен быть заменен. Работать при перепаде давлений на фильтре более 5 кгс/см^2 не разрешается.

При смазке узлов зарядной машины необходимо выполнять следующие требования:

перед смазкой удалить пыль и грязь с пресс-масленок и пробок, а также с окружающих их мест;

замену масла производить при прогретых узлах и механизмах;

при смене масла в картерах раздаточной коробки и шнеков промывать картеры перед заливкой свежего масла;

прессовать шприцем смазку до появления ее из мест стыков деталей узла, подвергающегося смазке;

ежемесячно покрывать тонким слоем густой смазки (например, солидолом техническим) трущиеся поверхности замков и шарниров крышек бункера.

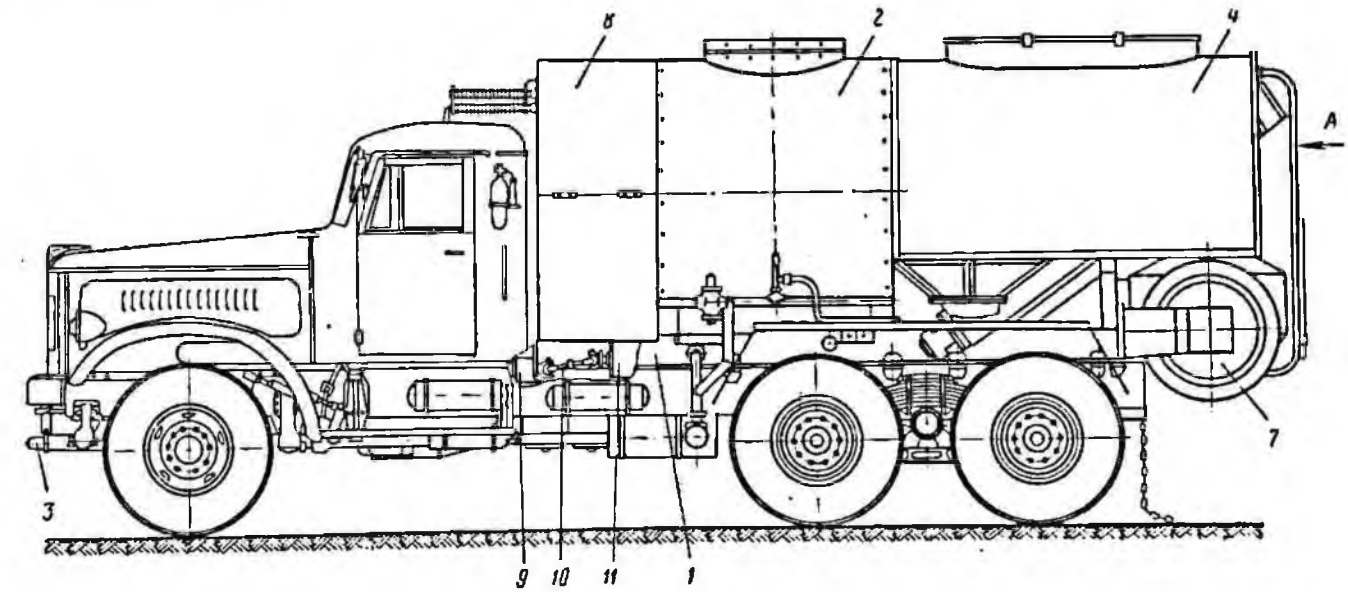
Зарядная машина МЗ-3 серийно выпускается Карпинским машиностроительным заводом и успешно эксплуатируется на многих карьерах страны. При механизированной загрузке и небольшом расстоянии транспортирования ВВ до взрываемого блока (5—6 км) сменная производительность зарядных машин МЗ-3 достигает 40 т. Наибольший экономический эффект получают предприятия, использующие эти машины на приготовлении взрывчатых смесей (игданита и зернограпулита) в процессе заряжания скважин.

Машина ТЗМ-1

Транспортно-зарядная машина ТЗМ-1 (рис. I-60) предназначена для транспортирования составных компонентов водонаполненных ВВ, а также приготовления этих ВВ в процессе заряжания скважин.

Техническая характеристика машины ТЗМ-1

База машины	Автомобиль КрАЗ-256Б
Грузоподъемность, т	9
Производительность, кг/мин	300



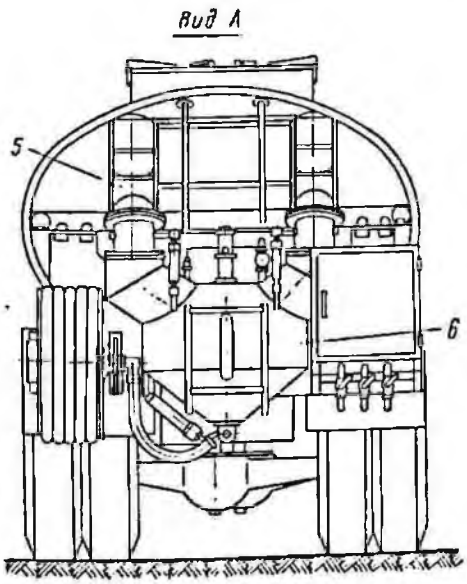


Рис. I-60. Транспортно-зарядная машина ТЗМ-1:

1 — рама; *2* — цистерна; *3* — трубы системы отопления; *4* — бункер; *5* — корыто шнека; *6* — мерно-смесительная камера; *7* — шланговый барабан; *8* — капот; *9* — коробка отбора мощности; *10* — карданный вал; *11* — редуктор

Емкость, м³:	
цистерны для раствора аммиачной селитры	4
бункера для сухих компонентов	4
бака для воды	0,3
мерно-смесительной камеры	0,45
Дальность транспортирования ВВ по шлангу, м	25
Тип двигателя питающих органов (компрессора, маслонасоса)	ЯМЗ-238А
Габариты, мм:	
длина	8500
ширина	2600
высота	3160

Транспортно-зарядная машина ТЗМ-1 представляет собой автомобиль КрАЗ-256Б, на шасси которого установлена рама. На раме смонтирована цистерна для раствора аммиачной селитры. Цистерна имеет эллиптическую форму и выполнена из нержавеющей стали. Верхняя и торцовые части цистерны покрыты теплоизоляционным слоем, защищенным металлической обечайкой. Нижняя часть цистерны имеет двойные стенки, пространство между которыми заполняется водой, образуя водяную рубашку. Через рубашку проходят трубы системы выхлопа, по которым при необходимости пропускаются отработанные газы от двигателя автомобиля. Газы нагревают воду в рубашке, что обеспечивает поддержание температуры горячего раствора аммиачной селитры в заданном интервале.

К цистерне примыкает бункер для тротила. Снизу к бункеру крепятся корыта наклонных шнеков, а сверху бункер закрывается откидными крышками. Загрузочная горловина бункера перекрыта сеткой. Наклонные шнеки предназначены для принудительной подачи компонентов ВВ из бункера в мерно-смесительную камеру. Винт шнека — сварной из нержавеющей стали. Корыто шнека выполнено из алюминиевого сплава. В верхней части корыта шнека имеется разгрузочное отверстие, через которое тротил поступает в мерно-смесительную камеру. Мерно-смесительная камера служит для совмещения раствора аммиачной се-

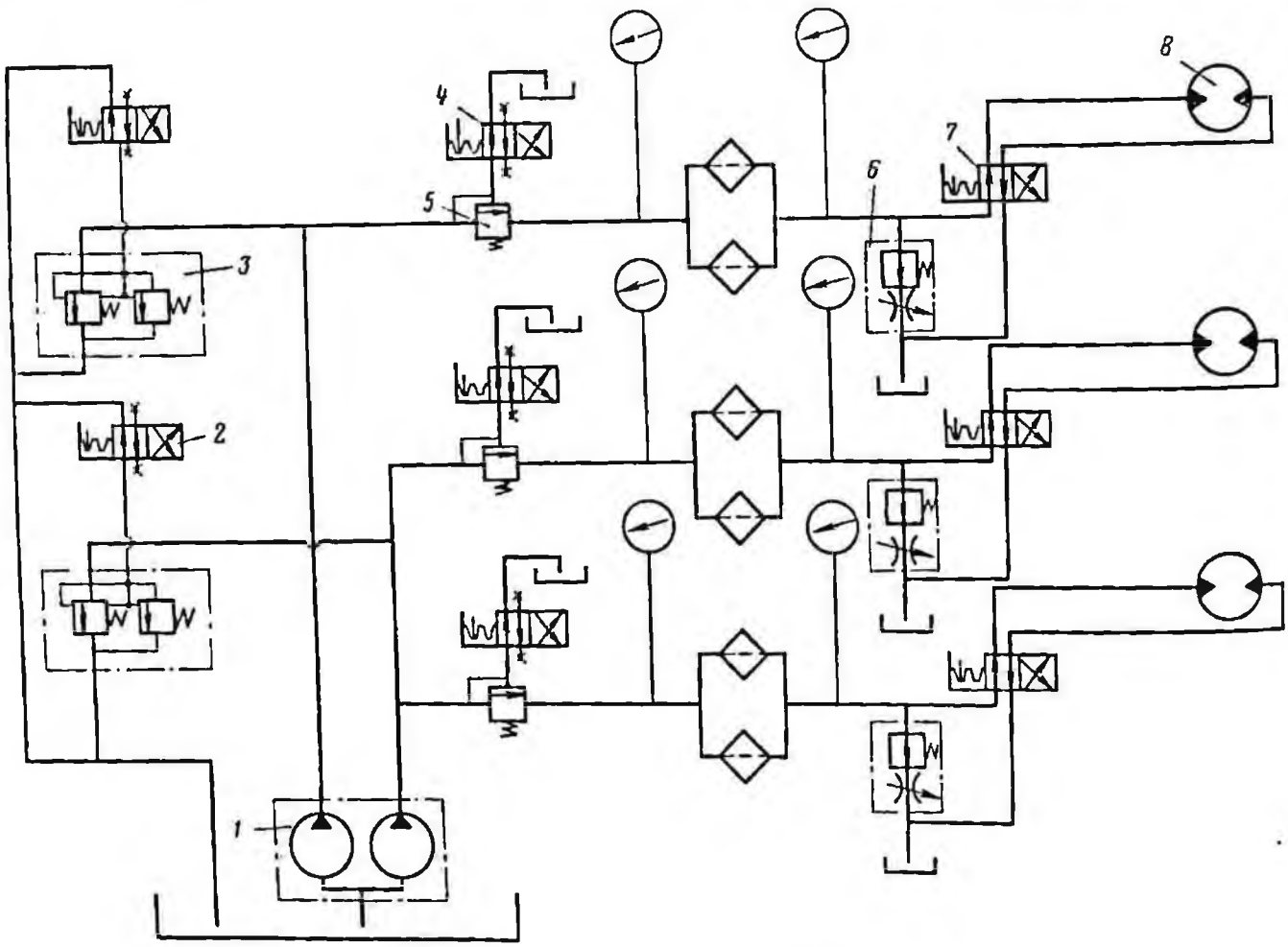


Рис. I-61. Гидравлическая схема машины ТЗМ-1:

1 — маслонасос 100Г12-25А; *2* — кран управления Г71-21; *3* — предохранительный клапан Г52-16; *4* — кран управления БГ71-21; *5* — напорный золотник Б154-15; *6* — дроссель; *7* — реверсивный золотник; *8* — гидродвигатель ВЛГ-400А

литры с тротилом и дозирования ВВ, подаваемого в скважину. Камера выполнена из нержавеющей стали в виде сварного сосуда. Для опускания зарядного шланга в скважину и подъема его в задней части машины установлен шланговый барабан.

Между кабиной автомобиля и цистерной под капотом расположены компрессор, маслонасос и пульт управления. Привод компрессора и маслонасоса осуществляется от двигателя автомобиля через раздаточную коробку, коробку отбора мощности, карданный вал и редуктор. Скорость вращения маслонасоса и компрессора устанавливается по тахометру, расположенному в кабине автомобиля.

На пульт управления вынесены термометры для контроля температуры аммиачной селитры в цистерне, воды в рубашке и готовой взрывчатой смеси в камерах, манометры для контроля давления воздуха в цистерне, водяной рубашке и камере, манометры для контроля давления масла в магистралях правого и левого шнеков, счетчики ВВ и краны управления.

Гидравлическая схема машины ТЗМ-1 показана на рис. I-61.

Сухими компонентами (аммиачной селитрой и тринитротолуолом) бункер машины загружается на складе, а цистерна горячим раствором аммиачной селитры заполняется из нагревательно-смесительной установки насосами через специальные патрубки на стационарном пункте по приготовлению раствора.

Технологическая схема работы машины ТЗМ-1 следующая. Сухие компоненты ВВ из бункера подаются наклонными шнеками в мерно-смесительную камеру. Одновременно из цистерны в камеру под действием сжатого воздуха поступает горячий раствор аммиачной селитры. Эти две операции сблокированы таким образом, что остановка одной вызывает остановку другой.

Составные компоненты ВВ перемешиваются в мерно-смесительной камере благодаря турбулентности струи поступающего раствора аммиачной селитры.

Приготовленное ВВ из камеры в скважину выдается по гибкому шлангу под давлением сжатого воздуха. Подъем и опускание шланга в скважину в процессе заряжания производится с помощью шлангового барабана.

В 1972 г. опытный завод института НИПИГормаш изготовил две машины ТЗМ-1, одна из них направлена на Качканарский ГОК, другая — на Соколовско-Сарбайский ГОК.

Машина МЗС-1М

Машина для заряжания скважин МЗС-1М (рис. I-62) предназначена для транспортирования гранулированной аммиачной селитры

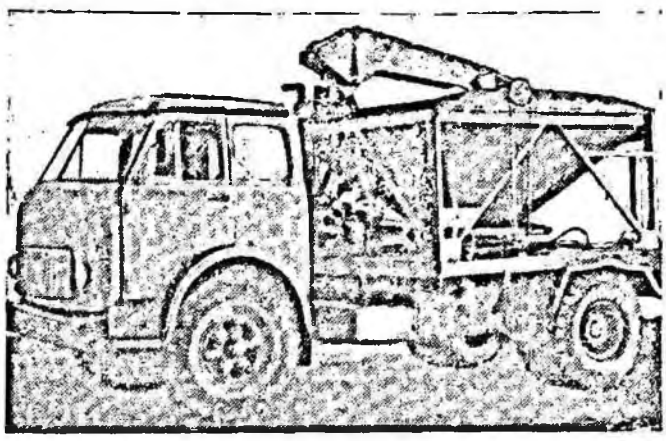


Рис. I-62. Машина МЗС-1М

и солярового масла в пределах горного предприятия, изготовления игданита и заряжания им вертикальных и наклонных (до 60—80°) скважин.

Техническая характеристика машины МЗС-1М

Тип	Самоходный
База	Автомобиль МАЗ-509
Диаметр заряжаемых скважин, мм	100 и более
Глубина заряжаемых скважин, м	До 25
Производительность (непрерывная), кг/мин	57
Емкость, м³:	
бункера	5
контейнера	0,5
Рабочий орган	Шнековый питатель и смесительное устройство
Гидрокран:	
грузоподъемность, кг	500
вылет стрелы, м	2,7
скорость подъема груза, м/мин	5,5—22,5
угол поворота стрелы, градус	200
Габариты, мм:	
длина	6640
ширина	2708
высота	3310
Масса машины, кг	13 270

Машина МЗС-1М выполнена на базе автомобиля МАЗ-509, на лонжеронах которого установлена сварная рама. На последней закреплены бункер, подъемный кран, механизмы заряжающей установки.

Аммиачную селитру загружают в бункер с помощью гидравлического подъемного крана, установленного в передней части рамы и оборудованного специальным контейнером с открывающимся днищем. Из бункера селитра поступает в шнековый питатель, который подает ее в смесительную воронку и далее в скважину. Соляровое масло с помощью насоса направ-

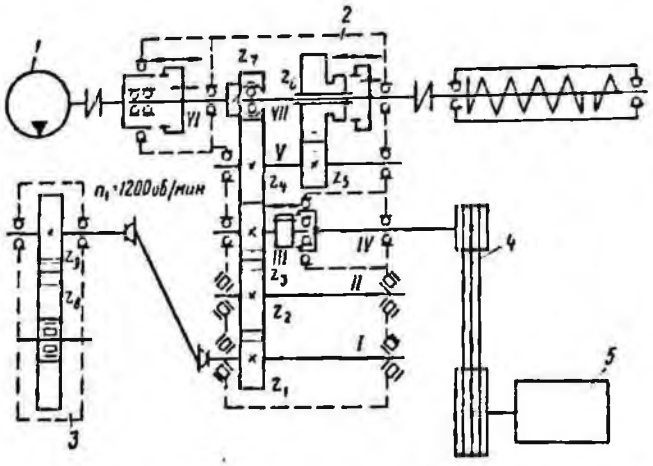


Рис. I-63. Кинематическая схема привода компрессора, гидронасоса и шнекового питателя машины МЗС-1М:
1 — гидронасос; *2* — редуктор; *3* — коробка отбора мощности; *4* — клиноременная передача; *5* — компрессор

ляется в смесительную камеру через форсунки, радиально установленные в отверстии, где смешивается с селитрой.

Сжатый воздух от компрессора РК-4/1 подается к выходному отверстию шнекового питателя, способствуя лучшему перемешиванию селитры с соляровым маслом и создавая дополнительную скорость частицам селитры для увеличения плотности заряжания скважины.

Счетчик учета ВВ, установленный в задней части машины, позволяет вести наблюдение за количеством поданного в скважину ВВ. В качестве счетчика ВВ использован таксометр Т-9Д с соответствующими изменениями.

Кинематическая схема привода компрессора, гидронасоса и шнекового питателя показана на рис. I-63.

От вала левой коробки отбора мощности через карданный вал вращение передается валу редуктора и затем валам привода шнекового питателя и привода гидронасоса. Конструкция редуктора допускает независимое включение компрессора, шнекового питателя и гидронасоса. Для включения и выключения приводов предназначены рукоятки, укрепленные на раме машины. Коробка отбора мощности включается пневматическим краном, установленным в кабине водителя.

Соляровое масло из бака поступает через кран в гидронасос и далее через кран, дроссель с регулятором, кран, коллектор с форсунками — в смесительную камеру.

Расход солярового масла регулируется с помощью мерительного бачка. Дроссель настроен на заводе-изготовителе таким образом, чтобы его гидравлическое сопротивление равнялось суммарному гидравлическому сопротивлению форсунок. Подача солярового масла регулируется дросселем с регулятором в случае резких колебаний температуры или применения других сортов масла или селитры. Для подачи солярового масла кран поворачивают таким образом, чтобы масло поступало в мерительный бачок, одновременно включив счетчик учета ВВ.

Включение шнекового питателя и подачи масла в мерительный бачок производится одновременно.

Поворотом дросселя получают необходимое процентное содержание солярового масла, заливка которого в бак осуществляется через заливную горловину от заправочных устройств. Возможна заправка бака с помощью насоса, при этом заправочный шланг с фильтром опускают в емкость с маслом, переключают краны и включают насос. Вся аппаратура управления сосредоточена на пульте управления, расположенном с левой стороны рамы машины.

Бункер для аммиачной селитры изготовлен из листовой нержавеющей стали. В его крыше имеется люк для загрузки селитры, закрытый специальной крышкой. Резиновое уплотнение между крышкой и люком обеспечивает надежную защиту внутренней полости бункера от атмосферных осадков. Нижняя часть бункера

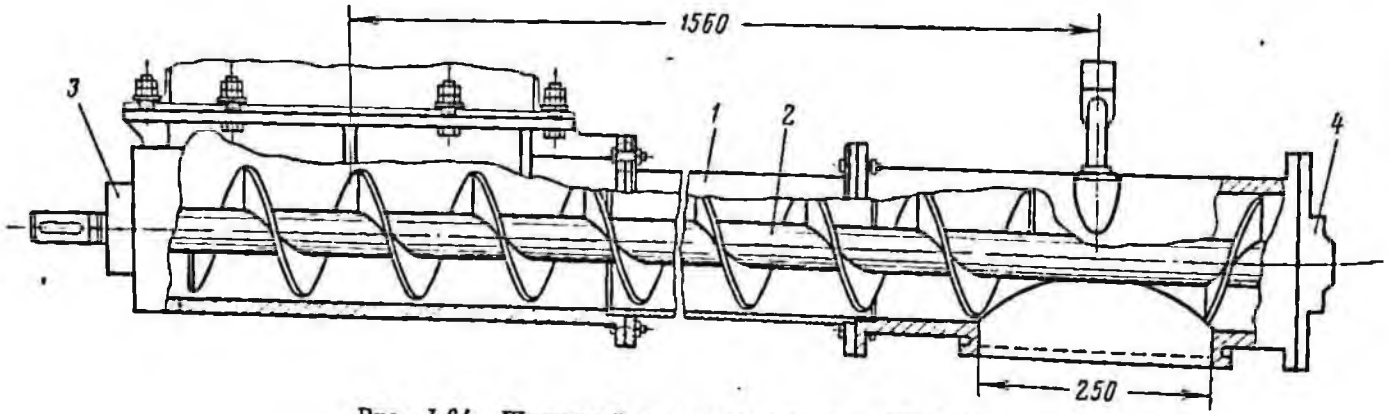


Рис. I-64. Шнековый питатель машины МЗС-1М:
1 — корпус; *2* — шнек; *3*, *4* — опоры

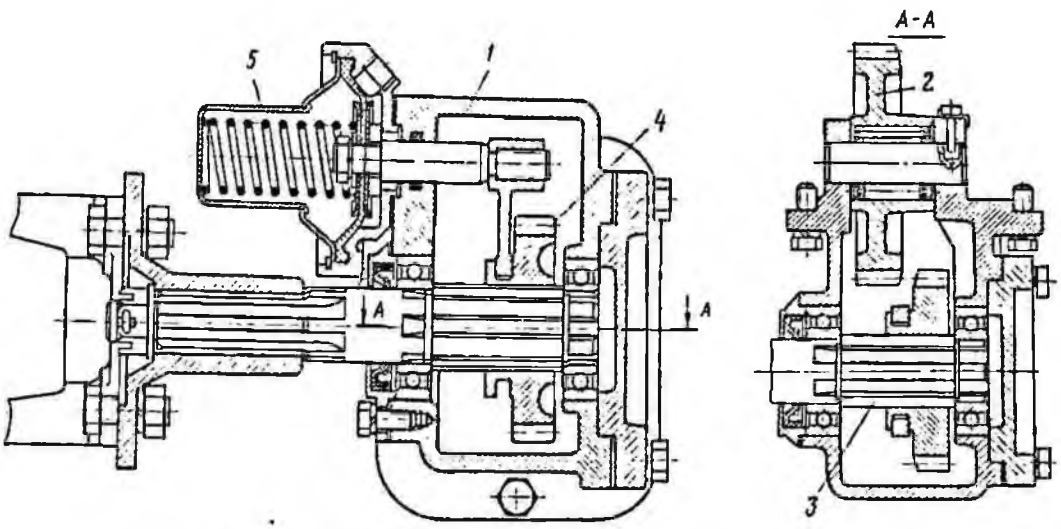


Рис. I-65. Коробка отбора мощности машины МЗС-1М:
1 — корпус; *2* — зубчатое колесо; *3* — выходной вал; *4* — шестерня; *5* — пневмокамера

снабжена фланцем для крепления шнекового питателя и шиберной заслонкой, закрываемой при перевозке ВВ и открываемой при заряжании.

Шнековый питатель (рис. I-64) состоит из корпуса и шнека, установленного внутри корпуса на подшипниках. Передняя часть корпуса, выполненного из алюминиевого сплава, имеет два фланца: один для крепления питателя к бункеру, другой для присоединения к трубе. Хвостовая часть корпуса шнека также выполнена из алюминиевого сплава с двумя фланцами для присоединения к трубе и к смесительной камере. Шнек выполнен из нержавеющей стали с переменным шагом для улучшения условий транспортирования селитры.

Коробка отбора мощности (рис. I-65) для привода механизмов машины установлена с правой стороны от коробки перемены передач двигателя. Она состоит из корпуса, зубчатого колеса, входящего в зацепление с зубчатым колесом, расположенным на промежуточном валу коробки перемены передач, выходного вала с шестерней. Включение коробки отбора мощности осуществляется пневмокамерой, установленной на коробке отбора мощности, на штоке которой закреплена вилка, перемещающая шестерню. Пневмокамерой управляют с помощью пневмокрана, установленного в кабине автомобиля. Конструкция левой коробки отбора мощности для привода компрессора, гидронасоса и шнекового питателя аналогична конструкции правой коробки отбора мощности, за исключением конструкции выходного вала.

Редуктор привода установлен на раме машины. Его конструкция предусматривает как раздельную, так и совместную работу шнекового питателя, гидронасоса и компрессора. Включение гидронасоса шнекового питателя и компрессора осуществляется через зубчатые муфты с помощью тяг и рычагов, установленных на раме машины.

В процессе эксплуатации машину обслуживают два человека: шофер-взрывник и его помощник или взрывник, наблюдающий за процессом заряжания скважин. Работа машины осуществляется в следующем порядке. Сначала заполняют бак гидросистемы смесителя соляровым маслом. Перед началом загрузки бункера машины закрывают шибером выходное отверстие бункера, а верхнюю крышку люка открывают. Селитру в бункер загружают специальным контейнером с помощью гидрокрана. Операцию загрузки бункера селитрой могут выполнять в пунктах механизированной загрузки зарядных машин.

Порядок работы машины на уступе определяется руководителем взрывных работ. Машина медленно движется вдоль линии скважин, при этом помощник шофера или взрывник, находясь сзади машины, наблюдает за правильностью наезда на скважину и сигнальной кнопкой предупреждает шофера об остановке машины. После остановки машины шофер включает привод шнекового питателя, гидронасоса и компрессора и открывает шибер, а затем по сигналу помощника включает правую коробку отбора мощности. Постепенно увеличивая число оборотов двигателя, шофер доводит их до номинального значения (1200 об/мин) и поддерживает в продолжение всего времени заряжания скважин. После появления в смесительной камере взрывчатого вещества помощник

включает счетчик и следит за его показаниями. При поступлении в скважину заданного количества ВВ помощник подает сигнал шоферу на выключение машины. После остановки машины счетчик устанавливается в исходное положение.

Техническое обслуживание шасси автомобиля, гидронасосов, компрессора и гидрокрана производится по соответствующим руководствам по эксплуатации.

Машина МЗС-1М серийно изготовляется Карпинским машиностроительным заводом.

Машина УПЗМ-2

Зарядная машина УПЗМ-2 (рис. I-66) представляет собой самоходную передвижную установку для заряжания буровых скважин игданитом.

Техническая характеристика машины УПЗМ-2

Производительность (расчетная), т/ч	5
Диаметр заряжаемых скважин, мм	150 и более
Тип рабочего органа	Шнековый питатель с пневмодатчиком
База	Автомобиль КрАЗ-222 с укороченной рамой
Рабочее давление сжатого воздуха, кгс/см²	2
Общая емкость бункеров для сухих компонентов ВВ, т	6,5
Емкость водяного бака, л	1200
Масса, т	12

Машина УПЗМ-2 работает в комплексе с загрузочным бункером — эстакадой, сооружаемым на перабочем борту карьера.

Базой машины является автомобиль КрАЗ-222 с укороченной рамой, на лонжеронах которой установлен бункер. Шнековый питатель машины приводится карданным валом от коробки отбора мощности автомобиля через зубчатую пару.

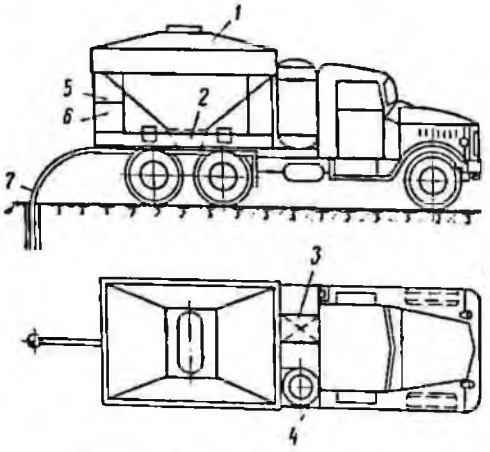


Рис. I-66. Машина УПЗМ-2

1 — бункер; *2* — шнековый питатель; *3* — компрессор; *4* — ресивер; *5* — бак для воды; *6* — бак для дизельного топлива; *7* — шланг

Крутящий момент от коробки отбора мощности передается также компрессору, сжатый воздух от которого поступает в ресивер, а затем через систему трубопроводов и вентилей — в воздушно-шнековый питатель.

На машине имеется бак для воды, необходимый при использовании ее для заряжания скважин акватолами, и бак для дизельного топлива — для заряжания скважин игданитами.

Впрыскивание жидких компонентов в зарядный тракт установки в процессе подачи ВВ в скважину происходит под давлением, создаваемым специальным насосом.

Готовое ВВ подается в скважину по шлангу диаметром около 120 мм и длиной 5—6 м.

При работе на акватолах сухая акватольная смесь из бункера поступает в камеру, откуда шнеком подается в воздушную магистраль, подхватывается струей сжатого воздуха, выходящего из насадки, и транспортируется по шлангу в скважину. Водонаполнение смеси производится в процессе подачи ВВ путем смачивания смеси водой из кругового оросителя, установленного перед входом в шланг.

При работе машины на игданитах бункер заполняется аммиачной селитрой, которая транспортируется сжатым воздухом, а необходимое количество дизельного топлива вводится в селитру через круговой ороситель.

Шнековый питатель крепится к днищу бункера зарядной машины. Вал шнека выполнен в виде полой трубы на радиально-упорных роликоподшипниках. Для передачи вращения используется открытая зубчатая пара. Узел механизма вращения шнекового питателя защищен от попадания пыли, грязи и частиц ВВ уплотняющими устройствами.

При заряжании блока машину обслуживает шофер-взрывник и взрывник-оператор. Шофер-взрывник находится у пульта управления, размещенного в кабине водителя, и производит запуск машины, а взрывник-оператор осуществляет необходимые операции с заряжающим шлангом.

Машина загружается сухими компонентами на специальном зарядном пункте, причем вода и дизельное топливо заправляются отдельно. По прибытии на место заряжания машина устанавливается в нужной позиции по указаниям взрывника-оператора и находится под его наблюдением.

Заряжающий шланг вставляется в устье скважины (если скважина сухая) или опу-

скается в донную часть ее (при заряжании обводненных скважин). Затем открывается дроссель подачи воздуха в систему пневмотранспорта, после чего включаются механизм шнекового питателя и система подачи жидкого компонента (воды или дизельного топлива в зависимости от вида заряжаемого ВВ).

В зависимости от физико-механических свойств взрываемых пород в скважину может подаваться смесь либо одного состава, либо в различной комбинации, например нижняя часть скважины заряжается водонаполненной смесью, верхняя — игданитом.

После окончания работы машины непосредственно на блоке производится очистка ее бункера и рабочих органов от остатков составных компонентов ВВ с помощью сжатого воздуха. Для этой цели к специальному вентилю пневмосистемы присоединяется шланг с наконечником.

Во время работы машины необходимо контролировать по приборам, визуально и на слух работу отдельных механизмов. При появлении стуков, посторонних шумов, повышенного нагрева и других признаков ненормальной работы агрегата следует остановить машину, выяснить и устранить неисправности.

Смазка комплектующих изделий зарядной машины производится в соответствии с инструкциями по эксплуатации этих изделий.

Заряжание скважин на открытых горных работах машиной УПЗМ-2 должно вестись в строгом соответствии с «Едиными правилами безопасности при взрывных работах».

Стоянка зарядной машины, полностью очищенной от остатков ВВ, должна быть организована в специальном или общем гараже автохозяйства на отведенном месте.

Загрузка машины взрывчатыми веществами и их составными компонентами должна производиться механизированными средствами или вручную под наблюдением оператора-взрывника или другого ответственного лица. Машина, наполненная ВВ, на месте работ перед заряжанием не должна оставляться без надзора или охраны.

Мелкий ремонт машины с загруженным ВВ можно выполнять на уступе или же на территории склада, а при необходимости ремонта в гараже ВВ должны быть перегружены в другую машину. При ремонте машины с ВВ запрещается производить какие-либо действия, вызывающие образование огня или искр.

Машина „Акватол-1"

Машина для заряжания скважин водонаполненными ВВ «Акватол-1» предназначена для механизированного заряжания сухих и обводненных взрывных скважин водонаполненными взрывчатыми веществами и акватолами 65/35С. Конструктивные особенности машины позволяют использовать ее в климатических районах с преобладанием низких зимних температур.

Техническая характеристика установки «Акватол-1»

Производительность, т/ч	6
База	Автомобиль КрАЗ-257
Вместимость, т:	
бункера для ВВ	5
расходного бака для воды	1,6
Мощность, квт:	
электрогенератора	75
суммарная электродвигателей	21,8
суммарная электронагревателей	75
Максимально допустимая скорость передвижения установки при транспортировке ВВ, км/ч	15
Напряжение, в:	
силовой цепи	380
цепи управления	36
Рабочее давление насоса, кгс/см²	10
Температура смеси водонаполненных ВВ, °С	10—20
Длина зарядного шланга, м	20
Габариты, мм:	
длина	9800
ширина	3000
высота	4200
Масса установки, кг:	
с грузом	26 500
без груза	20 000

Сухая акватольная смесь засыпается в бункер вместимостью 5 т через загрузочные люки. Под бункером расположен шнековый питатель, подающий и дозирующий смесь в смеситель вместимостью 80 л. Одновременно с подачей сухих компонентов в смеситель из бака насосом-дозатором через распылитель подается горячая вода. Для улучшения растворимости смесь перемешивается двумя роторами, имеющими лопасти в виде лопаток. При этом температурные потери компенсируются системой подогрева смесителя и промежуточного бункера для готового акватола. Система подогрева обеспечивает циркуляцию горячей воды через двойные стенки описываемых узлов с помощью циркуляционного насоса. Привод всех механизмов и устройств машины «Акватол-1» электрический от генератора переменного тока мощностью 75 квт с приводом от коробки отбора мощности автомобиля через ременную передачу.

Генератор и бак для горячей воды, оборудованный электронагревательными элементами, установлены в пыле- и влагонепроницаемом переднем отсеке кузова машины. Остальные механизмы, электродвигатели и приборы контроля и управления, выполненные во взрыво-

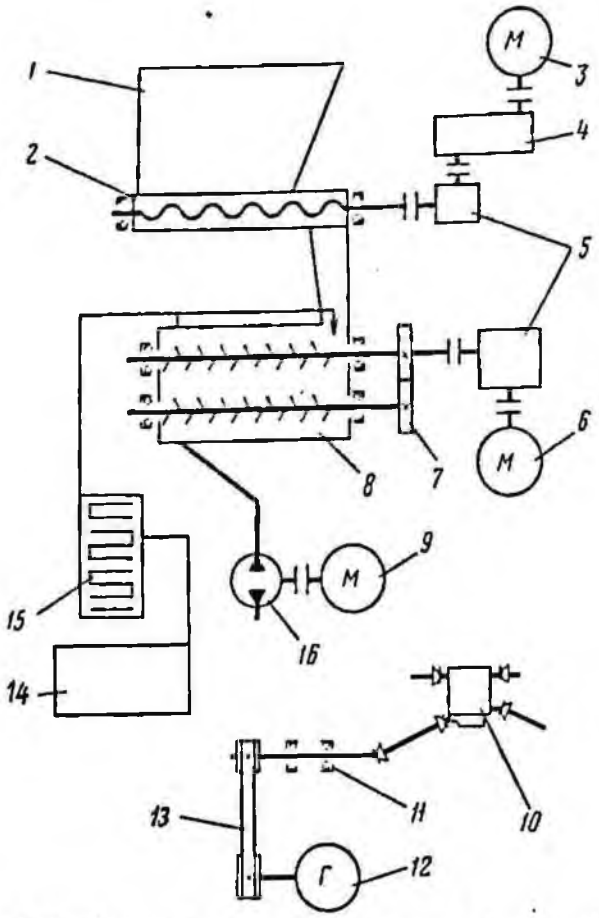


Рис. I-67. Кинематическая схема машины «Акватол-1»:

1 — бункер для сухой акватольной смеси; *2* — шнековый дозатор; *3, 6, 9* — электродвигатели; *4* — цепной вариатор ЧВЦ-2; *5* — червячный редуктор РЧН-120; *7* — зубчатая пара ротора смесителя; *8* — смеситель; *10* — коробка отбора мощности; *11* — промежуточная опора; *12* — генератор; *13* — клиноременная передача; *14* — бак для воды; *15* — нагреватель воды; *16* — насос

безопасном исполнении, установлены в техническом отсеке.

Машиной управляют с дублирующих пультов, один из которых расположен в кабине водителя, другой — в технологическом отсеке кузова.

Готовое ВВ подается по шлангу длиной 20 м плунжерно-диафрагменным насосом.

Благодаря изотермическому покрытию в машине создан искусственный микроклимат, обеспечивающий безотказную работу всех ее агрегатов в различных климатических условиях.

Кинематическая схема установки «Акватол-1» показана на рис. I-67. Шнековый дозатор вращается электродвигателем мощностью 2,8 квт через червячный редуктор РЧН-120 с передаточным числом 39 и цепной вариатор ВЦ-2, позволяющий изменять скорость вращения шнека в пределах от 16 до 48 об/мин.

Роторы лопаточного смесителя приводятся во вращение электродвигателем мощностью 4,5 квт через червячный редуктор РЧП-12 с передаточным числом 15,5. Лопатки роторов смесителя расположены под углом в направлении выдачи ВВ и вращаются в направлении, противоположном направлению вращения открытой зубчатой пары.

Питание электродвигателей энергией обеспечивается генератором мощностью 75 квт, получающим вращение от коробки отбора мощности базового автомобиля через промежуточную опору и клиноременную передачу. Готовое ВВ выдается под давлением, создаваемым насосом, приводимым электродвигателем мощностью 7 квт.

Машину обслуживают два человека.

Для заполнения бункера машины сухой смесью компонентов взрывчатого вещества и баков горячей водой машина подается на специальный загрузочный пункт, где ее подготовляют к отправке на место заряжания скважин.

Маневрирование машины при подъезде к заряжаемому блоку осуществляется под наблюдением взрывника.

Технологический процесс приготовления ВВ и его транспортирования в скважину протекает следующим образом. Шнековым питателем сухая смесь компонентов акватола из бункера подается через специальную течку в лопастной смеситель. Одновременно туда же через распылитель поступает горячая вода. Работа насоса, подающего воду, сблокирована с приводом шнекового питателя таким образом, что остановка одного механизма вызывает немедленное отключение другого, тем самым исключается нарушение количественного содержания компонентов ВВ.

После водонаполнения готовая смесь поступает в расходный бункер, из которого с помощью плунжерно-диафрагменного насоса нагнетается по шлангу в скважину. Одновременно с пуском смесительного устройства включается система рециркуляции горячей воды в рубашках подогрева смесителя и расходного бункера.

После окончания работ по заряжанию скважин циркуляционный насос системы подогрева используется для промывки горячей водой всех механизмов машины до полного удаления остатков ВВ.

Смазка узлов трансмиссии машины выполняется одновременно со смазкой узлов шасси базового автомобиля. Смена масла в редукторах привода шнекового питателя и лопастного смесителя производится не реже одного раза в три месяца маслом АК-10 по ГОСТ 1862—63.

При эксплуатации зарядной машины «Акватол-1» следует выполнять следующие условия:

во время работы машины не допускается нахождения посторонних лиц в зоне ее действия;

во время движения машины по уступу колеса

автомобиля должны быть не ближе 3 м от бровки уступа;

после окончания работ по зарядке скважин машина должна быть выведена в безопасное от взрыва место.

Профилактическое обслуживание и ремонт специального оборудования машины «Акватол-1» должны производиться одновременно с техническим обслуживанием базового автомобиля в сроки, обусловленные инструкцией завода-изготовителя.

Опытный образец «Акватол-1» был испытан с положительными результатами. Машина рекомендована к серийному производству.

§ 2. Машины для забойки скважин

Машина ЗС-1Б

Самоходная машина для забойки скважин ЗС-1Б (рис. I-68) предназначена для транспортирования забоечного материала и механизированной забойки заряженных вертикальных или наклонных (с углом наклона 60—90°) скважин.

В качестве забоечного материала применяются: песок, мелкий щебень, отходы обогатительного производства с объемным весом 0,6—2 т/м³ и размером кусков до 50 мм.

Техническая характеристика машины ЗС-1Б

Диаметр скважины, мм	100 и более
Глубина скважины, м	До 25
Производительность (с учетом маневров на уступе), м³/ч	8,4—27,4
База	Автомобиль МАЗ-509
Скребковый конвейер:	
скорость вращения звездочки, об/мин	8,6
ширина скребка, мм	500
расстояние между скребками, мм	304,8
длина, мм	3551
Емкость бункера, м³	5
Гидрокран:	
грузоподъемность, кг	500
вылет стрелы, м	2,7
скорость подъема груза, м/мин	5,6—22,5
угол поворота стрелы, градус	200
Габариты, мм:	
длина	7190
ширина	2670
высота	3250
Масса (без забоечного материала), кг	9770

На лонжероны автомобиля, являющегося базой машины ЗС-1Б, установлен бункер сварной конструкции, заканчивающийся выпускным коробом. В нижней части короба бункера закреплена конусная воронка для направления забоечного материала в скважину. Рабочим

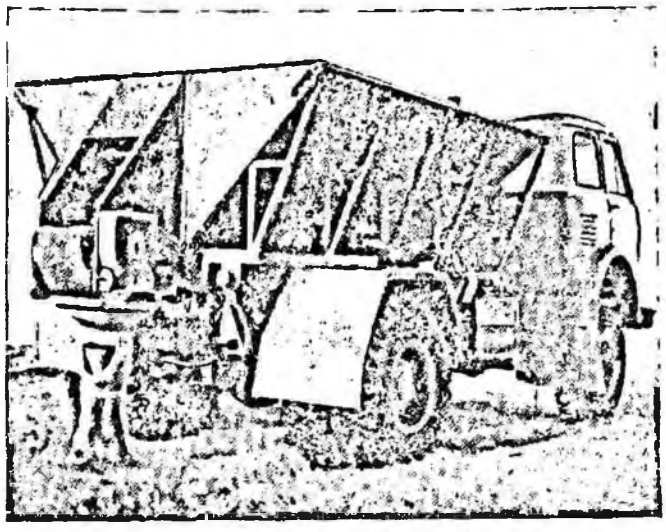


Рис. I-68. Машина ЗС-1Б

органом машины является скребковый конвейер, смонтированный в бункере.

Между кабиной водителя и бункером установлена рама с гидрокраном и пультом управления. Гидрокран оборудован грейфером для загрузки забоечного материала в бункер машины. Управляют краном со специальной площадки, прикрепленной к кронштейнам аккумуляторного ящика и топливного бака.

Привод механизмов машины осуществляется от двигателя автомобиля. С правой стороны коробки перемены передач установлена коробка отбора мощности, от которой через систему карданных валов, промежуточный и червячный редукторы вращение передается приводному валу конвейера.

Для привода гидрокрана с левой стороны коробки перемены передач установлена коробка отбора мощности с гидронасосом. На машине ЗС-1Б использованы коробки отбора мощности, применяемые на машине для заряжания скважин МЗС-1М. Управление коробками отбора мощности осуществляется пневмокраном, установленным в кабине автомобиля. Конструкция пневмокрана исключает возможность одновременного включения коробок отбора мощности.

Связь между шофером и его помощником происходит с помощью звукового сигнала автомобиля, кнопка которого помещена на задней стенке бункера.

От коробки отбора мощности вращение тремя карданными валами передается на промежуточный редуктор. Карданные валы установлены на промежуточных опорах, помещенных на раме автомобиля. От промежуточного редуктора вращение также посредством карданного вала передается на входной вал червячного редук-

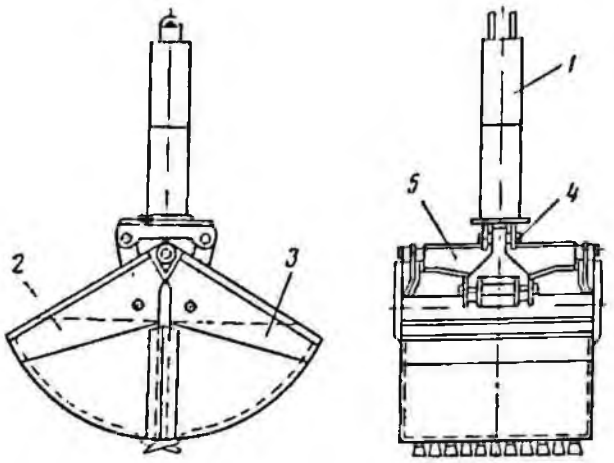


Рис. I-69. Грейфер машины ЗС-1Б:

1 — подвеска; 2, 3 — левая и правая челюсти; 4 — кронштейн; 5 — траверса

тора, на выходном валу которого установлена звездочка привода скребкового конвейера.

Для предохранения трансмиссии от перегрузок и поломок в червячном редукторе предусмотрена фрикционная муфта, отрегулированная на тяговое усилие 2500 кгс.

Бункер для забоечного материала емкостью 5 м³ имеет сварную конструкцию. Боковые стенки бункера выполнены двойными. В образуемую двойными стенками полость отводятся выхлопные газы двигателя, вызывающие повышение температуры внутренних стенок редуктора и их вибрацию, что предотвращает налипание, примерзание и зависание забоечного материала в бункере. Внешние стенки выполнены с термоизоляцией в виде асбестовой прокладки.

На задней стенке бункера внутри короба установлена заслонка для регулирования производительности скребкового конвейера.

Двухчелюстный грейфер (рис. I-69) с гидравлическим приводом состоит из левой и правой челюстей, кронштейна и траверсы. Челюсти грейфера снабжены зубьями. Управление грейфером осуществляется гидроцилиндром. В рабочем положении грейфер подвешен к стреле гидрокрана, а в транспортном — уложен в бункер.

Скребковый конвейер состоит из втулочно-роликовой цепи, закрепленных на ней с шагом 304,8 мм скребков, приводного и натяжного валов. Приводной вал является выходным валом червячного редуктора. Верхняя (рабочая) ветвь движется по дну бункера в специальных направляющих, а нижняя (нерабочая) — под дном бункера по двум поддерживающим уголкам, закрепленным на стойках. Натяжение цепи осуществляется нажимным пружинно-винтовым механизмом.

Редуктор привода — червячный с глобоидным червяком, имеет передаточное отношение 31. Червячное колесо установлено на подшипниках скольжения, червяк — на подшипниках качения. Входной вал червячного редуктора соединен с червяком посредством фрикционной муфты предельного момента. Муфта регулируется с помощью гайки на натяжение цепи конвейера 2500 кгс. Редуктор крепится лапами к правой стенке короба бункера.

Промежуточный редуктор — одноступенчатый с цилиндрическими прямозубыми колесами — крепится под бункером двумя болтами к специальной раме.

Машину обслуживает один человек — шофер. Работа машины осуществляется в следующем порядке. Сначала заполняется бункер машины забоечным материалом грейфером гидрокрана или экскаватором. При загрузке грейфером шофер включает пневмокраном левую коробку отбора мощности, затем, доведя число оборотов двигателя до 1000 в минуту и обеспечив устойчивую его работу, выходит из кабины и со специальной площадки, укрепленной с левой стороны автомобиля, управляет гидрокраном и грейфером, укрепленным на стреле крана. После заполнения бункера шофер устанавливает стрелу крана вдоль бункера, опускает ее вместе с раскрытым грейфером на забоечную массу в бункер и включает левую коробку отбора мощности, после чего машина направляется к месту забойки скважин.

Машина движется вдоль линии заряженных скважин. Остановка машины шофером производится по сигналу взрывника, находящегося у заряженных скважин. Скребковый конвейер запускается или останавливается включением или отключением правой коробки отбора мощности по сигналу взрывника. Система обогрева и вибрации стенок бункера включается только при необходимости и только во время забойки скважин. Во всех остальных случаях выхлопные газы должны направляться в глушитель.

Техническое обслуживание шасси автомобиля, гидронасоса и гидрокрана производится по соответствующим руководствам по эксплуатации.

Опытный образец машины ЗС-1Б испытан с положительными результатами. Машина рекомендована к серийному производству.

Машина СУЗН-1В

Забоечная машина СУЗН-1В (рис. I-70) предназначена для транспортирования забоечного материала к взрываемому блоку и его механизированной подачи в скважину.

Техническая характеристика машины СУЗН-1В

Емкость бункера, м³	4,3
Производительность, т/мин	1,5
Грузоподъемность, кг	6000
Распределение массы машины, кг:	
на переднюю ось	4200
на задний мост	9230
База	Автомобиль МАЗ-503Б
Двигатель:	
тип	ЯМЗ-236
мощность, л. с.	13
Рабочий орган:	
тип	Двухмассный частично уравновешенный виброконвейер
скорость транспортирования, м/сек	0,25
наибольший размер транспортируемого куска, мм	200
тип привода	Эксцентриковый
амплитуда колебаний, мм	5
частота колебаний в минуту	800
Габариты, мм:	
длина	6050
ширина	2500
высота	2620
Масса незаправленной машины, кг	6905

Забоечная машина СУЗН-1В представляет собой автомобиль с емкостью для размещения забоечного материала и с устройством для подачи забойки в скважину.

В качестве транспортной базы забоечной машины применено шасси автомобиля МАЗ-503Б. На шасси автомобиля установлена рама, на которой монтируются бункер, привод и редуктор. Дном бункера служит виброднище, которое является конвейером, подающим забоечный материал из бункера в скважину. Отбор мощности производится через коробку отбора мощности, прифланцованную к правому (по ходу автомобиля) люку отбора мощности коробки перемены передач. От коробки отбора мощности вращение передается через передний карданный вал на редуктор, а от редуктора через задний карданный вал — на привод. Последний представляет собой коническую пару, на ведомом валу которой на эксцентриковых втулках посажены два шатуна, один из которых соединен с передним лотком виброднища, а другой — с задним. Вращательное движение шестерни отбора мощности преобразуется в возвратно-поступательное движение лотков виброднища. Включение и выключение виброконвейера производятся шофером и механиком из кабины автомобиля.

Паразитная шестерня коробки отбора мощности находится в постоянном зацеплении с шестерней отбора мощности, расположенной в коробке перемены передач автомобиля. Для включения в работу виброднища кран управления

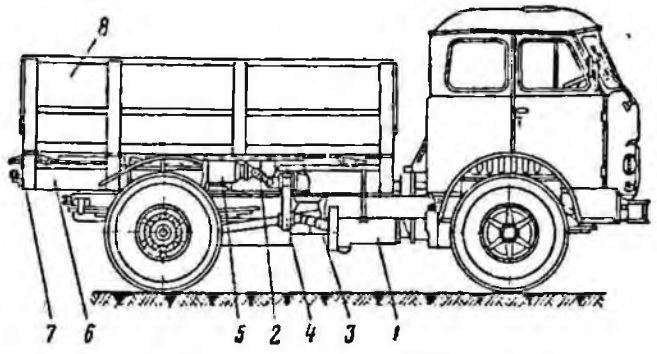


Рис. I-70. Машина СУЗН-1В:

1 — коробка отбора мощности; *2*, *3* — карданные валы; *4* — редуктор; *5* — привод; *6* — рама; *7* — виброднище; *8* — бункер

воздушной коробкой, расположенный в кабине водителя с табличкой «Виброконвейер», переводится в положение «Включено». При этом сжатый воздух из пневмомагистрали автомобиля попадает в полость, находящуюся справа от диафрагмы. Под давлением сжатого воздуха диафрагма движется влево, перемещая за собой шток, вилку и ведомую шестерню. Войдя в зацепление с паразитной шестерней, ведомая шестерня передает вращение валу, на котором посажена полумуфта, соединенная с фланец-вилкой переднего карданного вала. Для отключения привода кран управления воздушной коробкой переводится в положение «Выключено». При этом сжатый воздух выходит в атмосферу, а диафрагма под действием сжатой пружины перемещается вправо, выводя из зацепления ведомую шестерню.

Карданная передача машины СУЗН-1В состоит из переднего и заднего карданных валов и четырех подшипников. Карданные валы открытого типа изготовлены из стальных тонкостенных труб.

В конструкции карданных валов предусмотрено шлицевое соединение, обеспечивающее необходимое изменение рабочей длины вала.

Редуктор (рис. I-71) с передаточным отношением 1 служит для передачи мощности от коробки отбора мощности автомобиля на привод виброконвейера. Полумуфта, посаженная на шлицевой консоли ведущего вала, соединена болтами с фланец-вилкой переднего карданного вала. На этом же валу на шпонке посажена ведущая звездочка. Цепью, имеющей шаг 15,875 мм, вращение передается на ведомую звездочку, соединенную шпонкой с ведомым валом, на конце которого на шлицах сидит полумуфта, связанная с фланец-вилкой заднего карданного вала.

Для создания нормального натяжения цепи ненагруженная ветвь ее прижимается натяжным роликом, который закреплен на оси свободно

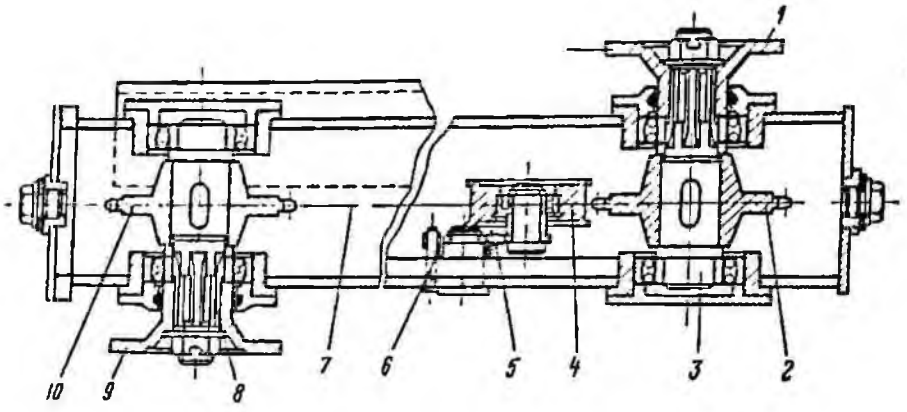


Рис. I-71. Редуктор машины СУЗН-1В:

1 — полумуфта; *2* — ведущая звездочка; *3* — ведущий вал; *4* — барабан натяжного устройства; *5* — пружина; *6* — стопор; *7* — цепь; *8* — ведомый вал; *9* — полумуфта; *10* — ведомая звездочка

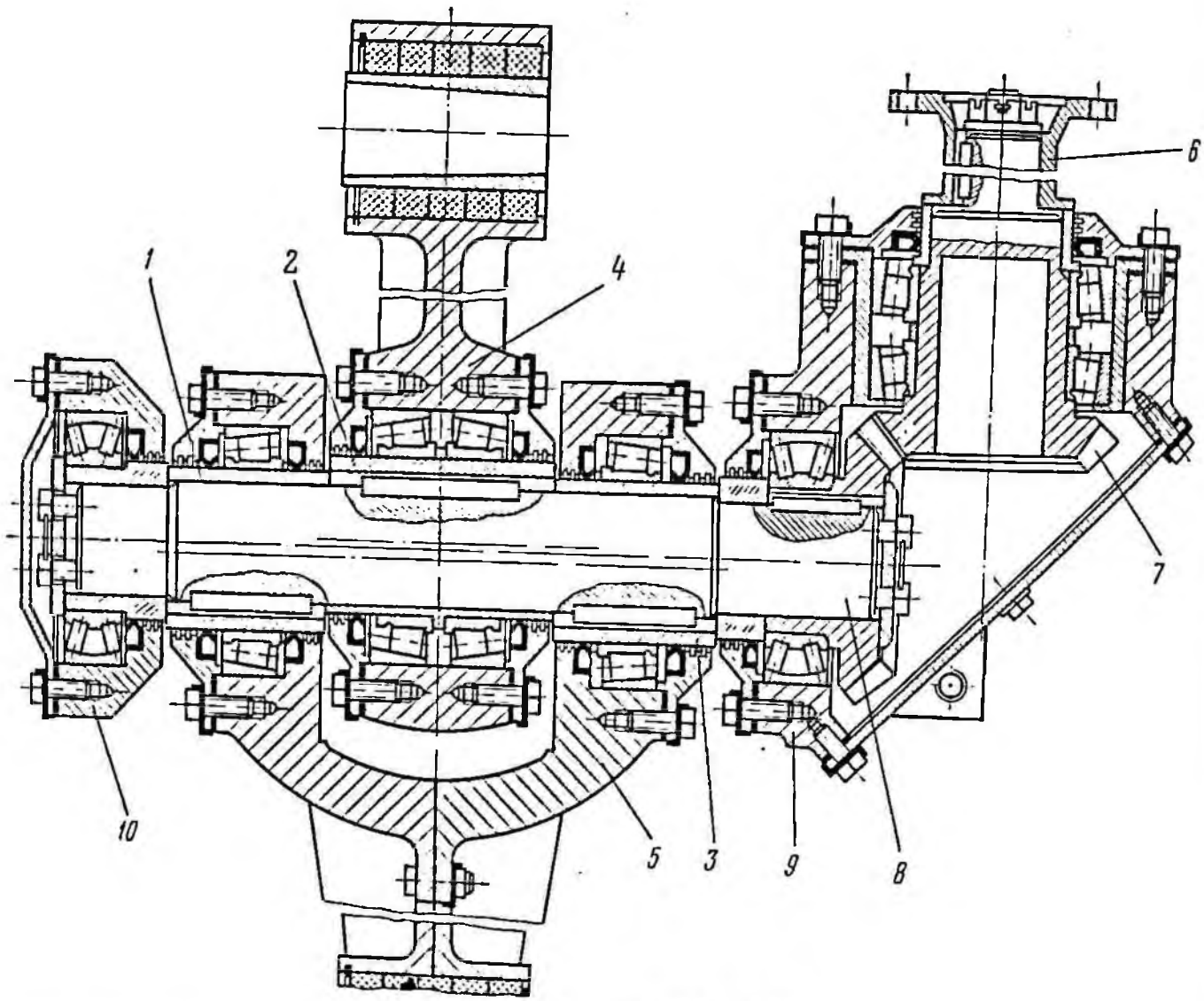


Рис. I-72. Привод машины СУЗН-1В:

1—3 — эксцентриковые втулки; *4, 5* — шатуны; *6* — полумуфта; *7* — вал-шестерня; *8* — ведомый вал; *9* — корпус; *10* — корпус левой опоры ведомого вала

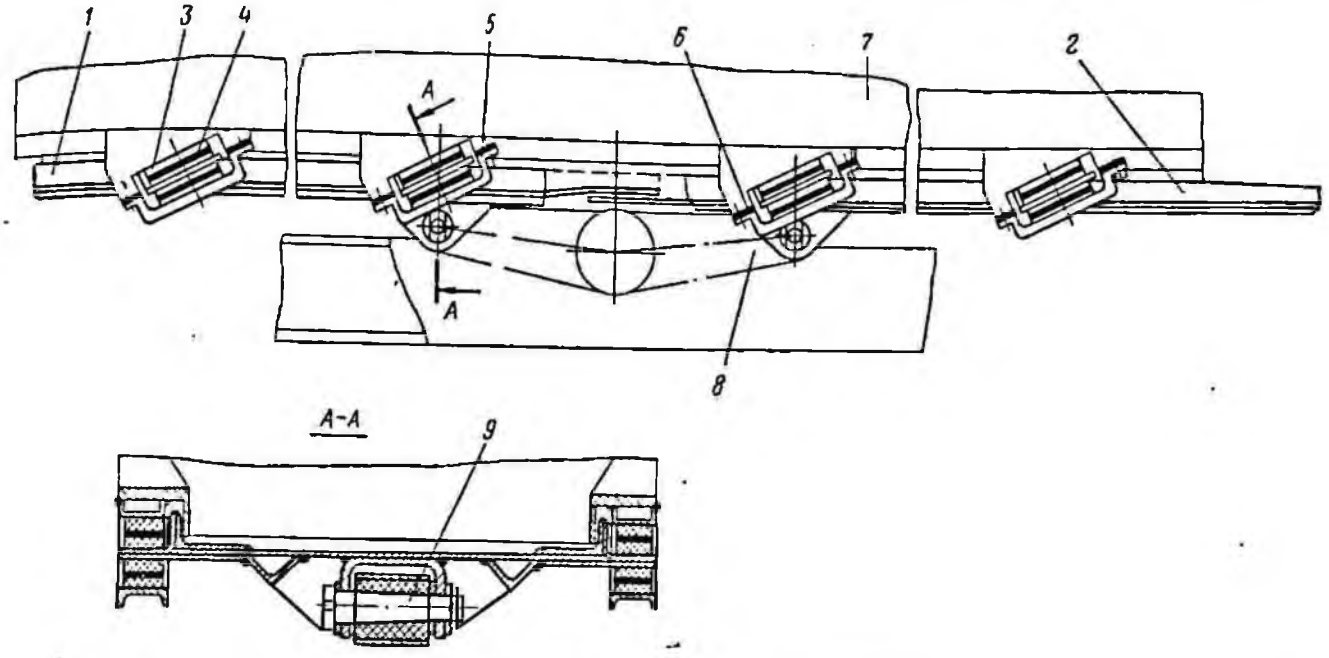


Рис. I-73. Вибродница машины СУЗИ-1В:

1, 2 — лотки; *3* — резиновый упругий элемент; *4* — прокладка; *5* — крышки; *6* — регулировочная прокладка; *7* — бункер; *8* — коромысло; *9* — палец

вращающегося рычага. Постоянный контакт ролика с цепью осуществляется с помощью винтовой пружины. Стальной сварной корпус редуктора двумя кронштейнами крепится к поперечине рамы бункера. Смазка в корпус редуктора заливается через верхнюю пробку до уровня контрольной пробки.

Привод (рис. I-72) представляет собой коническую пару, на ведомом валу которой на эксцентриковых втулках посажены шатуны. На ведущей вал-шестерне на штоке установлена полумуфта, соединенная болтами с фланец-вилкой заднего карданного вала. Вал-шестерня и правая опора ведомого вала установлены на подшипниках в стальном литом корпусе. Левая опора ведомого вала находится в отдельном корпусе. Эксцентриковые втулки шпонками соединены с ведомым валом. При вращении ведомого вала шатуны получают возвратно-поступательное движение. Одним концом шатуны соединяются с лопатками виброконвейера. Корпуса привода крепятся к раме болтами и фиксируются штифтами.

Сварная рама бункера выполнена из швеллеров и листов. Она состоит из двух продольных швеллеров, двух торцовых и двух промежуточных поперечин. Пятой поперечиной является основание опор привода. К продольным швеллерам рамы приварены восемь опор (по четыре с каждой стороны) в виде коробок из листовой стали, служащих для установки на них бункера и двух брызговиков. К задней поперечине приварены два кронштейна, на которых установлены кронштейны с автомобильными фонарями. На нижнем основании предусмотрены шесть отверстий для болтов крепления рамы к продольным лонжеронам рамы автомобиля.

Бункер емкостью 4,3 м³ предназначается для размещения и транспортировки в нем забоечного материала и представляет собой сварную емкость с несущими ребрами коробчатого сечения. Верхний пояс каркаса бункера составлен из уголков и труб, а нижний — из двух уголков. Геометрическая емкость бункера 4,3 м³.

К нижнему поясу бункера приварены восемь опор, в которых монтируются упругие связи виброконвейера. К задней стенке бункера приварен отражатель, препятствующий высыпанию забоечного материала из бункера при транспортировании. Для предотвращения пересыпания материала через боковые стенки вибродница при забойке скважин между боковыми стенками разгрузочного отверстия бункера и стенками виброконвейера установлены уплотняющие полосы из плоского ремня. Нижние скатные стенки бункера наклонены под углом 45° для лучшего истечения забоечного материала из бункера.

Рабочий орган машины — вибродница (рис. I-73) — представляет собой двухмассное вибрационное транспортное устройство, установленное в днище бункера. Массы (лотки

расположены последовательно и с помощью резиновых упругих связей крепятся к бункеру машины. Для снижения динамического воздействия вибрации на бункер и машину лотки колеблются в противофазе. Амплитуда колебаний лотков составляет 5 мм, минутная частота колебаний при номинальных оборотах двигателя — 800.

Каждый из лотков выполнен в виде жесткого сварного желоба шириной 500 мм с четырьмя кронштейнами, установленными под углом 25° к днищу лотка (под углом вибрации). Связь между бункером машины и кронштейнами лотков осуществляется через сжатые крышками резиновые упругие элементы. Величина предварительного сжатия упругих элементов составляет 18—22% их толщины в свободном состоянии и регулируется прокладками *6*. Для достижения жесткости упругих связей в направлении нормали к плоскости колебаний каждый упругий элемент снабжен металлическими прокладками *4* толщиной 1 мм.

В месте стыка лотков в средней части бункера лотки входят друг в друга на 200 мм с зазором по периферии 5—10 мм. Таким образом создается лабиринтное уплотнение и обеспечивается минимальная потеря забоечного материала.

В качестве забоечного материала могут быть использованы отходы обогатительных фабрик или вскрышные породы мелких фракций с содержанием глинистых частиц до 30%. Работа машины начинается с ее загрузки забоечным материалом. Для загрузки машины могут использоваться экскаваторы, тракторные погрузчики и другие погрузочные средства. По окончании загрузки забоечный материал транспортируется к месту взрыва. Забоечная машина устанавливается над заряженной скважиной так, чтобы разгрузочная консоль вибролотка находилась над устьем скважины. Включение виброконвейера производится следующим образом. Рычаг управления пневматическим краном, расположенный в кабине водителя с табличкой «Виброконвейер», переводится в положение «Включено» при нейтральном положении рычага переключения передач. Обороты двигателя доводятся до величины, при которой обеспечивается стабильная производительность виброконвейера. Когда скважина заполнится забоечным материалом, виброконвейер отключают переводом рычага в положение «Выключено», после чего машину перегоняют к следующей скважине.

Наиболее рационально производить забойку скважин вдоль ряда. Такая схема передвижения позволит значительно сократить время на маневры машины.

При обводненных скважинах, когда вода вытесняется зарядом взрывчатых веществ к устью, необходимо по истечении некоторого времени повторно засыпать забоечный материал, поскольку первая его порция осела.

Работа машины наиболее эффективна при расстоянии транспортировки забоечного материала до 3 км.

Обслуживание шасси автомобиля МАЗ-503Б следует выполнять в соответствии с инструкцией по эксплуатации автомобиля. Уход за рабочим органом заключается в систематическом осмотре состояния его лотков, упругой системы и вибропривода. Все болтовые соединения должны проходить ежесменную проверку затяжки. Работа машины с ослабленным креплением узлов и деталей категорически запрещается, так как это приводит к ударам в соединениях и поломке. Вышедшие из строя упругие элементы заменяются. При сборке упругих связей необходимо контролировать состояние плоскостей прилегания металла и резины. Наличие масла, бензина и жировой пленки на плоскостях прилегания не допускается.

Смазку шасси автомобиля следует производить в соответствии с инструкцией по эксплуатации автомобиля, соблюдая следующие требования:

перед началом смазки необходимо удалить пыль и грязь с пресс-масленок и пробок, а также с окружающих их мест;

заменять масло необходимо при прогретых узлах;

при смене масла в картерах редуктора и корпусе конической пары привода рекомендуется промывать картеры перед заливкой свежего масла дизельным топливом;

прессовать шприцем смазку следует до появления ее из мест стыков деталей узла, подвергающегося смазке.

Машина СУЗН-1В серийно изготовляется Карпинским машиностроительным заводом.

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА КАРЬЕРАХ

§ 1. Механизация складов ВВ

Для механизации операций по транспортированию, погрузке и выгрузке ВВ применяются аккумуляторные погрузчики.

Аккумуляторные погрузчики с электродвигателем, питающимся от аккумуляторных щелочных батарей, предназначены для механизации погрузочно-разгрузочных работ со штучными грузами в закрытых помещениях.

Таблица I-5

Техническая характеристика аккумуляторных погрузчиков

Показатели	4004/4004А	ЭПВ-1 модели 612	МВШ-1	МВШ-2
Грузоподъемность, кг	750	1000	500	1000
Расстояние от центра тяжести груза до спинки вил, мм	—	550	500	500
Скорость движения, км/ч:				
с грузом	8,5	6,5	6	5
без груза	10,5	7,5	—	—
Преодолеваемый уклон, градус	—	6	—	—
Максимальная ширина по наружной кромке вил, мм	—	905	1140	1440
Максимальная высота при максимально поднятом грузе, мм	2460/3660	4000	—	—
Максимальная высота подъема груза, мм	—	2750	—	—
Высота подъема вил без увеличения габарита, мм	269	236	500	—
Колесная база, мм	1000	1115	970	970
Колея, мм:				
задних колес	—	810	458	495
передних колес	—	825	855	955
Дорожный просвет, мм	75	76	65	75
Наименьший радиус поворота, мм:				
внутренний	—	200	—	—
внешний	1550	2100	1255	1300
Размеры вил, мм:				
длина	—	950	—	—
ширина	—	120	—	—
Габариты, мм:				
длина с вилами	2400	2960	2320	2340
длина без вил	—	2010	—	—
ширина	910	1030	—	—
высота при опущенных вилах	1445/1910	2100	1613	1580

Так, аккумуляторные погрузчики модели 4004 выпускаются в двух исполнениях — с низким подъемом грузонодъемной рамы и с высоким подъемом. Модели, имеющие низкую раму, могут свободно укладывать грузы внутри крытых железнодорожных вагонов.

Для этих же работ рассчитаны погрузчики МВШ-1 и МВШ-2, которыми оснащены выдвижные телескопические грузоподъемники, позволяющие уменьшать габариты погрузчика во время движения и разворотов, что обеспечивает их хорошую маневренность.

Электрические аккумуляторные погрузчики ЭПВ-1 модели 612 с успехом применяются на работах по транспортированию и складированию ВВ на базисном складе комбината Ураласбест. Грузоподъемность погрузчика позволяет одновременно транспортировать до 25 мешков с ВВ по 40 кг каждый, уложенных штабелем на двухслойных деревянных поддонах.

Технические характеристики аккумуляторных погрузчиков, выпускаемых промышленностью во взрывобезопасном исполнении и применяемых для складирования и транспортирования ВВ и их компонентов приведены в табл. I-5.

§ 2. Комплексная механизация взрывных работ на карьере комбината Ураласбест

В настоящее время на комбинате механизированы следующие трудоемкие процессы: погрузочно-разгрузочные работы на базисном складе взрывчатых материалов, загрузка зарядных машин компонентами ВВ, осушение скважин перед заряжанием, заряжание, забойка скважин, сбор и вывоз порожней тары из карьера.

Взрывные работы ведутся по следующей технологической схеме. Вагоны с ВВ тепловозом подаются к хранилищам склада для разгрузки. Разгрузка ВВ производится пакетами на двухзаходных деревянных поддонах с помощью аккумуляторных электропогрузчиков ЭПВ-1 серии 612 во взрывобезопасном исполнении. Хранение ВВ организовано в ти-

повых хранилищах на поддонах, а аммиачной селитры — во временном складе, совмещенном с дробильно-погрузочным пунктом. Доставка ВВ от базисного склада на карьеры производится на специально оборудованных бортовых автомашинах (пакетами на поддонах) и зарядными машинами. Загрузка зарядных машин осуществляется на специальных пунктах загрузки тротила и готовых ВВ. Одна секция бункера зарядной машины загружается аммиачной селитрой, а другая — тротилом. Зарядные машины МЗ-3 (СУЗН-5А) работают на заряжании сухих скважин, а также предварительно осушенных с помощью установки для откачки воды из скважин. На комбинате полностью механизирована операция забойки скважин.

Взрывчатые вещества хранятся в типовых хранилищах, размещенных на территории склада в два ряда. К каждому хранилищу подведены железнодорожные пути. Вагоны с ВВ доставляются непосредственно к рампам хранилищ. Рампы устроены на высоте, обеспечивающей совмещение их поверхности на одном уровне с полом вагона. Из вагонов ВВ разгружают на деревянные двухзаходные поддоны размером 900×1100 мм. На каждый поддон помещается 25 бумажных пакетов. Для предотвращения разрывов мешков в процессе укладки их склеивают декстрино-картофельным клеем. При разгрузке вагонов зазор между рампой и вагоном перекрывается мостиком. На разгрузке вагона занята бригада из шести грузчиков, обслуживающая два электропогрузчика. Производительность труда грузчиков при укладке ВВ на поддон со склеиванием мешков составляет 5,2 т/ч. Нормативное время разгрузки вагона составляет 1,65 ч.

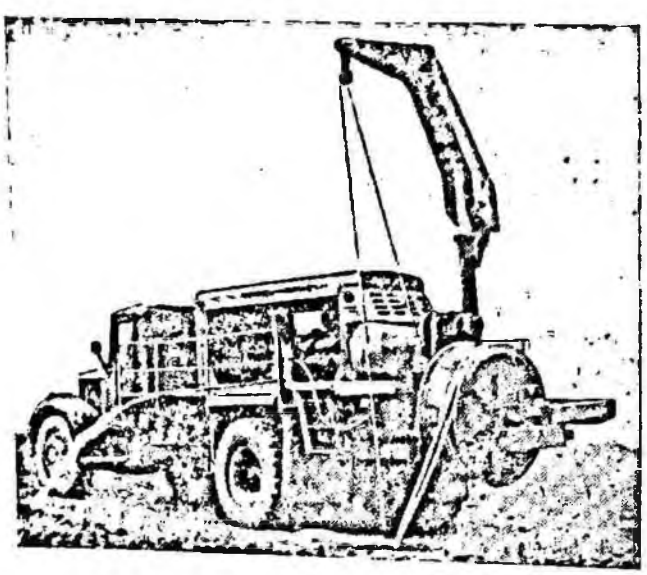


Рис. I-74. Установка МОС-1 для откачки воды из скважин

ВВ из хранилищ доставляются на блоки или к пункту загрузки зарядных машин на специально оборудованных автомашинах, боковые борта которых наращиваются до высоты 1,5 м. Загрузка автомашин производится следующим образом. Автомашина с открытым задним бортом подается к рампе, причем зазор между рампой и кузовом перекрывается мостиком. Кузов автомашины специальным устройством, имеющим домкрат, устанавливается на уровне рампы в процессе погрузки поддонов с ВВ. Подъемом и опусканием поддерживающего приспособления управляет шофер из кабины автомашины.

Хранение аммиачной селитры организовано на разгрузочной площадке, которая расположена в районе базисного склада ВВ. Разгрузочная площадка совмещена с дробильно-погрузочным пунктом для подготовки ВВ и загрузки его в зарядные машины. Дробильно-погрузочный пункт оборудован молотковой дробилкой С-218 для дробления селитры, безроликовым ленточным конвейером с шириной ленты 500 мм и углом наклона 18° и бункером вместимостью 8 т. Поддоны с аммиачной селитрой подаются электропогрузчиком к разделочному столу и загрузочной воронке дробилки.

Тротил в зарядные машины загружается на временном пункте, имеющем эстакаду с бункером вместимостью 3 т. К пункту тротил доставляется автомашинами, а разгружается электропогрузчиками.

Заряжание аккумуляторных батарей электропогрузчиков, работающих на складе, производится двумя выпрямительными агрегатами ВАЗ-70/125 с постоянной силой тока 125 а. В зависимости от степени разрядки батарей требуется различное время на их заряжание. При напряжении батареи свыше 26 в зарядка выполняется в течение 7 ч при токе 125 а, при напряжении ниже 26 в — в течение 12 ч при токе 125 а. Плотность электролита составляет 1,18—1,2 г/см³ при температуре наружного воздуха выше —15° С и 1,25—1,3 г/см³ — при температуре ниже —15° С. Уровень электролита должен быть выше на 15—30 мм верхнего края пластин. В процессе зарядки температура электролита не должна превышать +45° С. При более высокой температуре электролита зарядку необходимо прекратить и дать батарее остыть.

На карьерах комбината 45% всех взрываемых скважин обводнены. Около 70% обводненных скважин можно осушить и заряжать как сухие взрывчатыми веществами типа зернограну-

лита 79/21. Работниками комбината была разработана конструкция установки МОС-1 для удаления воды из скважин на базе автомобиля МАЗ-509П.

Техническая характеристика установки МОС-1

Производительность установки при высоте столба воды в скважине 5 м, скважин в час	10
Привод питающих органов:	
компрессора ЗИФ-55	От отдельного двигателя ЗИЛ-157
пружинного насоса вытеснения	Сжатым воздухом от компрессора ЗИФ-55
пневматической лебедки ЛТ-2	Сжатым воздухом от компрессора ЗИФ-55
гидрокрана модели ЛЗА-4030	От гидронасоса НШ-32Э
гидронасоса НШ-32Э	От коробки отбора мощности

Установка МОС-1 (рис. I-74) представляет собой автомобиль, на базе которого установлены компрессор ЗИФ-22 с двигателем, гидрокран, подъемная лебедка, барабан и рабочий орган — погружной насос со шлангами. Насос с помощью проушины подвешен на канате, который проходит через блок стрелы гидрокрана и навивается на барабан пневматической лебедки. Барабан служит для наматывания шлангов, идущих от насоса, соединяя их соответственно с воздухосборником компрессора и сливной трубой. Устройство барабана позволяет наматывать или распускать шланги насоса без разъединения их с компрессором и сливной трубой. При опускании насоса в скважину барабан отключается от привода, и разматывание шлангов происходит под действием веса насоса.

При откачке воды из скважины установку обслуживает шофер-оператор.

На комбинате заряжание скважин ведется зарядными установками МЗ-3 (СУЗН-5А). Среднее время заряжания 1 т ВВ с учетом всех вспомогательных операций (кроме загрузки и транспортирования) составляет 9 мин. Зарядными машинами в процессе заряжания приготовляют зерногранулит 79/21 и игданит. При приготовлении и заряжании зернограну-

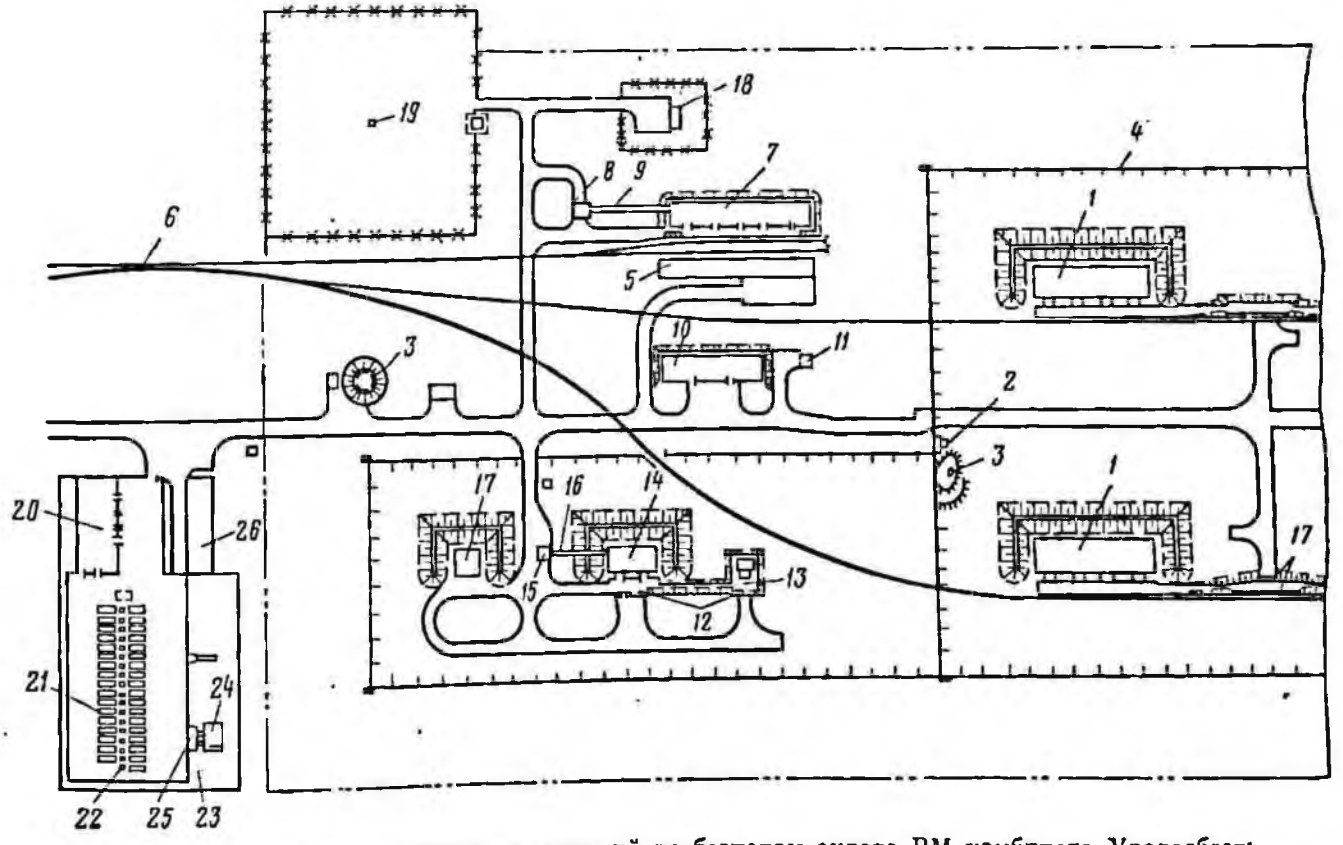


Рис. I-75. План дополнительных сооружений на базисном складе ВМ комбината Ураласбест:

1 — хранилище ВВ; *2* — пожарная насосная станция; *3* — пожарный резервуар; *4* — ограждение базисного склада; *5* — разгрузочная площадка; *6* — железнодорожный путь; *7* — склад вместимостью 500 т; *8* — погрузочный бункер; *9* — галерея; *10* — площадка взрывного полигона для испытания ВВ; *11* — лаборатория; *12* — подпорные стенки; *13* — хранилище ВВ; *14* — хранилище ВВ вместимостью 60 т; *15* — подъездная; *16* — галерея; *17* — утепленная стоянка для машин СУЗН-5А; *18* — помещение для подготовки ВВ; *19* — погрузочный бункер; *20* — ремонтная мастерская для автомашин; *21* — открытая стоянка для автомобилей; *22* — калориферная; *23* — приемо-разгрузочные площадки для смазочных материалов; *24* — резервуарный парк; *25* — помещение раздатчика; *26* — административно-бытовой комбинат

литом 79/21 в зарядные машины загружается 5 т компонентов, что составляет 62% грузоподъемности машины. При расстоянии транспортирования в среднем 10 км машина может сделать четыре рейса в смену. Зарядные машины МЗ-3 (СУЗН-5А) применяются на комбинате для заряжания сухих и осушенных скважин. Для облегчения работы взрывников и увеличения производительности при заряжании скважин машина модернизирована. По предложению работников комбината с машины снят компрессор, демонтирован питатель с заряжающим шлангом. Вместо питателя установлены разгрузочная воронка и резинотканевый рукав длиной 1 м. Проведенная реконструкция машины позволила повысить производительность машины на 30%, сократить обслуживающий персонал при заряжании на одного взрывника, улучшить санитарные условия при обслуживании машины (уменьшить шум с 88 до 61 дБ).

Забойка скважин на карьере комбината полностью механизирована. Для забойки скважин применяются забойные машины ЗС-1Б и зарядные машины СУЗН-1В.

В качестве забоечного материала на комбинате используются отходы обогатительных фабрик. При производстве крупных массовых взрывов забоечный материал доставляется железнодорожным транспортом на внутрикарьерные перегрузочные пункты. На перегрузочном пункте забойные машины загружаются тракторным погрузчиком. При транспортировании забоечного материала на расстояние 2 км производительность забоечной машины составляет 150 скважин в смену. Установку обслуживает один шофер. Применение механизированной забойки скважин позволило повысить производительность труда взрывников на заряжании на 43%.

В настоящее время Уралгипрошахтом осуществлен проект расширения и реконструкции базисного склада ВВ комбината Ураласбест.

На территории, примыкающей к базисному складу, было построено сооружение для загрузки компонентов в зарядные машины, обслуживания и ремонта электропогрузчиков, зарядных и забоечных машин и другой техники.

На рис. I-75 показаны дополнительные сооружения для механизации работ на базисном складе комбината. Рядом с разгрузочной площадкой аммиачной селитры предусматривается строительство склада для аммиачной селитры в объеме 500 т. Аммиачная селитра на складе будет растариваться и по конвейеру, установленному в галерее, поступать в погрузочный бункер для загрузки зарядных машин. Предполагается совмещение базисного и расходного складов взрывчатых материалов. Для этого строится хранилище ВВ емкостью 60 т, где готовые ВВ и тротил будут по конвейеру подаваться на площадку растаривания погрузочного бункера ВВ. Из бункера зарядные машины будут загружаться тротилом или готовыми ВВ. Здесь же предусмотрено строительство теплой стоянки для зарядных машин.

Для стоянки, ремонта и зарядки батарей электропогрузчиков предусмотрено строительство депо-зарядной на двенадцать электропогрузчиков.

§ 3. Зарядно-смесительный комплекс ИГД МЧМ СССР на руднике „Первоуральский" треста Уралруда

Зарядно-смесительный комплекс предназначен для механизированной подготовки компонентов ВВ, доставки их к месту работ, формирования водонаполненных и сухих взрывчатых смесей и заряжания скважин.

В состав комплекса входят:

пункт подготовки компонентов ВВ;

зарядно-смесительная машина УЗСМ-1В;

цистерна для перевозки раствора аммиачной селитры.

Пункт подготовки компонентов ВВ построен на борту старых отвалов в 20 м от дороги базисный склад ВВ — карьер. Пункт оборудован установкой для подготовки сухих компо-

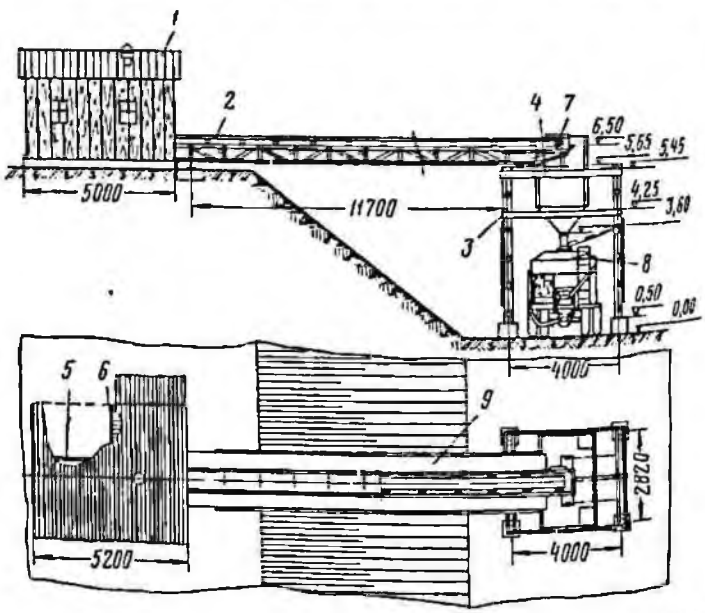


Рис. I-76. Установка для подготовки сухих компонентов ВВ:

1 — здание установки; *2* — конвейер; *3* — металлические опоры; *4* — накопительный бункер; *5* — полок для растаривания мешков с тротилом; *6* — полок для растаривания мешков с аммиачной селитрой; *7* — натяжная станция конвейера; *8* — зарядная машина; *9* — трапы

нентов ВВ (тротила, аммиачной селитры и готовых ВВ) и установки для приготовления горячих аммиачно-селитровых растворов.

Назначение установки для подготовки сухих компонентов ВВ (рис. I-76) — растаривание и бункеризация тротила и готовых ВВ, а также растаривание, измельчение и бункеризация аммиачной и натриевой селитры.

Техническая характеристика установки для подготовки сухих компонентов ВВ

Производительность по растариванию и бункеризации тротила и аммиачной селитры, т/ч	3,5
Вместимость двухсекционного накопительного бункера (3,25 т для тротила и 3,5 т для аммиачной селитры), т	6,75
Конвейер:	
длина, м	16,5
ширина ленты, мм	500
мощность электродвигателя, квт	0,65
Мощность электродвигателя грохота, квт	2,8

Установка состоит из помещения для растаривания и измельчения слежавшихся материалов, металлической фермы, оборудованной конвейером, и накопительного бункера.

Внутри помещения смонтированы полок для растаривания мешков с тротилом и готовыми ВВ, полок для растаривания аммиачной селитры, приводная станция конвейера и установка для измельчения и грохочения аммиачной селитры с пылеотсасывающим устройством.

Приводная станция конвейера смонтирована внутри помещения под полком для растаривания ВВ и имеет отдельный вход с наружной стороны. Рабочая длина конвейера 15 м при общей длине 16,5 м. Для очистки ленты от налипших частиц ВВ установлены два скребка, армированных войлоком. Под рабочей ветвью конвейера помещены 13 желобчатых роликоопор с шагом 1300 мм, а под холостой ветвью — 10 роликоопор с шагом 1600 мм. Роликоопоры конвейера имеют выносные подшипники, защищенные от попадания в них пылевых частиц ВВ. Натяжная станция конвейера смонтирована на кронштейне над загрузочным люком бункера. Конвейер рассчитан на доставку ВВ с производительностью до 6 т/ч.

Ферма, где установлен конвейер, изготовлена из сортового проката. С обеих сторон конвейера по нижним поперечным уголкам фермы уложены трапы из досок толщиной 40 мм и установлены поручни.

Бункер выполнен из углеродистой стали и с внутренней стороны покрашен кислотостойкой краской. В верхней части бункера оборудованы загрузочные люки с перекидным шибером и два смотровых люка, а в нижней — выпускные течки диаметром по 250 мм. Открывание течек для выпуска материалов из бункера в зарядную машину производится с помощью затворов, управляемых с верхней площадки бункера. Бункер размещен на четырех металлических опорах.

Для измельчения аммиачной селитры внутри помещения установлена двухзевная щековая дробилка с диафрагменным пневматическим приводом конструкции ИГД МЧМ. Сжатый воздух к дробилке подается от компрессора через воздухораспределитель барабанного типа. Вращение воздухораспределителю сообщается через клиноременную передачу от эксцентрикового вала грохота. При диаметре диафрагм 320 мм и давлении сжатого воздуха от 3 до 5 кгс/см² на подвижных щеках создается рабочее усилие от 2,5 до 4 тс. Расчетная производительность дробилки 5 т/ч. Максимальный расход сжатого воздуха при 130 качениях щек в минуту и ходе щек 8 мм составляет 1,7 м³/мин.

Для сортировки измельченной аммиачной селитры установлен грохот. В целях предотвращения попадания пыли на вращающиеся детали привода грохота редуктор с электродвигателем помещен в отдельной камере.

Для отсоса пыли, образующейся при дроблении и грохочении аммиачной селитры, предназначено вытяжное устройство с рукавным фильтром.

Дробилка, грохот и рукавный фильтр смонтированы на одной раме сварной конструкции.

Установка, показанная на рис. I-77, предназначена для приготовления горячих аммиачно-селитровых растворов для водонаполненных ВВ.

Техническая характеристика установки для приготовления раствора

Емкость, м³:	
растворопригото вительного бака (в том числе полезная 2,7 м³)	4
водоподогревательного бака (водяной рубашки)	3,1
Сменная производительность установки, т	14
Расход горючего при работе одной форсунки, кг/ч	21
Температура приготовленного раствора, °С	80—90
Мощность электродвигателя на смесительном устройстве, квт	1,7

Установка смонтирована в помещении, обшитом волнистым шифером. Внутри помещения имеется шлакоблочная пристройка с железобетонным перекрытием, в которой размещено топочное отделение. С наружной стороны помещения оборудован полок для растаривания мешков с аммиачной селитрой и загрузкой ее в растворопригото вительный бак.

Рядом с помещением установлены противопожарный бак емкостью 3,5 м³, противопо-

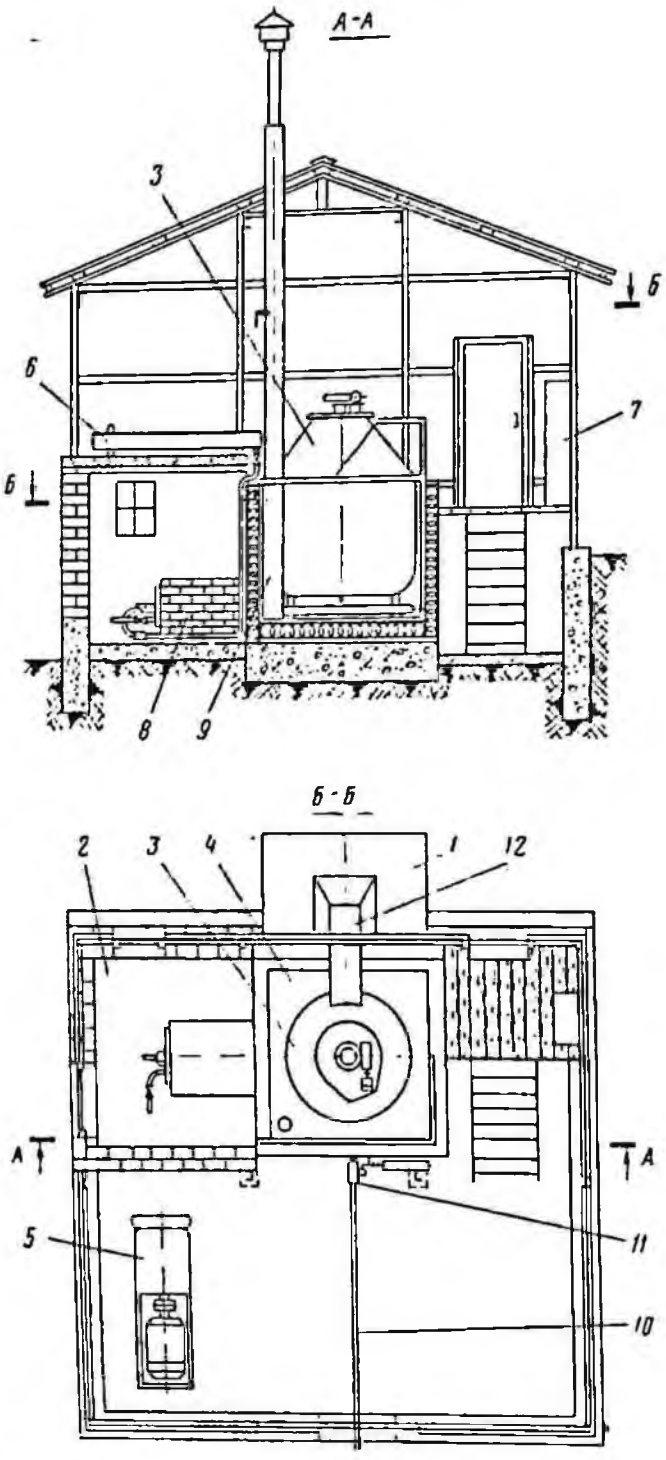


Рис. I-77. Установка для подготовки горячего раствора:

1 — полок для растаривания мешков с аммиачной селитрой; *2* — топочное помещение; *3* — растворопригото-вительный бак; *4* — водоподогревательный бак; *5* — стационарный компрессор; *6* — топливный бак; *7* — электропусковая аппаратура; *8* — топка; *9*, *10* — дымовая и сливная трубы; *11* — трехходовой кран; *12* — течка для загрузки аммиачной селитры и загустителя

жарный насос с электродвигателем мощностью 4,5 квт и противопожарный щит. Противопожарный бак одновременно служит резервной емкостью для воды.

Внутри помещения размещены растворопригото-вительный бак, установленный внутри водоподогревательного бака, устройство для залива воды из водоподогревательного бака в растворопригото-вительный бак, стационарный компрессор производительностью 5 м³/мин для питания огневых горелок сжатым воздухом, два топливных бака и электропусковая аппаратура. В топочном отделении оборудована топочная камера, в которой установлены две топливные горелки и водоподогревательный змеевик. Топочное отделение имеет отдельный вход с наружной стороны помещения.

Сварной водоподогревательный бак изготовлен из углеродистой листовой стали толщиной 4 мм, его размеры 2000×2000×1600 мм. С наружной стороны стенки и днище бака покрыты термоизоляционным слоем. На высоте 50 мм от днища бака имеются два канала для жаровых труб диаметром 100 мм с общей поверхностью нагрева 5,7 м². Передние концы жаровых труб от обоих каналов выведены в топку, а задние — соединены с дымовой трубой.

Подача горючего из топливных баков в горелки осуществляется самотеком. В горелке благодаря подаче сжатого воздуха топливо распыляется и подается в топку. Зажигание топлива производится с предварительным воспламенением в топке горючего материала, смоченного керосином или дизельным топливом. Пламя регулируется увеличением или уменьшением подачи сжатого воздуха в топливные горелки и в форсунку вытяжного устройства, установленного в дымовой трубе диаметром 150 мм. Последняя помещена в асбоцементную трубу диаметром 200 мм с воздушным промежутком между стенками 10 мм.

Для контроля за температурой и уровнем воды в водоподогревательном баке установлены ртутный термометр и поплавковый показатель уровня. Вода на установку доставляется автоцистерной, из которой она сливается в противопожарный бак, а затем через систему кранов заливается в водоподогревательный и растворопригото-вительный баки. Внутри водоподогревательного бака установлен бак для приготовления раствора аммиачной селитры. Этот бак через четыре стойки опирается на днище первого бака, на котором уложены жаровые трубы. При этом между трубами и днищем растворопригото-вительного бака образован зазор 110 мм.

К центральной части днища, имеющего выпуклую форму, приварена сливная труба. На выходе ее из водоподогревательного бака установлен трехходовой кран, через который сливается в цистерну приготовленный раствор.

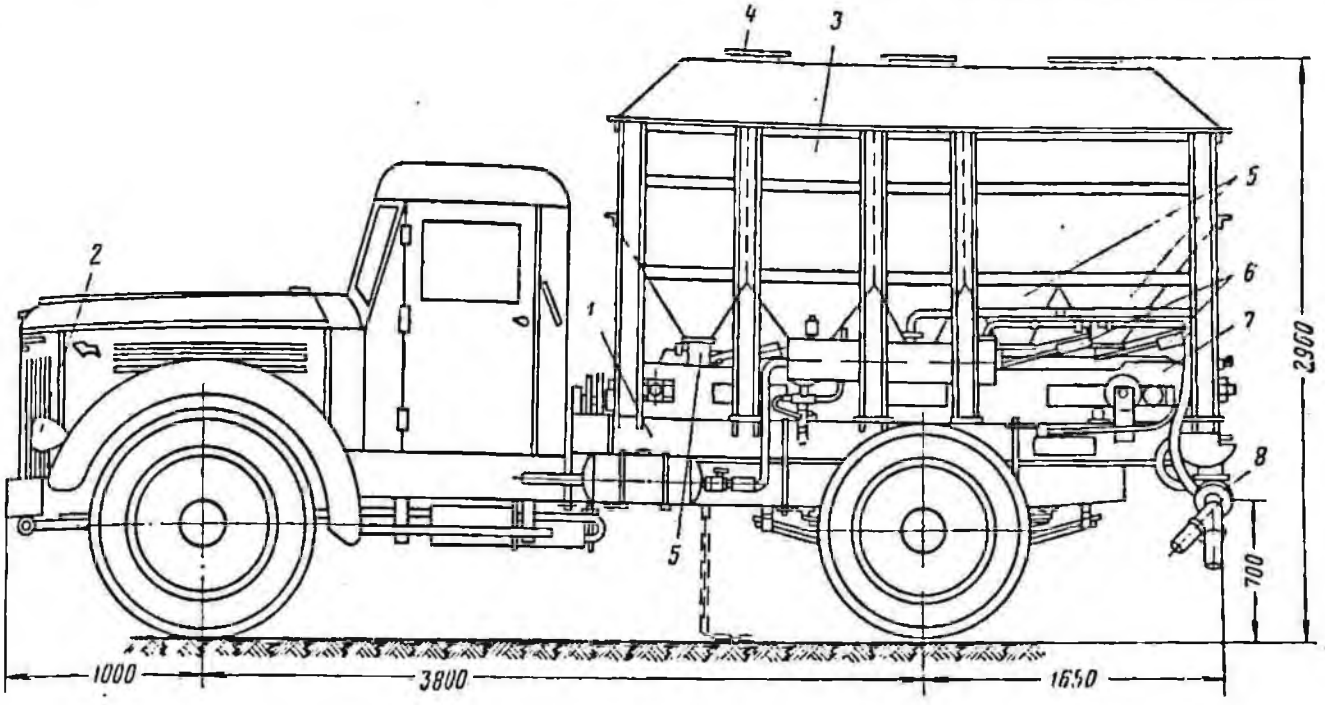


Рис. I-78. Зарядно-смесительная машина УЗСМ-1В:
1 — рама автомобиля; *2* — автомобиль МАЗ-205; *3* — трехсекционный бункер; *4* — загрузочный люк; *5* — разгрузочные течки; *6* — пневмоцилиндры; *7* — питатель; *8* — струйный насос

заливается вода в раствороприготовительный бак, а также промываются бак и сливной шланг после выпуска раствора.

Внутри раствороприготовительного бака вмонтировано дополнительное подогревательное устройство, состоящее из входной и выходной трубок и змеевика, изготовленного из труб диаметром 90 мм с общей поверхностью нагрева 2,6 м². Входная трубка этого устройства соединена со змеевиком, вмонтированным в топочную камеру. При подаче насосом из водоподогревательного бака в подогревательное устройство вода под давлением 2—3 кгс/см² проходит змеевик, установленный в топочной камере, нагревается до температуры 150—170° и поступает в змеевик раствороприготовительного бака, где отдает тепло раствору, а затем через предохранительный клапан сливается обратно в водоподогревательный бак.

Для загрузки аммиачной селитры и других материалов в раствороприготовительный бак в верхней его части оборудована течка, которая соединена с полком для растаривания. Течка и верхняя часть бака покрыты термоизоляционным слоем.

Процесс приготовления раствора установкой происходит при непрерывном перемешивании его с помощью смесительного устройства, которое состоит из червячного редуктора с электродвигателем мощностью 1,7 квт, установленных на крышке раствороприготовительного бака, и трубчатого вала с лопастями пропеллерного типа, помещенного внутри бака.

Внутренние стенки бака покрашены кислотостойкой краской, изготовленной на базе эпоксидной смолы ЭД-5, а смесительное и подогревательное устройства выполнены из нержавеющей стали.

Раствороприготовительная установка рассчитана на приготовление за один цикл порции раствора весом 3,5 т. Для приготовления этого количества раствора в бак заливается 600 л горячей воды (17% веса раствора), а затем засыпается 2900 кг аммиачной селитры.

Дозировка воды производится по указателю уровня, а дозировка аммиачной селитры — по количеству пакетов, которые разгружаются с автомашины и растариваются на полке.

Приготовление раствора ведется при непрерывной работе подогревательных и смесительных устройств.

Установленная система подогрева раствора горячей водой через стенки раствороприготовительного бака и через подогревательное устройство внутри бака позволяет приготовлять 3,5 т раствора аммиачной селитры с загустителем за 2 ч. Помимо аммиачно-селитровых растворов на установке можно приготовлять комбинированные растворы, содержащие аммиачную селитру, а также натриевую и кальциевую селитру.

После приготовления горячий раствор сливается самотеком в транспортную цистерну (при использовании зарядного комплекса ИГД) или в зарядную машину (при использовании зарядной машины ТЗМ-1 конструкции

ПНПГормаша) и перевозится к месту работ для заряжания скважин.

Электропитание пункта подготовки ВВ осуществляется от стационарной понижающей подстанции напряжением 6/0,4 кв по воздушной ЛЭП 0,4 кв. Подвод электроэнергии к установкам выполнен гибким кабелем с резиновой изоляцией. В качестве распределительных устройств на установках смонтированы шкафы СПУ-62/1 и магнитные пускатели ПА-322.

Для доставки сухих компонентов ВВ на участки взрывных работ, формирования взрывчатых смесей и заряжания ими скважин применяется зарядно-смесительная машина УЗСМ-1В (рис. I-78).

При заряжании скважин водонаполненными ВВ к зарядно-смесительной машине подключается цистерна для перевозки горячего раствора аммиачной селитры.

Техническая характеристика зарядно-смесительной машины УЗСМ-1В

Производительность по заряжанию скважин, кг/мин:	
сухими ВВ и игданитом	220
водонаполненными ВВ	170
Грузоподъемность полезная, т	4.3
Вместимость секций бункера, т	1.8; 0.8; 1.7
Способ дозирования	Через проходные окна течек при выпуске на ленточный питатель
Способ подачи ВВ в скважины	Пневмотранспортный струйным насосом
База	Автомобиль МАЗ-205
Габариты, мм:	
длина	6085
ширина	2640
высота	3100
база	3800
Масса, кг:	
собственный в снаряженном состоянии	7800
полный	12 100

Машина УЗСМ-1В представляет собой трехсекционный бункер общей вместимостью 4,3 т, смонтированный на раме автомобиля МАЗ-205. Первая секция 1,8 т предназначена для перевозки тротила, вторая — 0,8 т — для перевозки тротила или натриевой селитры, третья — 1,7 т — для перевозки аммиачной селитры. Для загрузки бункера компонентами ВВ каждая секция бункера оборудована загрузочным люком сечением 400×400 мм с откидными крышками.

В нижней части бункера смонтированы пять выпускных течек для разгрузки компонентов ВВ на питатель. Причем первая секция бункера имеет две течки, вторая — одну и третья — две. Размер выходного окна течки 125×170 мм. Течки оборудованы текстолитовыми задвижками, перемещаемыми с помощью пневмоцилиндров. Конструкция течек выполнена таким образом, чтобы исключить попадание материала на направляющие задвижки.

Управление пневмоцилиндрами при открывании и закрывании течек осуществляется с общего пульта управления зарядной машины. Под бункером на монтажной раме установлен питатель с лентой шириной 500 мм. На раме питателя, изготовленной из листовой стали толщиной 6 мм, установлены выносные подшипники для приводного и натяжного барабанов диаметром 210 мм. Боковые стенки рамы питателя имеют смотровые окна.

Для обеспечения точности дозировки компонентов ВВ и устранения прогиба рабочей ветви питателя под лентой оборудован настил из листов текстолита толщиной 6 мм, по которому происходит скольжение ленты. Для ограничения ширины слоя транспортируемых ВВ над лентой установлены боковые деревянные щитки толщиной 20 мм. Для снижения сопротивления движущегося материала о стенки щитков последние установлены наклонно к плоскости ленты под углом 67°.

Вращение приводного барабана питателя осуществляется от коробки отбора мощности автомашины через клиноременную передачу, вал и червячный редуктор, обеспечивающие движение ленты со скоростью 0,12 м/сек.

Питатель включается и отключается пневмоцилиндром с общего пульта управления.

Под приводным барабаном питателя смонтированы приемо-смесительная камера и струйный насос для смешивания компонентов ВВ и подачи их в скважину по шлангам.

Струйный насос состоит из эжектирующей камеры диаметром 150 мм. В верхней части камеры находится загрузочное окно сечением

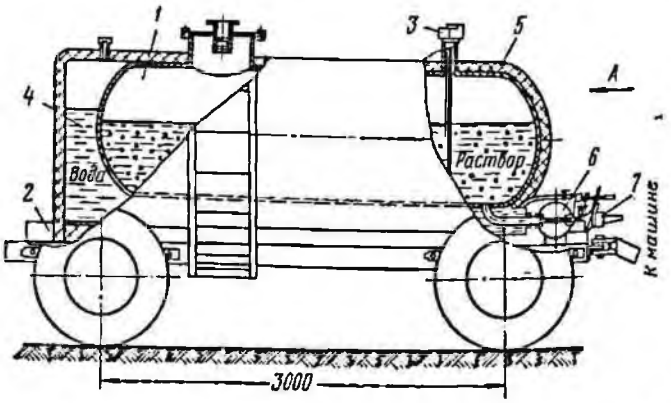


Рис. I-79. Цистерна для перевозки раствора аммиачной селитры:

1 — емкость для раствора; *2* — шасси; *3* — указатель уровня; *4* — водяная бак-рубашка; *5* — слой теплоизоляции; *6* — дозатор, *7* — запорное устройство сливного патрубка

90×80 мм. Передняя часть камеры имеет форму воронки, к вершине которой приварена смесительная трубка длиной 300 мм с диффузором. На последнем смонтировано устройство для присоединения шлангов. На крышке эжектирующей камеры установлена форсунка, к которой подведены шланги для сжатого воздуха и дизельного топлива.

Для заряжания скважин водонаполненными ВВ зарядная машина оборудована съемным струйным насосом, к которому присоединяются шланги для подачи тротила из бункера зарядной машины и раствора аммиачной селитры из цистерны. Эти компоненты смешиваются в трубке струйного насоса, через которую смесь подается в скважину.

Дозировка подачи тротила производится путем выпуска на ленту питателя определенного слоя взрывчатого материала и регулирования скорости движения ленты, а дозировка раствора — путем регулирования давления сжатого воздуха, подаваемого в объемный дозатор при установленном сечении сопла форсунки струйного насоса.

При заряжании скважин водонаполненными ВВ зарядная машина используется в комплексе с цистерной для перевозки раствора аммиачной селитры (рис. I-79).

Техническая характеристика цистерны

Емкость, м³/т	2,5/3,5
База	Прицеп 2АСП-4,5
Грузоподъемность, кг	4500
Масса, кг:	
собственная в снаряженном состоянии	3500
полная	7000
Габариты, мм:	
длина с дышлом	5020
ширина	2260
высота	2500

Цистерна для перевозки раствора аммиачной селитры изготовлена на базе серийно выпускаемого автоприцепа 2АСП-4,5, на котором установлены бак для раствора с оборудованной под ним камерой для перевозки горячей воды и объемный дозатор.

Для предохранения металла от коррозии внутренняя поверхность бака цистерны покрыта кислотостойкой краской. Контроль за температурой раствора и его уровнем осуществляется ртутным термометром и указателем уровня.

Наружные стенки камеры для воды и бака для раствора покрыты теплоизоляционным слоем. Объемный дозатор вмещает 85 кг.

Дозатор диаметром 280 мм изготовлен из нержавеющей листовой стали толщиной 5 мм. Открывание и закрывание сливного патрубка цистерны осуществляются специальным запорным устройством с пневматическим дистанционным управлением. Дозатор оборудован патрубками для подвода сжатого воздуха и устройствами для замера количества раствора в дозаторе.

На месте производства работ к зарядной машине подводится сжатый воздух под давлением 6 кгс/см² от передвижного компрессора или от стационарной сети. В комплексе с компрессором машина может заряжать скважины зерногранулитами, гранулитами и игданитами с формированием этих смесей в процессе выпуска компонентов из течек на питатель. Необходимое смешивание компонентов достигается при подаче их струйным насосом по шлангам длиной 10—20 м, а также при поступлении смеси в скважину.

При заряжании скважин водонаполненными ВВ комплекс дополняется цистерной для перевозки раствора, которая трактором подвозится к месту работ и через дышло прицепляется к зарядной машине. При этом для управления подачей раствора из объемного дозатора цистерны к зарядной машине подключаются два шланга — один для подачи сжатого воздуха для перекрытия кранников, а другой для выталкивания раствора из объемного дозатора через шланг диаметром 32 мм, присоединяемый к подвесному струйному насосу.

В процессе заряжания скважин водонаполненными ВВ выполняются следующие операции: переезд машины и установка подвесного струйного насоса над заряжаемой скважиной; выпуск раствора в объемный дозатор; последовательное включение механизмов подачи сухих компонентов из зарядной машины в струйный насос и сжатого воздуха в объемный дозатор для выталкивания раствора. По окончании подачи в скважину механизмы включаются с помощью кранников на пульте управления.

Смесительно-зарядный комплекс рассчитан на подготовку за одну рабочую смену массовых взрывов с суммарным весом зарядов в скважинах от 15 до 20 т.

§ 4. Комплекс для механизации взрывных работ Норильского горно-металлургического комбината

Комплекс Норильского горно-металлургического комбината предназначен для механизации погрузочно-разгрузочных работ на базисном складе, подготовки компонентов взрывчатых веществ, загрузки их в емкости машин для последующей доставки на карьер и заряжания скважин.

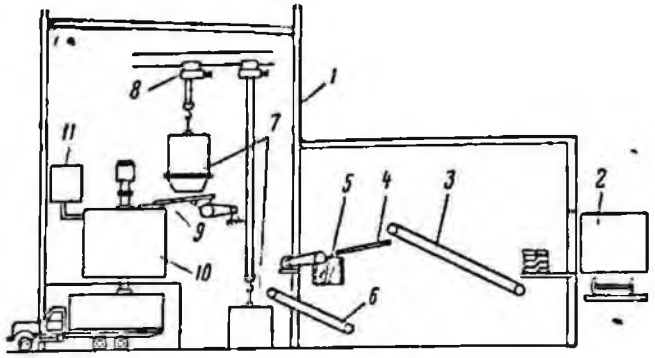


Рис. I-80. Пункт приготовления горячего раствора аммиачной селитры:

1 — здание; *2* — вагон; *3* — конвейер; *4* — стол растаривания; *5* — щековая дробилка; *6* — конвейер; *7* — кюбель; *8* — электроталь; *9* — вибропитатель; *10* — бак для приготовления раствора; *11* — бак для воды

Технология приготовления водонаполненных ВВ, машины для приготовления и заряжания ВВ, пункты подготовки компонентов и загрузки их в зарядные машины разработаны и созданы Ленинградским горным институтом, институтом Норильскпроект и горной лабораторией Норильского горно-металлургического комбината.

Пункт подготовки горячего раствора аммиачной селитры расположен на расстоянии 4 км от базисного склада комбината, пункт загрузки зарядных машин тротилом находится на территории расходного склада. Среднее расстояние от пунктов подготовки до заряжаемых блоков карьера «Медвежий ручей» составляет 10—15 км.

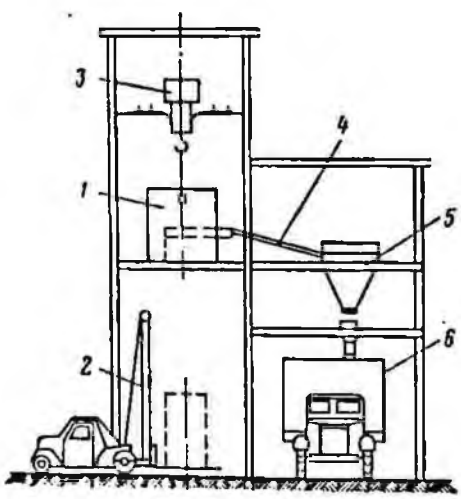


Рис. I-81. Пункт загрузки тротила в смесительно-зарядную машину:

1 — контейнер; *2* — автопогрузчик; *3* — электроталь; *4* — разделочный стол; *5* — накопительные бункера; *6* — смесительно-зарядная машина

Техническая характеристика комплекса для приготовления и заряжания водонаполненными ВВ

Пункт подготовки горячего раствора аммиачной селитры:	
объем бака для приготовления раствора, м³	6,6
максимальная масса раствора в баке, т	10
время приготовления раствора, ч	3—4
температура раствора, °С	90—100
теплоноситель для подогрева раствора	Пар
производительность щековой дробилки, м³/ч	3,5
объем кюбеля для селитры, м³	0,8
Пункт растаривания тротила:	
грузоподъемность электротали, т	5
емкость бункера для тротила, т	1,5
число бункеров	4
Машина для доставки раствора аммиачной селитры:	
емкость бака для раствора селитры, т	5
температура раствора в баке, °С	92—96
производительность насоса для раствора селитры, л/мин	600
емкость бака для воды, м³	1
производительность насоса для воды, м³/ч	30
мощность дизель-генераторной установки ДЭА-100, квт	100
Смесительно-зарядная машина:	
емкость бункера для тротила, т	1,5
число бункеров	2
производительность дозатора бункеров, кг/мин	До 140
скорость перемещения тротила по вибролотку, м/мин	10
емкость бункера для загустителя, м³	0,57
производительность дозатора загустителя, кг/мин	1—62
емкость смесителя, м³	0,5
производительность насоса для смеси, кг/мин	2000—2500
давление насоса, кгс/см²	3
диаметр зарядного шланга, мм	65

Принципиальная схема технологии приготовления и заряжания скважин водонаполненными ВВ на Норильском горно-металлургическом комбинате следующая. В стационарных пунктах производится подготовка компонентов водонаполненных ВВ. На одном пункте готовится горячий раствор аммиачной селитры концентрацией 85—90%, температурой 90—100° и плотностью 1,38—1,41 г/см³, на другом пункте готовится тротил к загрузке в смесительно-зарядную машину (растаривание мешков и загрузка тротила в бункера). Раствор аммиачной селитры, тротил и загуститель (0,5—1% гуаргама) перевозятся раздельно в машине для перевозки раствора и смесительно-зарядной машине. Готовая смесь, получаемая только в процессе заряжания, обладает хорошей подвижностью при температуре 60—70°. В скважине по мере охлаждения смесь превращается в твердую массу плотностью 1,5—1,65 г/см³.

Пункт приготовления горячего раствора аммиачной селитры (рис. I-80) расположен в двухэтажном капитальном здании, примыкающем к железнодорожному пути. Для разгрузки мешков с аммиачной селитрой из вагона или автомашины установлен конвейер *3*, которым мешки подаются на стол растаривания, откуда селитра поступает в щековую дробилку. Дробленая селитра конвейером *6* загружается в кюбель. Далее с помощью электротали селитра из кюбеля разгружается на вибропитатель, по которому направляется в бак для приготовления раствора. В этот же бак подается вода из емкости в количестве 10% веса селитры. Разогрев раствора в баке производится паром до температуры 90—100°, причем параметры пара и раствора контролируются автоматически. Готовый раствор самотеком подается в бак зарядной машины. Пункт подготовки раствора обслуживают три человека.

На рис.. 1-81 показан пункт загрузки тротила в смесительно-зарядную машину. На пункт тротил в контейнерах доставляется с площадки для хранения ВВ. Контейнер с тротилом автопогрузчиком грузоподъемностью 5—10 т перемещается на пункт подготовки. Электроталью грузоподъемностью 5 т контейнер поднимается и устанавливается на площадку. Мешки с тротилом из контейнера перепосятся на разделочный стол и растариваются, после чего тротил ссыпается в накопительные бункера, из которых через течку поступает в смесительно-зарядную машину.

Доставка компонентов ВВ, приготовление и заряжание скважин осуществляются машиной для перевозки горячего раствора аммиачной селитры и смесительно-зарядной машиной.

Машина для доставки раствора (рис. I-82) оборудована на базе автомобиля КрАЗ-256Б и имеет изотермический кузов для предотвращения охлаждения бака с горячим раствором. В передней части кузова установлен дизель-электрический агрегат для снабжения энергией приводов механизмов обеих машин. Кроме того, в кузове имеется бак для раствора аммиачной селитры, вихревой насос для ее перекачивания, калорифер для обогрева бака с раствором и установка для промывки магистралей водой. Причем последняя состоит из емкости для горячей воды и насоса.

Смесительно-зарядная машина (рис. I-83) предназначена для перевозки сухих компонентов ВВ — тротила и загустителя и приготовления взрывчатой смеси в процессе заряжания. На машине установлены два бункера для тротила вместимостью по 1,5 т. Каждый бункер имеет по два загрузочных люка. На течках бункеров установлены дозаторы. Под бункерами сооружен вибролоток, по которому тротил из бункеров через дозаторы поступает в смесительно-зарядное устройство. Загуститель находится в специальной емкости, откуда подается в смесительно-зарядное устройство. Для транспортирования смеси по шлангу в скважину машина оборудована специальным насосом.

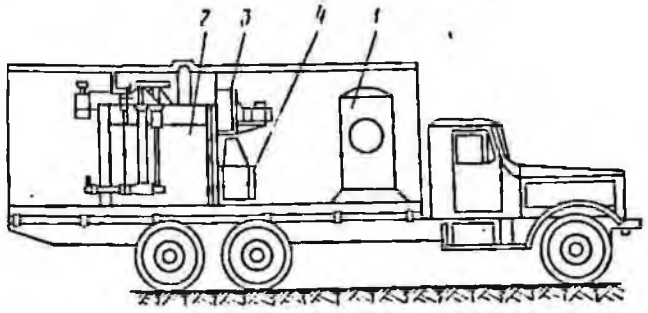


Рис. I-82. Машина для доставки раствора аммиачной селитры:

1 — дизель-электрический агрегат; *2* — бак для раствора аммиачной селитры; *3* — калорифер для обогрева бака с раствором; *4* — установка для промывки магистралей водой

На блоке обе машины соединяются электрическим кабелем и шлангом, по которому в смесительное устройство смесительно-зарядной машины поступает горячий раствор селитры. По окончании заряжания бак для раствора, смеситель и шланги промываются горячей водой. При заряжании машины обслуживают два шофера-оператора и взрывник.

За один рейс обе машины доставляют на карьер 8,2 т компонентов ВВ. При расстоянии транспортирования 10—15 км машины за смену могут выполнять по три рейса. Продолжительность рейса составляет 100—110 мин, при этом на транспортирование и загрузку компонентами приходится 45—50% всего затрачиваемого времени.

Применение комплекса для приготовления и заряжания ВВ позволяет механизировать заряжание скважин, улучшить качество взор-

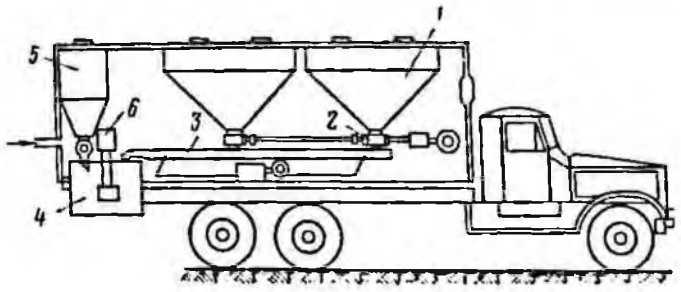


Рис. I-83. Смесительно-зарядная машина:

1 — бункер для тротила; *2* — дозатор; *3* — вибролоток; *4* — смесительно-зарядное устройство; *5* — емкость для загустителя; *6* — насос для транспортирования смеси ВВ

ванной горной массы, снизить затраты на буровзрывные работы.

Норильский горно-обогатительный комбинат совместно с ПромтрансНИИпроектом спроектировал контейнер КГ-5 грузоподъемностью 5 т для перевозки и хранения в нем гранулированных ВВ в облегченной упаковке. Комбинатом была изготовлена опытная партия таких контейнеров для перевозки и длительного хранения гранулированных ВВ.

Техническая характеристика контейнера КГ-5

Полезный объем, м³	5,5
Максимальный вес (брутто), т	5
Размер двери, мм	1996×2220
Число контейнеров, загружаемое в четырехосный вагон	12
Масса порожнего контейнера, кг	750
Габариты, мм:	
длина	2100
ширина	1325
высота	2400

Гранулированные ВВ, упакованные в двухслойные битумированные мешки с полиэтиленовым вкладышем, укладываются в контейнер навалом. В контейнер загружается 100 мешков.

Применение контейнеров при перевозке ВВ дает значительный экономический эффект.

§ 5. Комплексная механизация взрывных работ на Лениногорском полиметаллическом комбинате

Взрывные работы на Лениногорском полиметаллическом комбинате механизирует комплекс «Алтай», сооруженный по техническому проекту, который разработан отраслевой лабораторией комплексной механизации буровзрывных работ Казминцветмета совместно с Лениногорским полиметаллическим комбинатом.

Комплекс «Алтай» механизирует следующие операции:

растаривание мешков с гранулированными ВВ непосредственно в вагонах или около вагонов;

пневмотранспортирование ВВ в бункера хранилищ на расстояние до 400 м или загрузку ВВ в бункер зарядного автосамосвала «Универсал-1»;

транспортирование ВВ от разгрузочной площадки в машинах «Универсал-1» до хранилищ и разгрузку пневмотранспорта в бункера хранилищ;

хранение ВВ в бункерах хранилищ с последующей загрузкой их в бункера машин «Универсал-1», обслуживающих карьеры и рудники комбината;

доставка ВВ транспортно-зарядными машинами от хранилищ базисного склада к карьерам;

заряжание скважин на карьерах.

Техническая характеристика комплекса «Алтай»

Сменная производительность при растаривании, транспортировании, погрузке и заряжании, т	150
Растаривающие устройства:	
способ растаривания мешков	Вакуумный и механический
производительность вакуумного растаривателя, кг/мин	До 400
производительность механического растаривателя-пневмопогрузчика РПП-1, мешков/мин	9010
Хранилища для ВВ:	
емкость бункера хранилища, т	4
число бункеров в хранилище	32—64
вместимость хранилища, т	128—256
способ загрузки бункеров хранилищ	Пневмотранспортный (пневмодозатором МПД-2)
способ разгрузки бункеров хранилищ	Самотечный в пневмодозатор МПД-2
производительность самоходного пневмодозатора МПД-2, кг/мин	До 500
скорость перемещения дозатора, м/мин	30
мощность пневмодвигателя, л. с.	3
расход воздуха, м³/мин	До 8
Транспортно-зарядная машина:	
вместимость бункера автосамосвала «Универсал-1», т	4
число бункеров на автосамосвале «Универсал-1»	2
способ загрузки бункера автосамосвала «Универсал-1»	Вакуумный и нагнетательный
способ разгрузки бункеров автосамосвала «Универсал-1»	Самотечный и пневмотранспортный с дозировкой
база транспортно-зарядной машины «Универсал-1»	КрАЗ-256 (КрАЗ-256Б)
производительность дозатора МПД-2, кг/мин	До 600
Длина пневмотранспорта, м	До 40—60
Расход воздуха пневмодозатором МПД-2, м³/мин	До 15
Производительность вакуумнасоса ВВМ-50, м³/мин	50
Степень разрежения, %	95
Мощность электродвигателя, квт	125
Производительность компрессора ВП-20/8, м³/мин	20
Максимальное давление, кгс/см²	8
Число компрессоров	2
Мощность электродвигателя компрессора, квт	125
Диаметр вакуум- и пневмотрубопровода, мм	75

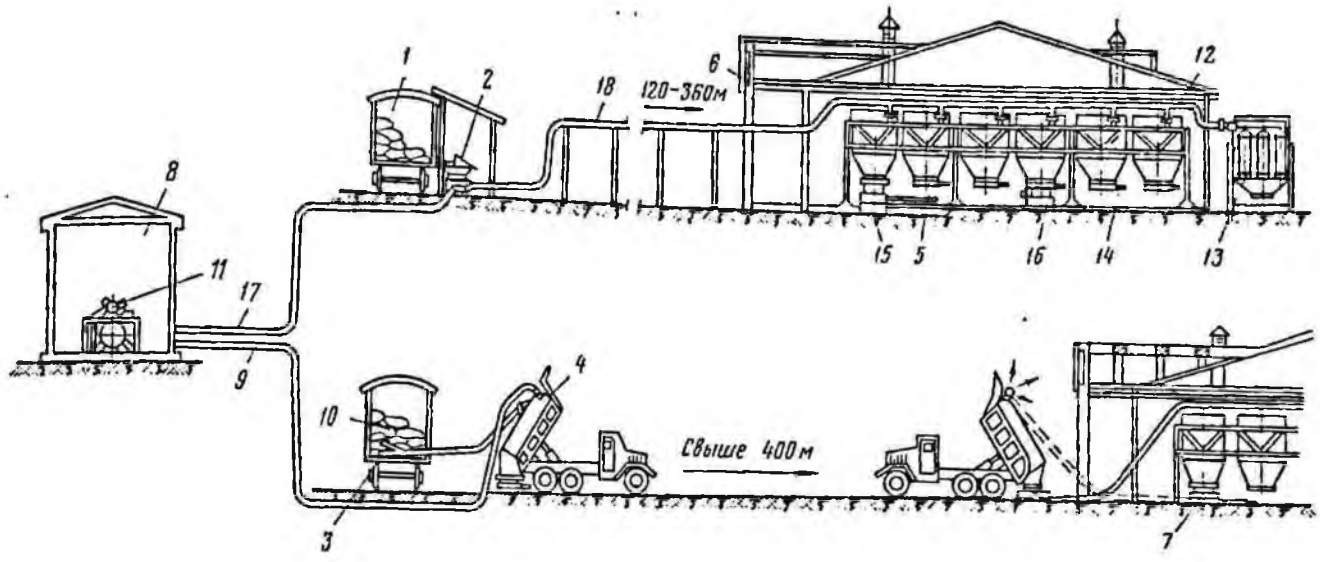


Рис. I-84. Комплекс «Алтай»:

1 — железнодорожный вагон; *2* — растариватель-пневмопогрузчик РПП-1; *3* — вакуумный растариватель; *4* — бункер машины «Универсал-1»; *5* — бункер для хранения ВВ; *6* — хранилище; *7* — передвижной пневмодозатор МПД-2; *8* — компрессорно-вакуумная станция; *9* — вакуумный трубопровод; *10* — железнодорожный вагон; *11* — фильтр тонкой очистки; *12* — впускное устройство; *13* — рукавные фильтры; *14* — шибер бункера; *15* — самоходная тележка пневмодозатора; *16* — гидравлические весы; *17* — нагнетательный трубопровод; *18* — материалопровод

Комплекс «Алтай» (рис. I-84) представляет собой законченную систему, позволяющую полностью механизировать все технологические операции погрузочно-разгрузочных, транспортных и взрывных работ. Комплекс включает в себя разгрузочную площадку с устройствами для растаривания мешков, хранилища, оборудованные бункерами для хранения ВВ насыпью, компрессорно-вакуумную станцию с системой трубопроводов и транспортно-зарядные машины типа «Универсал-1».

Технологическая схема комплекса следующая. Вагоны с гранулированными ВВ поступают на разгрузочную площадку, где одновременно с разгрузкой производится растаривание ВВ и транспортирование его пневмо- и автотранспортом в хранилища, оборудованные бункерами. Растаривание мешков может производиться механическим растаривателем-пневмопогрузчиком РПП-1 и вакуумным растаривателем. Механический растариватель может транспортировать гранулированные ВВ непосредственно в бункера хранилищ на расстояние до 400 м, а также загружать бункер автосамосвала «Универсал-1».

Вакуумный растариватель применяется только для загрузки бункера *4* автосамосвала «Универсал-1» (на расстояние свыше 400 м доставка ВВ в хранилища производится автосамосвалами «Универсал-1»). Из бункеров автосамосвала ВВ с помощью пневмодозатора МПД-2 перегружаются в бункера хранилища.

Для доставки в карьеры гранулированных ВВ из бункеров с помощью передвижного пневмодозатора их перегружают в емкости автосамосвала. От хранилищ базисного склада ВВ транспортируются в карьеры на заряжаемый блок. Расстояние транспортирования составляет от 4 до 17 км. Для снабжения комплекса сжатым воздухом и создания вакуума при вакуумном растаривании на расстоянии 30 м от разгрузочной площадки построена компрессорно-вакуумная станция.

Вакуумный растариватель шлангами связан с бункером автосамосвала, который соединен с вакуум-насосом трубопроводом с фильтром тонкой очистки. Бункера автосамосвала загружаются при поднятом кузове, причем отделение ВВ от воздуха происходит по закругленной осадительной стенке.

Механическое растаривание производится с помощью растаривателя-пневмопогрузчика, оборудованного пневмодозатором МПД-2.

Растариватель-пневмопогрузчик РПП-1 (рис. I-85) — передвижное устройство, имеющее два пневматических ведомых колеса и одно направляющее. На раме растаривателя установлен бункер с габаритной сеткой. На направляющей стенке бункера имеется нож. На вертикальной стенке бункера шарнирно установлена балка, на которой крепится тяговый пневмоцилиндр. Через втулки балки пропущены штоки, которые совместно со штоком тягового пневмоцилиндра связаны с двухпарой

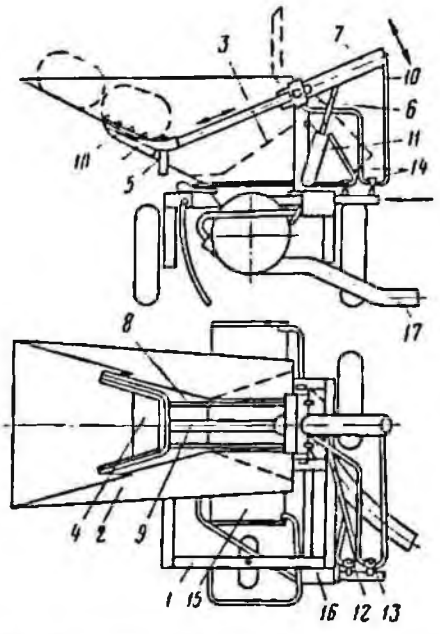


Рис. I-85. Растариватель-пневмопогрузчик РПП-1:

1 — рама растариватели; *2* — бункер; *3* — габаритная сетка; *4* — направляющая стенка; *5* — нож; *6* — балка; *7* — тяговый пневмоцилиндр; *8* — штоки; *9* — шток тягового пневмоцилиндра; *10* — двухперая вилка; *11* — подъемные пневмоцилиндры; *12, 13* — двухходовые краны; *14* — гибкий трубопровод; *15* — пневмодозатор МПД-2; *16* — пульт управления; *17* — материалопровод

вилкой, имеющей шипы для захвата мешков. Для поворота балки с тяговым пневмоцилиндром в вертикальной плоскости служат подъемные пневмоцилиндры. Последние управляются двухходовыми кранами через гибкие трубопроводы.

На течке бункера крепится пневмодозатор МПД-2 с пультом управления, трубопроводом для материала и воздуха.

Работой растарнвателя-пневмопогрузчика управляет машинист. Мешки конвейером подаются в приемный лоток бункера растариватели. Вилкой с шипами мешок захватывается, протягивается под неподвижным ножом и встряхивается над габаритной сеткой. Порожний мешок сбрасывается с вилки при ее повороте. Материал через сетку поступает в непрерывно работающий пневмодозатор. Пневматическая погрузка ВВ по трубопроводу может производиться в автосамосвал «Универсал-1» или в бункера хранилищ, расположенных от разгрузочной площадки на расстоянии до 400 м.

ВВ хранится в типовых хранилищах, оборудованных бункерами емкостью 5 м³ каждый, изготовленными из алюминия. Бункера установлены на разборных рамах. Гибкий шланг от автосамосвала «Универсал-1» или стационарного материалопровода подсоединяется к патрубкам бункеров. Патрубки оборудованы кранами, которые после заполнения бункера материалом герметически закрываются. Сжатый воздух из бункеров отводится и очищается рукавными фильтрами и батареей фильтров за пределами хранилища. Для выпуска ВВ в нижней части бункеров имеются шиберы.

Перегрузка ВВ из бункеров хранилища в бункер автосамосвала производится с помощью передвижного пневмодозатора, установленного на самоходной тележке, оснащенной пневмодвигателем. Бункера взвешиваются на гидравлических весах, которые подводятся под бункер и поднимаются через опорную рамку. Вес определяется по шкале манометра, проградуированного на подъемное усилие в кгс.

Для снабжения комплекса сжатым воздухом и создания вакуума при растаривании мешков и загрузке ВВ в автосамосвал «Универсал-1» построена компрессорно-вакуумная станция, которая расположена вне зоны базисного склада ВВ. Станция связана с разгрузочной площадкой нагнетательными и вакуумными магистралями из стальных труб диаметром 75 мм.

Снабжение хранилища сжатым воздухом от компрессорной станции осуществляется магистралью, имеющей отводы к каждому хранилищу гранулированных ВВ.

От разгрузочной площадки до хранилищ проложены два материалопровода, установленных на опорах на высоте с тем, чтобы иметь свободный доступ для технического осмотра и ремонта.

Транспортно-зарядная машина «Универсал-1» предназначена для доставки ВВ с разгрузочной площадки к хранилищам, перегрузки их в бункера, доставки с базисного склада на карьер, заряжания скважин. Зарядная машина «Универсал-1» создана на базе автосамосвала и оснащена съемными бункерами емкостью 5 м³ каждый. Бункера крепятся болтами к кузову автосамосвала. Каждый бункер имеет загрузочный люк с патрубками для подвода шлангов сброса отработанного воздуха. Патрубок подвода смеси расположен по касательной к закругленной стенке бункера для отделения материала от воздуха. Течки бункера оборудованы шиберами с рамками для присоединения пневмодозатора МПД-2.

Для заряжания скважин применяются прорезиненные пожарные рукава диаметром 2—3″ и длиной 20—100 м. Для снятия статического электричества с внутренней поверхности шланга на ней прокладывается заземленный нихромовый провод диаметром 3 мм. При заряжании скважин пневмодозаторы снабжаются сжатым воздухом от передвижных компрессорных станций ПКС-9 и ВК-11 или от карьерной пневмосети.

Вся работа комплекса основана на применении пневмотранспорта с использованием унифи-

цированных пневмодоставочных устройств типа МПД, обеспечивающих безопасную работу всего комплекса, точное дозирование и учет ВВ.

Пневмодозатор МПД-2 представляет собой цилиндр, в корпусе которого помещен свободный поршень. Последний состоит из дисков, закрепленных на штоке гайками. ВВ поступает через загрузочную воронку, с помощью которой пневмодозатор крепится к течке бункера зарядной машины или хранилища.

При поступлении вагонов на разгрузочную площадку базисного склада организуется работа по растариванию и транспортированию россыпных ВВ в хранилища. Под разгрузку ставятся два вагона. В работу вводятся механический и вакуумные растариватели и автосамосвалы «Универсал-1».

Механическим растаривателем-пневмопогрузчиком РПП-1 взрывчатые вещества транспортируются в бункера хранилищ (на расстояние до 400 м) или загружаются в автосамосвал «Универсал-1» (на расстояние свыше 400 м). Механический растариватель РПП-1 обслуживают шесть человек.

При вакуумном способе растаривания работа ведется прямо в вагоне. Мешки с ВВ прокалываются соплом растаривателя, и ВВ по шлангам поступает в бункер автосамосвала. Растаривание и загрузку ВВ с помощью вакуумного растаривателя производит бригада в составе пяти человек.

Прием ВВ в хранилищах и учет количества ВВ в бункерах производятся кладовщиками. Учет ВВ производится при растаривании в вагоне, загрузке и разгрузке бункеров хранилищ. При растаривании ВВ в вагонах учет ведется по количеству мешков. Учет на складе ВВ производится взвешиванием бункеров после загрузки и выгрузки. Данные взвешивания заносятся в книгу учета ВВ и в паспорт бункера, в котором указывается также вес порожнего бункера. В паспорте кроме количества ВВ в бункере отмечаются даты загрузки и окончания гарантийного срока хранения данного вида ВВ. Так, срок хранения гранулитов не должен превышать 45 дней, а зерногранулитов и акватола — 90 дней. Взрывчатые вещества в процессе хранения в бункерах через месяц проверяются на слеживаемость, а бункера через три месяца — на герметичность.

При подготовке массовых взрывов доставка ВВ в карьеры и заряжание ими скважин выполняются транспортно-зарядными машинами «Универсал-1». Зарядные машины загружаются с помощью передвижных пневмодозаторов МПД-2. В зависимости от мощности массового взрыва и расстояния транспортирования до блока для подготовки взрыва съемными бункерами оборудуется необходимое число самосвалов.

Для обеспечения безаварийной и надежной работы комплекса все сооружения, машины и механизмы должны постоянно подвергаться профилактическому и техническому осмотру. Поверхности бункеров хранилищ, материалопроводов, бункеров зарядных машин, растаривающих устройств и пневмодозаторов покрываются антикоррозийной краской не реже одного раза в три месяца. Необходимо следить за герметизацией бункеров для ВВ, трубопроводов для ВВ и сжатого воздуха. Проверка трубопроводов на утечку сжатого воздуха производится один раз в месяц, а бункеров на герметичность — один раз в три месяца. Транспортные трубопроводы дозаторов один раз в месяц опрессовываются сжатым воздухом под давлением 7—8 кгс/см^2.

Притертые поверхности гидронасосов, кранов и пультов управления механическим растариванием, а также зарядной машины смазываются смазкой УС-1 один раз в месяц.

При работе механического растаривателя РПП-1 тяговый и подъемные пневмоцилиндры смазываются машинным маслом АК-15. После прохождения каждых 15—20 т материала смазывается поршень пневмодозатора МПД-2, для чего через отверстия в крышках дозатора заливается 400 г машинного масла АК-15. Для точного учета ВВ передвижные пневмодозаторы МПД-2, применяемые на разгрузке из бункеров хранилищ, должны быть оттарированы для каждого типа гранулированных ВВ с точностью 1—1,5%.

При эксплуатации пневмодозаторов необходимо следить за герметичностью поршня в корпусе дозаторе и золотника в корпусе пульта управления.

Каждое хранилище должно быть оборудовано одним резервным пневмодозатором МПД-2 и десятью рукавными фильтрами. Очистка рукавных фильтров производится после загрузки бункеров хранилищ.

Для снижения деградации ВВ скорость транспортирования не должна превышать 25 м/сек, кроме того, бункера хранилищ и автосамосвалов должны быть оборудованы осадительными устройствами. Перед началом работы транспортно-зарядной машины проверяются надежность крепления бункера в кузове, герметичность и чистота бункеров. После окончания работ бункера должны быть тщательно очищены от остатков ВВ.

При доставке ВВ с базисного склада на карьеры загрузочные люки и шиберы должны быть опломбированы. После разгрузки бункеров в процессе заряжания пневмодозаторы отсоеди-

няются, кузов опускается, и автосамосвал отправляется в следующий рейс.

Если при работе комплекса возникнут неисправности механизмов и машин, то они должны быть незамедлительно устранены. Основные причины неисправностей, как правило, следующие: нарушение герметизации, разрыв трубопроводов, образование пробок в трубопроводах, слеживание материала в бункере, повреждение фильтров, износ манжетов.

Комплекс «Алтай» позволяет механизировать погрузочно-разгрузочные работы на базисном складе и заряжание скважин на карьерах. Для работы в комплексе можно использовать в качестве транспортно-зарядных машин обычные самосвалы, временно оборудовав их навесными устройствами.

Хранение гранулированных ВВ насыпью в в бункерах с использованием существующих хранилищ базисного склада, а также применение пневмотранспорта с использованием унифицированных пневмодозаторов с широкими диапазонами производительности позволили повысить производительность труда на базисном складе в 3,5 раза при снижении трудоемкости работ в 2,5—3 раза.

Производительность растаривателя на растаривании и пневмотранспортировании ВВ емкости хранилищ составляет 250 кг/мин при расстоянии транспортирования 180 м, а самоходного пневмодозатора МПД-2 при перегрузке ВВ из бункера хранилища в бункер машины «Универсал-1» — до 400 кг/мин. На заряжании скважин производительность автосамосвала «Универсал-1» при длине шланга 60 м достигает 400 кг/мин. Плотность заряжания гранулированными ВВ составляет 1,2 г/см^2.

С переходом на доставку ВВ в контейнерах и цистернах с пневморазгрузкой тяжелый ручной труд на погрузочно-разгрузочных работах будет полностью ликвидирован. Кроме того, внедрение комплекса «Алтай» даст значительный экономический эффект.

§ 6. Механизация взрывных работ на карьерах Кривбасса

На карьерах Кривбасса в настоящее время взрывается около 90 млн.м^3 горной массы. Для сокращения простоев карьеров при производстве массовых взрывов в настоящее время наблюдается уменьшение количества массовых взрывов благодаря их укрупнению. Одновременно на карьерах Кривбасса в настоящее время взрывается в среднем от 200 до 600 т ВВ, а отдельные взрывы достигают 800 т. Предполагается дальнейшее увеличение количества одновременно взрываемого ВВ.

При существующей организации и механизации труда базисные склады могут выдавать только 180—200 т ВВ в сутки, поэтому в настоящее время большое внимание уделяется совершенствованию механизации погрузочно-разгрузочных работ на базисных складах, заряжанию и забойке скважин.

На Первомайском руднике СевГОКа построен и введен в эксплуатацию стационарный механизированный комплекс «Кривбасс», предназначенный для хранения аммиачной селитры в складе, приготовления простейших взрывчатых смесей для снабжения ими карьеров СевГОКа и ЦГОКа. Комплекс рассчитан на годовое потребление аммиачной селитры в объеме 10 тыс. т. Комплекс «Кривбасс» расположен на борту карьера «Первомайский» рудника СевГОКа. К комплексу подведены автомобильные дороги и железнодорожные пути.

Комплекс обслуживают пять человек.

Техническая характеристика комплекса «Кривбасс»

Вместимость склада аммиачной селитры, т	1000
Емкость цистерны для дизельного топлива, м^3	70
Производительность комплекса, т/смену	150
Размеры склада, м:	
длина	42
ширина	12
высота	10
Мощность установленных электродвигателей, квт	120

Комплекс «Кривбасс» (рис. I-86) состоит из склада для хранения аммиачной селитры насыпью, галереи наклонного конвейера и бункерно-смесительного отделения. Конструкция зданий представляет собой металлический каркас, обшитый промышленным шифером ВУ-1. Пол склада сооружен из железобетонных плит.

В помещении склада установлены мостовой кран грузоподъемностью 2,5 т, опрокид и роторная дробилка. Для транспортирования дробленой селитры в бункерно-смесительное отделение в галерее установлен ленточный конвейер.

Бункерно-смесительное отделение оборудовано двумя бункерами со шнековыми дозаторами для смешивания аммиачной селитры с жидким топливом и загрузки смеси в кузова транспортно-зарядных машин.

Диаметр шнека дозатора 300 мм, производительность дозатора 1600 кг/мин. В шнековый дозатор дизельное топливо подается из промежуточной емкости 5 м^3 с помощью вихревых насосов ОН-2. Дизельное топливо к форсункам поступает под давлением 2 кгс/см^2, его расход контролируется расходомером, давление — манометром. При поступлении в крытом вагоне аммиачной селитры в мешках последние грузчиками растариваются на решетке приемного

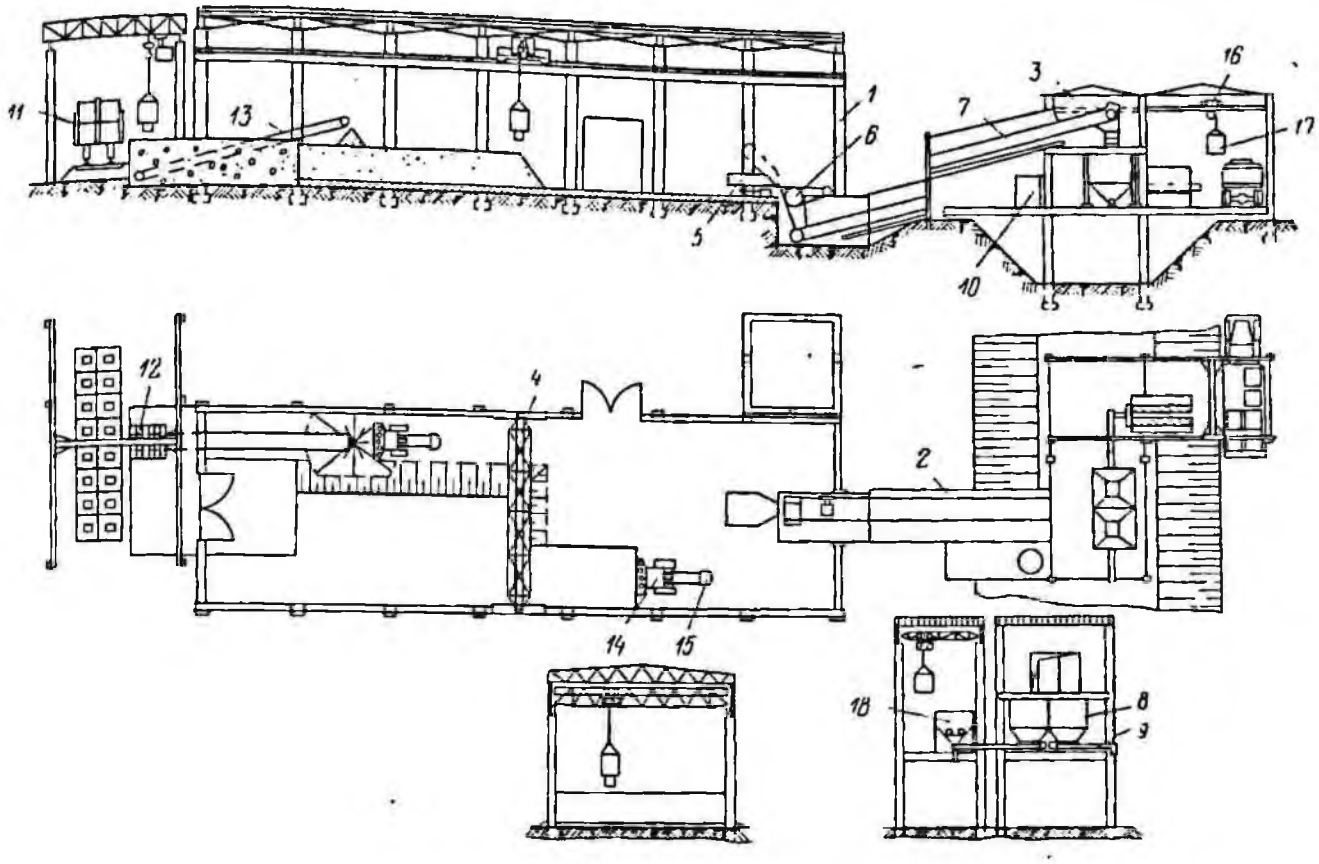


Рис. I-86. Комплекс «Кривбасс»:

1 — склад; *2* — галерея наклонного конвейера; *3* — бункерно-смесительное отделение; *4* — мостовой кран; *5* — опрокид; *6* — роторная дробилка; *7* — ленточный конвейер; *8* — бункера; *9* — шнековые дозаторы; *10* — емкость для дизельного топлива; *11* — вагон; *12* — приемный бункер; *13* — конвейер; *14* — машина МВС-4; *15* — бадья; *16* — мостовой кран; *17* — мягкий контейнер с ВВ; *18* — бункер-дозатор для тротила

бункера, от которого материал по конвейеру поступает на склад. Для механизации работ по перекидке и погрузке аммиачной селитры внутри склада используются две машины МВС-4.

Самоходная малогабаритная машина МВС-4 применяется для выгрузки из крытых железнодорожных вагонов слеживающихся сыпучих материалов. Конструктивно машина состоит из ходовой части, рушителя, заборного устройства, выдающего конвейера и электрооборудования. Шнековый рушитель разрыхляет слежавшуюся аммиачную селитру в навале и подает его под заборное устройство, которое захватывает и передает материал на выдающий конвейер.

Техническая характеристика машины МВС-4

Производительность, т/ч	60
Фронт заборного устройства, мм	1600
Скорость:	
вращения шнеков рушителя, об/мин	92
ленты выдающего конвейера, м/сек	2,9
передвижения машины, м/мин	5
Габариты, мм:	
длина	5850
ширина	1775
высота	1950
Масса, кг	3500

Машина МВС-4 грузит аммиачную селитру в бадью вместимостью 1,5 т, которая переносится мостовым краном к приемному лотку. При одновременной работе машины МВС-4 и мостового крана один рабочий перегружает за смену до 50 т аммиачной селитры. При применении конвейера по доставке аммиачной селитры к лотку производительность комплекса достигнет 150 т в смену.

Так как аммиачная селитра является гигроскопичным материалом и при длительном хранении увлажняется и подвергается слеживанию, на комплексе «Кривбасс» установлено постоянное наблюдение за относительной влажностью воздуха, которая, в помещении склада в среднем не должна превышать 85%. Для создания микроклимата в складе аммиачной селитры установлены кондиционеры.

Но при высокой степени механизации погрузочно-разгрузочных работ на комплексе «Кривбасс» при доставке АС в мешках не лик-

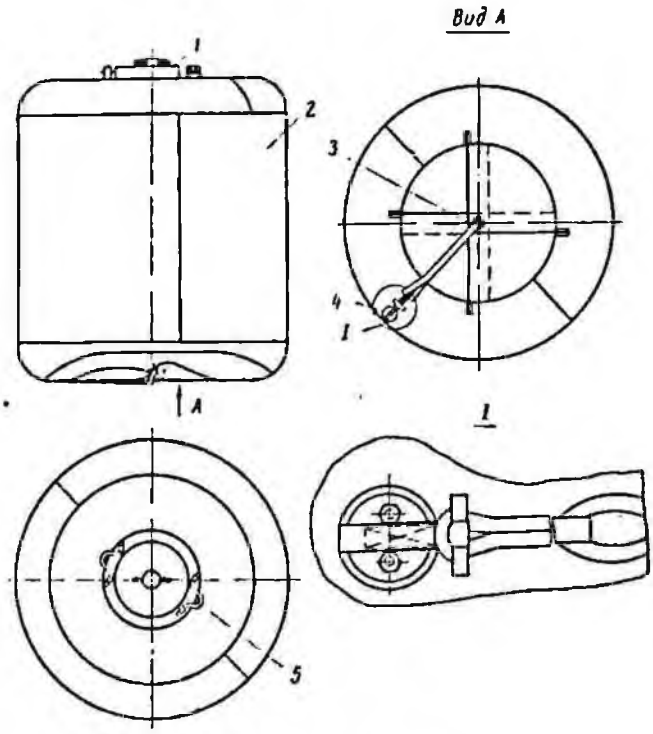


Рис. I-87. Контейнер МК-1,5:

1 — загрузочный люк; 2 — стенка контейнера; 3 — разгрузочный люк; 4 — замок разгрузочного люка; 5 — скоба

видирован ручной труд грузчиков при разгрузке вагонов и растаривании мешков на решетке приемного бункера. Работниками комбината спроектирована и изготовлена установка для перевозки аммиачной селитры, которая представляет собой две емкости вместимостью по 7,5 т, установленные на раме полуприцепа. В верхней части емкостей имеются загрузочные люки, расположенные на боковой стороне у днища. Разгрузка селитры из емкостей производится при опрокидывании их на бок с помощью гидроцилиндров.

Загрузка аммиачной селитры осуществляется на опытной установке. Она спроектирована конструкторским бюро СевГОКа и предназначена для загрузки аммиачной селитры в цистерны и контейнеры. Кроме доставки аммиачной селитры к емкостям на полуприцепе будет производиться ее перевозка на автомашинах в мягких контейнерах типа МК-1,5 (рис. I-87), технические характеристики которых приведены ниже:

	МК-1,5	МК-1-1,5
Материал	Резино-кордовый	
Полезный объем, м³	1,5	
Максимальная масса (брутто), т	2	
Размеры люка, мм:		
загрузочного	Ø300	500×500
разгрузочного	565×565	500×500
Число контейнеров, загружаемых в четырехосный вагон:		
груженых	36	32
порожних		200
Габариты, мм:		
длина	—	1200
ширина	Ø1200	1100
высота	1300	1250
Масса, кг	45	

В дальнейшем планируется переход на доставку в мягких контейнерах тротила и других гранулированных ВВ. В дополнение к существующим сооружениям комплекса предусматривается около бункерно-смесительного отделения оборудовать разгрузочную площадку с мостовым краном для разгрузки мягких контейнеров с тротилом и бункера-дозаторы для тротила. С введением в эксплуатацию этих сооружений можно будет использовать комплекс для приготовления зерногранулитов.

Кроме механизации взрывных работ комплексом «Кривбасс» трестом Кривбассвзрывпром ведутся работы по механизации погрузочно-разгрузочных работ на базисных складах и приготовления взрывчатых смесей и загрузки их в транспортно-зарядные машины.

В тресте Кривбассвзрывпром разработан проект растаривающе-приготовительного комплекса взрывчатых веществ (рис. I-88), который построен на одном из базисных складов. Растаривающе-приготовительный комплекс примыкает непосредственно к хранилищу аммиачной селитры, которая хранится насыпью. Комплекс предназначен для растаривания аммиачной селитры, тротила и готовых ВВ, дозирования компонентов и приготовления из них взрывчатых смесей, загрузки смесей или готовых ВВ в секции накопительного бункера и загрузки транспортно-зарядных машин.

Техническая характеристика растаривающе-приготовительного комплекса

Вместимость, т:	
склада аммиачной селитры	60
бункера	60
Число секций бункера	3
Производительность заборного устройства, кг/мин	360
Число вакуум-насосов	2
Создаваемое рабочее разрежение воздуха, кгс/см²	0,5
Число компрессоров	1
Рабочее давление сжатого воздуха, кгс/см²	8

Растаривающе-приготовительный комплекс состоит из склада для хранения аммиачной селитры, растаривающе-смесительного зала, заготовительного бункера и вакуумно-компрессорной станции.

В растаривающе-смесительном зале установлены три дозирующих бункера с дозаторами, под которыми имеются три растаривающих устройства и три смесительные воронки.

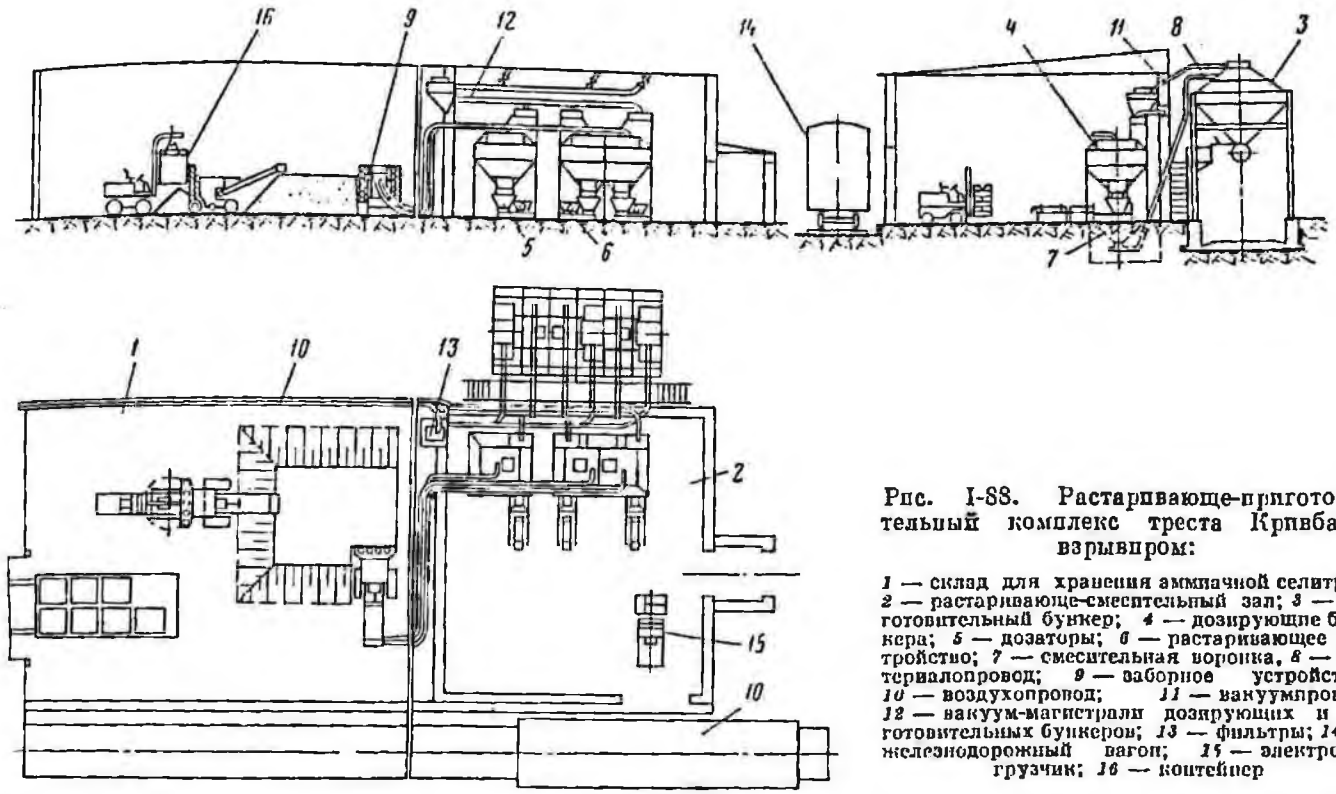


Рис. I-88. Растаривающе-приготовительный комплекс треста Кривбассвзрывпром:

1 — склад для хранения аммиачной селитры; *2* — растаривающе-смесительный зал; *3* — заготовительный бункер; *4* — дозирующие бункера; *5* — дозаторы; *6* — растаривающее устройство; *7* — смесительная воронка, *8* — материалопровод; *9* — заборное устройство; *10* — воздухопровод; *11* — вакуумпровод; *12* — вакуум-магистрали дозирующих и заготовительных бункеров; *13* — фильтры; *14* — железнодорожный вагон; *15* — электропогрузчик; *16* — контейнер

Смесительные воронки соединены трубопроводами с секциями заготовительного бункера. Дозирующие бункера связаны со складом аммиачной селитры тремя трубопроводами, на концах которых имеются специальные заборные устройства.

Заготовительный бункер предназначен для накопления в нем ВВ и последующей загрузки зарядных машин из него. Бункер разделен на три секции вместимостью по 20 т ВВ каждая. Секции заготовительного бункера оборудованы фильтрами для очистки воздуха и объемными перфорированными решетками для съема статического электричества. Разгрузочные течки бункера оборудованы шиберами и дозаторами для учета ВВ. Для транспортирования аммиачной селитры из склада в дозирующие бункера и готовых ВВ из смесительных воронок в секции накопительного бункера, а также для привода растаривающих механизмов и работы системы управления построена компрессорно-вакуумная станция. В станции установлено два вакуум-насоса РМК-4 для транспортирования материалов с помощью создаваемого ими вакуума. Компрессор ВК-5 обеспечивает сжатым воздухом приводы растаривающих устройств и систему управления комплексом. Компрессорно-вакуумная станция с растаривающе-смесительным залом соединена воздухопроводом диаметром 2″ и вакуум-проводом диаметром 6″.

В растаривающем зале вакуум-провод разделен на вакуум-магистрали дозирующих и заготовительных бункеров с контрольными фильтрами.

Взрывчатые вещества с завода доставляются в растаривающе-смесительное отделение в вагонах МПС и автомашинами от хранилищ базисного склада. Мешки с ВВ укладываются в вагоне на поддоны и электропогрузчиком подаются к растаривающим механизмам. После растаривания ВВ поступает в смесительную воронку, которая разделена на два регулируемых отсека: в один отсек поступает тротил, в другой — аммиачная селитра из дозирующего бункера через дозатор.

При доставке мешки с аммиачной селитрой на поддонах транспортируются на склад, где мешки растариваются. Селитра из склада в дозирующие бункера подается из навала или непосредственно из мешков.

Для транспортирования аммиачной селитры в дозирующие бункера используются три трубопровода длиной 7, 10 и 20 м. При контейнерной доставке аммиачная селитра высыпается из контейнеров в навал электропогрузчиком, а при отсутствии электропогрузчиков аммиачную селитру можно выгружать в дозирующие бункера с помощью заборных устройств непосредственно из контейнеров.

Для дробления и переработки аммиачной селитры, хранящейся навалом в складе, можно

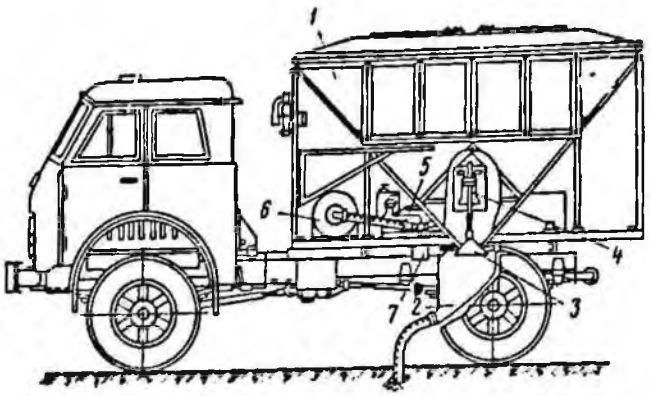


Рис. I-89. Автоматическая зарядная машина АЗМ:
1 — бункер; 2 — дозатор; 3 — клапан; 4 — пневмоцилиндр двустороннего действия; 5 — компрессор; 6 — ресивер; 7 — пульт управления

использовать машину МВС-4. Тогда селитра из навала будет подаваться по конвейеру в воронку, к которой подсоединяются два материалопровода с заборными устройствами. Производительность транспортирования аммиачной селитры в дозирующие бункера на расстояние 30 м составит 360 кг/мин.

При работе двух секций (третья резервная) производительность растаривающе-приготовительного комплекса достигает 250—280 т в смену.

Трест Кривбассвзрывпром модернизировал зарядную машину СУЗН-5А. При этом перегородка в бункере была убрана, а вместо питателя смонтирован дозатор. В нижней части дозатора закреплен шланг ∅ 125 мм для подачи ВВ в скважину. Длина шланга 3—5 м. В результате этих работ емкость машины увеличилась до 10 м³, а емкость дозатора составила 240 кг.

По второму варианту переоборудования зарядной машины вместо питателя установлен транспортер, при помощи которого ВВ загружается в скважину с левой стороны по ходу машины.

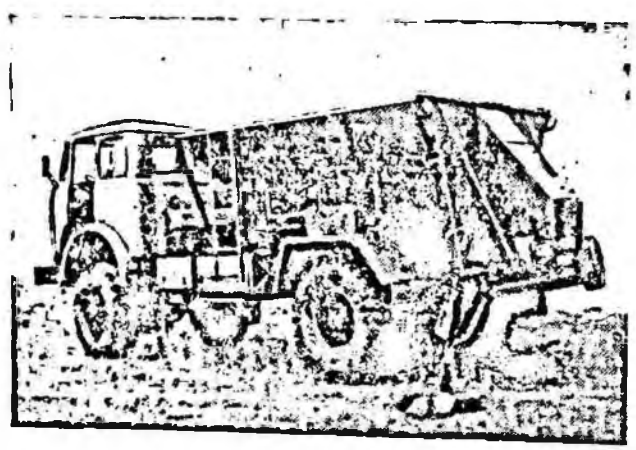


Рис. I-90. Модернизированная забоечная машина ЗС-1Б

На базе машины МЗС-1М была также оборудована автоматическая зарядная машина АЗМ для заряжания скважин готовыми ВВ (рис. I-89). На базе МАЗ-509 смонтирован бункер вместимостью 7 т, в верхней части которого имеются два загрузочных люка. В нижней части бункер соединен с дозатором ВВ вместимостью 100 кг. Для наблюдения за процессом заполнения дозатора имеется смотровое окно. Отверстие между бункером и дозатором перекрывается клапаном, который приводится в действие пневмоцилиндром двустороннего действия. Привод клапана дозатора защищен от попадания в него частиц ВВ. В верхней части дозатора установлен датчик уровня ВВ, который служит для подачи команды в цепь автоматического управления работой дозатора.

Для питания сжатым воздухом пневмоцилиндра, дозатора и цепей управления на машине установлен роторный компрессор, привод которого осуществляется от раздаточной коробки через клиноременную передачу. Машина имеет блоки ручного и автоматического управления работой при заряжании. Принцип работы машины состоит в том, что при открывании клапана загрузочного отверстия дозатора ВВ самотеком поступает из бункера в дозатор. После заполнения дозатора датчик уровня автоматически закрывает клапан, и в дозатор подается сжатый воздух, который выталкивает из него ВВ в скважину.

После работы бункер машины очищается от остатков ВВ продуванием сжатым воздухом.

Забойка скважин на карьерах Кривбасса полностью осуществляется забоечными машинами ЗС-1Б и СУЗН-1В. В качестве забоечного материала применяются отходы обогащения. Загрузка забоечным материалом производится экскаватором ЭКГ-4. Забоечные машины ЗС-1Б были модернизированы — гидрогрейдер демонтирован и установлен ленточный конвейер для боковой разгрузки забоечного материала (рис. I-90), что позволило сократить маневровые операции и увеличить производительность машины от 27 до 36 м³/ч. До внедрения забоечных машин трудоемкость забойки составляла 20% всего объема взрывных работ при механизации 6%.

На руднике «Первомайский» СевГОКа для откачки воды из скважин перед заряжанием используется водоотливный комплекс, состоящий из передвижного компрессора ПКС-5 и двух самоходных водоотливных пневматических агрегатов ВПА-1.

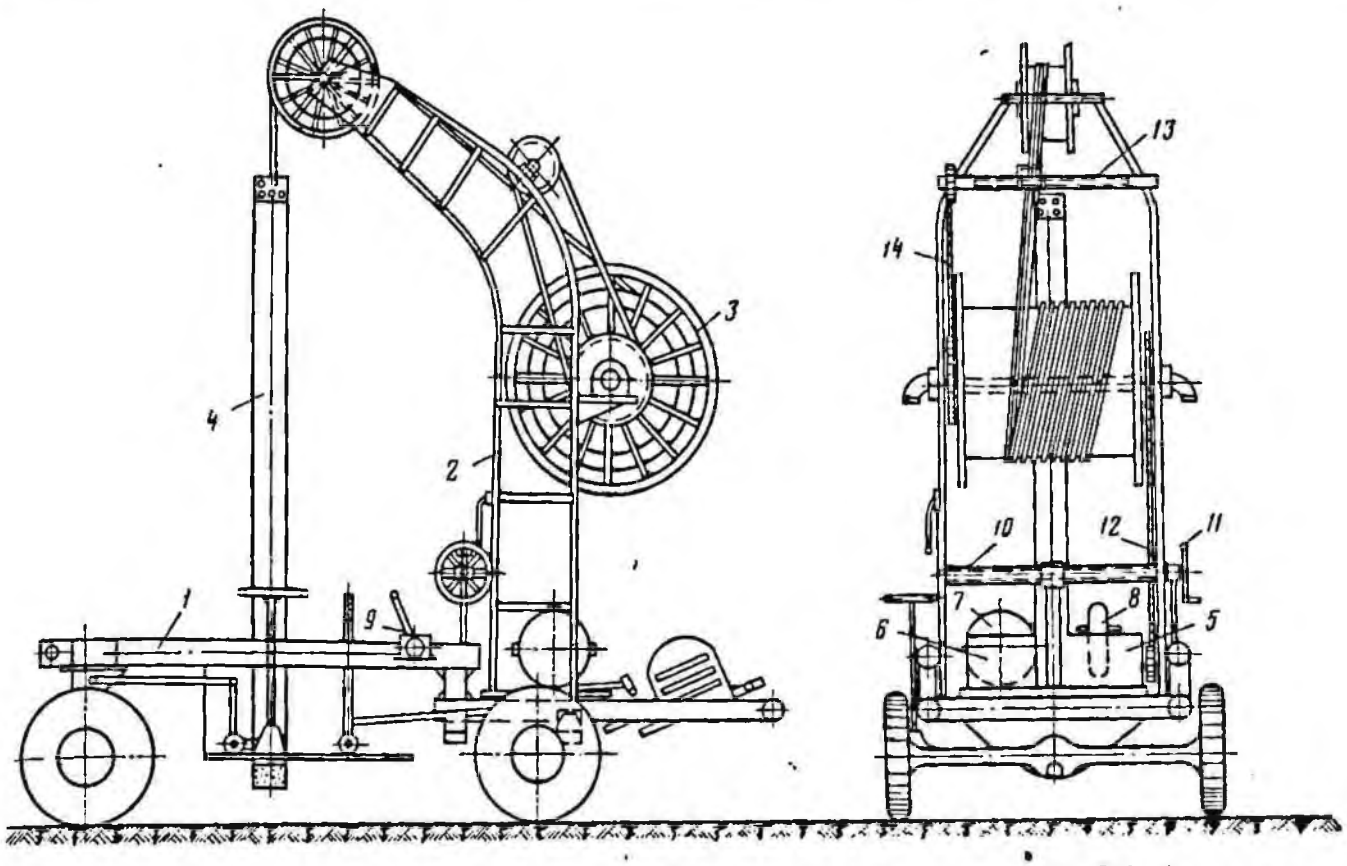


Рис. I-91. Водоотливный пневматический агрегат для осушения скважин ВПА-1:

1 — рама; *2* — мачта; *3* — барабан; *4* — погружное устройство; *5* — реверсивный ходовой двигатель; *6* — редуктор ходового двигателя; *7* — реверсивный пневмодвигатель барабана; *8* — редуктор; *9* — пульт управления; *10* — винтовой механизм; *11* — маховик; *12* — цепная передача; *13* — механизм навивки; *14* — цепная передача

Техническая характеристика агрегата ВПА-1

Производительность откачки, м³/ч	8—10
Рабочее давление воздуха, кгс/см²	4—5
Продолжительность рабочего цикла, сек	10
Расход сжатого воздуха, м³/мин	1,5
Мощность пневмодвигателя, л. с.	3,5
Диаметр водяных шлангов, мм	38
Погружное устройство:	
скорость подъема, м/сек	1
рабочий объем, л	45
диаметр, мм	160
длина, м	1,3
масса, кг	15

ВПА-1 (рис. I-91) представляет собой самоходную установку, смонтированную на шасси. Агрегат состоит из рамы, качающейся мачты, барабана, погружного устройства, реверсивного ходового двигателя с редуктором, реверсивного пневмодвигателя с редуктором, привода барабана и пульта управления.

Качающаяся мачта может отклоняться влево и вправо на угол 10° с помощью самотормозящегося винтового механизма с маховиком. В средней части мачты на консолях установлен барабан, на который наматываются шланги и предохранительный трос для подъема и опускания погружного устройства. Барабан сое-

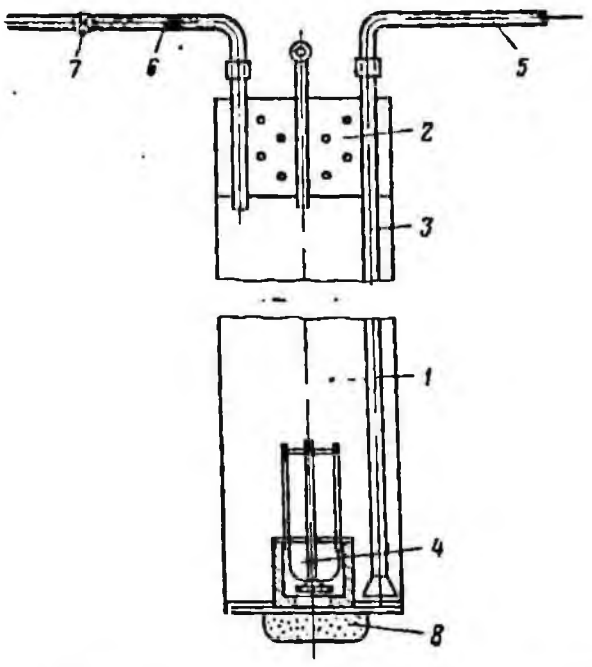


Рис. I-92. Погружное устройство агрегата ВПА-1:

1 — корпус; *2* — перфорированная корзина; *3* — водоотливная труба; *4* — клапанная коробка; *5* — водоотливной шланг; *6* — шланг; *7* — трехходовой кран; *8* — фильтр

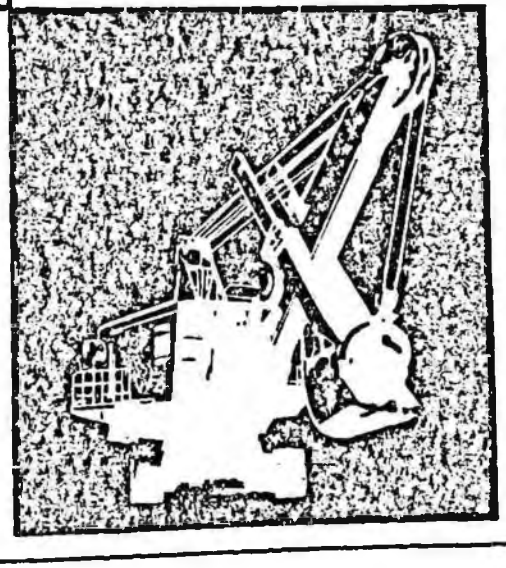
динен с редуктором цепной передачей. Операция навивки шлангов на барабане производится с помощью винтового механизма навивки, который синхронно связан с барабаном через цепную передачу. Вал барабана сделан полым и разделен на две камеры. Внутренние концы водяного и воздушного шлангов соединены с камерами и совместно выведены на барабан для навивки.

Погружное устройство для удаления воды из скважин (рис. I-92) имеет корпус — пустотелый металлический цилиндр со стенками толщиной 1,5—2 мм, выполняющий роль емкости, из которой вода удаляется сжатым воздухом. Металлическая перфорированная корзина служит для улавливания обрушающихся кусков породы. Водоотливная труба диаметром 25 мм располагается внутри корпуса и доходит до нижнего фланца с зазором 15—20 мм. Клапанная коробка размещается внутри корпуса на нижнем фланце и представляет собой стакан, в котором движется тарельчатый клапан со штоком в направляющей рамке. К водоотливной трубе крепится водоотливной шланг. Сжатый воздух в погружное устройство подается по шлангу. Пульт управления — трехходовой кран, с помощью которого управляют процессом откачки воды. Фильтр служит для предотвращения попадания внутрь корпуса крупных частиц шлама.

Удаление воды из скважин с помощью водоотливного комплекса производится следующим образом. Передвижной компрессор вместе с двумя агрегатами ВПА-1 доставляется на заряжаемый блок. Компрессор соединяется шлангами с распределительными гребенками агрегатов. Машинист агрегата включает ходовой двигатель и наезжает на скважину, после чего производит окончательную центровку погружного устройства механизмом качения стрелы. После включения пневмодвигателя барабана производится опускание рабочего органа в скважину и откачка воды.

После осушения скважины погружное устройство поднимают на поверхность и агрегат наезжает на другую скважину. За смену комплекс может осушить 150—160 скважин диаметром 250 мм при высоте водяного столба до 7 м. Комплекс обслуживают 3—4 человека.

РАЗДЕЛ II



ОДНОКОВШОВЫЕ ЭКСКАВАТОРЫ

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСКАВАТОРОВ

§ 1. Классификация экскаваторов

Экскаваторы подразделяются на несколько групп по назначению и мощности. Различают экскаваторы цикличного (прерывного) действия и непрерывного действия. Одноковшовые экскаваторы, рассматриваемые в данном разделе, относятся к машинам цикличного действия.

По конструкции рабочего органа экскаваторы бывают ковшовые, скребковые и фрезерные, по конструкции ходового оборудования — гусеничные, пневмоколесные, железнодорожные, шагающие и плавучие.

По силовому оборудованию экскаваторы подразделяются на дизельные, электрические и комбинированные — дизель-гидравлические и дизель-электрические.

По назначению одноковшовые экскаваторы делятся на следующие основные типы:

строительные экскаваторы для строительных и строительно-карьерных работ:

а) малой мощности с ковшом 0,06—1,75 м³,

б) средней мощности с ковшом 2—3 м³,

в) большой мощности с ковшом 3,25—6 м³;

карьерные экскаваторы, выпускаемые с нормальным и удлиненным оборудованием:

а) малой мощности с ковшом 2—3,2 м³,

б) средней мощности с ковшом 4,0—8,0 м³,

в) большой мощности с ковшом 12,5—20 м³,

г) сверхмощные с ковшом более 20 м³;

вскрышные экскаваторы-лопаты с емкостью ковша 4—100 м³; драглайны малой, средней и большой мощности с емкостью ковша 4—100 м³;

туннельные и шахтные лопаты и погрузчики с укороченным оборудованием и ковшом емкостью 0,75—3 м³.

По напорному механизму экскаваторы делятся на:

экскаваторы с реечным напорным механизмом;

экскаваторы с канатным напорным механизмом;

экскаваторы с коленчато-рычажным механизмом.

§ 2. Методика определения основных параметров одноковшовых экскаваторов

Создание новых машин требует новых методов комплексного исследования и расчета машин, которые позволяют с достаточной точностью установить процессы, происходящие при работе машины в ее узлах. При этом важнейшим является определение качественного и количественного взаимодействия рабочего органа с грунтом и влияния его на привод, металлические конструкции и передаточные устройства машин, а также влияния явлений, происходящих в конструкциях, на рабочий орган машины.

Величина и форма рабочего органа (ковша) экскаватора связаны с длиной и формой стрелы и рукояти и во многом определяют энерговооруженность и вес экскаватора.

При проектировании и эксплуатации машин рабочие органы и расчетные режимы их работы следует выбирать такими, чтобы сопротивление движению рабочего органа и энергоемкость процесса разрушения были минимальными, а производительность процесса — максимальной.

От усилий, возникающих на зубьях ковша во время черпания, во многом зависят предельные величины стрелы и рукояти, размеры и расположение подъемного и напорного механизмов, число и мощность двигателей экскаваторов.

Усилие копания (сопротивление копанию) грунта определяют по формуле

$$P_0 = \mu_0 N + kbc + \varepsilon (1 + g_{пр}) g k_н,$$

где μ — коэффициент трения ковша о грунт;

N — давление ковша на грунт;

k — удельное сопротивление копанию;

b, c — ширина и толщина среза;

ε — коэффициент сопротивления наполнению ковша и перемещению призмы волочения;

$g_{пр}$ — объем призмы волочения, выраженный в частях емкости ковша;

g — объем вынимаемой породы (грунта);

$k_н$ — коэффициент наполнения ковша (отношение объема разрыхленного грунта в ковше к геометрическому объему ковша).

На величину сопротивления копанию оказывает влияние форма ковша (форма режущей кромки). Существует много видов ковшей по форме. Однако следует учитывать, что боковые части режущей кромки ковша для уменьшения сил трения отодвинуты от средней части ковша и имеют угол наклона 30—40°.

Величина сопротивления копанию зависит от формы режущей кромки и размеров зубьев ковша. При прямоугольной режущей кромке в крепких грунтах острые зубья уменьшают общее сопротивление копанию на 6—15%, а сопротивление резанию — на 10—25%. При длинных зубьях увеличиваются потери грунта при копании.

Нормальная длина зубьев

$$L_з = \frac{a}{\sin\left(\frac{\nu}{2}+\theta\right)},$$

где a — расстояние между передней гранью ковша и грунтом;
ν — угол заострения зуба;
θ — угол между нижней стороной зуба и грунтом.

Большое влияние на сопротивление копанию оказывает скорость копания. Исследования показывают, что при копании со скоростью до 2,5—3,5 м/сек оно мало изменяется, а при увеличении скорости копания — резко возрастает. Для расчета сопротивления копанию в зависимости от скорости копания можно применить формулу, предложенную Ю. А. Ветровым, которая рассчитана для процесса копания в целике, но формула может быть применена и при копании разрыхленной породы

$$P_v = k_v P + \Delta P_{кин},$$

где k_v — коэффициент учета влияния физических факторов резания.

Значения коэффициента k_v в зависимости от скорости следующие:

v, м/сек	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
k_v . . .	1,0	1,04	1,05	1,08	1,1	1,15	1,19	1,24	1,3	1,7

P — сила резания при скорости рабочего органа, близкой к нулю;

$\Delta P_{кин}$ — дополнительная сила резания для сообщения движения отбрасываемым кускам грунта;

$$\Delta P_{кин} = \frac{F\gamma v^2}{g_1} \cdot \frac{\sin\delta\cos\theta}{\sin(\delta+\theta)},$$

где F — площадь среза;
γ — объемная масса грунта;
v — скорость резания;
g_1 — объем отбрасываемого грунта;
δ — угол резания;
θ — угол между траекторией ножа и направлением движения отбрасываемых кусков грунта.

Произведение $k_v P$ является физическим фактором сопротивления грунта копанию, причем коэффициент k_v в зависимости от скорости изменяется в довольно малых пределах. В то же время произведение ΔP является механическим фактором и зависит от скорости перемещения ковша, емкости ковша (в котором происходит перемещение грунта), размера и физических свойств (твердости) кусков породы, перемещающихся в ковше. При внедрении ковша в скальную взорванную породу величина ΔP имеет большое значение.

Кроме того, сопротивление копанию зависит от вибрации рабочего органа, емкости ковша, площади поперечного сечения стружки, угла копания, угла заострения режущей кромки или зубьев и других факторов.

Расчет мощности подъемного и тягового механизмов. При конструировании экскаваторов существует определенная зависимость между длиной рукояти и стрелы. Увеличение только длины рукояти приводит к ухудшению условий копания, позволяет полноценно использовать только радиус и высоту разгрузки и исключает возможность увеличения объема горной массы. Для карьерных экскаваторов отношение длины стрелы к длине рукояти должно составлять 1,3—1,35, а для вскрышных лопат — 1,4—1,45. Параметры рукояти и стрелы экскаватора влияют на емкость ковша и общий вес машины.

Так, при увеличении длины стрелы и рукояти на 60—80% емкость ковша уменьшается на 20—25%. При этом общий вес экскаватора увеличивается на 22—25%.

Длины стрелы и рукояти определяются на основе простых зависимостей методом аппроксимации, т. е. путем анализа и корректирования известных данных уже выполненных машин с использованием зависимостей, базирующихся на законе подобия.

а) Расчет мощности подъемной лебедки. Усилия, возникающие на зубьях ковша, во многом зависят от расположения напорного вала и от усилий, возникающих в напорном и подъемном механизмах, предельные значения которых определяются с учетом устойчивости экскаватора (рис. II-1).

Мощность привода подъемной лебедки зависит от нагрузки на подъемном канате и скорости его навивки. Расчет мощности ведется при положении ковша в конце копания, когда он находится на высоте $H_к$ напорного вала, рукоять горизонтальна, а подъемный канат имеет вертикальное направление.

Усилие на зубьях ковша (усилие копания)

$$P_1 = k_1 b c_{max},$$

где k_1 — удельное сопротивление горной породы при внедрении ковша;
c_{max} — максимальная толщина стружки (при $H_н$).

Из формулы по определению емкости ковша можно определить максимальную толщину стружки

$$g' = c_{max} b H_ц k_р,$$

где g' — емкость ковша;
$k_р$ — коэффициент разрыхления.

При коэффициенте наполнения, равном 1,

$$c_{max} = \frac{g'}{bH_ц k_р}.$$

После подстановки

$$P_1 = \frac{k_1 g'}{H_ц k_р}.$$

Сила подъема находится из уравнения моментов относительно центра напорного вала

$$S_п = \frac{P_1 r_2 + G_р r_3 + G_{к+п} r_4}{r_1},$$

где $G_р$, $G_{к+п}$ — веса рукояти и ковша с породой;
r_1, r_2, r_3, r_4 — расстояния от напорного вала до подъемного каната, зубьев ковша, центра приложения веса рукояти, центра приложения веса ковша соответственно.

Вес ковша приближенно принимается для легких работ $G_к = (0{,}7 \div 1{,}2)g$; для средних работ $G_к = (0{,}9 \div 1{,}7)g$; для тяжелых работ $G_к = (1{,}1 \div 2{,}1)g$.

Мощность подъемной лебедки

$$N = \frac{S_п v_п}{102 \eta_п \eta_р},$$

где $v_п$ — скорость подъема;
$\eta_п$ — к. п. д. блоков барабана подъема;
$\eta_р$ — к. п. д. редуктора подъема лебедки.

Максимальное усилие, возникающее при перегрузке (стопорный режим)

$$S_{п.\,к_{max}} = \frac{S_п}{0{,}8} \div \frac{S_п}{0{,}7}.$$

Максимальное усилие в канате при перегрузке определяется с учетом числа ветвей каната или кратности полиспаста

$$S_{п.\,к_{max}} = \frac{S_{п.\,к_{max}}}{n},$$

где n — кратность полиспаста.

Скорость навивки каната на барабан

$$v_{п.\,к} = v_п i_п,$$

где $i_п$ — кратность полиспаста.

Передаточное число редуктора подъемной лебедки

$$i = \frac{\pi D_б n_д}{60 v_{п.\,к}},$$

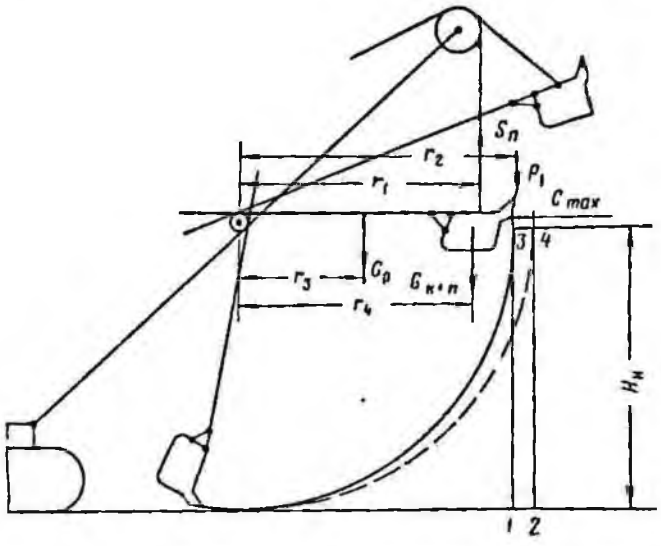


Рис. II-1. Схема для определения устойчивости экскаватора

где $n_д$ — номинальная скорость вращения;
$D_б$ — диаметр барабана.

Диаметр барабана не должен быть менее

$$D_б \geqslant (25 \div 32) d_к;$$

где $d_к$ — диаметр каната.

Продолжительность черпания определяется по приближенной зависимости

$$t_ч = \frac{H}{v_п} + (0{,}5 \div 1{,}5),$$

где $(0{,}5 \div 1{,}5)$ — время на разгон подъемной лебедки (1,5 берется для многодвигательных экскаваторов).

б) Расчет мощности подъема лебедки драглайна. Усилие в подъемном канате принимается

$$S_п \geqslant (1{,}5 \div 1{,}7) G_{к+п},$$

а скорость подъема

$$v_п = (1{,}2 \div 1{,}4) v_т,$$

где $v_т$ — приведенная скорость.

Скорость подъема должна обеспечить подъем с максимальной глубины до максимальной высоты за время поворота экскаватора на угол 135°. Поэтому

$$v_п = \frac{L_п}{t_{пов} i},$$

где $L_п$ — длина каната, наматываемого на барабан при подъеме ковша;
$t_{пов}$ — продолжительность поворота экскаватора с груженым ковшом на угол 135°;
i — кратность полиспаста.

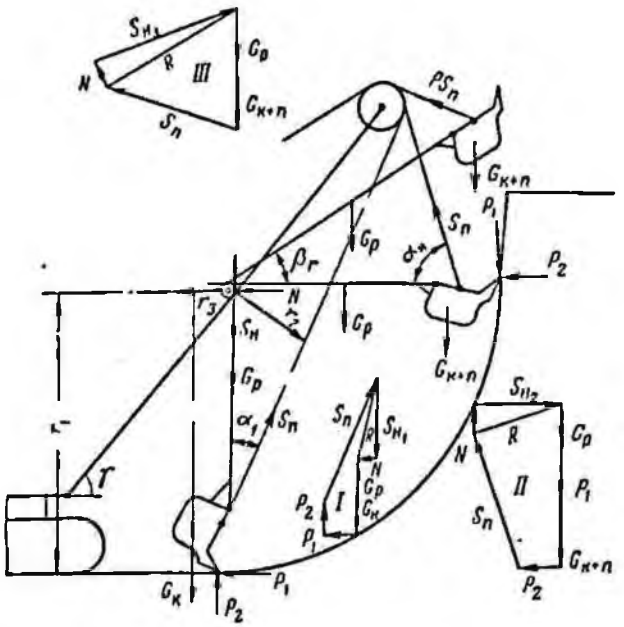


Рис. II-2. Схема для определения усилий на зубьях и блоке ковша лопаты

Мощность привода подъемной лебедки

$$N_{\text{п}} = \frac{S_{\text{п}} v_{\text{п}}}{102 \eta_{\text{р}} \eta_{\text{б}}}.$$

Диаметр барабана

$$D_{\text{б}} = (20 \div 25)\, d_{\text{к}}.$$

Передаточное число редуктора

$$i_{\text{р}} = \frac{n_{\text{д}} \pi D_{\text{б}}}{60 v_{\text{п}}}.$$

в) Расчет мощности напорного механизма ведется исходя из усилий, возникающих на зубьях ковша экскаватора при копании (рис. II-2). Напорное усилие определяется для трех положений ковша: первое (положение *I*) — начало копания, второго (положение *II*) — конец копания при полном вылете рукояти, третьего (положение *III*) — вынос рукояти на полный вылет при максимальной высоте.

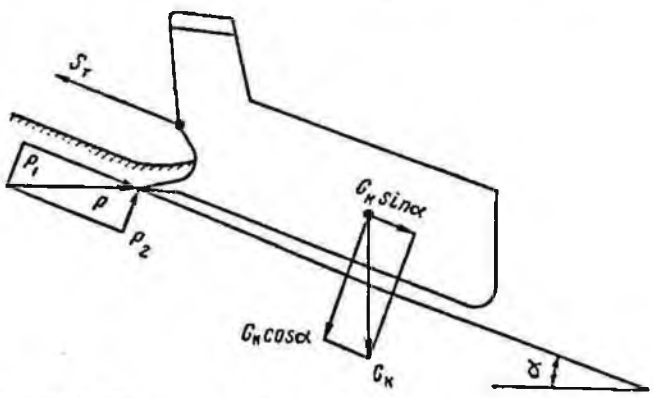


Рис. II-3. Взаимодействие сил при работе ковша драглайна

Напорное усилие может быть определено графически или аналитически.

Для начала копания (положение *I*) усилие копания P_1 берется из расчета мощности привода подъемной лебедки

$$P_1 = \frac{k_1 g}{H_{\text{н}} k_{\text{р}}}.$$

Сила сопротивления горной массы $P_2 = (0{,}5 \div 0{,}8)\, P_1$, причем большее значение принимается для скальных грунтов.

Из уравнения моментов относительно напорного вала определяется сила подъема

$$S_{\text{п}} = \frac{P_1 r_1 - G_{\text{к+п}} r}{R}.$$

Силу напора можно определить из многоугольника сил или вычислить по формуле

$$S_{\text{н}_1} = P_2 - (G_{\text{к}} + G_{\text{р}}) \cos\beta + S_{\text{п}} \cos\alpha,$$

где β — угол между вертикалью и рукоятью в начальный период копания;

α — угол между рукоятью и подъемным канатом.

Сила напора в конце копания на полном вылете рукояти (положение *II*) $P_2 = 0{,}3\, P_1$, а

$$S_{\text{н}_2} = P_2 + S_{\text{п}} \cos\varphi.$$

Сила напора при выносе рукояти на полный вылет при максимальной высоте (положение *III*)

$$S_{\text{н}_3} = (G_{\text{р}} + G_{\text{к+п}}) \sin\beta_{\text{г}} + S_{\text{п}} \cos\alpha,$$

где $\beta_{\text{г}}$ — угол между рукоятью и горизонталью.

Для расчета мощности привода берется наибольшее из найденных усилий $S_{\text{н}}$, т. е.

$$N = \frac{S_{\text{н}} v_{\text{н}}}{102 \eta_{\text{н}}}.$$

Скорость напора

$$v_{\text{н}} = (0{,}4 \div 0{,}75)\, v_{\text{п}},$$

но скорость напора должна быть

$$v_{\text{н}} \geqslant \frac{l_{\text{р}}}{t_{\text{к}}},$$

где $l_{\text{р}}$ — ход рукояти;

$t_{\text{к}}$ — продолжительность копания.

Передаточное число напорного механизма

$$i = \frac{\pi D_{\text{н.о}} \eta_{\text{д}}}{60 v_{\text{н}}},$$

где $D_{\text{н.о}}$ — диаметр начальной окружности шестерен.

Усилие возврата

$$S_{\text{в}} > G_{\text{р}} + G_{\text{к. п}}.$$

Скорость возврата в 1,7—2 раза больше, чем скорость напора.

Таблица II-1

Эмпирические формулы для расчета веса одноковшовых экскаваторов

Автор формулы	Механическая лопата			Драглайн
	строительная	добычная	вскрышная	
Винницкий К. Е.	—	$0{,}64M^{0.89}$	$6{,}58M^{0.62}$	$80M^{0.419}-930$
Домбровский Н. Г.	$17gR^{0.33}$	$2{,}2M^{0.89}$	-168	
Випокурский Х. А.	—	$14{,}3gR^{0.33}$	$19{,}3gR^{0.33}$	$16{,}1gR^{0.33}$
Домбровский Н. Г.	$(20\div36)\,g$	$(40\div45)\,g$	$(80\div100)\,g$	$(0{,}147\div0{,}205)\times g^{0.66}l_c^{0.85}$
Сатовский Б. И.	—	$(1{,}35\div1{,}4)\sqrt{gR}$	—	$(70\div90)\,g$
Тимошпольский Е. Я.	—	$\frac{R^2\sqrt[6]{Rg^4}k_1}{t_ц}$	$\frac{R^2\sqrt[6]{Rg^4}k_2}{t_ц}$	$\frac{R^2\sqrt[6]{Rg^4}k_3}{t_ц}$

г) Расчет мощности тяговой лебедки. Усилие в тяговом канате драглайна (рис. II-3)

$$S_т = P_1 + G_к \sin\alpha,$$

где α — предельный угол откоса (для легких горных пород $\alpha = 45$—$50°$, для средних — $\alpha = 40°$, для тяжелых — $\alpha = 30\div35°$).

Толщину стружки, определяющую взаимодействие сил при работе ковша, находим из выражения

$$bcL_н k_р = g + g_п,$$

где $L_н$ — путь наполнения ковша;

$g_п$ — объем призмы волочения.

Выразим путь наполнения ковша через его длину

$$L_п = \varphi l_к.$$

Коэффициент φ для легких пород равен 4, для средних — 5, для тяжелых — 6.

Объем призмы волочения можно представить как часть объема ковша

$$g_п = \psi g.$$

Коэффициент ψ для легких пород равен 0,4, для средних — 0,3, для тяжелых — 0,2.

Определить толщину стружки можно, подставив коэффициенты в формулу

$$c = \frac{(1+\psi)\,g}{\varphi l_к b k_р}.$$

Тогда сила копания

$$P_1 = k_1 bc = \frac{(1+\psi)\,gk_1}{\varphi l_к k_р};$$

сила тяги

$$S_т = \frac{(1+\psi)\,k_1 g}{\varphi l_к k_р} + G_к \sin\alpha;$$

мощность привода лебедки

$$N_п = \frac{S_т v_т}{102\eta_р\eta_б}.$$

Расчет веса экскаватора. Вес экскаватора зависит от емкости рабочего органа и длины рабочего оборудования. Так, концевая нагрузка драглайна составляет от 3 до 15% его веса. Увеличение ее на 1% вызывает увеличение веса экскаватора на 0,5—0,6%. Для расчета веса экскаватора составлен ряд эмпирических формул (табл. II-1).

В табл. II-1 приняты следующие условные обозначения:

M — опрокидывающий момент;

R — радиус действия вертикальной силы (веса);

k_1, k_2, k_3 — эмпирические коэффициенты, равные 4, 2 и 1 соответственно;

l_c — длина стрелы;

$t_ц$ — время цикла.

Кроме приведенных формул есть уточненные формулы для определения веса экскаваторов по трем параметрам (табл. II-2).

Таблица II-2

Уточненные формулы для расчета веса экскаватора по трем основным параметрам

Экскаваторы	$t_ц$, сек	R, м	G, т
Строительные и карьерные	$15{,}6g^{0.2}$	$9{,}1g^{0.28}$	$35g+0{,}42g^2$
Вскрышные	$\frac{g+3{,}6}{0{,}02g+0{,}17}$	$6{,}3g^{0.46}$	1) $490+4g^{1.65}$ 2) $15+73g$
Шагающие	$\frac{g-0{,}3}{0{,}0153g+0{,}05}$	$25\sqrt[3]{g}$	$103g-300$

Расчет поворотных механизмов. Производительность экскаватора во многом зависит от продолжительности цикла. Большая часть времени цикла уходит на поворот экскаватора для разгрузки и обратно к забою. Для уменьшения времени на поворот экскаватора в настоящее время стремятся применять многодвигательный механизм поворота. На мощных экскаваторах устанавливают по 4—8 двигателей. При многодвигательном оснащении экскаватора сокращается время разгона и торможения при повороте. Мощность установленных двигателей расходуется на преодоление статических и инерционных сопротивлений.

Момент от силы трения в опорно-поворотном устройстве при конических катках

$$M_c = \frac{G_т R}{100D}(\mu d + 2f),$$

где $G_т$ — вес поворотной части экскаватора;
R — средний радиус опорного рельса;
D — диаметр катка;
$\mu = 0{,}08—0{,}1$ — коэффициент трения оси;
d — диаметр оси катка;
$f \approx 0{,}1$ — коэффициент трения качения.

Для опорно-поворотного устройства со свободными катками момент от силы трения

$$M_c = \frac{G_т R}{100D} 2f.$$

Общее уравнение моментов имеет вид

$$M = M_д + M_c,$$

где $M_д$ — движущий момент;
M_c — момент, затрачиваемый на преодоление сил инерции поворотной платформы.

В результате исследований установлено, что

$$M_c = 0{,}15M,$$

$$M_д = 0{,}85M,$$

а среднее угловое ускорение

$$\varepsilon = \frac{0{,}85M}{I_{пр}},$$

где $I_{пр}$ — момент инерции вращающейся части экскаватора, приведенный к валу двигателя.

$$I_{пр} = \frac{I}{i^2},$$

где I — момент инерции поворотной платформы;
i — передаточное число редуктора.

Подставляя значение I в формулы для экскаватора с груженым или порожним ковшом, получим соответствующее время поворота, т. е. учитывая, что

$$M = \frac{102N\eta}{\omega_{max}},$$

где N — мощность, расходуемая на поворот;
η — к. п. д. поворотного механизма;
ω_{max} — максимальная угловая скорость поворота,
получим

$$\varepsilon = \frac{0{,}85 \cdot 102N\eta}{\omega_{max} I_{пр}},$$

откуда время разгона

$$t_р = \frac{\omega_{max}}{\varepsilon} = \frac{I_{пр}\omega_{max}^2}{0{,}85 \cdot 102N\eta}.$$

При определении времени торможения учитываются силы трения, способствующие торможению

$$t_т = \frac{0{,}85 I_{пр}\omega_{max}^2 \eta}{102N}.$$

Разгон и торможение происходят равноускоренно, а пути разгона $a_р$ и торможения $a_т$ определяются по формулам:

$$a_р = \frac{\omega_{max} t_р}{2} = \frac{I_{пр}\omega_{max}^2}{2 \cdot 0{,}85 \cdot 102N\eta};$$

$$a_т = \frac{0{,}85 I_{пр}\omega_{max}^2}{2 \cdot 102N}.$$

Путь равномерного движения

$$a_{р.д} = \beta - (a_р + a_т),$$

где β — угол поворота экскаватора.

Общая продолжительность поворота.

$$t_п = t_р + t_т + \frac{a_{р.д}}{\omega_{max}}.$$

Подставив значения $t_р$ и $t_т$, получим

$$t_п = \frac{\omega_{max}^2 I_{пр}}{239N\eta}(1{,}37 + \eta^2) + \frac{\beta}{\omega_{max}}. \quad \text{(II-1)}$$

Обозначив постоянные величины через C, имеем:

$$t_п = C\omega_{max}^2 + \frac{\beta}{\omega_{max}}.$$

Угловую скорость, дающую наименьшую продолжительность поворота при заданных β и N, получим, приравняв первую производную нулю,

$$(t_п)' = \left(2C\omega_{max} - \frac{\beta}{\omega_{max}^2}\right)' = 0,$$

откуда

$$\omega_{max} = \sqrt[3]{\frac{\beta}{2C}} = 4{,}92\sqrt[3]{\frac{N\beta\eta}{I_{пр}(1{,}37 + \eta^2)}}. \quad \text{(II-2)}$$

Заменив в формуле (II-1) ω_{max} ее значением по формуле (II-2), получим продолжительность поворота и мощность, затрачиваемую на поворот,

$$t_п = 0{,}463 \sqrt[3]{\frac{I_{пр}\beta^2(1{,}37+\eta^2)}{N\eta}},$$

$$N = \frac{I_{пр}\beta^2(1{,}37+\eta^2)}{10^5 t_п^2}.$$

§ 3. Производительность экскаваторов

Различают производительность экскаваторов теоретическую, техническую и эксплуатационную. На величину производительности оказывают влияние следующие факторы:

линейные параметры машины, мощность рабочего, ходового и поворотного оборудования;

физико-механические свойства разрабатываемых пород;

климатические условия;

взаимосвязь линейных параметров машины и геометрических параметров забоя;

организация работ.

Теоретическая производительность экскаватора определяется при расчетном режиме работы, одинаковом для всех машин. Коэффициент наполнения и разрыхления принимается равным единице. У одноковшовых экскаваторов при расчете теоретической производительности принимается одинаковый угол поворота на выгрузку (90° у лопат и 135° — у драглайнов).

Теоретическая производительность

$$Q_т = 60g'Z, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где g' — емкость ковша, м³;

Z — число ковшей, разгружаемых в минуту.

Теоретическая производительность позволяет сравнивать различные машины и оценивать их совершенство.

Техническая производительность рассчитывается с учетом конкретных условий работы, категории горной породы, коэффициентов разрыхления и наполнения ковша, а также перерывов для данного типа машин.

Техническая производительность

$$Q_{тех} = Q_т \frac{k'_н}{k'_р} \cdot \frac{t'_р}{t'_р + t'_п} = 60gZ \frac{t'_р}{t'_р + t'_п} \cdot \frac{k'_н}{k'_р}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где $k'_н$ и $k'_р$ — коэффициенты наполнения ковша и разрыхления породы соответственно;

$t'_р$ — время непрерывной работы, мин;

$t'_п$ — время одной передвижки, мин.

Техническая производительность показывает предел, к которому стремится ее величина при полном использовании машины.

Эксплуатационная производительность рассчитывается с учетом неизбежных организационных и технологических простоев, а также потерь времени на приемку смены и осмотр машины, смазку, смену подвижного состава.

Эксплуатационная производительность

$$Q_э = Q_{тех} T \eta_в = 60 \frac{t_р}{t'_р + t'_п} \cdot \frac{k_н}{k_р} gZT\eta_в, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где T — длительность смены, ч;

$\eta_в$ — коэффициент использования экскаватора во времени.

Эксплуатационная производительность характеризует организацию работ на предприятии.

§ 4. Схемы работы экскаваторов цикличного действия

В зависимости от технологии ведения горных работ по добыче полезных ископаемых и вскрыши выбирается то или иное горно-транспортное оборудование. Высокая эффективность экскаваторных работ достигается при соответствии рабочих параметров применяемого оборудования технологическим схемам этих работ, каждая из которых включает выемку горной массы, перемещение ее экскаватором и разгрузку в транспортные средства или отвал.

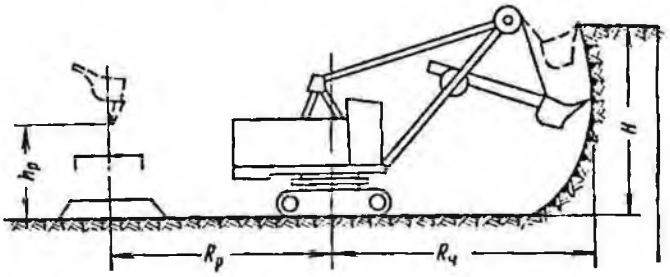


Рис. II-4. Схема экскаваторных работ с нормальной погрузкой на уровне стояния

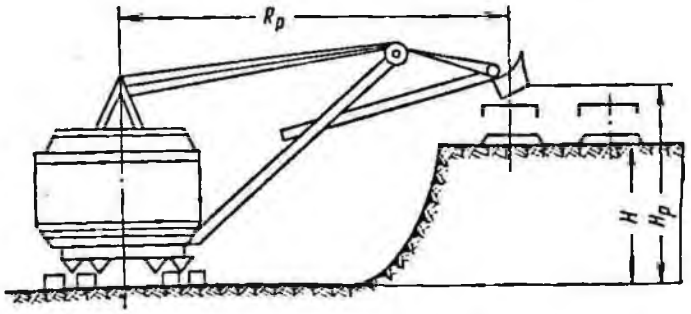


Рис. II-5. Схема экскаваторных работ с верхней погрузкой (разгрузкой)

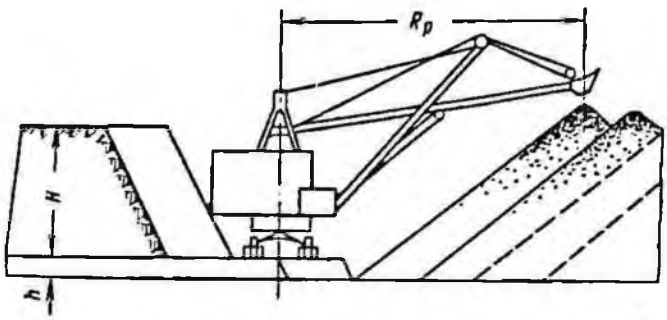


Рис. II-6. Схема экскаваторных работ с разгрузкой в отвал

От расположения экскаватора относительно места разгрузки или погрузки в вертикальной и горизонтальной плоскостях различаются следующие способы экскаваторных работ:

с нормальной погрузкой на уровне стояния (рис. II-4);

с верхней погрузкой — разгрузкой (рис. II-5);

с разгрузкой в отвал (рис. II-6).

Каждый способ экскаваторных работ предусматривает применение соответствующей модели экскаватора согласно его конструктивным размерам.

На экскаваторных работах с нормальной погрузкой используются экскаваторы ЭКГ-3,2, ЭКГ-4, ЭКГ-4,6, ЭКГ-5, ЭКГ-8И, ЭКГ-12,5.

Для производства экскаваторных работ с верхней погрузкой и разгрузкой в отвал применяются карьерные лопаты с удлиненным оборудованием, вскрышные механические лопаты ЭВГ-4И ,ЭВГ-6, ЭВГ-15, ЭВГ-35/65 и драглайны ЭШ-6/60, ЭШ-14/75, ЭШ-15/90, ЭШ-25/100 и др.

Экскаваторы цикличного действия используются при бестранспортной, транспортной и комбинированной системах.

Механические лопаты применяются при строительстве карьеров для проходки траншей, на добычных, вскрышных и отвальных работах.

Карьерные экскаваторы наиболее рационально можно использовать при разработке пород средней крепости, крепких скальных, разрыхленных взрывным способом с погрузкой в транспортные средства.

Вскрышные экскаваторы выгодно применять для пород той же крепости, но с отгрузкой в отвал или погрузкой в транспортные средства, расположенные на верхней отметке разрабатываемого уступа.

Драглайны целесообразно применять на переэкскавации, вскрышных и отвальных работах, а также строительстве карьеров. Наиболее успешно они используются при бестранспортной системе разработки слабых или хорошо разрыхленных пород средней крепости.

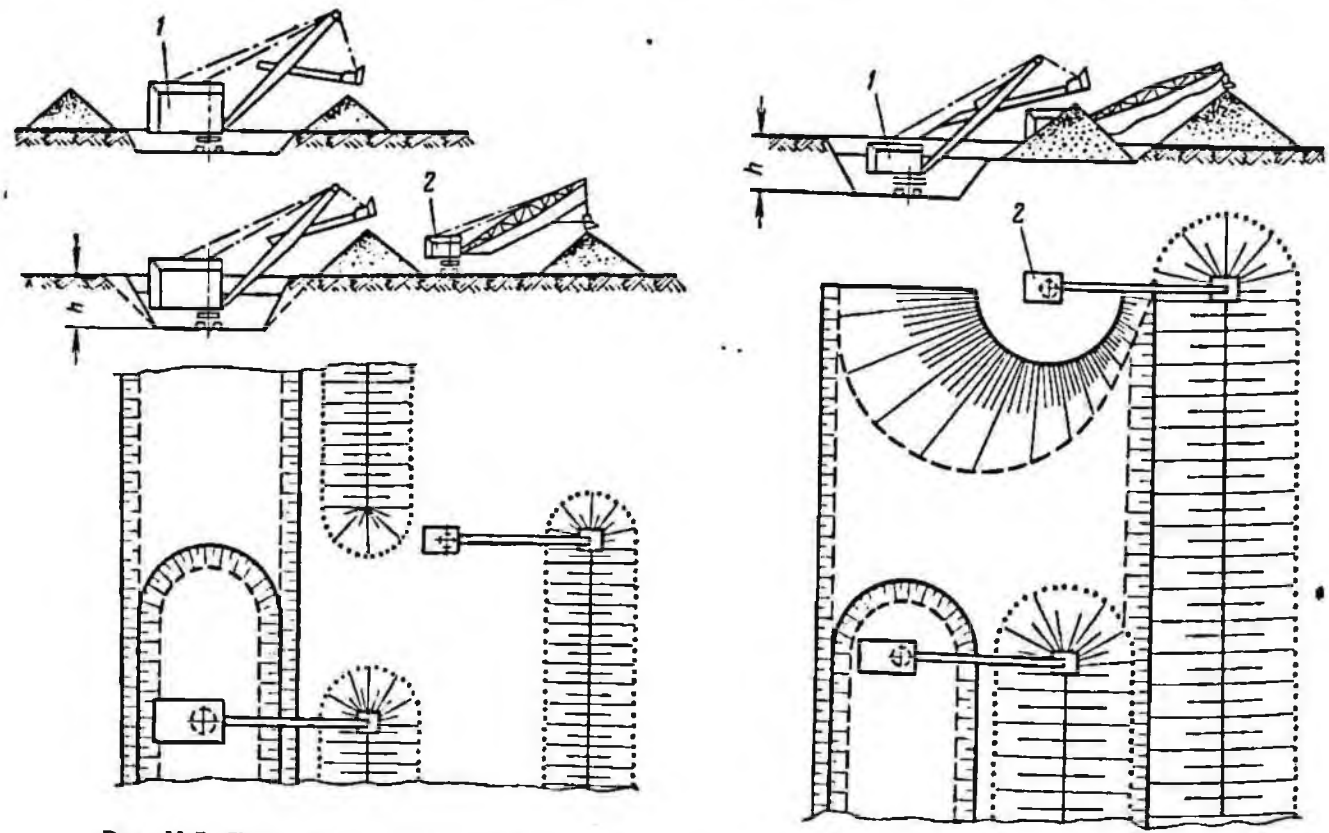


Рис. II-7. Технологическая схема проходки разрезной траншеи при строительстве карьера:

1 — экскаватор типа ЭКГ; *2* — экскаватор типа ЭШ

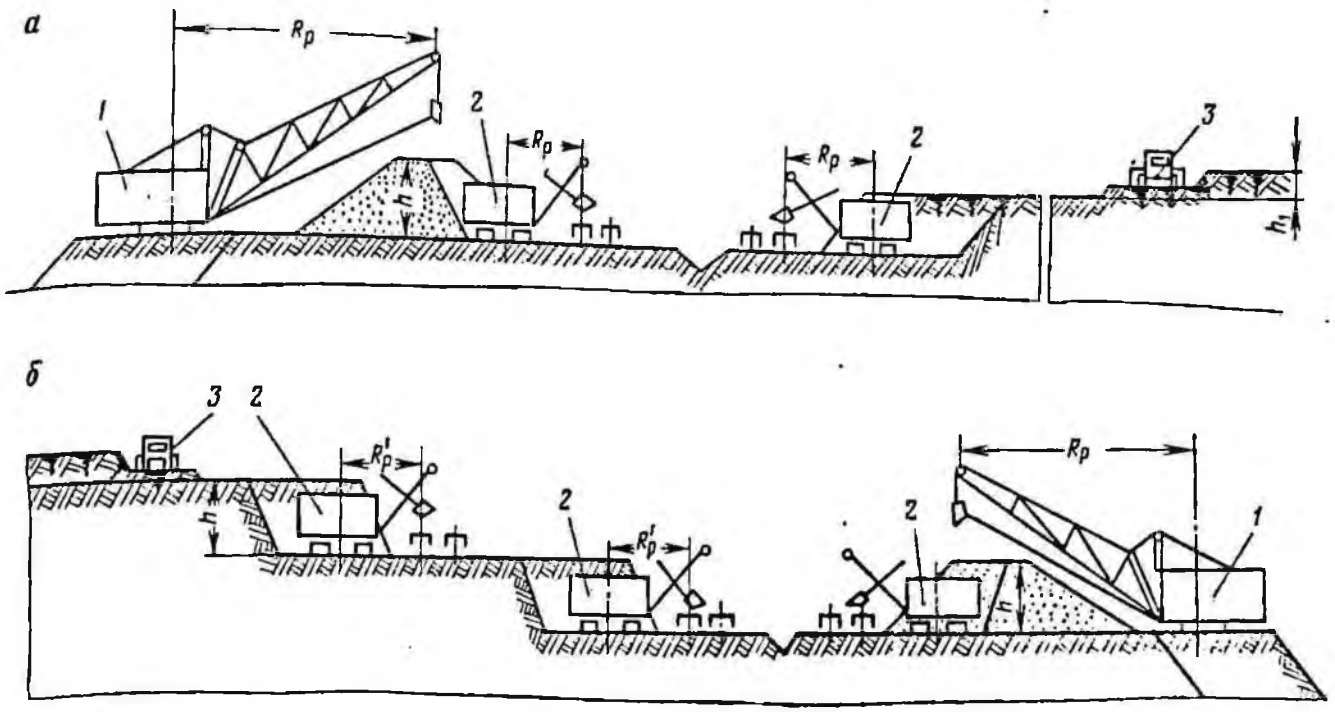


Рис. II-8. Технологические схемы разработки карьера с применением карьерных экскаваторов и драглайнов:
а — двумя рудными уступами; б — тремя рудными уступами; 1 — экскаватор типа ЭШ; 2 — экскаватор типа ЭКГ; 3 — скрепер

На рис. II-7 показана технологическая схема проходки разрезной траншеи при строительстве карьера с применением экскаваторов типа механической лопаты и драглайна.

На карьерах горнодобывающей промышленности наибольшее распространение получила транспортная система разработки как наиболее простая, в основе которой лежит экскавация пород вскрыши с погрузкой их непосредственно в транспортные средства (думпкары, автосамосвалы) — с верхней погрузкой или на уровне стояния. Наибольший интерес представляют бестранспортная и комбинированная системы.

На рис. II-8 дана одна из технологических схем разработки карьера с применением карьерных экскаваторов и драглайнов.

Для первоначальной разработки карьера приняты два участка, расположенные между съездными траншеями. Эти участки разделяются центральной съездной траншеей.

На одном участке предусматривается наличие двух рудных уступов, а на другом — трех. Верхние уступы рудной залежи отрабатываются экскаваторами ЭКГ-8И, а нижние — драглайнами ЭШ-10/60 или ЭШ-15/90 с нижним черпанием.

Драглайны складируют руду в навал на отметке стояния, откуда она отгружается экскаваторами ЭКГ-8И в железнодорожные составы.

Покрывающая толща пород вскрыши снимается колесными скреперами Д-392 и тягачом БелАЗ-581.

При отработке вскрышного уступа мощностью 30—35 м (рис. II-9) предлагается рациональная схема с использованием трех экскаваторов — драглайнов.

Две машины установлены на предотвале с суммарной производительностью, примерно равной производительности третьей машины, которая производит переэкскавацию вскрыши от двух первых в отвал. Такая схема позволяет резко снизить объемы переэкскавации и увеличить производственную мощность карьера.

Отработка вскрышных (рис. II-10) уступов ведется по бестранспортной системе с кратной перевалкой породы.

Экскаватор *1* типа ЭШ-10/60 выполняет заходку по целику с верхним черпанием при положении оси хода *I—II* с подвалкой части вскрышного и добычного уступов. Оставшуюся часть целика и переэкскавацию породы от экскаватора *1* производит экскаватор *2* типа ЭШ-10/60 при положении оси хода *III—IV*.

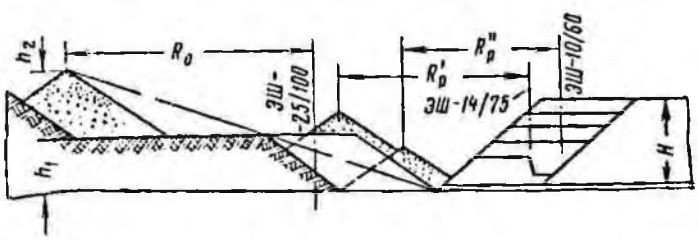


Рис. II-9. Технологическая схема отработки вскрышного уступа тремя экскаваторами — драглайнами

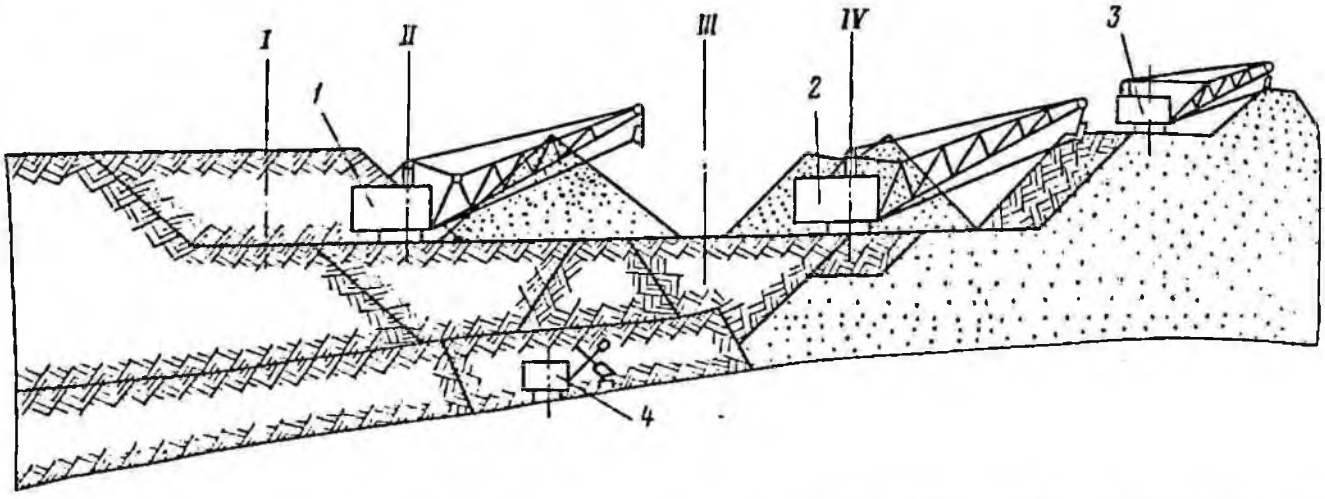


Рис. II-10. Технологическая схема отработки вскрышных уступов по бестранспортной системе с кратной перевалкой:

1—3 — экскаваторы типа ЭШ; *4* — экскаваторы типа ЭКГ

Для размещения всей породы в отвал часть ее от экскаватора *2* переэкскавируется экскаватором *3* типа ЭШ-5/45.

Разработка рудного тела пластового типа ведется экскаватором карьерного типа.

Такая технологическая схема позволяет разместить породу с уступа мощностью 35—50 м в отвал по бестранспортной системе.

Спаренная работа экскаваторов по принятой схеме значительно уменьшает коэффициент переэкскавации и улучшает использование экскаваторного парка.

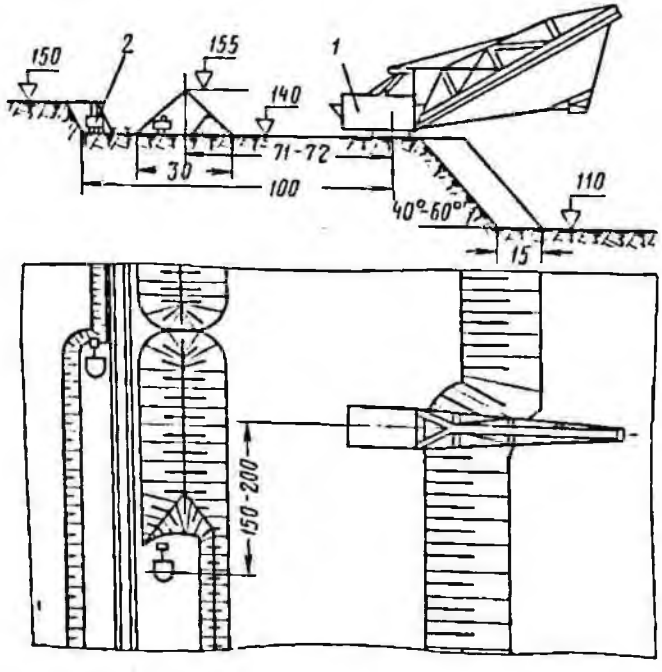


Рис. II-11. Технологическая схема отработки двух подуступов с погрузкой в железнодорожный транспорт:

1 — экскаватор ЭШ-14/75; *2* — экскаватор типа ЭКГ

При подразделении вскрышного уступа на два подуступа — нижний и верхний — отработка верхнего подуступа производится карьерными экскаваторами ЭГК-4,6 (ЭКГ-5) с погрузкой в железнодорожный транспорт (рис. II-11). Нижний подуступ, представленный мягкими породами, разрабатывается драглайнами ЭШ-14/75 (ЭШ-15/90), имеющими нижнее черпание, с отгрузкой на горизонт верхнего подуступа и последующей погрузкой экскаваторами ЭКГ-4,6 (ЭКГ-5) на железнодорожный транспорт.

Такая схема работ дает быстрое вскрытие запасов полезного ископаемого и увеличение производительности карьера по добыче.

При отработке верхней части уступа экскаватором ЭКГ-4,6 (ЭКГ-5) с погрузкой на автотранспорт и нижней основной части драглайном ЭШ-10/60 по бестранспортной системе (рис. II-12) обеспечивается устойчивость внутренних отвалов и сохраняется возможность восстановления поверхности для сельского хозяйства.

Применение драглайнов в мягких породах значительно улучшает технологию ведения работ.

Отработка драглайнами с нижним черпанием устраняет нарезку дополнительных горизонтов для работы механическими лопатами и транспортных коммуникаций на уступе.

Технологическая схема экскаваторных отвалов (рис. II-13), применяемая на Михайловском ГОКе, с работой на верхем и нижнем ярусах драглайнов ЭШ-5/45 с большими рабочими параметрами и небольшим удельным давлением на грунт соответственно с верхней и нижней отсыпкой позволяет увеличить ширину отвальной заходки и высоту яруса на малоустойчивом

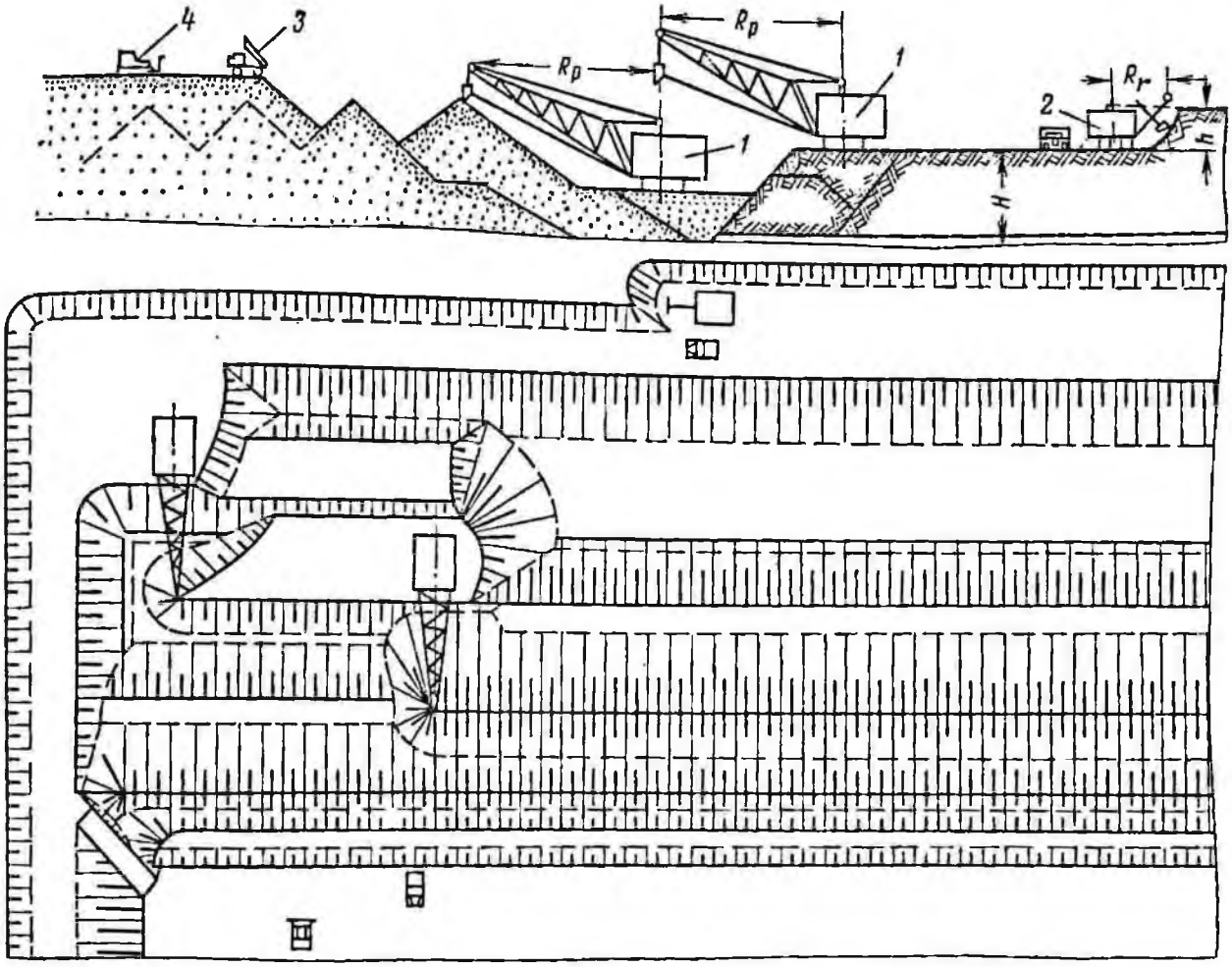


Рис. II-12. Технологическая схема отработки уступа карьерным экскаватором ЭКГ-4,6 (ЭКГ-5) и драглайном ЭШ-10/60:

1 — экскаватор типа ЭШ; *2* — экскаватор типа ЭКГ; *3* — автосамосвал; *4* — бульдозер

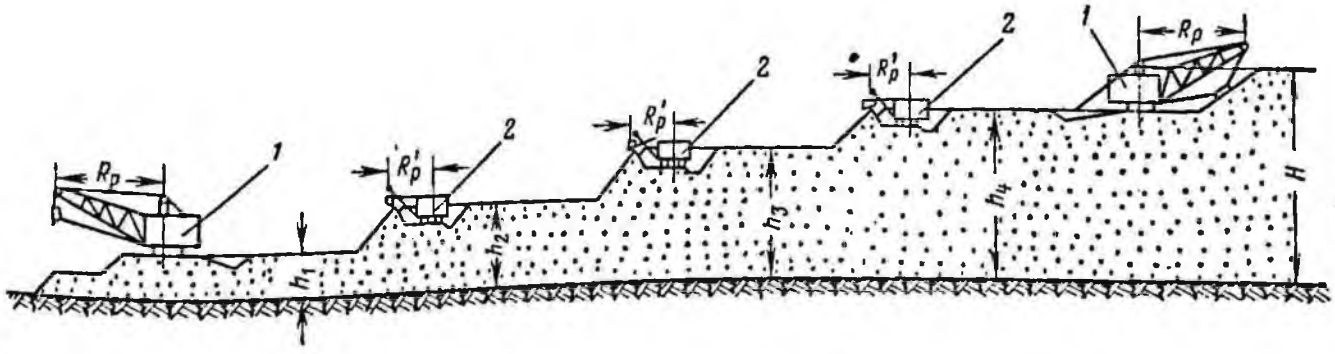


Рис. II-13. Схема экскаваторных отвалов на Михайловском ГОКе:

1 — драглайн ЭШ-5/45; *2* — карьерный экскаватор ЭКГ-4

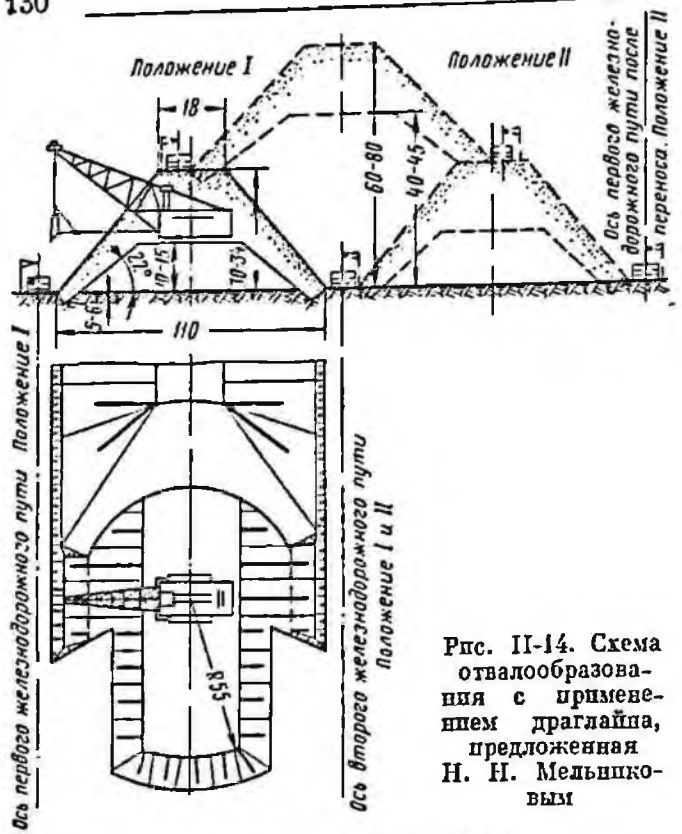


Рис. II-14. Схема отвалообразования с применением драглайна, предложенная Н. Н. Мельниковым

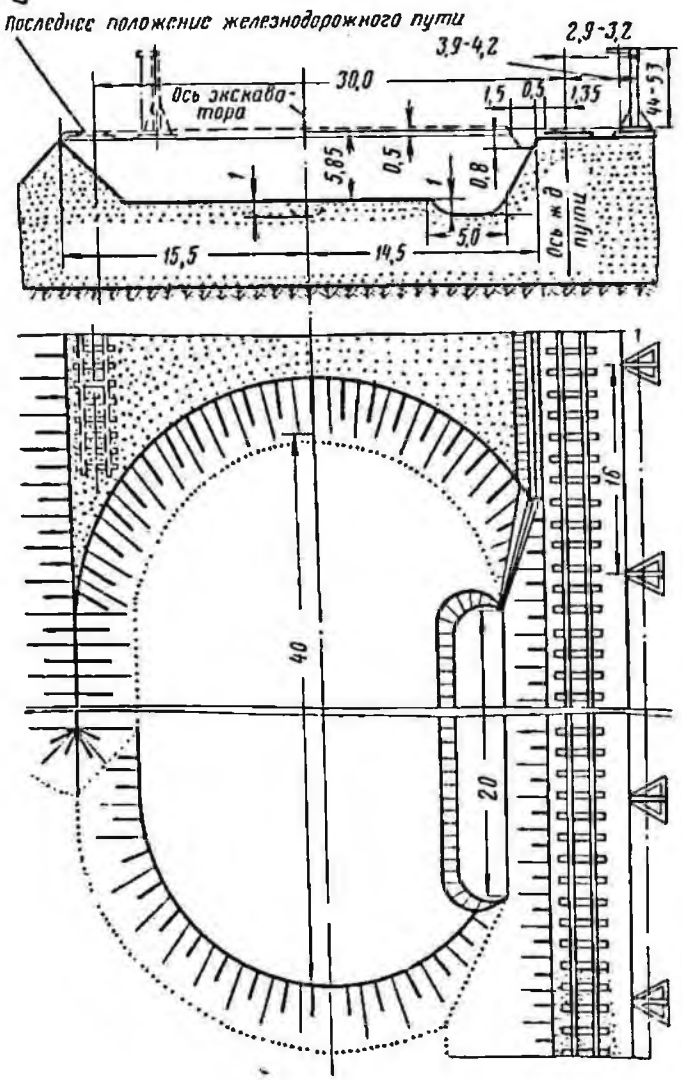


Рис. II-15. Схема складирования породы экскаватором-мехлопатой в отвал

основании, сокращает объем на путепереукладочные работы.

На промежуточных горизонтах используются карьерные экскаваторы ЭКГ-4.

Технологическая схема (рис. II-14), предложенная Н. Н. Мельниковым, является одной из наиболее рациональных для отвалообразования с применением драглайна.

По данной схеме порода отсыпается выше уровня стояния экскаватора, сокращается угол поворота от 0 до 90°. Отсыпка драглайном производится с двух железнодорожных путей, при этом драглайн имеет наиболее короткий цикл и максимальную производительность.

При работе по данной схеме обеспечивается большая приемная способность отвала и каждый рельсовый путь используется на две заходки драглайна. После отсыпки первого яруса имеется возможность одновременной отсыпки второго яруса.

Отвальный экскаватор-мехлопата, расположенный на подуступе, складирует разгружаемую породу из думпкаров в отвал, а также вслед за ходом экскаватора на высоту подуступа с учетом последующей осадки пород (рис. II-15).

В настоящее время находится в стадии выпуска на Уралмашзаводе экскаватор в отвальном исполнении ЭКГ-6,3-О (базовая модель ЭКГ-5), ввод которых в эксплуатацию намечается на 1974 г.

По сравнению с экскаваторами ЭКГ-4,6 и ЭКГ-8И, которые используются в настоящее время на отвалах, шаг переукладки отвальных железнодорожных путей увеличится на 20—50%, производительность труда повысится в 1,5—2 раза, себестоимость отвалообразования уменьшится на 25—45%. Данная машина может использоваться на грунтах с небольшой несущей способностью.

§ 5. Эффективность использования экскаваторного парка

Основной объем работ при погрузке в транспорт на карьерах выполняется экскаваторами типа механической лопаты.

По сравнению с 1960 г. объем экскаваторных работ на железорудных карьерах вырос к концу 1972 г. в 2,8 раза. Годовая и сменная производительность за этот период возросла соответственно в 1,7 и 1,8 раза. Однако производительность на 1 м³ емкости ковша выросла всего на 18%.

Использование экскаваторного парка можно проследить по данным табл. II-3. В этот же период объем экскаваторных работ увеличивался ежегодно в среднем на 16 млн. м³, причем наибольший прирост (50,2 млн. м³) наблюдался в 1961 г., а наименьший (5,5 млн. м³) в 1967 г.

Следует отметить, что среднесписочное число экскаваторов в последние годы практически увеличивалось незначительно (на 12—15 машин в год), в то время как средняя емкость ковша экскаватора за этот период возросла на 18%.

Использование экскаваторов различных типов показывает, что рост их производительности в целом по отрасли произошел в основном за счет изменения структуры экскаваторного парка — увеличения удельного веса экскаваторов с большей емкостью ковша.

В табл. II-4 приведены данные по изменению годовой производительности экскаваторов в 1960—1972 гг. по отдельным железорудным карьерам.

Из табл. II-4 следует, что среднегодовые темпы роста производительности экскаваторов, на которых средняя емкость ковша значительно не изменилась, составляют в основном 3—5%, что значительно ниже средних темпов по отрасли. Наиболее высокие темпы роста производительности в год достигнуты на Соколовском карьере (20,1%), НКГОКе (14,9%), ИнГОКе (16,6%), Ковдоре (16,7%).

Как указывалось выше, основной объем горной массы разрабатывается с погрузкой в железнодорожный транспорт.

Удельный вес погрузки на автомобильный транспорт возрос за последние годы на 15%. С погрузкой горной массы на автомобильный транспорт разрабатывается ежегодно примерно в 1,3—1,5 раза горной массы меньше, чем с погрузкой в железнодорожный.

Анализ работы экскаваторов показывает, что технико-экономические показатели их работы при погрузке в железнодорожный транспорт выше, чем при погрузке в автомобильный (табл. II-5).

При разработке скальных пород годовая производительность списочного экскаватора при работе с железнодорожным транспортом на 10—15% выше, чем при работе с автомобильным транспортом, а при разработке рыхлых пород в 2 раза выше. Причем, если разрыв в производительности на погрузке скальных пород не претерпел существенных изменений, то при погрузке рыхлых пород он ежегодно увеличивается, что связано с резким возрастанием емкости ковша экскаваторов, занятых на погрузке в железнодорожный транспорт. Также выше и производительность на 1 м³ емкости ковша, несмотря

Таблица II-3

Использование экскаваторного парка

Год	Среднесписочное число экскаваторов: шт.	Среднесписочное число экскаваторов: средняя емкость ковша, м³	Годовой объем работ, млн. м³	Число отработанных восьмичасовых смен	Годовая производительность: на один среднесписочный экскаватор, тыс. м³	Годовая производительность: на 1 м³ емкости ковша, тыс. м³	Годовая производительность: за восьмичасовую смену, м³
1960	328 / 100	3,14 / 100	109,5 / 100	640 / 100	334 / 100	106,4 / 100	522 / 100
1965	429,8 / 130,5	3,98 / 126,5	219,6 / 200	650 / 101,5	510,8 / 153	125,6 / 118	786 / 150,4
1968	440,6 / 134	4,45 / 142	246,1 / 225	596 / 93,5	558,7 / 167	125,6 / 118	938 / 180
1972	518 / 158	5,95 / 189	—	582 / 89	—	—	—

Примечание. В знаменателе указан рост показателя в процентах по отношению к 1960 г.

на то, что средняя емкость ковша экскаватора, работающего с железнодорожным транспортом, почти на 20% выше на скальных породах и на 67% выше на рыхлых породах, чем у экскаваторов, работающих с автомобильным транспор-

Таблица II-4

Изменение годовой производительности экскаваторов железорудных карьеров

Предприятие	Производительность, тыс. м³: 1960 г.	1965 г.	1970 г.	1972 г.
Оленегорский ГОК	362,5	401,7	524	602,4
Ковдорский ГОК	—	569	531,8	512,4
Лебединский ГОК	635	687,2	614,3	826,4
Михайловский ГОК	—	579,3	716,6	849,4
Качканарский ГОК	—	298,5	369	439,3
Бакальское РУ	253,9	342,9	358,7	393,1
Коршуновский ГОК	—	—	763,8	775,1
Азербайджанский ГОК	223,1	295,6	267,4	298,7
Соколовский карьер	706,9	1024,4	1068	1295,8
Сарбайский карьер	—	1091,1	1124	1278,9
ЮГОК	398,2	611,3	747	761,5
Атасуйское РУ	273	372,8	424,4	—
НКГОК	385,7	521,8	846,1	944,3
СевГОК	—	629,9	600,4	715,8
ЦГОК	—	567,9	690,4	894
ИнГОК	240,6	521	605	709,7

Таблица II-5

Использование экскаваторного парка в зависимости от вида транспорта

Год	Средняя емкость ковша экскаватора, м³	Отработано машино-смен на один экскаватор	Годовая производительность, тыс. м³		Средняя производительность экскаватора за восьмичасовую смену, м³
			среднесписочного экскаватора	на 1 м³ емкости ковша	
Скальные породы					
1963	3,56/3,7	630/565	373,2/316,1	104,7/85,4	584/485
1965	4,2/3,88	668/591	428,3/397,4	102,1/102,3	619/621
1968	4,75/4,03	594/609	528,8/443,0	111,8/110,0	890/727
Рыхлые породы					
1963	4,57/3,46	697/496	875,2/588,2	191,2/189,8	1276/1164
1965	5,3/3,73	659/566	1012,7/609,5	190,7/161	1597/1078
1968	6,1/3,66	683/531	1188,9/596,9	195,3/163,2	1740/1125

Примечание. В числителе приведены данные для железнодорожного транспорта, в знаменателе—для автомобильного.

том. Указанное положение справедливо как для карьеров, имеющих в односменной работе два вида транспорта, так и для карьеров, имеющих только один вид транспорта. По предприятиям, имеющим только железнодорожный транспорт, наивысшая средняя производительность экскаваторами типа ЭКГ была достигнута на ЮГОКе — 643 тыс. м³ горной массы в год и 353 тыс. т руды в месяц.

Основной причиной того, что производительность экскаваторов при работе с железнодорожным транспортом выше, чем при работе с автомобильным, является недостаточное обеспечение экскаваторов автосамосвалами, малая их грузоподъемность.

В табл. II-6 приведены показатели использования экскаваторов типа механической лопаты на железорудных карьерах СССР.

Из табл. II-6 видно, что наиболее крупные наши карьеры (Качканарский, Коршуновский, Соколовско-Сарбайский и др.) имеют среднюю емкость ковша экскаватора, соответствующую современному уровню технического развития. Однако производительность экскаватора на 1 м³ емкости ковша на большинстве отечественных карьеров все еще недостаточно высокая. Этот показатель на ряде карьеров, хотя и превосходит средний, однако значительно уступает технически возможной производительности. Поэтому следует особо обратить внимание на увеличение производительности на 1 м³ емкости ковша при общем возрастании его емкости.

Очевидно, сменная производительность экскаватора находится в прямой зависимости от коэффициента использования машины во времени на основной работе (погрузке), причем коэффициент сменности при этих показателях не превышает 2.

Таблица II-6

Показатели работы экскаваторов типа механической лопаты на железорудных карьерах СССР

Предприятие	Объем экскаваторных работ		Удельный вес скальных пород	Удельный вес автомобильного транспорта, %	Средняя емкость ковша экскаватора, м³	Число рабочих смен в году на один экскаватор	Годовая производительность				Средняя производительность за восьмичасовую смену		Коэффициент использования календарного времени
							среднесписочного экскаватора		на 1 м³ емкости ковша				
	тыс. м³	тыс. т					тыс. м³	тыс. т	тыс. м³	тыс. т	м³	т	
Олепегорский ГОК	7 943,2	23 177,7	100	27,9	3,4	694	470	1370	138,4	404	677	1977	0,63
Ковдорский ГОК	4 989,5	15 330,0	100	97,4	4,44	680	519,7	1600	117,1	360	765	2360	0,61
Лебединский ГОК	11 117,4	23 569,5	24,6	24,6	4,15	7,5	721,9	1530	163,5	346,5	1009	2140	0,63
Михайловский ГОК	9 926,6	20 630	20,6	43,5	5,47	697	719,3	1495	131,6	274	1031	2140	0,57
Качканарский ГОК	5 657	19 016,2	100	7,3	6,73	564	475,4	1597	71,2	239,5	843	2830	0,39
Бакальское РУ	12 371,2	31 060,1	100	31,4	4,34	597	333,4	837	76,8	193,6	559	1400	0,52
Высокогорское РУ	3 187,2	8 484,6	78,3	30,6	3,68	559	272,4	725	73,9	197	487	1287	0,37
Коршуновский ГОК	11 206,9	28 722,2	100	—	6,27	511	737,3	1890	117,8	302	1443	3700	II/д
Тейский карьер	4 513,4	12 710,6	100	100	4,51	377	392,5	1105	87,3	246	1041	2935	0,34
ЮГОК	21 977,5	68 284,4	85,9	—	4,46	561	648,3	2015	145,4	451	1156	3590	0,41
НКГОК	9 723,1	29 704,4	87,4	7,7	5,55	936	900,3	2755	162,1	608	961	2960	0,61
СевГОК	15 523,8	53 766 2	79,1	70,8	4,21	627	590,3	2050	141	487	941	3270	0,56
ЦГОК	19 122,4	53 078,3	89	52.5	4,27	640	664	1840	155,8	433	1037	2875	0,58
ПаГОК	12 313	39 199,3	85,3	100	4,28	613	513	1635	120,1	383	837	2670	0,55
Соколовский карьер	25 239,1	56 824,6	42,9	19	6,16	679	1281,2	2885	208.4	467	1888	4140	0,35
Сарбайский карьер	33 359.7	73 411,6	30,6	42,5	5,58	717	1036	2275	185,5	408	1445	3170	0,63
Атасуйское РУ	3 537,9	9 366.9	100	100	4,26	583	411,4	1090	96,7	256	705	1870	0,51
Азербайджанский ГОК	2 323,4	6 977	100	100	3,36	781	253,3	697,7	75,1	208	323	893	0,71

Таблица II-7

Использование экскаваторов типа драглайн по времени

Предприятие	Экскаватор типа ЭШ	Календарное время, ч	Перегон, ч	Суммарное рабочее время, ч	Простои, ч					Коэффициент использования календарного времени
					на планово-предупредительный ремонт	на аварийный ремонт	на замену канатов	организационные	суммарные	
Тургайские бокситовые карьеры Черемховоуголь	15/90 (№ 8)	8760	474	5404	448	1996	—	761	3205	0,62
	15/90А (№ 34)	4416	160	3375	232	340	172	297	1041	0,78
	15/90 (№ 2)	8760	624	6248	1392	248	56	816	2512	0,71
	15/90 (№ 6)	8784	264	6264	1790	280	96	354	2520	0,71
	15/90 (№ 9)	8760	152	6568	1536	196	112	348	2192	0,75
	15/90А (№ 26)	8760	328	6384	1020	568	84	704	2376	0,73
	15/90А (№ 38)	8760	—	6192	1416	184	24	944	2568	0,71
Эстонсланец	15/90 (№ 1)	4344	408	2856	768	112	—	608	1488	0,66
	15/90 (№ 10)	4344	360	2176	1192	16	—	58	1266	0.5
	15/90 (№ 23)	3192	240	2400	288	88	—	416	592	0,75
	15/90 (№ 46)	4344	384	3064	888	256	—	136	1280	0,70
Орджоникидзевский ГОК	15/90 (№ 11)	8760	820	6735	1698	121	—	206	2025	0,77
	15/90 (№ 15)	5882	296	4594	1070	—	—	218	1288	0,78
	15/90 (№ 20)	8760	766	6696	1484	256	—	326	2066	0,76
	15/90А (№ 27)	8760	—	7078	1402	88	—	192	1682	0,81
	15/90А (№ 45)	8760	792	6712	1384	248	—	416	2048	0,77
	15/90А (№ 33)	8784	408	6638	1731	200	—	215	2146	0,76
	20/72 (№ 49)	3672	36	2778	641	113	—	140	894	0,76
	25/100 (№ 1)	8784	735	6645	1715	116	—	284	2115	0,77
Марганецкий ГОК	15/90 (№ 4)	8760	774	7268	1016	332	—	144	1492	0,83
	15/90 (№ 18)	5832	256	4944	836	24	28	—	888	0,85
	15/90 (№ 12)	5856	220	4760	1096	—	—	—	1096	0,82
	15/90 (№ 24)	8760	—	6603	1939	—	—	218	2157	0,75
	15/90 (№ 13)	3024	56	2572	380	—	—	72	—	0,85
	15/90 (№ 17)	8784	—	7008	1424	—	88	264	1786	0,80
	15/90 (№ 19)	7539	24	6288	923	—	—	328	1251	0,83
	15/90А (№ 28)	8784	—	7304	1088	—	200	192	1672	0,83

Общий объем земляных работ, выполняемый экскаваторами типа драглайна, с каждым годом увеличивается, общее количество машин на горных предприятиях также возрастает. К 1971 г. Уралмашзавод выпустил 104 шагающих экскаватора с ковшами емкостью от 10 до 25 м³. Внедрение таких мощных машин в горнорудную промышленность привело к резкому росту производительности труда и значительному снижению себестоимости продукта. Выше было отмечено, что все экскаваторы ЭШ-14/75 с начала 60-х годов оснащаются ковшами емкостью 15 м³, что дополнительно подняло мощность действующего парка машин.

Двадцатилетняя эксплуатация шагающих драглайнов Уралмашзавода позволяет сделать объективные выводы об эффективности их применения в народном хозяйстве.

По фактическим данным ряда предприятий МЧМ и МУП СССР за последнее десятилетие среднегодовая производительность экскаваторов серии ЭШ-14/75 составила 3,04 млн. м³, серии ЭШ-15/90 — 2,86 млн. м³, серии ЭШ-15/90А — 3,64 млн. м³.

Среднегодовая производительность машин, выпущенных единицами или небольшими партиями, находится в следующих пределах: ЭШ-14/65 — до 2,64 млн. м³, ЭШ-10/75 — 1,86—1,99 млн. м³, ЭШ-20/65 — 2,48 млн. м³, ЭШ-25/100 — 2,61 млн. м³.

Использование экскаваторов типа драглайна во времени по отдельным предприятиям представлено табл. II-7. В таблице использованы данные бюро надежности научно-тематического отдела НИИТЯЖМАШа Уралмашзавода.

По данным бюро экономического анализа НИИТЯЖМАШа за период 1968—1971 гг. себестоимость 1 м³ вскрыши по Марганецкому ГОКу МЧМ СССР составила 0,216—0,169 руб, по Орджоникидзевскому ГОКУ — 0,165 — —0,163 руб., по тресту Черемховоуголь МУП СССР — 0,355 — 0,114 руб., на Тургайских бокситовых рудниках — 0 421 руб. Снижение себестоимости 1 м³ вскрыши по предприятиям, экс-

плуатирующим шагающие экскаваторы Уралмашзавода, возможно за счет повышения коэффициента их использования, уменьшения затрат на текущий ремонт и совершенствования технологии горных работ.

§ 6. Основные пути технического прогресса в области экскаваторных работ

В соответствии с горнотехническими условиями месторождений, подлежащих разработке, основной объем выемки горной массы на железорудных карьерах, как и в предыдущие годы, будет выполняться механическими лопатами.

Перспективы изменения масштабов применения многочерпаковых цепных экскаваторов связаны с развитием Камыш-Бурунского комбината, так как месторождений с подобными горнотехническими и климатическими условиями в этот период осваивать не предусматривается.

В соответствии с этим объем работ, подлежащий выполнению в текущем пятилетии многочерпаковыми экскаваторами, останется примерно на уровне 1970 г. и составит в 1975 г. 1,35 млн. т, что при общем увеличении объема горных работ на железорудных карьерах приведет к значительному снижению удельного веса работ, выполняемых многоковшовыми экскаваторами.

Основным бассейном, где в ближайшие годы будут применяться роторные комплексы, являются месторождения КМА.

Удельный вес вскрышных работ, выполненных с помощью роторных экскаваторов, на конец 9-й пятилетки предполагается следующий:

Число экскаваторов	8	15
Объем вскрышных работ, млн. м³:		
общий	74,1	101,6
в том числе роторными экскаваторами	12,4	62,6

Приведенные объемы работ включают как эксплуатационную вскрышу на введенных в эксплуатацию карьерах, так и горно-капитальную вскрышу.

Анализ горнотехнических условий карьеров, подлежащих разработке, показывает, что к 1975 г. объем выемки горной массы роторными экскаваторами превысит 85 млн. т (по эксплуатируемым предприятиям), что более чем в 5 раз превысит уровень 1970 г.

Наряду с многочерпаковыми и роторными экскаваторами в этот период на вскрышных работах будут применяться колесные скреперы и гидромеханизация. Однако их удельный вес в общем объеме выемки горной массы будет незначителен и останется примерно на уровне 1970 г.

Распределение объемов горной массы по способам механизации ее разработки в 1975 г. предполагается следующее:

	Млн. т	%
Механическими лопатами	1057	90,2
Драглайнами	23,4	2
Роторными экскаваторами	85,2	7,3
Многочерпаковыми цепными экскаваторами	3,5	0,3
Прочими средствами	2,4	0,2
Всего	1171,5	100

Железорудная промышленность за последние 10 лет характеризуется все увеличивающимся ростом значения крупных карьеров в общем объеме добычи руды и выемке горной массы; эта же тенденция сохранится и в дальнейшем:

Годы	1970	1975
Производительность карьера, млн. т:		
до 10	11,4	10,7
10—30	18,1	14,8
более 30	70,5	74,5

Для выполнения больших объемов работ на карьерах требуется применение более мощного погрузочного оборудования. Перспективы увеличения мощности погрузочного оборудования тесно связаны с увеличением грузоподъемности транспорта и совершенствованием организации перевозок.

На железнодорожном транспорте в ближайшие годы будет продолжаться внедрение тяговых агрегатов переменного тока напряжением 10 кв, а также тяговых агрегатов постоянного тока напряжением 1,5/3 кв. Параллельно с оснащением железнодорожного транспорта думпкарами грузоподъемностью 105, 130 и 180 т это позволит увеличить весовую норму поездов до 800—1200 т при уклонах железнодорожных путей 40—60 ‰. Одновременно возрастет производительность труда локомотивных бригад и снизится себестоимость перевозок, несмотря на увеличение расстояния транспортирования в среднем примерно до 9—10 км. В значительной степени повышению производительности труда будет способствовать внедрение автоматизации управления на карьерах с большим масштабом работ, что позволит снизить стоимость транспортирования на 25—30%.

Преимущественное развитие на карьерах получит электротяга, а тепловозный парк должен пополниться локомотивами, предназначенными для работы в карьерных условиях.

Автомобильный транспорт будет пополняться парком большегрузных машин. С 1973 г. начат серийный выпуск самосвалов БелАЗ-549 грузоподъемностью 75 т и на их

базе — полуприцепов грузоподъемностью 100—105 т. Автопоезда грузоподъемностью 120 т предполагается начать выпускать с 1974 г., а грузоподъемностью 160 т — с 1975 г. В результате к 1975 г. средняя грузоподъемность производственных самосвалов на карьерах достигнет примерно 29 т. С 1975 г. ожидается серийный выпуск дизель-троллейвозов грузоподъемностью 65 т. Предполагается создание опытного образца автопоезда грузоподъемностью 250—300 т, а позднее — грузоподъемностью 500 т.

Анализ объемов экскаваторных работ показывает, что удельный вес объема работ, выполняемых экскаваторами ЭКГ-8И, ежегодно увеличивается в среднем на 2,7%, причем за последние три года темпы роста возросли до 3,8%. При сохранении таких темпов можно ожидать, что в 1975 г. экскаваторами с ковшом емкостью 8 м³ будет выполнено 45—50% всего объема экскаваторных работ на карьерах.

На карьерах небольшой производственной мощности как по руде, так и в целом по горной массе в условиях крутопадающих месторождений при большом числе разрабатываемых уступов наиболее целесообразно применение экскаваторов с ковшом емкостью около 5 м³. Удельный вес таких карьеров в общем числе карьеров ежегодно уменьшается, хотя и составляет в настоящее время около 20%.

Основной объем скальной горной массы будет разрабатываться экскаваторами с ковшом емкостью от 4 до 8 м³, причем исходя из горно-технических условий разработки месторождений на железорудных карьерах основным типом экскаватора будут карьерные механические лопаты. Так, например, на карьерах производительностью по горной массе менее 8—10 млн. т будут применяться экскаваторы ЭКГ-4,6Б. На карьерах с годовой производительностью по горной массе 20—30 млн. т найдут преимущественное использование экскаваторы ЭКГ-5 и ЭКГ-8, а на более крупных карьерах — экскаваторы с ковшом емкостью 8; 12,5 м³ и более.

Этот период характеризуется значительным увеличением интенсификации производства на железорудных карьерах, что влечет за собой увеличение темпов углубки карьеров и скорости проходки траншей. Поэтому наряду с обычными механическими лопатами на карьерах получат распространение механические лопаты с удлиненным оборудованием, приспособленным для верхней погрузки при проходке разрезных траншей.

На карьерах небольшой производительности в качестве основного вида погрузочного оборудования могут применяться погрузчики, пригодные для погрузки и транспортировки взорванных скальных пород. Эти же погрузчики будут использоваться для вспомогательных работ на крупных карьерах.

При строительстве карьеров на проходке съездных, разрезных и дренажных траншей, а также на заоткоске уступов рыхлых пород будут эксплуатироваться драглайны. Максимальная емкость ковша драглайна, очевидно, не будет превышать существующую в настоящее время и ограничится 10—15 м³. Большого увеличения парка драглайнов на железорудных карьерах по сравнению с 1970 г. в предстоящем пятилетии не ожидается в связи с отсутствием благоприятных горно-геологических условий.

Анализ ряда действующих и проектируемых железорудных карьеров, разрабатывающих крутопадающие месторождения для железорудной промышленности (Соколовский, Сарбайский, Качканарский, Оленегорский, Ковдорский, Коршуновский карьеры) и имеющих годовую производственную мощность от 20 до 100 млн. т горной массы со скальными и рыхлыми породами показывает, что:

одновременно в разработке находятся от 9 (Коршуновский карьер) до 14 (Качарский) уступов, причем из них 4—9 уступов по породе и 4—6 уступов по руде;

максимальная производительность одного уступа по горной массе колеблется в пределах от 2 млн. т (Ковдорский карьер) до 13,5 млн. т (Сарбайский карьер);

отработка уступов, как правило, производится с двусторонним подвиганием фронта работ от разрезной траншеи.

В соответствии с нормами технологического проектирования годовая производительность экскаваторов при погрузке скальных пород в железнодорожный транспорт составляет для ЭГК-8И 1370 тыс. м³, или 3300—3500 тыс. т, для ЭКГ-12,5 — 1800 тыс. т, или 4500—4700 тыс. т.

При работе указанных экскаваторов с большегрузными автосамосвалами 45—75 т их производительность на 15—20% будет выше.

За период 1960—1970 гг. экскаваторы работали на погрузке горной массы недостаточное число смен в году (по 630—650). Опыт отдельных карьеров показывает, что только благодаря улучшению организации работ число рабочих смен в году может быть доведено до 700—720.

Внедрение на карьерах экскаваторов ЭКГ-8И с ковшом емкостью 8 и 10 м³ и экскаваторов ЭКГ-12,5 с ковшом емкостью 12,5 м³ приведет к росту средней емкости ковша экскаваторов этой группы на горных предприятиях до 8,5—9 м³ (в 1970 г. средняя емкость ковша

экскаваторов этой группы составляла 7,8 м³).

Внедрение более крупных экскаваторов позволит увеличить среднесменную производительность до 1800 м³ к 1975 г., а в последующее пятилетие до 2000 м³, т. е. соответственно на 10—15 и 20—25%.

За счет увеличения сменной производительности, а также улучшения использования экскаваторов во времени годовая производительность их может быть доведена до 1200—1350 тыс. м³ к 1975 г., а в перспективе до 1400—1650 тыс. м³.

В группе экскаваторов с ковшом емкостью от 3 до 8 м³ в настоящее время годовая и сменная производительности увеличиваются ежегодно незначительно (около 1%), что обусловлено главным образом трудными горно-геологическими условиями карьеров и медленным ростом средней емкости ковша. Однако при внедрении экскаваторов ЭКГ-5 на новых и расширяемых карьерах, а также при замене экскаваторов СЭ-3 и ЭКГ-4 средняя емкость ковша для этого класса машин будет доведена до 4,7—4,8 м³ в 1975 г. При этом увеличится число рабочих смен, а следовательно, и годовая производительность экскаваторов к 1975 г. до 700—750 тыс. м³, т. е. на 45—50%.

С учетом изложенного, а также принимая во внимание распределение горной массы по маркам экскаваторов, годовая производительность экскаватора в среднем по отрасли достигнет к 1975 г. 1200—1250 тыс. м³, т. е. увеличится в 1,6—1,7 раза.

Средний годовой рост производительности в предстоящем десятилетии составит 9—10% по сравнению с 7% за период 1960—1970 гг.

Кроме указанных экскаваторов в железорудной промышленности найдут применение одноковшовые погрузчики в первую очередь для вспомогательных работ по очистке берм, дорог и подъездов к экскаваторам на крупных карьерах и в качестве основного погрузочного оборудования на карьерах небольшой производительности. Кроме того, на крупных карьерах в условиях комбинированного транспорта погрузчики будут использоваться в качестве погрузочно-транспортного оборудования на концентрационных горизонтах.

Основные направления экскаваторостроения в последующие годы будут характеризоваться заменой существующего экскаваторного парка более мощными экскаваторами, выпуск которых намечается в соответствии с утвержденными типажами. Предполагается значительное расширение выпуска экскаваторов различных моделей.

Разработанный в последние годы типоразмерный ряд карьерных экскаваторов состоит из шести базовых моделей с ковшами емкостью от 2 до 20 м³, на основе которых может выпускаться 14 моделей, оснащенных сменным оборудованием.

Воронежским экскаваторным заводом им. Коминтерна будет серийно выпускаться механическая лопата ЭКГ-2, которая кроме основного ковша емкостью 2 м³ может иметь сменные ковши емкостью 1,6 и 2,5 м³.

Ижорским машиностроительным заводом им. А. А. Жданова намечен серийный выпуск экскаваторов ЭКГ-3,2 со сменными ковшами емкостью 2,5; 3,2 и 4 м³. С 1975 г. на базе этого экскаватора будут выпускаться экскаваторы с удлиненным оборудованием ЭКГ-2У. С 1966 г. этим заводом выпускаются механические лопаты ЭКГ-8И, которые могут снабжаться сменными ковшами емкостью 6,3; 8 и 10 м³. На базе этой модели выпускается экскаватор с удлиненным оборудованием ЭКГ-4У.

В настоящее время серийно выпускается экскаватор ЭКГ-12,5 со сменными ковшами емкостью 10; 12,5 и 16 м³, на базе которого создан экскаватор ЭКГ-6,3У.

С 1975 г. на Ижорском машиностроительном заводе им. А. А. Жданова предполагается выпуск механической лопаты ЭКГ-20, имеющей сменные ковши емкостью 16, 20 и 25 м³, и на базе механических лопат с удлиненным оборудованием и сменными ковшами емкостью 10 и 12,5 м³. Кроме того, на базе экскаватора ЭКГ-12,5 по специальному заказу будут выпускаться экскаваторы ЭКГ-10УС, а на базе экскаватора ЭКГ-20 — экскаваторы ЭКГ-16УС со сменными ковшами емкостью соответственно 8, 10 ,12,5 м³ и 12,5, 16 и 20 м³. Эти экскаваторы будут иметь удлиненное рабочее оборудование, предназначенное для погрузки на уровне стояния машин, а также повышенную высоту черпания по сравнению с базовыми моделями, что позволит увеличить высоту разрабатываемого уступа.

Уралмашзаводом намечается серийный выпуск механических лопат ЭКГ-5 со сменными ковшами 4, 5 и 6,3 м³ и на их базе механических лопат ЭКГ-3,2У с удлиненным оборудованием и сменными ковшами емкостью 3,2 и 4 м³.

Типоразмерный ряд карьерно-строительных экскаваторов состоит из 5 базовых моделей с ковшами емкостью от 1,25 до 8 м³. Базовые модели экскаваторов имеют сменное оборудование прямой и обратной лопаты (кроме экскаваторов ЭКСГ-8) и прямой лопаты для верхней погрузки (кроме экскаватора ЭКСГ-1,25).

Серийный выпуск экскаваторов ЭКСГ-1,25 и ЭКСГ-2 ориентировочно намечен на 1975 г. на Воронежском экскаваторном заводе. Ижорским заводом будут выпускаться экскаваторы ЭКСГ-3,2 и ЭКСГ-8.

Вскрышные лопаты будут выпускаться Новокраматорским машиностроительным заводом. Кроме выпущенных лопат ЭВГ-15/40 и ЭВГ-40/60 в перспективе будут выпускаться ЭВГ-80/80 и ЭВГ-100/100. Каждая из этих базовых моделей имеет модификацию по емкости ковша и длине стрелы. Емкость ковшей этих экскаваторов колеблется от 15 до 160 м³, а радиус черпания — от 40 до 100 м.

Типоразмерный ряд шагающих драглайнов состоит из 6 базовых моделей с ковшами емкостью от 4 до 125 м³, каждая из которых имеет модификацию по емкости ковша и длине стрелы.

Новокраматорским машиностроительным заводом выпускаются драглайны ЭШ-4/45 и ЭШ-8/60 и Уралмашзаводом — ЭШ-15/90 и ЭШ-25/100. В 1974—1975 гг. Уралмашзаводом будут выпущены драглайны ЭШ-80/100, ЭШ-40/65.

Есть основание считать, что типоразмерный ряд экскаваторов будет в ближайшие годы расширен.

Учитывая современное состояние производства погрузочного оборудования и исходя из оптимального функционирования горных предприятий в будущем, а также необходимости сокращения обслуживающего персонала, следует искать новые методы и оборудование, которые позволили бы, несмотря на увеличение глубины карьеров и коэффициента вскрыши, повысить производительность труда в ближайшие 20—30 лет в 8—10 раз.

Однако вся история развития землеройной техники показывает, что быстрые смены с революционными изменениями конструкций свойственны, как правило, новым формам и направлениям, насчитывающим со времени их появления несколько десятилетий.

Анализ опыта экскаваторостроения и возможности долгосрочного прогнозирования говорят о том, что известный принцип экскавации не может считаться уже изжитым. В основном процесс пойдет в направлении увеличения мощности известных машин, автоматизации их работы и усовершенствования конструкций и рабочего процесса.

Улучшение конструкции помимо автоматизации приводов и рабочих процессов, оптимизации системы «человек—машина» пойдет и в направлении повышения эффективности управления, увеличения надежности и долговечности, снижения затрат труда, материалов и средств на техническое обслуживание, эксплуатацию и ремонт.

Все вместе взятое должно позволить увеличить годовое число часов работы выемочно-погрузочного оборудования, доведя его до 6500—7000 ч, при повышении удельной часовой производительности на 1 т веса на 35—40%. Значительная доля этого эффекта будет достигнута благодаря унификации и стандартизации конструкций узлов и агрегатов, приводов и элементов управления. Будет осуществлена унификация многих узлов, различных по конструктивной сущности машин — механической лопаты и драглайна, одно- и многоковшового экскаватора и т. д. На базе мощных лопат производительностью 1500 м³/ч и более будет создан роторный экскаватор производительностью 3000—5000 м³/ч, а вследствие их унификации можно ожидать появления машин производительностью до 150 млн. м³ в год.

Весьма важным при прогнозировании экскавационных работ является оптимизация всех конструктивных элементов и эксплуатационных показателей машин.

Выбор экскаваторного оборудования для определенных условий производства целесообразно осуществлять на основе эксплуатационных характеристик сопоставляемых типов машин, отыскивая необходимые размеры рабочего оборудования в соответствии с условиями разработки. Целесообразность применения отдельных моделей экскаваторного оборудования базируется на результативных показателях себестоимости продукции и капитальных вложений. Определение этих величин требует выявления взаимозависимостей между рабочими размерами экскаваторов и их весом и мощностью, с одной стороны, и элементами экскаваторных забоев — с другой.

Рабочие параметры экскаваторов определяют их конструктивные размеры — емкость ковша, длину стрелы и рукояти, вес и установленную мощность двигателей. Однако увеличение линейных размеров и емкости ковшей сопряжено с изменением веса и мощности экскаваторов. При этом, естественно, возникает необходимость в количественной увязке параметров создаваемых машин с экономической эффективностью их применения.

Точное определение веса и мощности экскаваторов требует больших проектных проработок и становится возможным на стадии технического проекта с последующим уточнением в рабочих чертежах. В то же время при решении вопроса о целесообразности создания новой машины нужно учитывать стоимость ее изготовления и эффективность применения при определенных схемах экскавации. Определение этих показателей на предпроектной стадии возможно лишь при наличии экспресс-методов установления весовых и энергетических измерителей экскаваторов.

Важнейшей характеристикой является показатель металлоемкости экскаваторов, кото-

Таблица II-8

Весовые коэффициенты экскаваторов

Модель	Емкость ковша, м³	Рабочий вес, т	Весовой коэффициент, т/м³	Конструктивный вес, т	Весовой коэффициент, т/м³
ЭКГ-3,2	3,2	145	45,3	130	40,6
ЭКГ-4,6Б	4,6	196	42,6	163	35,5
ЭКГ-5	6,3	248	39,4	225	35,7
ЭКГ-8И	8	372	46,5	345	43,1

рым может служить соотношение веса машины (рабочего и конструктивного) с емкостью ковша. Однако этот показатель не учитывает всех особенностей конструкции машин, но при приблизительно равных рабочих параметрах он может достаточно точно характеризовать конструктивный и технологический уровень исполнения.

В табл. II-8 показаны весовые коэффициенты карьерных экскаваторов.

Как видно из табл. II-8, экскаваторы ЭКГ-3,2 и ЭКГ-8И имеют наиболее высокие весовые коэффициенты в своих классах и, по-видимому, следует искать пути снижения конструктивного веса этих машин.

Что касается машин большой мощности, то здесь следует руководствоваться индивидуальными специфическими условиями их эксплуатации. Так, для больших вскрышных лопат не существует совершенных углов копания неподвижно закрепленного ковша ни для разработки одного пласта, ни двух пластов. Идеальным устройством для существующих конструкций машин является ковш с изменяемым положением, который дает лучший угол для всех положений копания.

Внедрение новых машин и высокопроизводительной технологии позволит увеличить производительность труда в 4—5 раз.

КОНСТРУКЦИИ ОДНОКОВШОВЫХ ЭКСКАВАТОРОВ

§ 1. Экскаваторы Ижорского машиностроительного завода им. А. А. Жданова

Экскаваторы ЭКГ-3,2 и ЭКГ-2У

Экскаватор ЭКГ-3,2 — карьерная лопата на гусеничном малоопорном ходу, предназначенная для разработки и погрузки полезных ископаемых в транспортные средства, расположенные на рабочем горизонте, а также складирования в отвал пород различной крепости. Экскаватор применяется на открытых горных работах и земляных работах.

Экскаватор имеет хорошую маневренность, прост в управлении и обслуживании, все его механизмы снабжены индивидуальным электроприводом, а муфты переключения отсутствуют.

Экскаватор ЭКГ-3,2 имеет две модификации, отличающиеся параметрами рабочего оборудования:

нормальное рабочее оборудование лопаты (базовая модель ЭКГ-3,2);

удлиненное рабочее оборудование лопаты (модель ЭКГ-2У).

Технические характеристики экскаваторов ЭКГ-3,2 и ЭКГ-2У

Модификация	ЭКГ-3,2	ЭКГ-2У
Емкость ковша, м³:		
для тяжелых пород	3,2	2
для легких и средних пород	4	2,5
Наибольшее усилие на блоке ковша, тс	37	22
Скорость подъема ковша, м/сек	0,81	1,08
Наибольшее усилие напора, тс	18	14
Скорость перемещения каната напорной лебедки, м/сек	0,35	0,53
Угол наклона стрелы, градус	47	54
Скорость вращения платформы, об/мин	3,28	
Наибольшее тяговое усилие механизма хода, тс	94	
Скорость передвижения, км/ч	0,6	

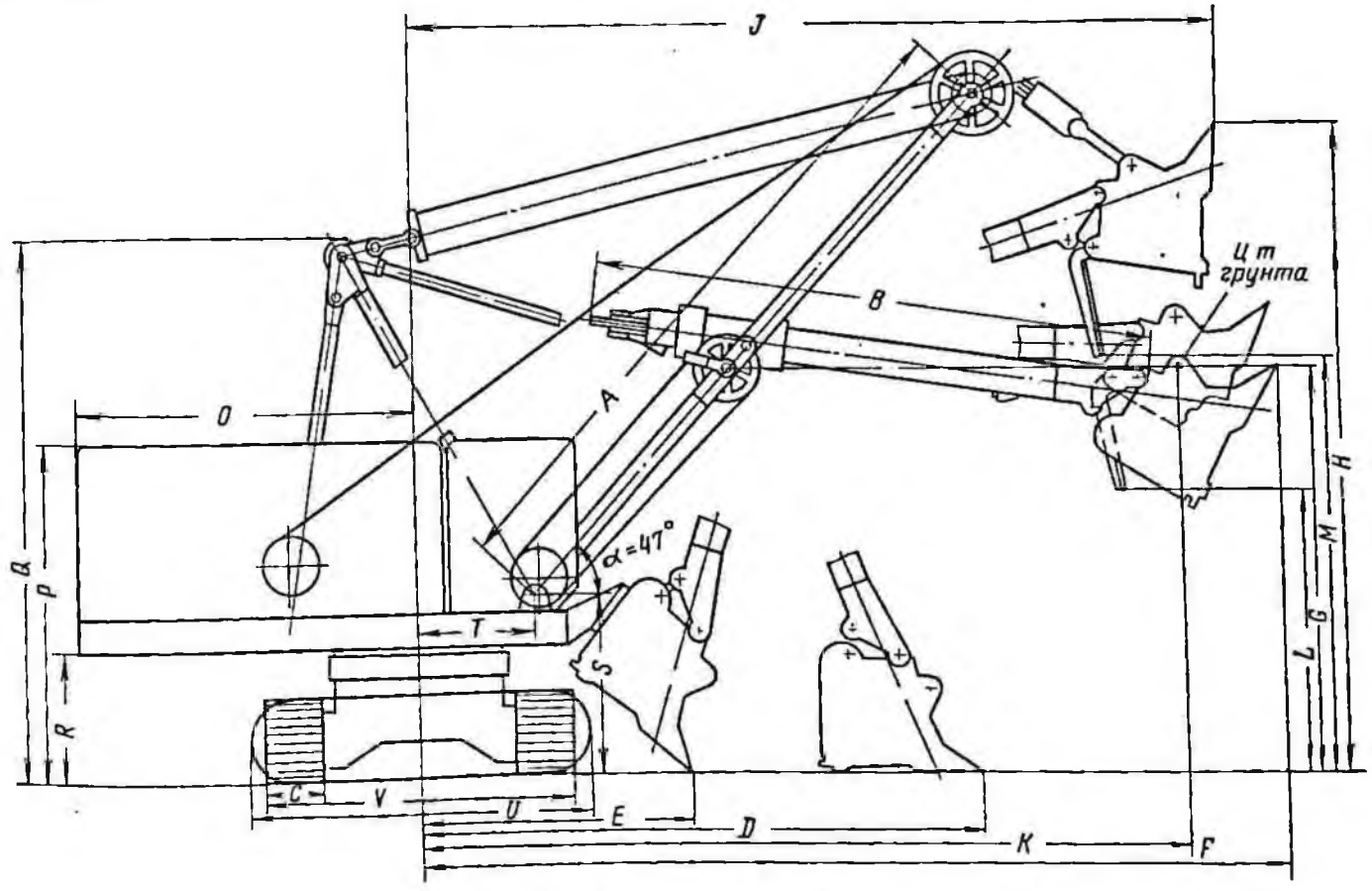
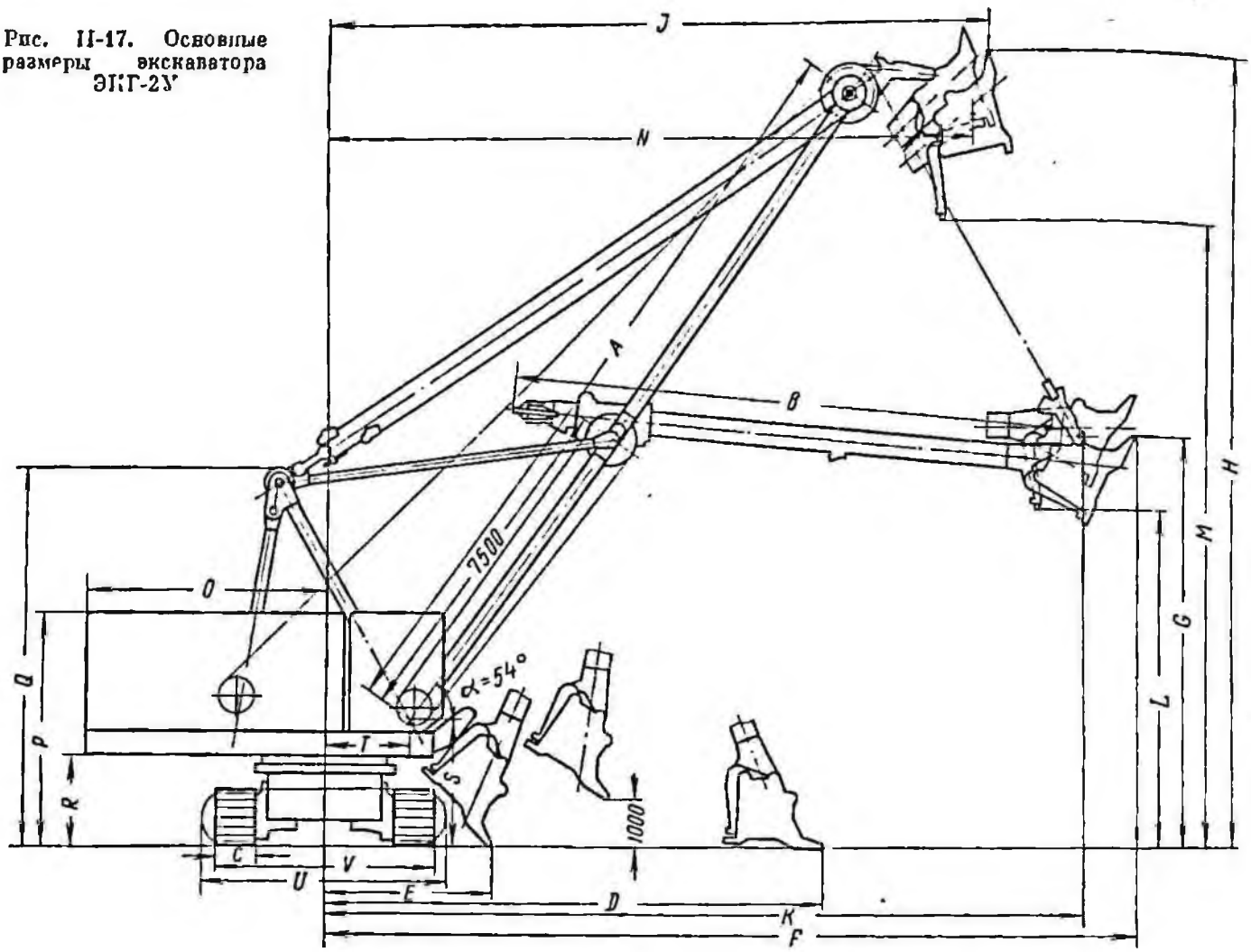
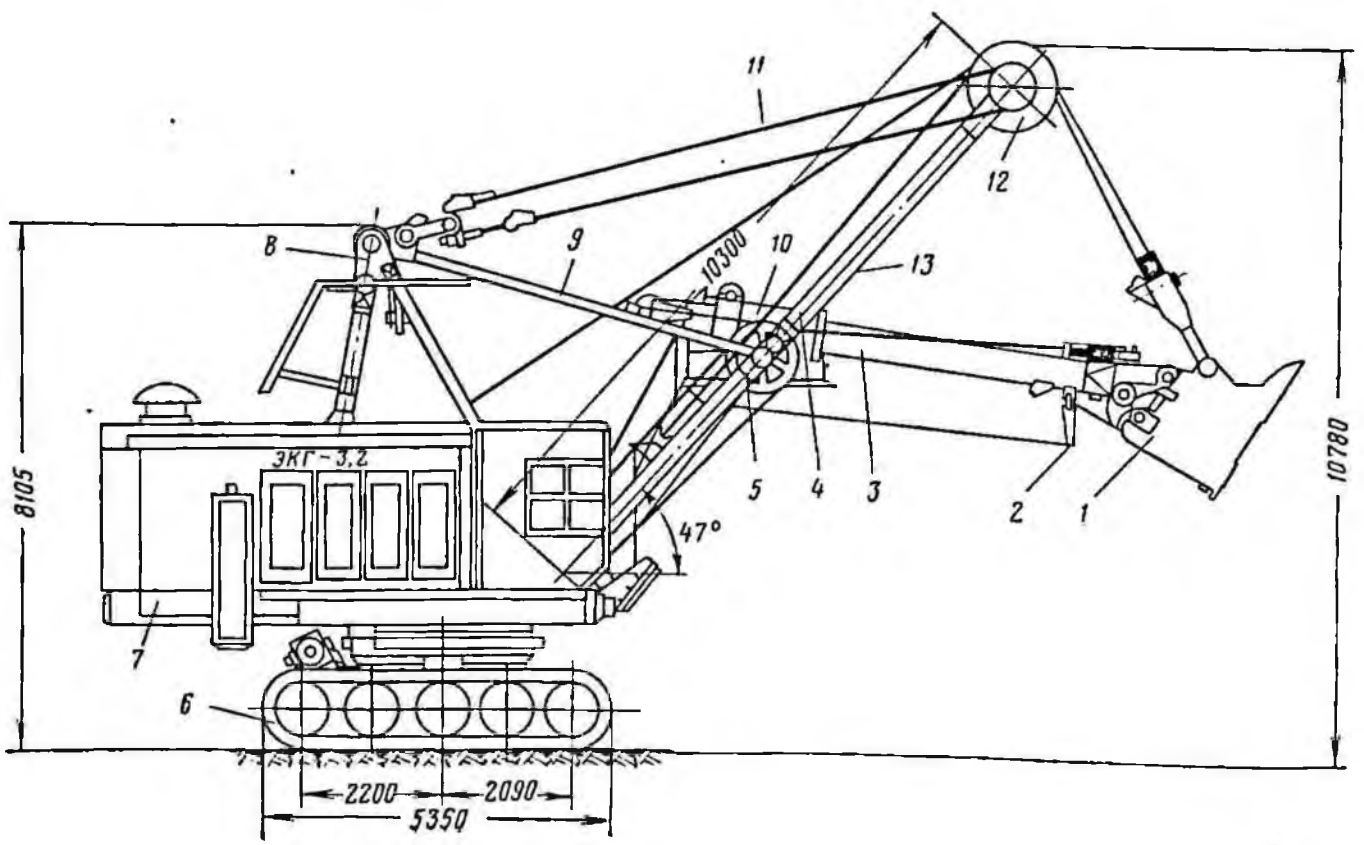


Рис. II-16. Основные размеры экскаватора ЭКГ-3,2

Рис. II-17. Основные размеры экскаватора ЭКГ-2У





Угол, преодолеваемый при передвижении (по твердым породам), градус	12	
Среднее удельное давление на грунт, кгс/см²	1,78	1,85
Мощность приводного электродвигателя, квт	250	
Напряжение подводимого тока, в	6000/3000	
Продолжительность цикла при работе в отвал с поворотом на 90° и высоте забоя, равной высоте напорного вала для пород IV категории, сек	23,3	26,5
Масса, т:		
экскаватора с противовесом	140	144
противовеса	14	20

Основные размеры экскаваторов ЭКГ-3,2 и ЭКГ-2У показаны на рис. II-16 и II-17 соответственно и даны в табл. II-9.

Экскаватор ЭКГ-3,2 (рис. II-18) состоит из рабочего оборудования, выполняющего функции экскавации грунта и выгрузки его в транспортные средства или отвал, поворотной платформы, на которой смонтированы рабочее оборудование и механизмы экскаватора, ходовой тележки.

Рабочее оборудование включает в себя стрелу, рукоять, ковш и механизм открывания днища. Шарнирно сочлененная стрела состоит из нижней и верхней секций сварной конструкции трубчатого сечения. Стрела воспринимает нагрузки от ковша с рукоятью и передает их на поворотную платформу и подвеску стрелы, состоящую из канатов и двух подкосов трубчатого сечения. Рукоять соединена со стрелой подвижно качающимся седловым подшипником. Ковш подвешен на подъемном канате, который огибает головной блок. Подвеска стрелы шарнирно соединена с двуногой стойкой.

Поворотная платформа (рис. II-19) представляет собой сварную раму, на которой закреплены боковые площадки. Одновременно она служит корпусом противовеса экскаватора. На поворотной платформе размещены: подъемная лебедка, механизм поворота, напорная лебедка, буфера, предохраняющие стрелу от ударов ковша, компрессор, кузов экскаватора, кабина машиниста, двигатель механизма открывания днища.

Рис. II-18. Экскаватор ЭКГ-3,2:

1 — ковш; *2* — механизм открывания днища ковша; *3* — рукоять; *4* — верхняя секция стрелы; *5* — нижняя секция стрелы; *6* — ходовая тележка; *7* — поворотная платформа; *8* — двуногая стойка; *9* — подкосы подвески стрелы; *10* — седловой подшипник; *11* — канаты подвески стрелы; *12* — головной блок; *13* — стрела

Таблица II-9

Основные размеры экскаваторов ЭКГ-3,2 и ЭКГ-2У

Параметры	Обозначение на рис. II-16 и II-17	Размеры, мм	
		ЭКГ-3,2	ЭКГ-2У
Рабочие			
Длина стрелы	*A*	10 300	16 500
Длина рукояти	*B*	8 665	12 100
Радиус копания на уровне стояния:			
наибольший	*D*	8 800	11 000
наименьший	*E*	4 300	3 650
Наибольший радиус копания	*F*	13 500	18 000
Высота копания при наибольшем радиусе копания	*G*	6 100	8 850
Наибольший радиус выгрузки	*K*	12 000	16 700
Высота выгрузки при наибольшем радиусе выгрузки	*L*	4 250	7 300
Радиус выгрузки при наибольшей высоте выгрузки	*N*	—	14 300
Высота до зубьев при наивысшем положении ковша	*H*	9 800	16 900
Радиус до зубьев при наивысшем положении ковша	*J*	12 600	14 700
Наибольшая высота выгрузки	*M*	6 250	13 400
Конструктивные			
Радиус вращения хвостовой части	*O*	5365	
Ширина кузова	—	5430	
Высота крыши кузова	*P*	5060	
Высота экскаватора без стрелы	*Q*	8105	
Просвет под поворотной платформой	*R*	1906	
Высота оси пяты стрелы	*S*	2735	
Расстояние от оси пяты до оси вращения экскаватора	*T*	1900	
Длина гусеничного хода	*U*	5360—5600	
Ширина гусеничного хода	*V*	4900	
Ширина гусеничной цепи	*C*	900	

Поворотная платформа опирается на роликовый круг, лежащий на кольцевом рельсе ходовой тележки, и соединяется с ходовой тележкой центральной цапфой.

Ходовая тележка состоит из нижней сварной рамы, двух гусеничных рам с колесами и гусеничными цепями, ходового механизма и зубчатого венца с роликовым кругом.

Привод гусениц — индивидуальный.

Напорный механизм служит для сообщения рукояти ковша возвратно-поступательного движения и состоит из реверсивной напорной лебедки и канатов. Кинематическая схема напорного механизма экскаватора ЭКГ-3,2 показана на рис. II-20.

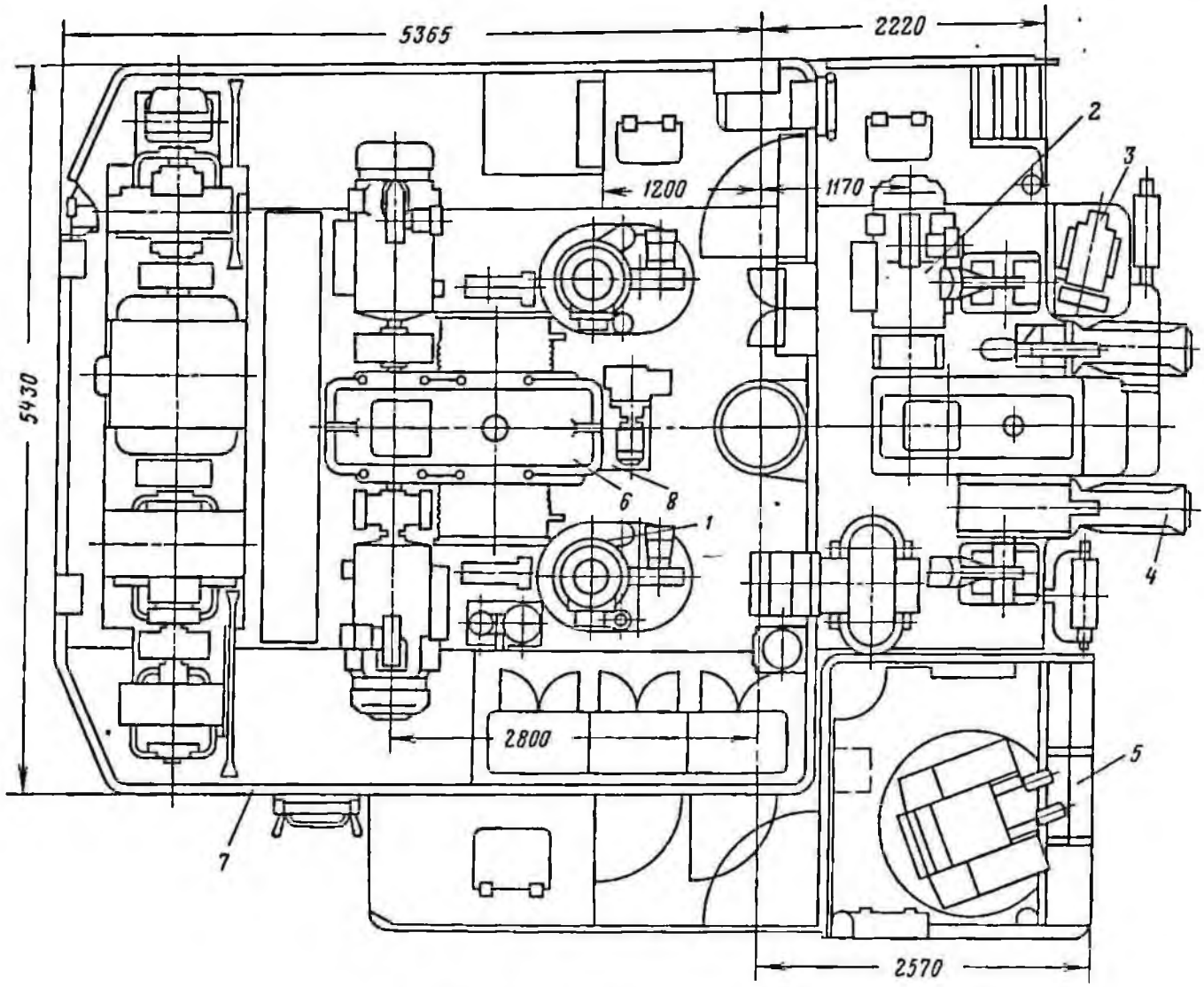


Рис. II-19. Поворотная платформа экскаватора ЭКГ-3,2:

1 — механизм поворота; *2* — напорная лебедка; *3* — двигатель механизма открывания днища ковша; *4* — буфер; *5* — кабина машиниста; *6* — подъемная лебедка; *7* — кузов; *8* — компрессор

Напорная лебедка приводится в движение электродвигателем ДПЭ-52 через трехступенчатый редуктор. Для ограничения перемещения рукояти на напорной лебедке имеется командоаппарат. Торможение напорного механизма при работе осуществляется противотоком. Для экстренного и аварийного торможения имеется колодочный пневматический тормоз, унифицированный с тормозом механизма подъема.

Для защиты напорного механизма от динамических нагрузок предназначена упругая муфта предельного момента. Конструктивно эта предохранительная муфта объединяет эластичную и фрикционную муфты.

Подъемный механизм предназначен для подъема и опускания ковша и состоит из реверсивной подъемной лебедки и канатов. Кинематическая схема подъемного механизма экскаватора ЭКГ-3,2 показана на рис. II-21.

Подъемная лебедка приводится двумя электродвигателями ДПЭ-62 через двухступенчатый цилиндрический редуктор. Для ограничения подъема ковша имеется концевой выключатель, установленный на стреле.

Поворотный механизм экскаватора предназначен для вращения поворотной платформы экскаватора. Кинематическая схема поворотного механизма экскаватора ЭКГ-3,2 показана на рис. II-22.

Поворотный механизм приводится двумя электродвигателями ДПВ-42. На верхнем коническом конце вала каждого электродвигателя имеется тормозной шкив для колодочного тормоза, а на

нижнем конце насажена шестерня, являющаяся ведущей шестерней редуктора поворотного механизма.

Редуктор поворотного механизма — трехступенчатый цилиндрический. Его первые две ступени заключены в корпус редуктора, а третья — смонтирована на выходном валу редуктора в специальном стакане, вваренном в поворотную платформу. Шестерня выходного вала редуктора сцепляется с неподвижной шестерней, расположенной на нижней раме ходовой тележки экскаватора.

Ходовой механизм экскаватора ЭКГ-3,2 приводит в движение гусеницы. Он состоит из электродвигателя ДПМ-42, тормоза, редуктора и бортовых передач гусеничного хода. Кинематическая схема ходового механизма показана на рис. II-23.

Электродвигатель установлен на корпусе редуктора, который прикреплен к гусеничной раме и соединен с ним зубчатой муфтой. На свободном конце вала электродвигателя установлен дисковый тормоз.

Редуктор ходового механизма трехступенчатый. Вращение от электродвигателя передается через две цилиндрические и одну планетарную зубчатые пары на пустотелый вал, внутри которого нарезаны шлицы. В зацепление с шлицами входит вал бортовой передачи гусеничного хода.

Экскаватор ЭКГ-2У — карьерная лопата на гусеничном малоопорном ходу с удлиненным рабочим оборудованием, являющаяся модификацией экскаватора ЭКГ-3,2; экскаватор предназначен для разработки и погрузки в транспортные средства на вышележащий горизонт или в отвал полезных ископаемых или пород вскрыши.

Таблица II-10

Характеристика канатов экскаваторов ЭКГ-3,2 и ЭКГ-2У

Назначение каната	ГОСТ	Длина, м	Диаметр, мм	Предел прочности, кгс/мм²
Подъем ковша . .	7669—69	106/95	28	180
Напор ковша . .	7669—69	35	28	180
Возврат ковша . .		35/27	28	180
Открывание днища	3071—66	9/18	8,7	160
Подвеска стрелы .	7669—69	82/2 × 30	28	180

Примечание. В числителе даны длины канатов для экскаваторов ЭКГ-3,2, в знаменателе — для экскаваторов ЭКГ-2У.

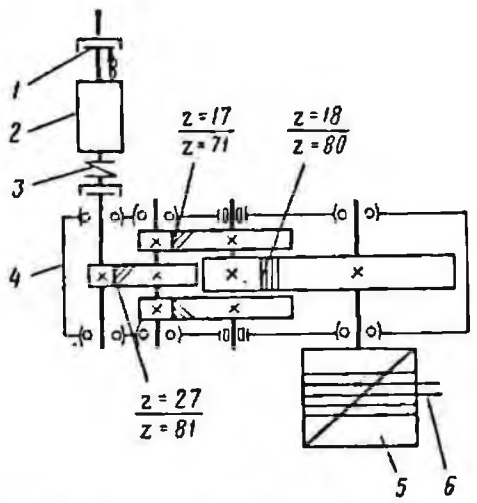


Рис. II-20. Кинематическая схема напорного механизма экскаватора ЭКГ-3,2:

1 — тормоз; *2* — электродвигатель; *3* — упругая муфта предельного момента; *4* — редуктор; *5* — барабан; *6* — канат

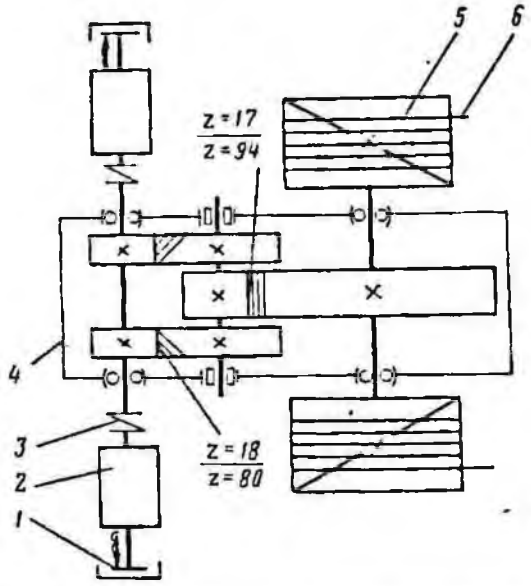


Рис. II-21. Кинематическая схема подъемного механизма экскаватора ЭКГ-3,2:

1 — тормоз; *2* — электродвигатель; *3* — упругая муфта; *4* — редуктор; *5* — барабан; *6* — канат

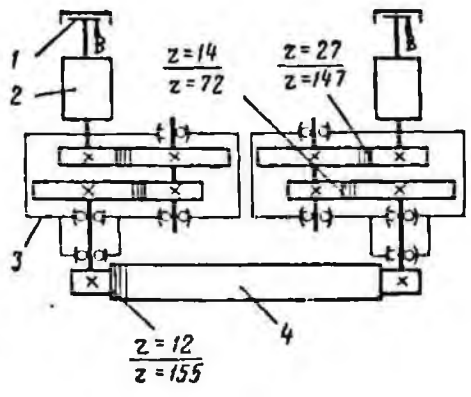


Рис. II-22. Кинематическая схема поворотного механизма экскаватора ЭКГ-3,2:

1 — тормоз; *2* — электродвигатель; *3* — редуктор; *4* — зубчатый венец

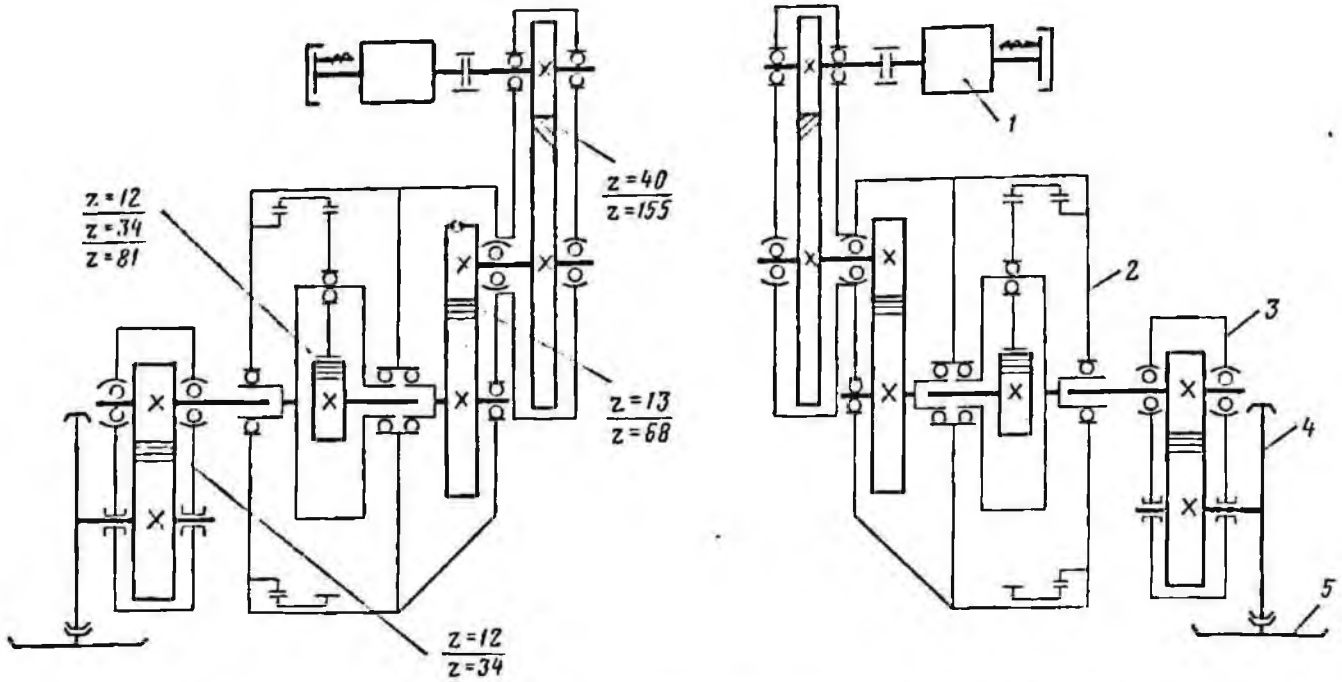


Рис. II-23. Кинематическая схема ходового механизма экскаватора ЭКГ-3,2:

1 — электродвигатель; *2* — редуктор; *3* — бортовая передача; *4* — ведущее колесо; *5* — гусеничная цепь

Экскаватор применяется на открытых горных работах, а также может использоваться на земляных работах крупных строительств.

Принцип размещения основного оборудования экскаватора ЭКГ-2У соответствует принципиальной схеме размещения экскаватора ЭКГ-3,2.

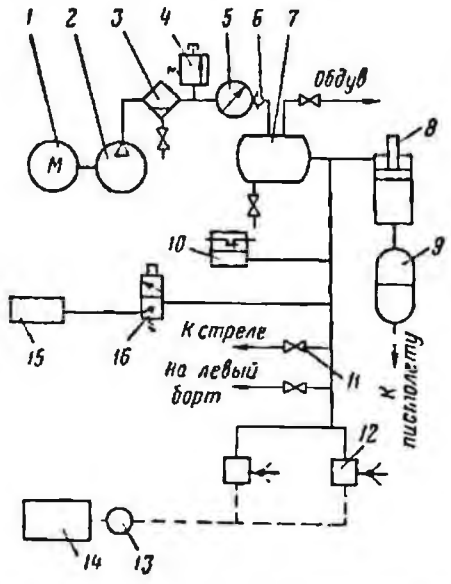


Рис. II-24. Пневматическая схема экскаватора ЭКГ-3,2:

1 — электродвигатель; *2* — компрессор; *3* — влаго-маслоотделитель; *4* — предохранительный клапан; *5* — манометр; *6* — обратный клапан; *7* — ресивер; *8* — солидолонагнетатель пневматический; *9* — клапан для заправки пистолета; *10* — реле давления; *11* — вентиль запорный; *12* — форсунка; *13* — фильтр ФСГ-2; *14* — солидолонагнетатель электромеханический; *15* — звуковой сигнал; *16* — выключающий вентиль

Основные узлы ходового оборудования, подъемного и напорного механизмов экскаватора ЭКГ-2У унифицированы с узлами экскаватора ЭКГ-3,2.

Характеристики канатов, применяемых на экскаваторах ЭКГ-3,2 и ЭКГ-2У, приведены в табл. II-10.

Пневматическая система экскаватора ЭКГ-3,2 схема которой показана на рис. II-24, служит для торможения приводов, обдува сжатым воздухом электрооборудования и механизмов, подачи сигнала и привода различного пневматического инструмента.

Воздух нагнетается с помощью компрессорной станции, которая состоит из компрессора модели 1136 с приводом от электродвигателя АО32-4, вмонтированного в фундамент компрессора и воздухосборника. На всасывающем патрубке компрессора имеется воздушный фильтр. На нагнетательной трубе перед воздухосборником установлен маслоотделитель со спускным краном и обратный клапан.

Экскаватор получает питание от сети переменного тока напряжением 6000 в, частотой 50 гц по переносному кабелю КВШВГ $3\times16+1\times10$ мм². По требованию заказчика может быть поставлено электрооборудование на напряжение 3000 в, частоту 50 гц (кабель КВШВГ $3\times25+1\times10$ мм²).

Электрическая схема экскаватора ЭКГ-3,2 показана на рис. II-25.

От вводного ящика напряжение 6000 в через

комбинированный кольцевой токоприемник подается к распределительному устройству 2КВЭ-6-50, где ток высокого напряжения распределяется по двум направлениям:

через разъединитель и масляный выключатель к синхронному электродвигателю преобразовательного агрегата;

через разъединитель и высоковольтный трубчатый предохранитель к силовому трехфазному трансформатору напряжением 6000/400 в.

От силового трансформатора питаются электродвигатели вспомогательных механизмов, электропечи и трансформаторы освещения.

Включение асинхронного электродвигателя производится на полное напряжение сети при пусковом токе, в 5 раз превышающем номинальный.

Питание двигателей подъема, поворота и хода, напора и хода осуществляется по схеме Г—Д с питанием обмоток возбуждения генераторов от силовых магнитных усилителей Г—Д—СМУ.

От генератора напора питается электродвигатель напора или хода, а от генератора поворота — два электродвигателя поворота или один двигатель хода.

Главный преобразовательный агрегат состоит из приводного асинхронного двигателя АЭ-113-4, генератора постоянного тока ГПЭ49/25-4 для питания двух электродвигателей подъема, генератора постоянного тока ГПЭ49/14-4 для питания двух электродвигателей поворота или хода, генератора постоянного тока ПЭМ-400 для питания электродвигателей напора или хода, возбудителя МП542-1/2 для питания обмотки возбуждения асинхронного электродвигателя и цепей возбуждения главных приводов.

Асинхронный электродвигатель рассчитан на два напряжения — 6000 или 3000 в. Обмотка статора разделена на две ветви, которые при напряжении 6000 в соединяются последовательно, а при напряжении 3000 в — параллельно. Все машины смонтированы на общей фундаментной плите.

К главным электродвигателям относятся электродвигатели приводов подъема ковша, поворота платформы, напора, хода экскаватора и открывания днища ковша. Все электродвигатели постоянного тока специального исполнения характеризуются повышенной перегрузочной способностью и механической прочностью.

Исполнение электродвигателей подъема, напора, хода и открывания днища — горизонтальное, а поворота — вертикальное.

К вспомогательным электродвигателям относятся электродвигатели вспомогательной лебедки, компрессора, вентиляторов и масло-

Таблица II-11

Характеристика электрооборудования экскаваторов ЭКГ-3,2 и ЭКГ-2У

Наименование	Тип	Мощность, квт, ква	Напряжение, в	Скорость вращения ротора, об/мин
Пятимашинный преобразовательный агрегат, в том числе:				
приводной асинхронный электродвигатель	АЭ-113-4	250	6000	1480
генератор подъема	ГПЭ49/25-4	220	460	1480
генератор поворота и хода	ГПЭ49/14-4	120	610	1480
генератор напора и хода	ПЭМ-400	42	375	1480
возбудитель	МП542-1/2	12	115	1480
Электродвигатель:				
подъема	ДПЭ-62	75	220	900
поворота	ДПВ-42	40	220	1280
напора	ДПЭ-52	54	395	1200
хода	ДПМ-42	35	220	980
открывания днища ковша	ДПМ-12	3,8	220	1450
вентиляторов электродвигателей напора и поворота	АО32-4	1	380	1410
компрессора	АО2-32-4	2,8	380	685
вентилятора кузова	АО34-4	0,6	380	1410
солидолонагнетателя	АО31-4	0,6	380	1400
смазки редукторов поворота	ДПГ-21-4	0,27	380	1450
Электропечь	ПТ-8-2	0,76	220	—
Трансформатор:				
вспомогательных приводов	ТМЭ-40/6	40	6000/400	—
наружного освещения	ТС-1,5/0,5	1,5	380/12	—
внутреннего освещения	ОС-2/0,5	2	380/220	—
переносного освещения	ОСВУ-0,25	0,25	220/12	—

Таблица II-12

Расход жидкой смазки для экскаваторов ЭКГ-3,2 и ЭКГ-2У

Механизм	Емкость, л	Режим смазки
Редуктор напорного механизма	80	Один раз в три месяца
Редуктор подъемного механизма	148	То же
Ходовой механизм	72	Один раз в месяц
Поворотный механизм	100	Один раз в два месяца

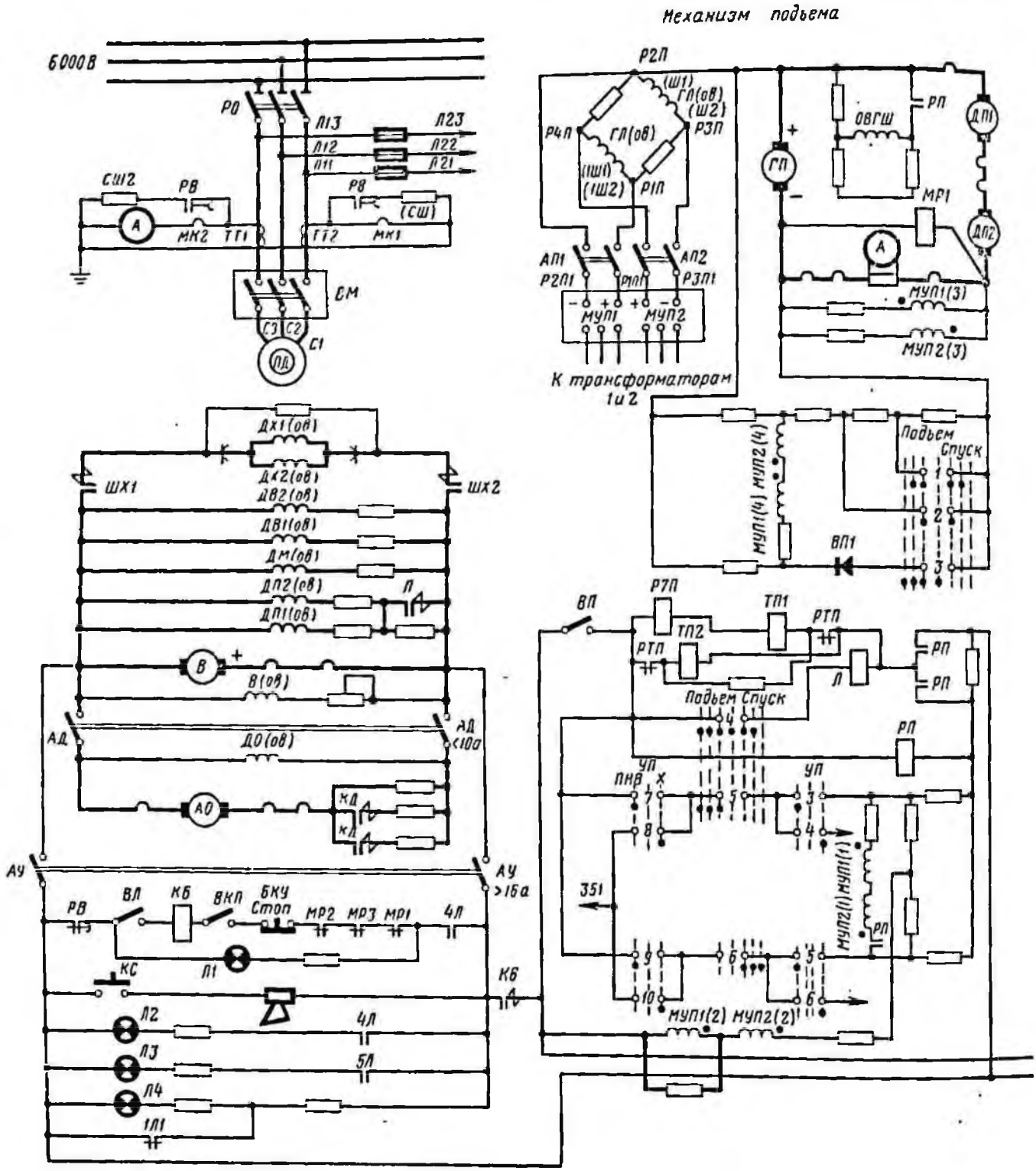


Рис. II-25. Электрическая

насоса. Все электродвигатели приняты асинхронными с короткозамкнутым ротором на 380 в.

Магнитная станция ШГА-4604-66А1 предназначена для управления главными и вспомогательными электроприводами и установлена в кузове экскаватора.

На пульте управления, помещенном в кабине машиниста, имеются переключатель с поворота на ход и с напора на ход, автоматы

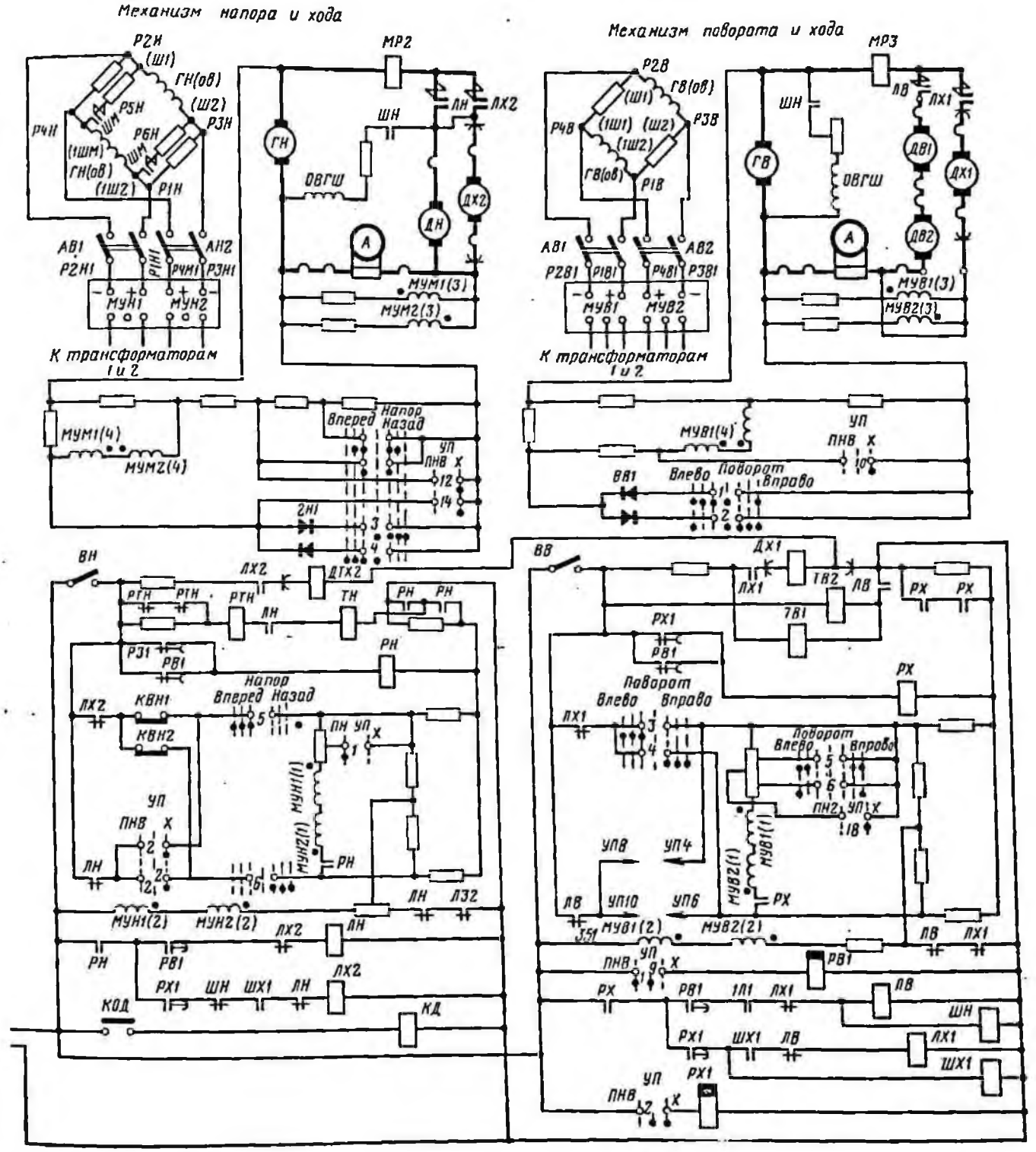


схема экскаватора ЭКГ-3,2

цепей управления, кнопки включения и отключения смазки редукторов поворота, кнопки питания магнитных усилителей и другая коммутирующая и сигнальная аппаратура. К прочему электрооборудованию относятся командокоптр[illegible] сопротив[illegible], командоаппарат, [illegible] [illegible]р. Командокоптро[illegible] [illegible] машиниста, [illegible] ным приво[illegible]

Таблица II-13

Рекомендуемые сорта смазки для экскаваторов ЭКГ-3,2 и ЭКГ-2У

Температура, °С	Основные сорта		Заменители	
	Марка	ГОСТ, ТУ	Марка	ГОСТ, ТУ
От +5 до +35	«Вапор 30»	ТУ25—65	Цилиндровое М	ГОСТ 1841—51
	Авиационное МС-20	ГОСТ 1013—49	Индустриальное тяжелое ИСП-11	ТУ47-59
	Авиационное МС-14	ГОСТ 1013—49	Дизельное ДП-11, ДП-14	ГОСТ 5304—54
			Дизельное МТ-16	ГОСТ 6360—58
От +5 до 0	Авиационное МС-1	ГОСТ 1013—49	Трансмиссионное	
От +5 до —40	Авиационное МС-20	ГОСТ 1013—49	Автомобильное с присадкой ТАП-10, ТАП-15	ГОСТ 8412—57
	Автотракторное АКЗП-10 (зимнее)	ГОСТ 1862—63	—	—

гателями подъема, поворота, напора и хода. Под кабиной машиниста на боковой площадке поворотной платформы помещены ящики сопротивлений.

Для внутреннего освещения экскаватора применен понижающий трансформатор ОС-2/0,5 мощностью 2 ква и напряжением 380/220 в, от которого питается трансформатор ОСВУ-0,25 мощностью 0,25 ква и напряжением 127/12 в для переносных ламп. Для наружного освещения применен трансформатор ТС-1,5/0,5 мощностью 1,5 ква и напряжением 380/220/12 в.

В качестве наружных светильников приняты 16 фар (90 вт, 12 в). Обогрев кабины производится электропечами ПТ-8-2.

Характеристика электрооборудования приведена в табл. II-11. Расход жидкой смазки и ее режим приведены в табл. II-12, а рекомендуемые сорта смазки и ее заменители — в табл. II-13.

Экскаваторы ЭКГ-3,2 и ЭКГ-2У прошли промышленные испытания. В настоящее время ведутся работы по выпуску промышленной серии.

Экскаваторы ЭКГ-8И, ЭКГ-4У (ЭВГ-4И) и ЭКГ-6,3УС

Экскаватор ЭКГ-8И — мощная карьерная лопата на гусеничном малоопорном ходу, предназначенная для разработки и погрузки в транспортные средства полезных ископаемых или пород различной крепости, а также складирования пород вскрыши в отвалы. Экскаватор применяется на карьерах горнодобывающей промышленности и на земляных работах.

Эта машина обладает хорошей маневренностью, проста в управлении и обслуживании. Все ее механизмы снабжены индивидуальным электроприводом, а муфты переключения отсутствуют.

Экскаватор ЭКГ-8И имеет три модификации, отличающиеся параметрами рабочего оборудования:

прямая лопата нормальных размеров (базовая модель ЭКГ-8И);

прямая лопата с удлиненным рабочим оборудованием (модификация ЭКГ-4У);

прямая лопата со среднеудлиненным рабочим оборудованием (модификация ЭКГ-6,3УС).

Основные размеры экскаватора ЭКГ-8И показаны на рис. II-26, а экскаваторов ЭКГ-4У и ЭКГ-6,3УС — на рис. II-27 и даны в табл. II-14.

Размеры и масса экскаваторов ЭКГ-8И, ЭКГ-4У и ЭКГ-6,3УС приведены в табл. II-15.

Экскаватор ЭКГ-8И (рис. II-28) состоит из рабочего оборудования, выполняющего экскавацию грунта и выгрузку его в транспортные средства или отвал, поворотной платформы, на которой смонтированы рабочее оборудование и механизмы экскаваторов, ходовой тележки.

Техническая характеристика экскаваторов ЭКГ-8И, ЭКГ-4У и ЭКГ-6,3УС

Модификация	ЭКГ-8И	ЭКГ-4У	ЭКГ-6,3УС
Емкость ковша, м³:			
для тяжелых пород	8	4	6,3
для легких и средних пород	10	5	—
Наибольшее усилие на блоке ковша, тс	75	45	70
Скорость подъема ковша, м/сек	0,94	1,36	1,075
Наибольшее усилие напора, тс	37	27	37
Скорость перемещения каната напорной лебедки, м/сек	0,41	0,61	0,5
Угол наклона стрелы, градусов	47	50	50
Скорость вращения платформы, об/мин		2,78	
Наибольшее тяговое усилие механизма хода, тс		180	

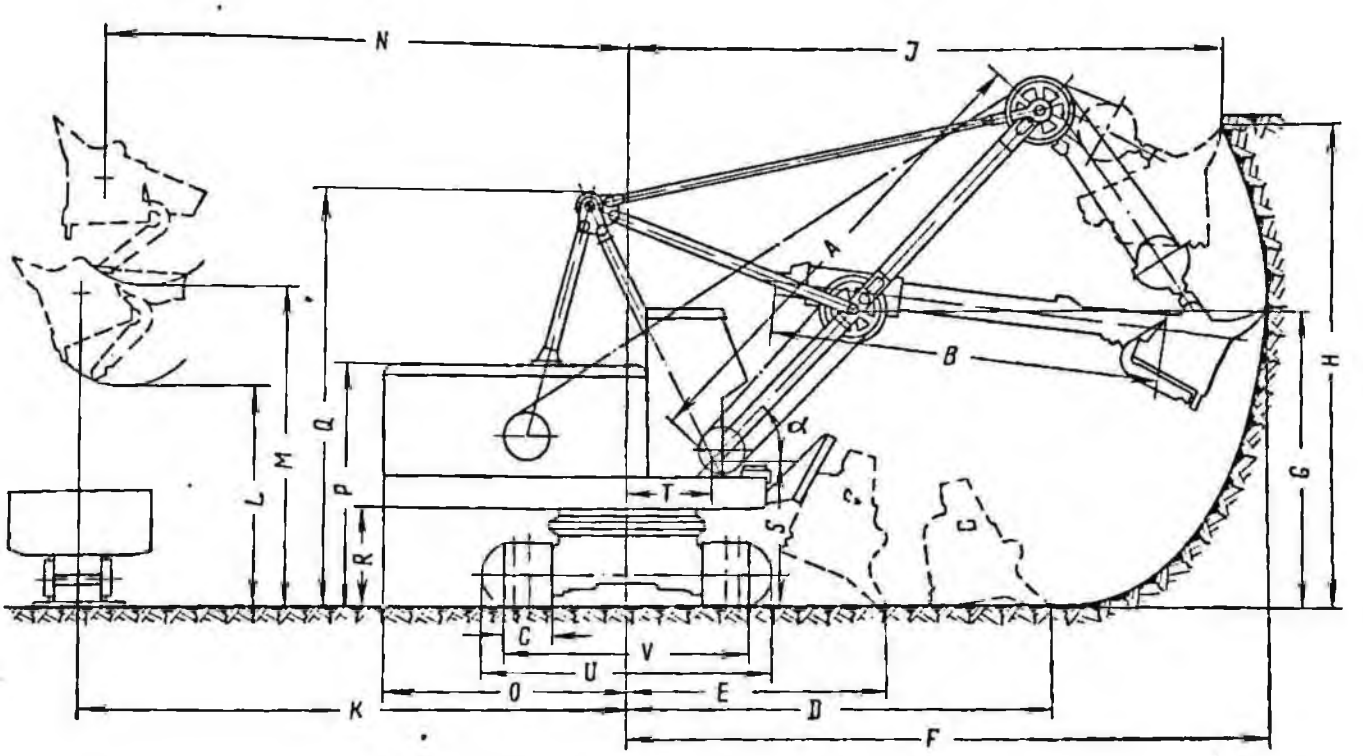


Рис. II-26. Основные размеры экскаватора ЭКГ-8И

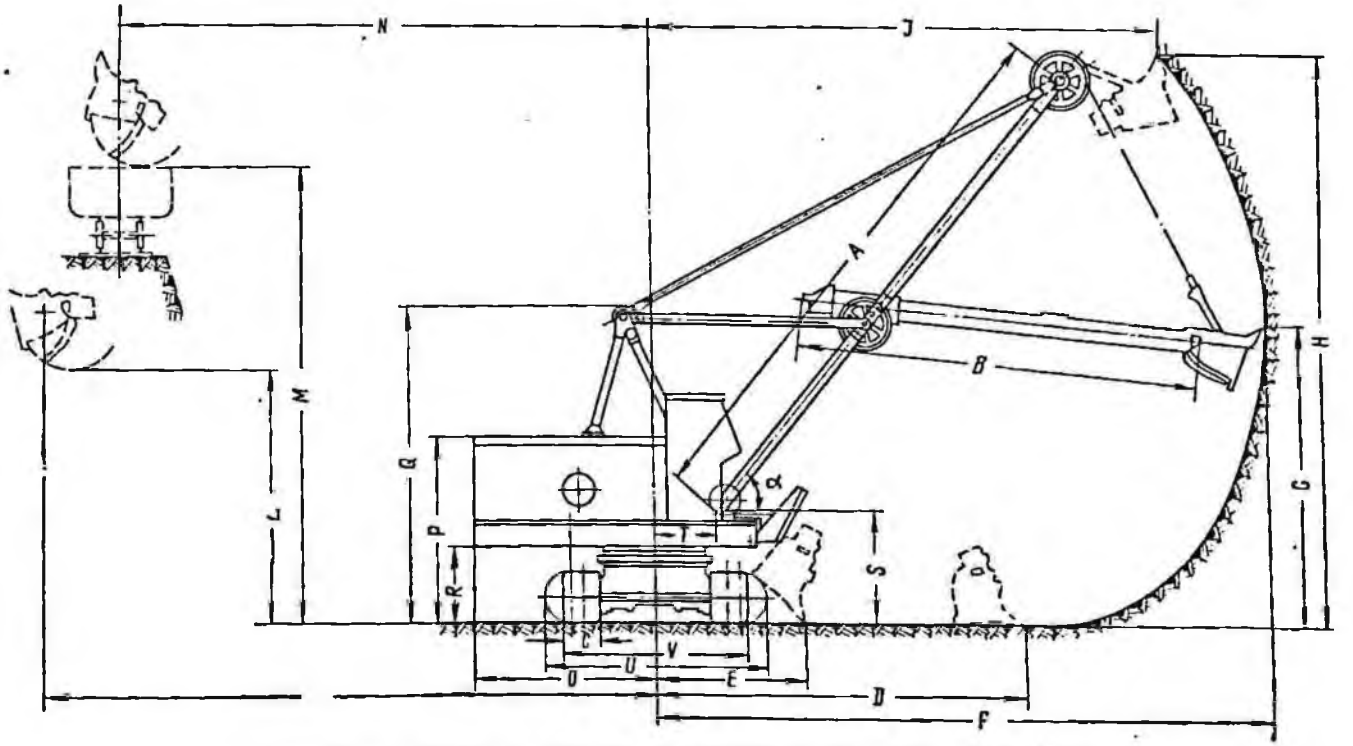


Рис. II-27. Основные размеры экскаваторов ЭКГ-4У и ЭКГ-6,3УС

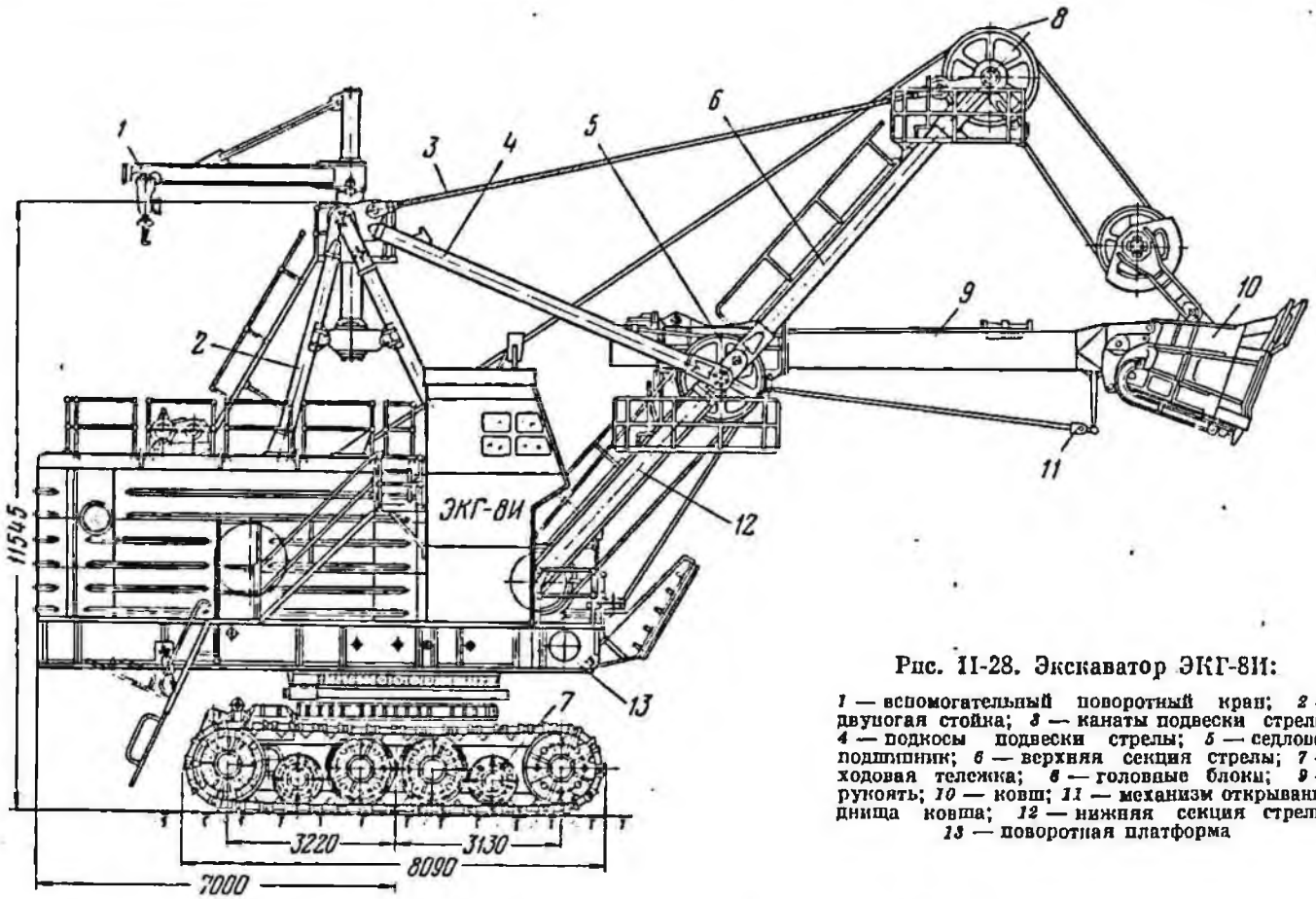


Рис. II-28. Экскаватор ЭКГ-8И:

1 — вспомогательный поворотный кран; *2* — двуногая стойка; *3* — канаты подвески стрелы; *4* — подкосы подвески стрелы; *5* — седловой подшипник; *6* — верхняя секция стрелы; *7* — ходовая тележка; *8* — головные блоки; *9* — рукоять; *10* — ковш; *11* — механизм открывания днища ковша; *12* — нижняя секция стрелы; *13* — поворотная платформа

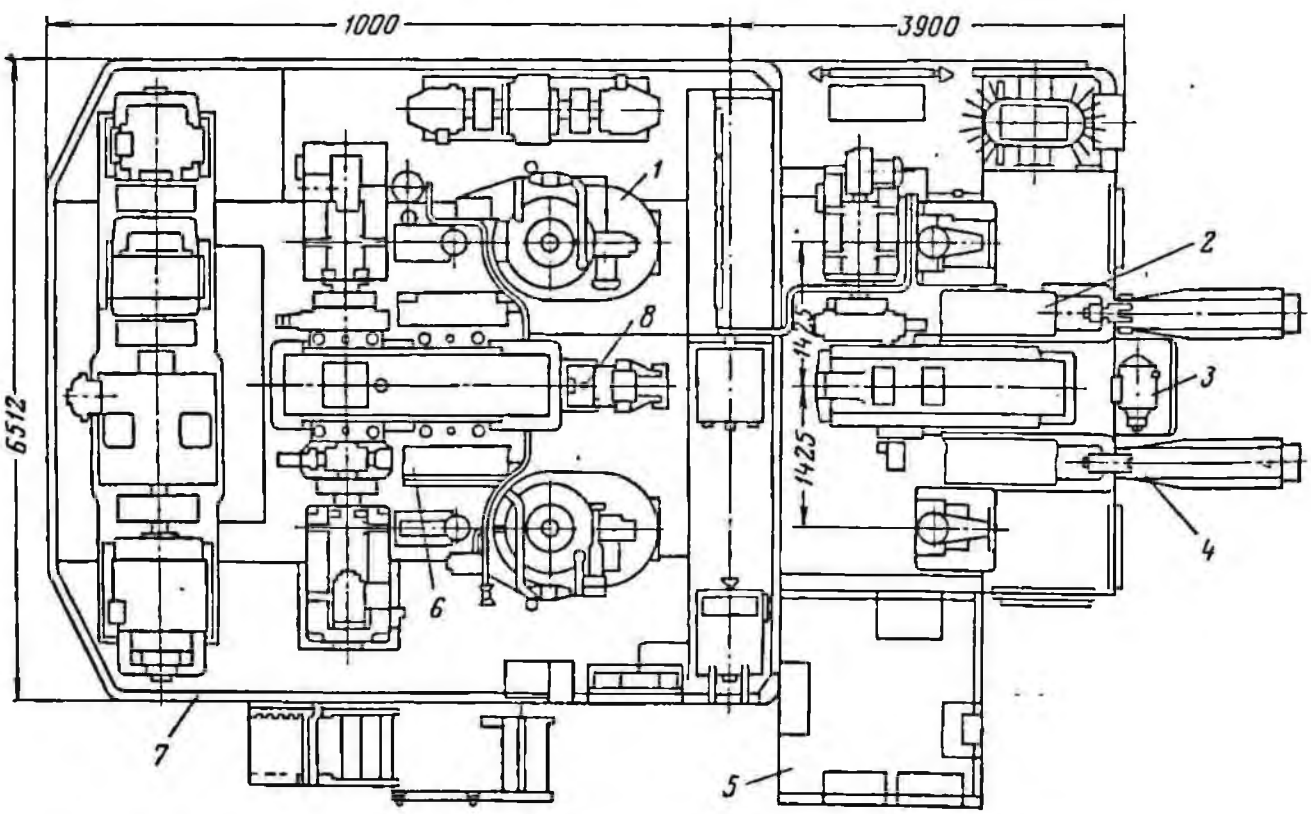


Рис. II-29. Поворотная платформа экскаватора ЭКГ-8И:

1 — механизм поворота; *2* — напорная лебедка; *3* — двигатель механизма открывания днища ковша; *4* — буфер; *5* — кабина машиниста; *6* — подъемная лебедка; *7* — кузов; *8* — компрессор

Скорость передвижения, км/ч		0,42—0,45	
Уклон, преодолеваемый при передвижении (при твердых породах), градусы		12	
Среднее удельное давление на грунт, кгс/см²	2,03	1,98	2,05
Мощность приводного электродвигателя, квт		520	
Напряжение подводимого тока, в		6000/3000	
Продолжительность цикла при работе в отвал с поворотом на 90° и высоте забоя, равной высоте напорного вала, для пород IV категории, сек	28	32	30
Масса, т:			
экскаватора с противовесом	370	367	380
противовеса	27—33	40	27—33

Рабочее оборудование включает в себя стрелу, рукоять, ковш, и механизм открывания днища.

Шарнирно сочлененная стрела состоит из нижней и верхней секций сварной конструкции трубчатого сечения. Стрела воспринимает нагрузки от ковша с рукоятью и передает их на поворотную платформу и подвеску стрелы, состоящую из канатов и двух подкосов трубчатого сечения. Рукоять соединена со стрелой подвижно качающимся седловым подшипником. Ковш подвешен на подъемном канате, который огибает головные блоки. Подвеска стрелы шарнирно соединена с двуногой стойкой, на

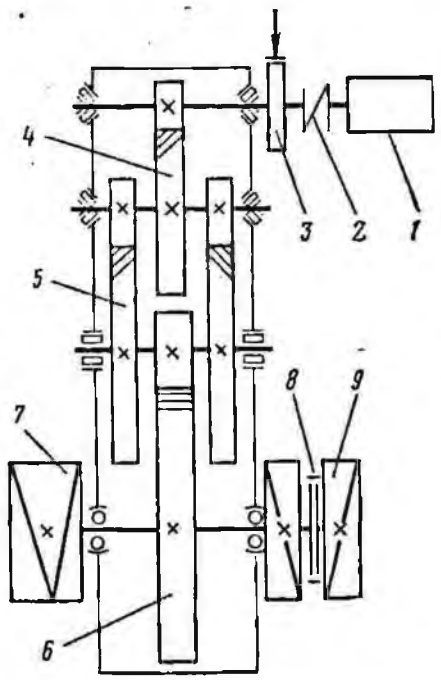


Рис. II-30. Кинематическая схема напорного механизма экскаватора ЭКГ-8И:

1 — электродвигатель; *2* — муфта; *3* — тормоз; *4—6* — зубчатые передачи; *7* — барабан; *8* — муфта; *9* — барабан

Таблица II-14

Основные размеры экскаваторов ЭКГ-8И, ЭКГ-4И и ЭКГ-6,3УС

Параметры	Обозначение на рис. II-26 и II-27	Размеры, мм		
		ЭКГ-8И	ЭКГ-4У	ЭКГ-6,3УС
Рабочие				
Длина стрелы	*A*	13 350	20 600	16 500
Длина рукояти	*B*	11 425	14 985	12 850
Радиус копания на уровне стояния:				
наибольший	*D*	11 900	14 490	13 500
наименьший	*E*	6 870	6 000	6 000
Наибольший радиус копания	*F*	18 200	23 700	19 800
Высота копания при наибольшем радиусе копания	*G*	8 300	11 000	9 600
Наибольший радиус выгрузки	*K*	16 300	22 140	17 900
Высота выгрузки при наибольшем радиусе выгрузки	*L*	6 000	9 000	7 700
Радиус выгрузки при наибольшей высоте выгрузки	*N*	14 700	18 700	16 500
Высота зубьев при наивысшем положении ковша	*H*	12 480	22 100	17 100
Радиус до зубьев при наивысшем положении ковша	*J*	16 000	19 200	17 400
Наибольшая высота выгрузки	*M*	9 100	17 520	12 500
Конструктивные				
Радиус вращения хвостовой части	*O*	7 260		
Ширина кузова	—	6 512		
Высота:				
крыши кузова	*P*	6 730		
экскаватора без стрелы	*Q*	11 545		
Просвет под поворотной платформой	*R*	2 765		
Высота оси пяты стрелы	*S*	4 095		
Расстояние от оси пяты до оси вращения экскаватора	*T*	2 400		
Длина гусеничного хода	*U*	7950—8230		
Ширина:				
гусеничного хода	*V*	6 980		
гусеничной цепи	*C*	1 400		

которой установлен вспомогательный поворотный кран.

Поворотная платформа экскаватора (рис. II-29) представляет собой сварную раму, на которой закреплены боковые площадки. Одновременно она служит корпусом противовеса экскаватора. На поворотной платформе размещены подъемная лебедка, механизмы поворота, напорная лебедка, буфера, предохраня-

Таблица II-15

Размеры и масса основных узлов экскаваторов ЭКГ-8И, ЭКГ-4У и ЭКГ-6,3УС

Узел	Масса, т	Размеры, мм		
		длина	ширина	высота
Ходовая тележка	123,9	8230	6980	2525
Нижняя рама	21,6	4090	3880	2020
Подъемная лебедка	16,3	2930	2100	2080
Четырехмашинный преобразовательный агрегат	23,4	6000	1650	2000
Поворотная рама	27,3	10 900	3000	1320
Стрела	22,5/24,7/26	14 450/21 740/17 640	3330/8300/3300	2560
Ковш емкостью 8/4/6,3 м³	15,8/9,4/15,5	3220/2460/3220	2750/2120/2750	3530/2600/3530
Рукоять ковша	10/10/11,7	11 725/15 100/13 100	1470/1240/1470	1100

Примечание. Первое численное значение дано для экскаватора ЭКГ-8И, второе — ЭКГ-4У; третье — ЭКГ-6,3УС.

ющие стрелу от ударов ковша, компрессор, кузов экскаватора, кабина машиниста, двигатель механизма открывания днища.

Поворотная платформа опирается на роликовый круг, лежащий на кольцевом рельсе ходовой тележки, и соединяется с ходовой тележкой центральной цапфой.

Ходовая тележка состоит из нижней сварной рамы, двух гусеничных рам с колесами и гусеничными цепями, ходового механизма и зубчатого венца с роликовым кругом. Привод гусениц индивидуальный.

Характеристика канатов экскаваторов ЭКГ-8И, ЭКГ-4У и ЭКГ-6,3УС приведена в табл. II-16.

Напорный механизм служит для сообщения рукояти ковша возвратно-поступательного движения и состоит из напорной лебедки и канатов. Кинематическая схема напорного механизма экскаватора ЭКГ-8И показана на рис. II-30.

Реверсивная лебедка приводится в движение электродвигателем ДПЭ-72 через трехступенчатый редуктор. Для ограничения перемещения рукояти на напорной лебедке имеется командоаппарат.

Торможение напорного механизма при работе осуществляется противотоком. Для экстренного и аварийного торможения имеется колодочный пневматический тормоз, унифицированный с тормозом механизма подъема.

Для защиты напорного механизма от излишних динамических нагрузок имеется муфта предельного момента, отрегулированная на момент 385 кгс·м. Конструктивно эта предохранительная муфта объединяет в себе эластичную и фрикционную.

Подъемный механизм предназначен для подъема и опускания ковша и состоит из подъемной лебедки и канатов. Кинематическая схема подъемного механизма экскаватора ЭКГ-8И показана на рис. II-31.

Реверсивная лебедка приводится в движение двумя электродвигателями ДПЭ-82А через двухступенчатый цилиндрический редуктор. Для

Таблица II-16

Характеристика канатов экскаваторов ЭКГ-8И, ЭКГ-4У и ЭКГ-6,3УС

Назначение каната	ГОСТ	Длина, м	Диаметр, мм	Предел прочности, кгс/мм²	Примечание
Подъем ковша	7669—69	2×50/112	39	180	До № 125/До № 56
	7669—69	2×50/112	45,5	180	С № 125/С № 56
Напор и возврат ковша	7669—69	2×41/2×49	39	180	До № 125/До № 56
	7669—69	2×41/2×49	45,5	180	С № 125/С № 56
Открывание днища	3071—66	18/22	13	160	—
Подвеска стрелы	7676—69	2×10,81/2×16,72	70	—	До № 85/До № 56
	7669—69	2×20,8/2×31,5	52,5	170	С № 85/С № 56

Примечание. В числителе приведены значения для экскаватора ЭКГ-8И, в знаменателе — для экскаваторов ЭКГ-4У и ЭКГ-6,3УС.

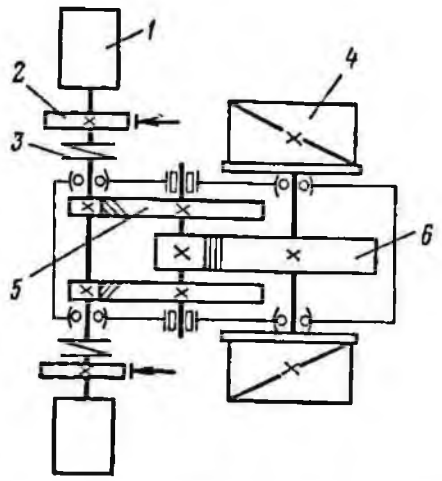


Рис. II-31. Кинематическая схема подъемного механизма экскаватора ЭКГ-8И:

1 — электродвигатель; *2* — тормоз; *3* — муфта; *4* — барабан; *5, 6* — зубчатые передачи

ограничения подъема ковша имеется концевой выключатель, установленный на стреле.

Поворотный механизм экскаватора предназначен для вращения поворотной платформы экскаватора. Кинематическая схема поворотного механизма экскаватора ЭКГ-8И показана на рис. II-32. Поворотный механизм приводится в движение двумя электродвигателями ДПВ-72. На верхнем коническом конце вала каждого электродвигателя имеется тормозной шкив для колодочного тормоза, а на нижнем конце — насажена шестерня, являющаяся ведущей шестерней редуктора поворота.

Редуктор поворотного механизма трехступенчатый цилиндрический. Первая и вторая ступени заключены в корпусе редуктора, а третья — смонтирована на выходном валу редуктора в специальном стакане, вваренном в поворотную платформу. Шестерня выходного вала редуктора сцепляется с неподвижной

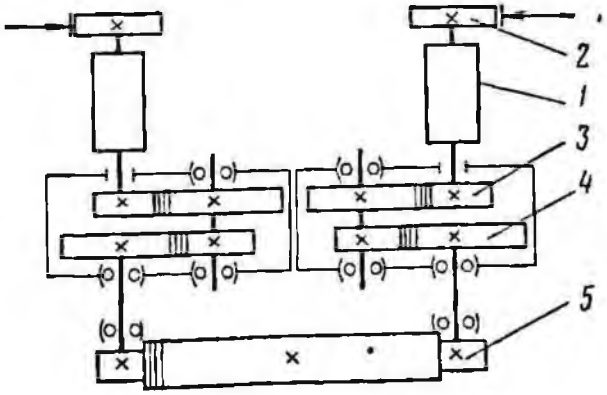


Рис. II-32. Кинематическая схема поворотного механизма экскаватора ЭКГ-8И:

1 — электродвигатель; *2* — тормоз; *3—5* — прямозубые передачи

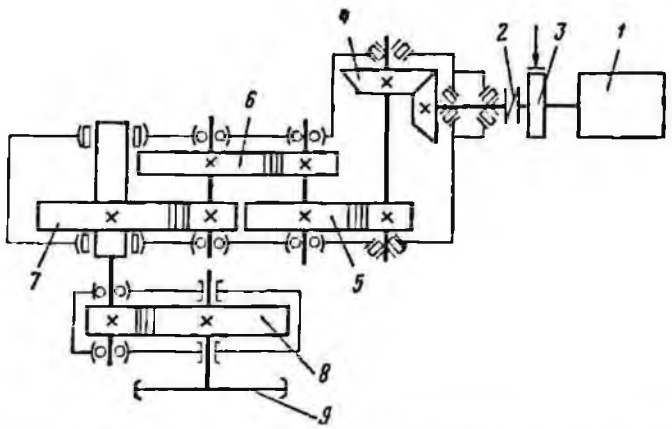


Рис. II-33. Кинематическая схема ходового механизма (правого) экскаватора ЭКГ-8И:

1 — электродвигатель; *2* — муфта; *3* — тормоз; *4* — коническая зубчатая передача; *5—7* — прямозубые передачи; *8* — прямозубая бортовая передача гусеничного хода; *9*— ведущее колесо

шестерней, расположенной на нижней раме ходовой тележки экскаватора.

Ходовой механизм приводит в движение гусеницы. Он состоит из электродвигателя ДПЭ-52, тормоза, редуктора и бортовых передач гусеничного хода. Кинематическая схема ходового механизма экскаватора ЭКГ-8И показана на рис. II-33.

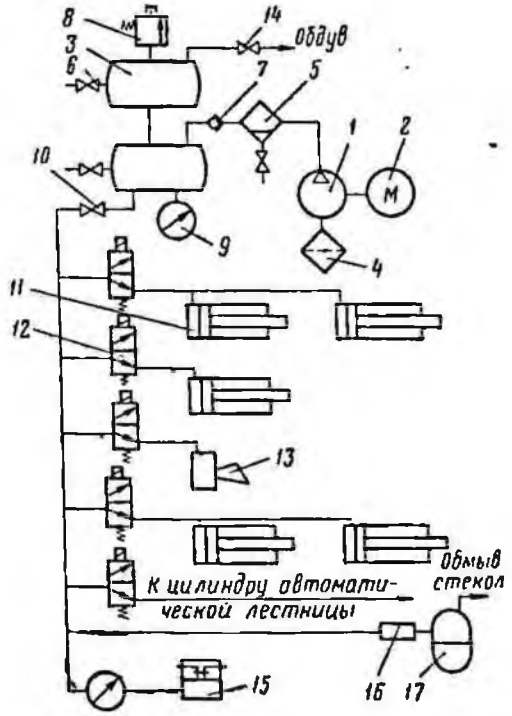


Рис. II-34. Пневматическая схема экскаватора ЭКГ-8И:

1 — компрессор; *2* — электродвигатель; *3* — воздухосборник; *4* — воздушный фильтр; *5* — маслоотделитель; *6* — спускной кран; *7* — обратный клапан; *8* — предохранительный клапан; *9* — манометр; *10* — запорный вентиль; *11* — тормозной цилиндр; *12* — электропневматический распределитель; *13* — пневматический звуковой сигнал; *14* — запорный вентиль; *15* — реле давления; *16* — дроссель для воздуха; *17* — бачок для воды

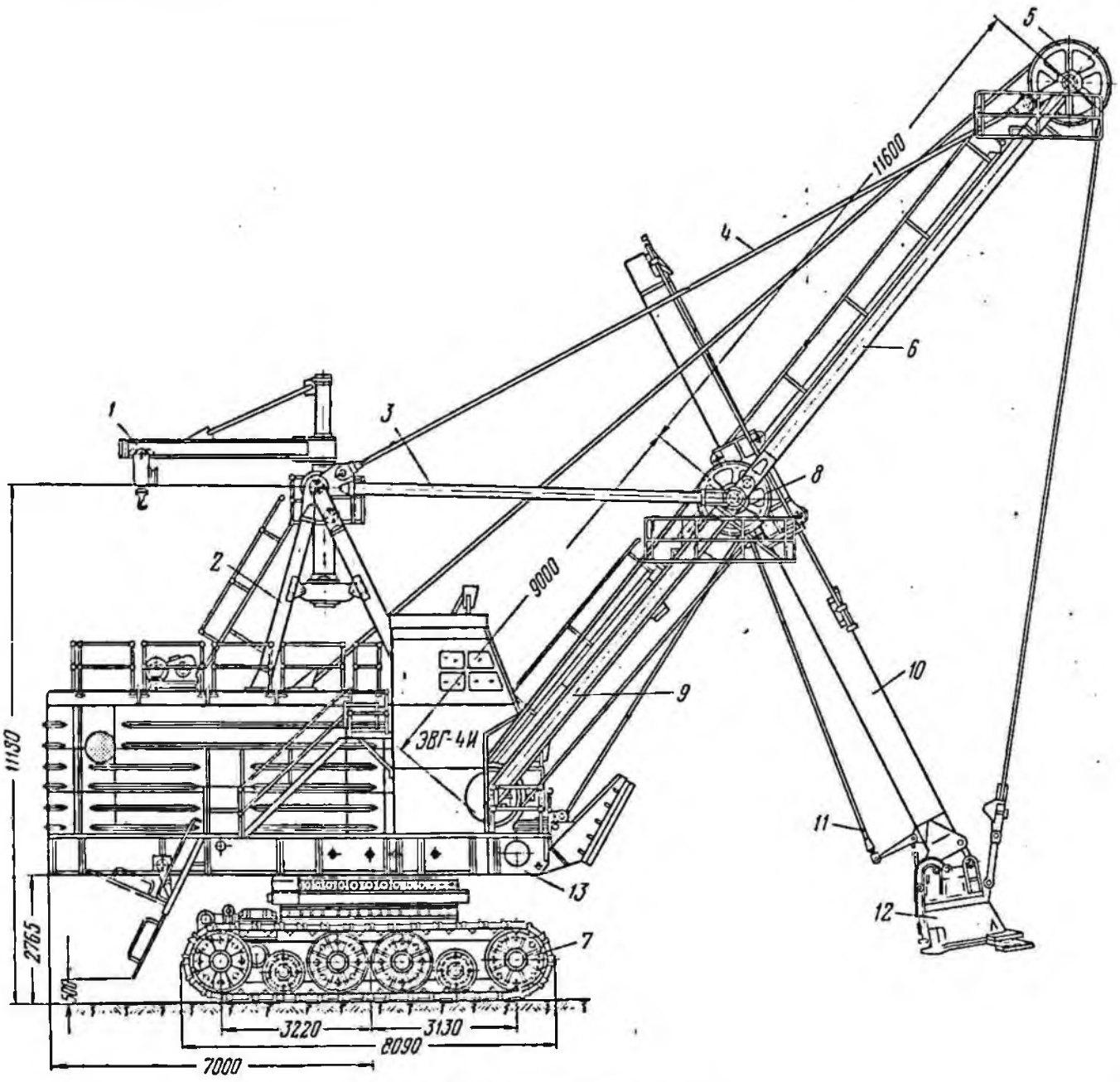


Рис. II-35. Экскаватор ЭКГ-4У:

1 — вспомогательный поворотный кран; *2* — двуногая стойка; *3* — подкосы подвески стрелы; *4* — канаты подвески стрелы; *5* — головные блоки; *6* — верхняя секция стрелы; *7* — ходовая тележка; *8* — седловой подшипник; *9* — нижняя секция стрелы; *10* — рукоять; *11* — механизм открывания днища; *12* — ковш; *13* — поворотная платформа

Электродвигатель установлен на корпусе редуктора, который прикреплен к гусеничной раме, и соединен с ним эластичной муфтой. Последняя одновременно служит тормозным шкивом электромагнитного тормоза.

Редуктор ходового механизма четырехступенчатый. Вращение от электродвигателя передается конической шестерней, которая находится в зацеплении с конической шестерней промежуточного вала, и далее через цилиндрические зубчатые пары, посаженные на валы, — на пустотелый вал. Внутри пустотелого вала нарезаны шлицы, в зацепление с которыми входит вал бортовой передачи гусеничного хода.

Для затормаживания ходовых механизмов имеются два электромагнитных тормоза ТКП-300.

Пневматическая система экскаватора ЭКГ-8И, схема которой приведена на рис. II-34, служит для управления тормозами поворота, подъема и напора, обдува сжатым воздухом электрооборудования и механизмов, подачи сигнала, подъема и опускания входной лестницы и при-

Таблица II-17

Характеристика электрооборудования экскаваторов ЭКГ-8И, ЭКГ-4У и ЭКГ-6,3УС

Наименование	Тип	Мощность, квт, ква	Напряжение, в	Скорость вращения, об/мин	Примечание
Приводной синхронный электродвигатель	СДЭУ14-29-6	520	6000	1000	Преобразовательный агрегат
Генератор:					
подъема	ГПЭ450-1000	450	560	1000	То же
поворота и хода	МП14-12/4	225	660	1000	»
напора и хода	ПЭМ-2000	115	330	1000	»
Приводной электродвигатель вспомогательного агрегата	А81-4	40	380	1460	Вспомогательный агрегат
Возбудитель приводного электродвигателя	ПВ-81	14/1,1	40/10	1450	То же
Генератор для питания цепей управления и обмоток возбуждения двигателей	П-81	27	115	1450	»
Электродвигатель:					
подъема	ДПЭ-82А	190 при ПВ=75%	270	740	—
поворота	ДПВ-72	100 при ПВ=80%	305	750	—
напора	ДПЭ-72	100 при ПВ=80%	305	750	—
компрессора	МТКМ411-8	11	380	700	—
вентилятора подъема и поворота	АО41-4	1,7	380	1420	—
вентилятора кузова	АО32-4	1	380	1410	Вентилятор ОБ-320
открывания днища ковша	ДПМ-21	5,5	110	1450	—
хода	ДПЭ-52	54	395	1200	—
вспомогательной лебедки	АОС52-4	7	380	1335	—
солидолонагнетателя	АО31-4	0,6	380	1400	—
смазки редукторов поворота	ДПТ21-4	0,27	380	1450	Поставляется комплектно с насосом
Электропечь	ПТ-8-2	0,75	220	—	—
Трансформатор:					
вспомогательных приводов	ТМЭ-100	100	6000/400	—	—
внутреннего освещения	ОСЭ-5/0,5	5	380/127	—	—
наружного освещения	ТС-2,5/0,5	2,5	380/220/12	—	—
переносного освещения	ОСВУ-0,25	0,25	127/12	—	—
магнитных усилителей	ТСЗ-22,5/0,5	22,5	400/133	—	—
Сварочный агрегат	ПСО-300	—	—	—	—
Электронагреватель	ЭТ-100	0,5	220	—	—

вода различного пневматического инструмента.

Воздух нагнетается с помощью компрессорной станции, которая состоит из компрессора ВВ-0,7/8 с приводом от электродвигателя МТКМ411-8, и двух, вмонтированных в фундамент компрессора, последовательно соединенных воздухосборников. Общий объем воздухосборников 47 л. На всасывающем патрубке компрессора имеется воздушный фильтр. На нагнетательной трубе перед воздухосборниками установлен маслоотделитель со спускным краном и обратный клапан.

Экскаватор ЭКГ-4У — вскрышная лопата, на гусеничном малоопорном ходу, является модификацией экскаватора ЭКГ-8И. Предназначен для разработки и погрузки в транспортные

Таблица II-18

Расход жидкой смазки экскаватора ЭКГ-8И

Механизм	Емкость, л	Режим смазки
Редуктор:		
напорного механизма	230	Один раз в три месяца
подъемного механизма	280	То же
Ходовой механизм	525	Один раз в месяц
Поворотный механизм	450	Один раз в два месяца

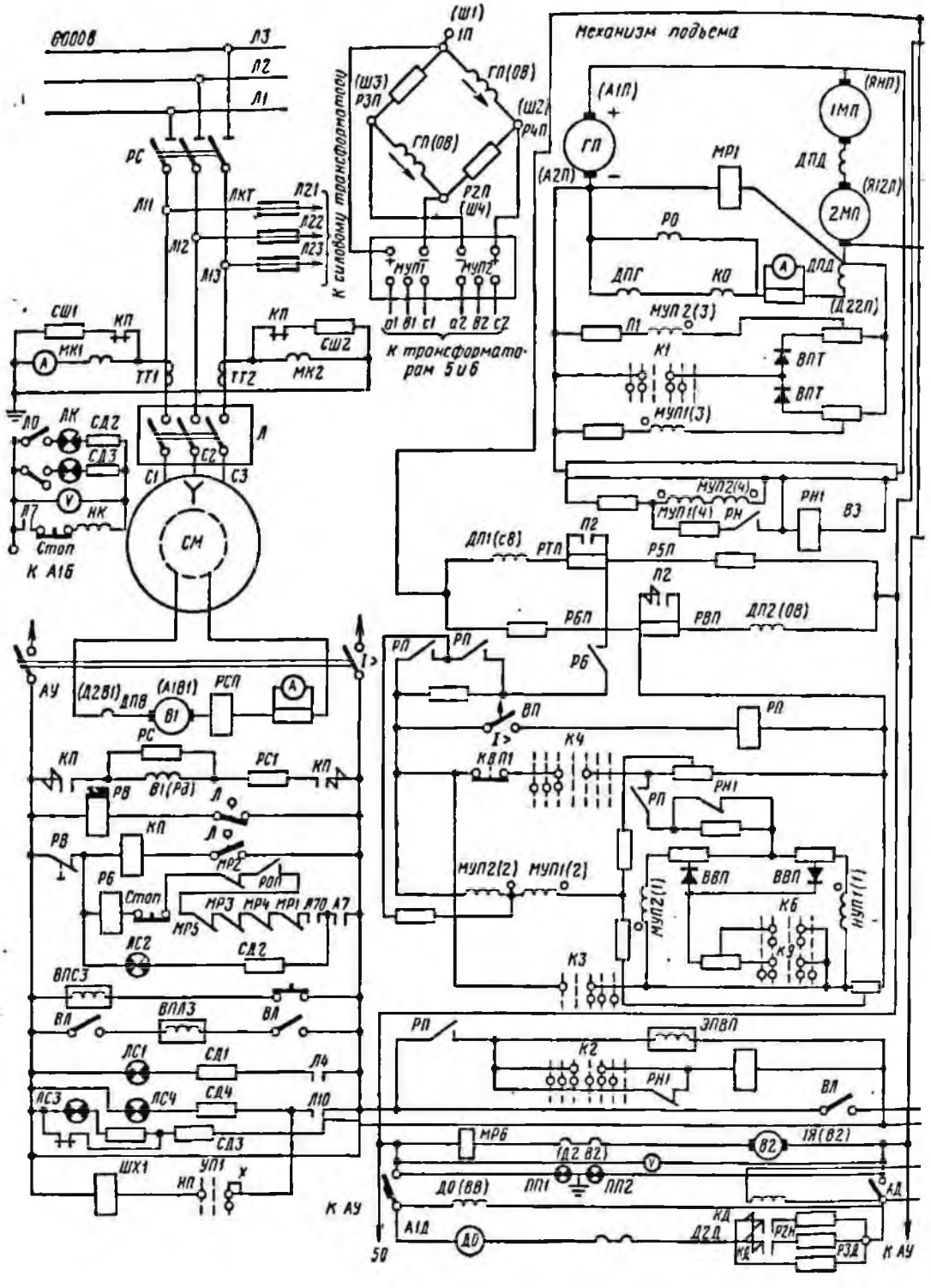
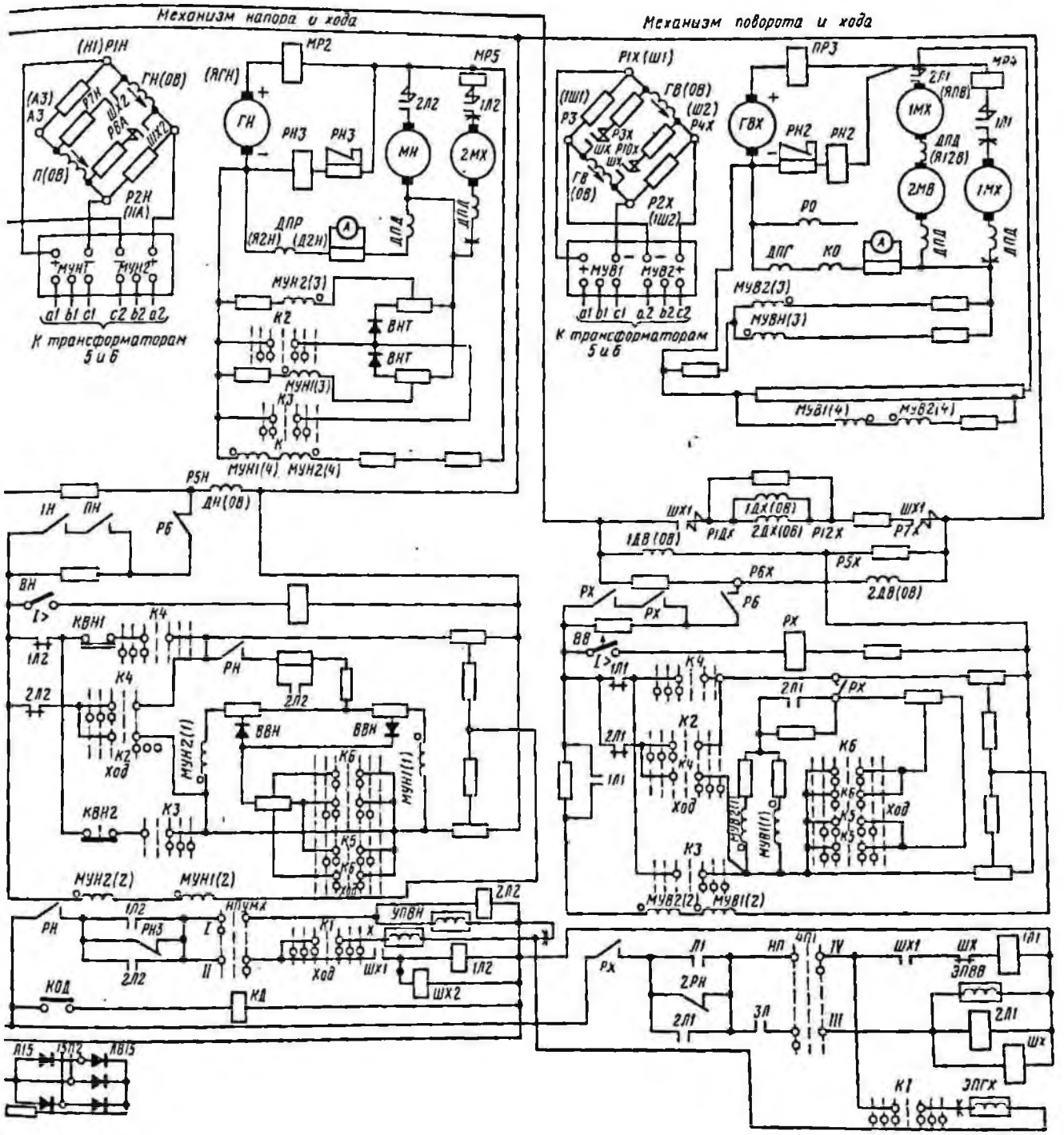


Рис. II-36. Электрическая схема экс

средства на вышележащий горизонт или в отвал полезных ископаемых и пород вскрыши различной крепости.

Экскаватор применяется на открытых горных работах, а также может использоваться на крупных земляных работах при строительстве.

Экскаватор ЭКГ-4У (рис. II-35) состоит из рабочего оборудования, предназначенного для экскавации грунта и выгрузки его в транспортные средства или отвал; поворотной платформы, на которой монтируется рабочее оборудование и механизмы экскаватора; ходовой тележки.



каваторов ЭКГ-8И, ЭКГ-4У и ЭКГ-6,3УС

К рабочему оборудованию относятся стрела, рукоять, ковш и механизм открывания днища. Конструктивно стрела экскаватора отличается от стрелы экскаватора ЭКГ-8И тем, что нижняя ее часть состоит из девяти сварных секций.

Экскаватор ЭКГ-6,3УС — карьерная лопата на гусеничном малоопорном ходу со среднеудлиненным рабочим оборудованием. Он предназначен для разработки и погрузки в транспортные средства на вышележащий горизонт или в отвал полезных ископаемых или пород вскрыши различной крепости.

Экскаватор применяется на открытых горных работах, а также может использоваться

Таблица II-19

Рекомендуемые сорта смазки

Температура, °С	Основные сорта		Заменители	
	Марка	ГОСТ, ТУ	Марка	ГОСТ, ТУ
От +5 до +45	«Вапор 30»	ТУ-25—65	Цилиндровое 11	ГОСТ 1841—51
			Индустриальное тяжелое ИСП-11	ВТУ 47—59
От +5 до +35	Авиационное МС-14, МС-20	ГОСТ 1013—49	Дизельное ДП-11	ГОСТ 5304—54
От +5 до 0	Авиационное МС-20	ГОСТ 1013—49	Дизельное МТ-16П	ГОСТ 6360—58
От +5 до —40	Авиационное МС-14	ГОСТ 1013—49	Трансмиссионное автомобильное с присадкой ТАП-10, ТАП-15	ГОСТ 8412—57
	Автотракторное АКЗП-10	ГОСТ 1862—63		

на земляных работах крупных строительств.

Принципиальная схема расположения основных узлов экскаватора ЭКГ-6,3УС аналогична схеме экскаватора ЭКГ-8И.

Принципиальная схема электрооборудования экскаваторов ЭКГ-8И, ЭКГ-4У и ЭКГ-6,3УС показана на рис. II-36.

Экскаватор получает питание от сети переменного тока напряжением 6000 в, частотой 50 гц по переносному кабелю КВШВГ 3×35 + + 1×10 мм². По требованию заказчика электрооборудование может быть поставлено и на напряжение 3000 в, 50 гц (сечение кабеля 3×50 + 1×16 мм²).

От вводного ящика напряжение 6000 в через комбинированный кольцевой токоприемник подается к распределительному устройству 2КВЭ-6-50, где ток высокого напряжения распределяется по двум направлениям:

через разъединитель и масляный выключатель к синхронному электродвигателю преобразовательного агрегата;

через разъединитель и высоковольтный трубчатый предохранитель к силовому трехфазному трансформатору напряжением 6000/400 в.

От силового трансформатора питаются электродвигатели вспомогательных механизмов, электропечи и трансформаторы освещения.

Асинхронный пуск синхронного электродвигателя производится от полного напряжения сети при пусковом токе, в 5—5,8 раза превышающем номинальный. Вход электродвигателя в синхронизм автоматический.

Питание электродвигателей подъема, поворота и хода, напора и хода осуществляется по схеме Г—Д с питанием обмоток возбуждения генераторов от силовых магнитных усилителей Г-Д-СМУ.

От генератора напора питается электродвигатель напора или хода, а от генератора поворота — два электродвигателя поворота или один электродвигатель хода.

Главный преобразовательный агрегат состоит из приводного синхронного электродвигателя СДЭУ14-29-6, генератора постоянного тока ГПЭ450-1000 для питания двух электродвигателей подъема, генератора постоянного тока МП14-12/4 для питания двух электродвигателей поворота и хода, генератора постоянного тока ПЭМ-2000 для питания электродвигателей напора и хода.

Синхронный электродвигатель рассчитан на два напряжения — 6000 или 3000 в. Обмотка статора разделена на две ветви, которые при напряжении 6000 в соединяются последовательно, а при напряжении 3000 в — параллельно.

Вспомогательный преобразовательный агрегат состоит из приводного асинхронного электродвигателя А-81-4, генератора постоянного тока П-81 для питания цепей управления и обмоток возбуждения двигателей, возбудителя синхронного двигателя ПВ-81.

Все электрические машины смонтированы на общей фундаментальной плите.

К главным двигателям относятся электродвигатели приводов подъема ковша, поворота платформы, напора, хода экскаватора и открывания днища ковша. Все электродвигатели постоянного тока специального исполнения характеризуются повышенной перегрузочной способностью и механической прочностью. Исполнение электродвигателей подъема, напора, хода и открывания днища горизонтальное, а поворота — вертикальное.

К вспомогательным двигателям относятся электродвигатели вспомогательной лебедки, компрессора, вентиляторов и маслонасоса. Все электродвигатели приняты асинхронными с короткозамкнутым ротором на напряжение 380 в.

Магнитная станция ПГА-4409-56В1 предназначена для управления главными и вспомогательными электроприводами и установлена в кузове экскаватора.

На пульте управления, помещенном на втором этаже кабины, размещены переключатель с поворота на ход и с напора на ход, автоматы цепей управления, кнопки включения и отключения электродвигателей возбудительного агрегата, смазки редукторов поворота, питания магнитных усилителей и другая коммутирующая и сигнальная аппаратура.

К прочему электрооборудованию относятся: командоконтроллеры, сопротивления, командоаппарат, освещение и др. Командоконтроллеры, установленные в кабине машиниста, приняты кулачкового типа с ручным приводом и ножным для управления электродвигателями подъема, поворота, напора и хода.

На экскаваторе под кабиной машиниста в боковой площадке поворотной платформы размещены девять ящиков сопротивления.

Для внутреннего освещения экскаватора применен понижающий трансформатор ОСЭ-5/0,5 мощностью 5 ква, напряжением 380/127 в. От него питается трансформатор ОСВУ-0,25, мощностью 0,25 ква, напряжением 127/12 в для переносных ламп. Для наружного освещения применен трансформатор ТС-2,5/0,5 мощностью 2,5 ква, напряжением 380/220/12 в. В качестве наружных светильников приняты 16 фар (90 вт, 12 в).

Для дистанционного управления воздушными тормозами подъемного, поворотного и напорного механизмов, воздушной сиреной и лестницей имеется электропневматический вентиль включающего типа ВВ-32Ш. Управление вентилями главного привода производится из кабины машиниста, вентилем сирены — от рычага командоконтроллера подъема, а лестницы — от пакетного выключателя, установленного около дверей в кабине экскаватора.

Характеристика электрооборудования экскаваторов ЭКГ-8И, ЭКГ-4У и ЭКГ-6,3УС приведена в табл. II-17.

Расход жидкой смазки и ее режим для экскаватора ЭКГ-8И приведены в табл. II-18, а рекомендуемые сорта смазки и их заменители даны в табл. II-19.

Рассмотренные экскаваторы выпускаются отечественными заводами серийно и успешно используются на горных предприятиях страны.

Экскаватор ЭКГ-12,5

Экскаватор ЭКГ-12,5 — мощная карьерная лопата на гусеничном малоопорном ходу, предназначенная для разработки и погрузки в транспортные средства полезных ископаемых на открытых горных работах, а также для применения на земляных и скальных работах крупных строительств.

Таблица II-20

Основные размеры экскаватора ЭКГ-12,5

Параметры	Обозначение на рис. II-37	Размер, мм
Рабочие		
Длина стрелы	*A*	18 000
Длина рукояти	*B*	13 580
Радиус копания на уровне стояния:		
наибольший	*D*	17 900
наименьший	*E*	10 100
Наибольший радиус копания	*F*	22 500
Высота копания при наибольшем радиусе копания	*G*	10 100
Наибольший радиус выгрузки	*K*	1 990
Высота выгрузки при наибольшем радиусе выгрузки	*L*	7 600
Радиус выгрузки при наибольшей высоте выгрузки	*N*	19 500
Высота до зубьев при наивысшем положении ковша	*H*	15 600
Радиус до зубьев при наивысшем положении ковша	*J*	21 300
Наибольшая высота выгрузки	*M*	1 000
Конструктивные		
Радиус вращения хвостовой части	*O*	10 025
Ширина кузова	—	8 100
Высота экскаватора без стрелы	*Q*	15 630
Высота крыши кузова	*P*	8 400
Просвет под поворотной платформой	*R*	3 330
Высота оси пяты стрелы	*S*	4 850
Расстояние от оси пяты до оси вращения экскаватора	*T*	3 200
Длина гусеничного хода	*U*	12 850
Ширина гусеничного хода	*V*	9 500
Ширина гусеничной цепи	*C*	900

Первый опытный образец экскаватора был выпущен в 1969 г. и начал работать в Экибастузе.

Все механизмы экскаватора снабжены индивидуальным электрическим приводом, а муфты переключения отсутствуют, поэтому машина сравнительно проста в управлении и обслуживании.

Техническая характеристика экскаватора ЭКГ-12,5

Емкость ковша, м³:	
для тяжелых пород	12,5
для легких и средних пород	16
Наибольшее усилие на блоке ковша, тс	130
Скорость подъема ковша, м/сек	1,1
Наибольшее усилие напора, тс	60
Скорость перемещения рукояти, м/сек	0,61
Угол, градус:	
наклона стрелы	45
поворота платформы	360
Скорость вращения платформы, об/мин	2,78
Наибольшее тяговое усилие механизма хода, тс	400
Рабочая скорость передвижения, км/ч	0,5

Уклон, преодолеваемый при передвижении (по твердому грунту), градус . . .	12
Среднее удельное давление на грунт, кгс/см²	1,95
Мощность приводного электродвигателя, квт	1250
Напряжение подводимого тока, в	6000/3000
Продолжительность цикла при работе в отвал с поворотом на 90° и высоте забоя, равной высоте напорного вала, на грунтах IV категории, сек	32
Масса экскаватора с противовесом, т . .	660

Основные размеры экскаватора приведены на рис. II-37 и в табл. II-20.

Экскаватор ЭКГ-12,5 (рис. II-38) состоит из рабочего оборудования, выполняющего функции экскавации грунта и выгрузки его в транспортные средства или отвал, поворотной платформы, на которой смонтированы рабочее оборудование и механизмы экскаватора, ходовой тележки.

В состав рабочего оборудования входят стрела, рукоять, ковш и механизм открывания днища. Шарнирно сочлененная стрела состоит из нижней и верхней секций сварной конструкции трубчатого сечения. Стрела воспринимает нагрузки от ковша с рукоятью и передает их на поворотную платформу и подвеску стрелы, состоящую из канатов и двух подкосов трубчатого сечения. Рукоять соединена со стрелой подвижно качающимся седловым подшипником. Ковш подвешен на подъемном канате, который огибает головной блок. Подвеска стрелы шарнирно связана с двуногой стойкой, на которой установлены два тельфера грузоподъемностью по 3 т.

Поворотная платформа (рис. II-39) представляет собой сварную раму, на которой закреплены боковые площадки. Одновременно она служит корпусом противовеса экскаватора. На поворотной платформе размещены подъемная лебедка, поворотный механизм, напорная лебедка, буфера, предохраняющие стрелу от ударов ковша, компрессор, кузов экскаватора, кабина машиниста, стрелоподъемная лебедка.

Поворотная платформа опирается на роликовый круг, лежащий на кольцевом рельсе ходовой тележки, и соединяется с ходовой тележкой центральной цапфой.

Ходовая тележка (см. рис. II-38) имеет две пары гусениц и состоит из нижней сварной рамы, двух гусеничных рам с колесами и гусеничными цепями, ходового механизма и зубчатого венца с роликовым кругом. Привод гусениц — индивидуальный.

Характеристика канатов приведена в табл. II-21.

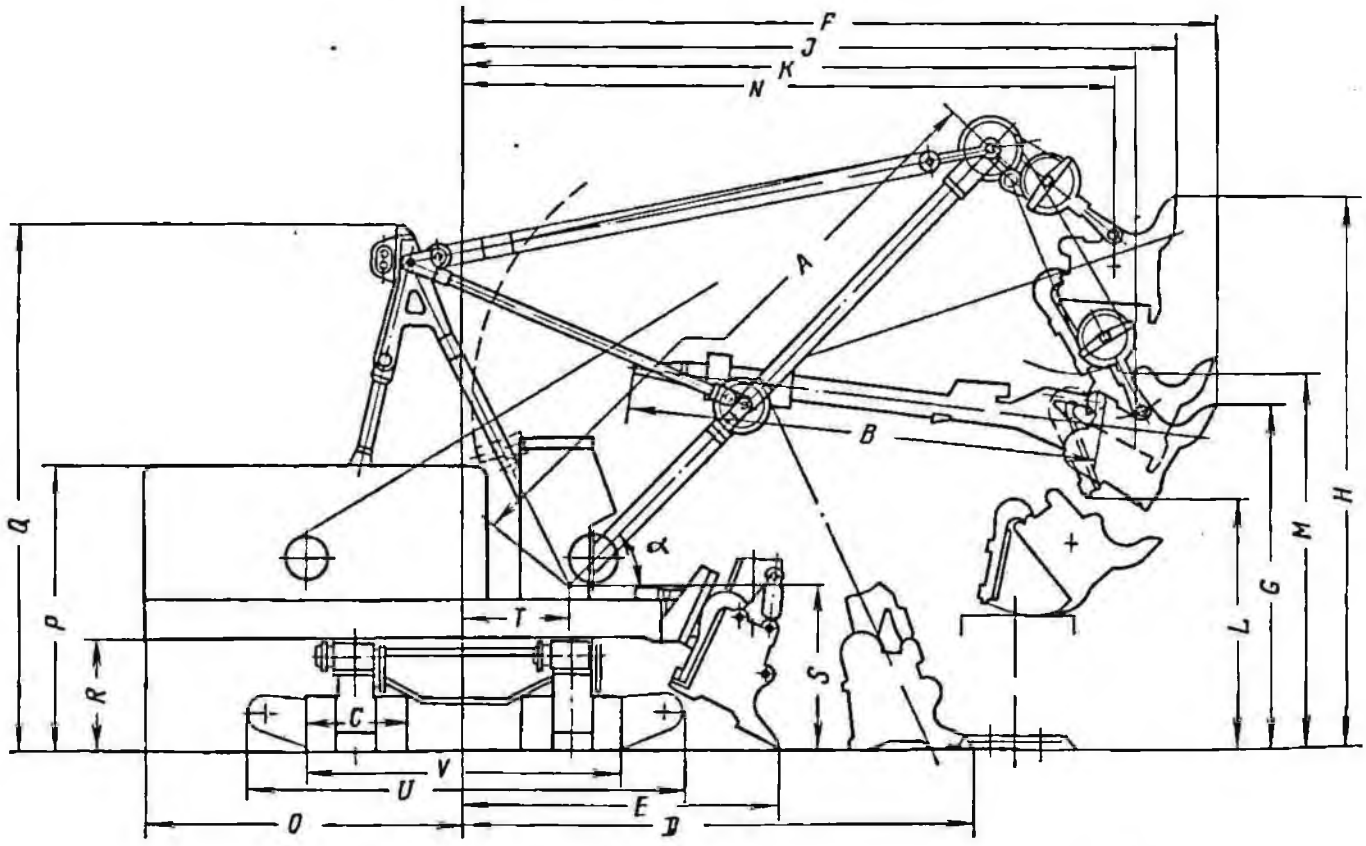


Рис. II-37. Основные размеры экскаватора ЭКГ-12,5

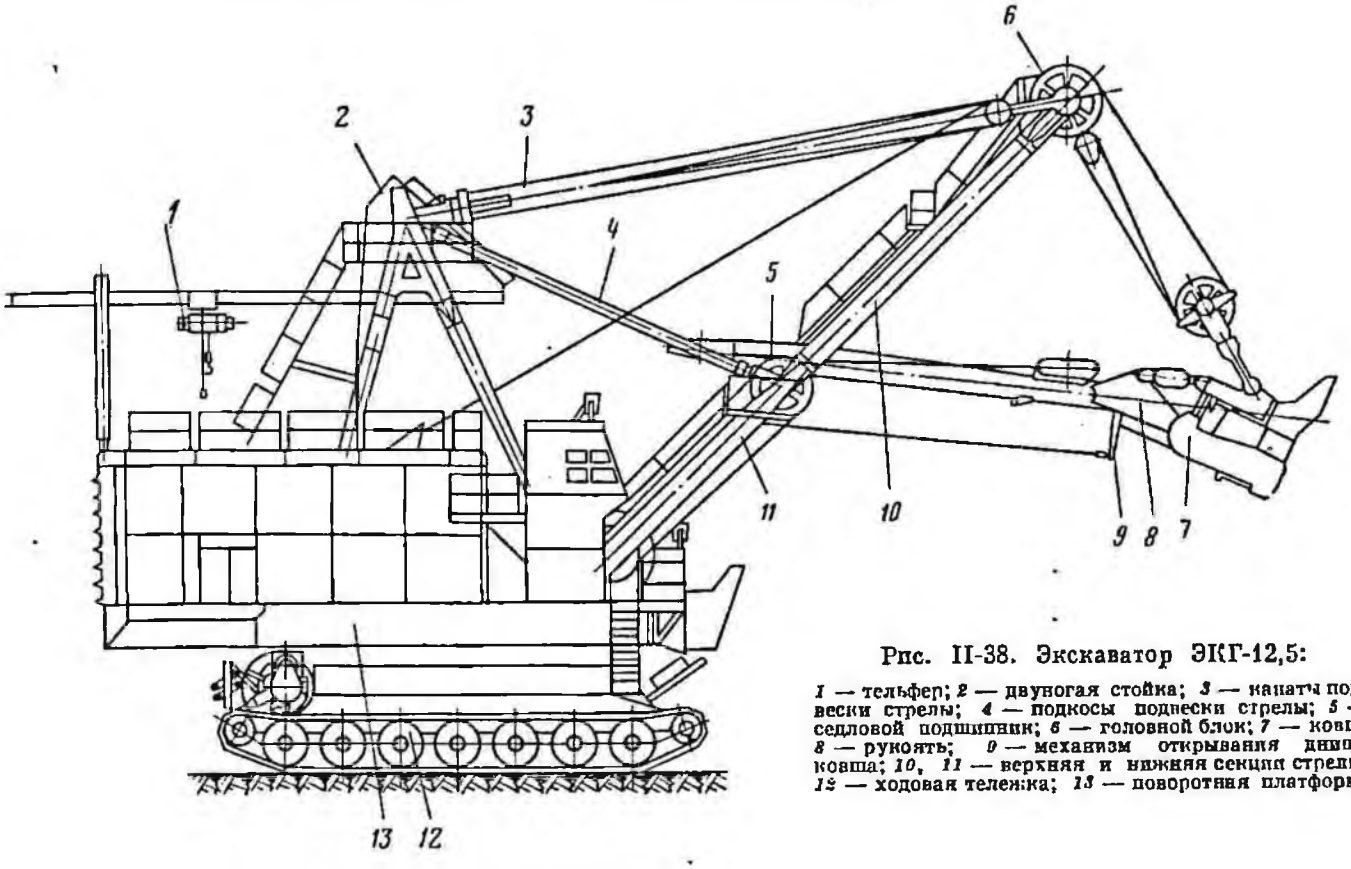


Рис. II-38. Экскаватор ЭКГ-12,5:

1 — тельфер; *2* — двуногая стойка; *3* — канаты подвески стрелы; *4* — подкосы подвески стрелы; *5* — седловой подшипник; *6* — головной блок; *7* — ковш, *8* — рукоять; *9* — механизм открывания днища ковша; *10*, *11* — верхняя и нижняя секции стрелы; *12* — ходовая тележка; *13* — поворотная платформа

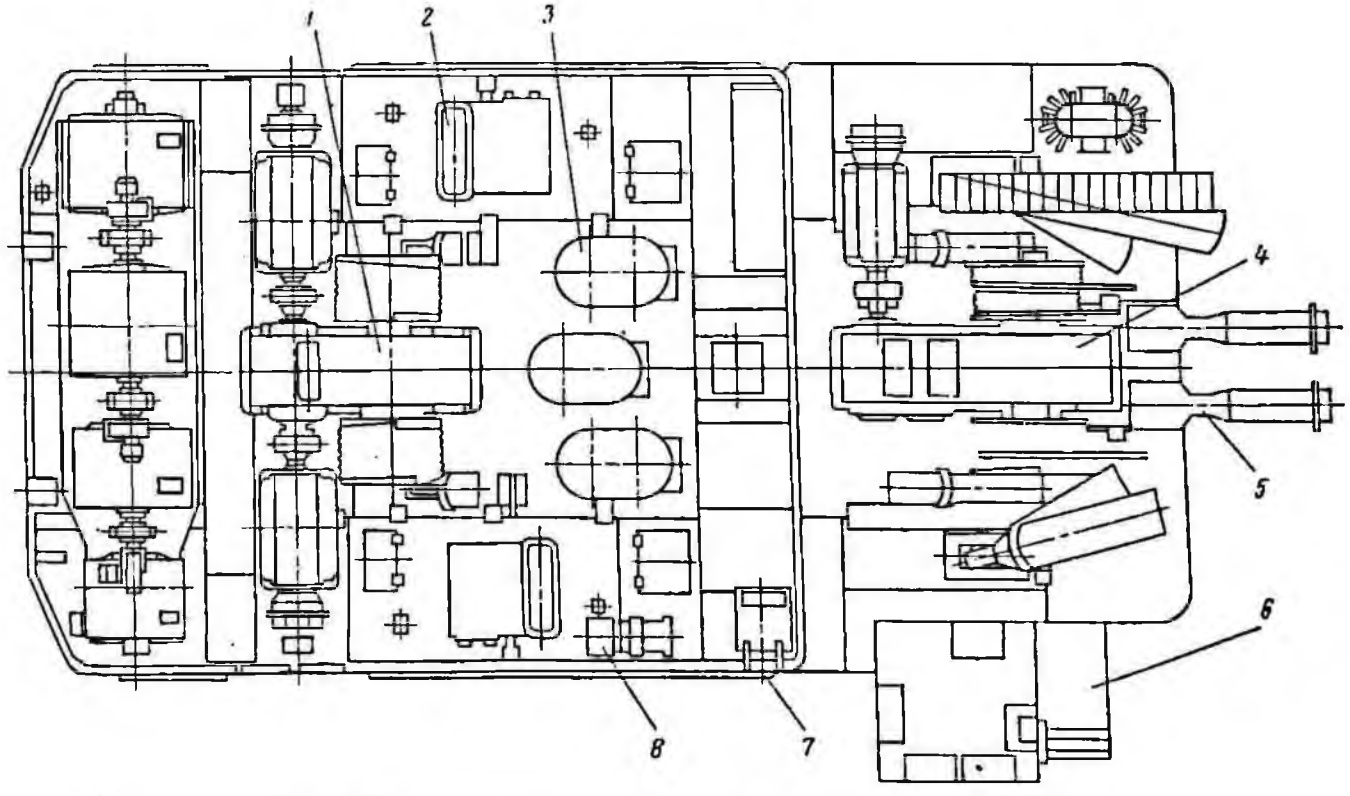


Рис. II-39. Поворотная платформа экскаватора ЭКГ-12,5:

1, *2* — подъемная и стреловоподъемная лебедки; *3* — поворотный механизм; *4* — напорная лебедка; *5* — буфер; *6* — кабина машиниста; *7* — кузов, *8* — компрессор

Таблица II-21

Характеристика канатов экскаватора ЭКГ-12,5

Назначение каната	ГОСТ	Длина, м	Диаметр, мм	Предел прочности, кгс/мм²	Примечание
Подъем ковша	7669—69	2 × 140	39	180	—
Напор и возврат ковша	7669—69	2 × 75	52,5	170	В машинах с № 4
	7669—69	2 × 75	45,5	180	В машинах до № 4
Открывание днища	3071—66	18	13	160	—
Подвеска стрелы	7669—55	2 × 70	45,5	180	В машине № 1
	7669—69	2 × 64	52,5	170	В машинах с № 2
Стреловой подъемная лебедка	7669—69	2 × 230	23	170	—

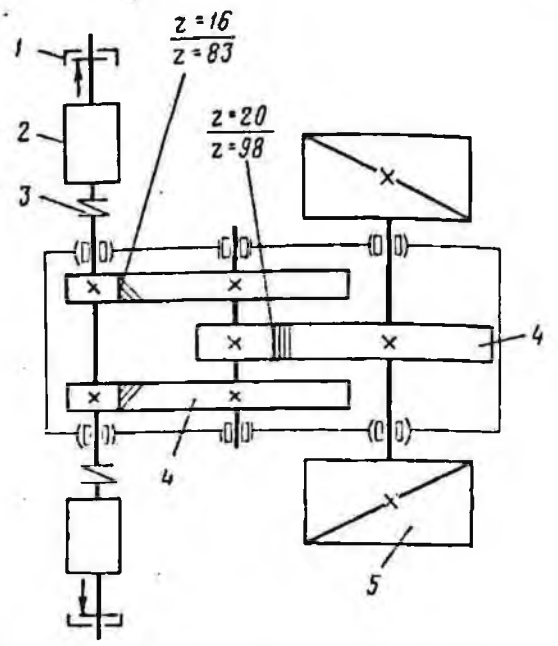


Рис. II-41. Кинематическая схема подъемного механизма экскаватора ЭКГ-12,5:

1 — тормоз; *2* — электродвигатель; *3* — муфта; *4* — зубчатые передачи; *5* — барабан

Напорный механизм служит для сообщения рукояти ковша возвратно-поступательного движения и состоит из напорной лебедки и канатов. Кинематическая схема напорного механизма показана на рис. II-40.

Реверсивная лебедка приводится в движение электродвигателем ДПЭ-82 через трехступенчатый редуктор. Для ограничения перемещения рукояти на напорной лебедке имеется командоаппарат.

Торможение напорного механизма при работе осуществляется противотоком. Для экстренного и аварийного торможения имеется дисковый тормоз, унифицированный с тормозом подъемного механизма.

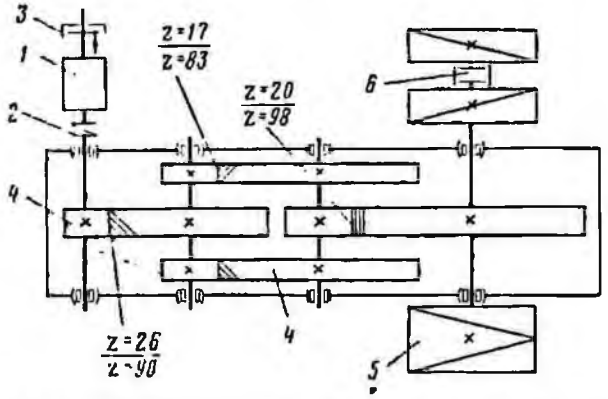


Рис. II-40. Кинематическая схема напорного механизма экскаватора ЭКГ-12,5:

1 — электродвигатель; *2* — муфта; *3* — тормоз; *4* — зубчатые передачи; *5* — барабан; *6* — муфта

Для защиты напорного механизма от излишних динамических усилий имеется предохранительная муфта предельного момента, конструктивно объединяющая эластичную и фрикционную муфты.

Подъемный механизм предназначен для подъема и опускания ковша и состоит из подъемной лебедки и канатов. Кинематическая схема подъемного механизма показана на рис. II-41.

Реверсивная лебедка приводится в движение двумя электродвигателями ДП-102 через двухступенчатый цилиндрический редуктор. Для ограничения подъема ковша имеется концевой выключатель, установленный на стреле.

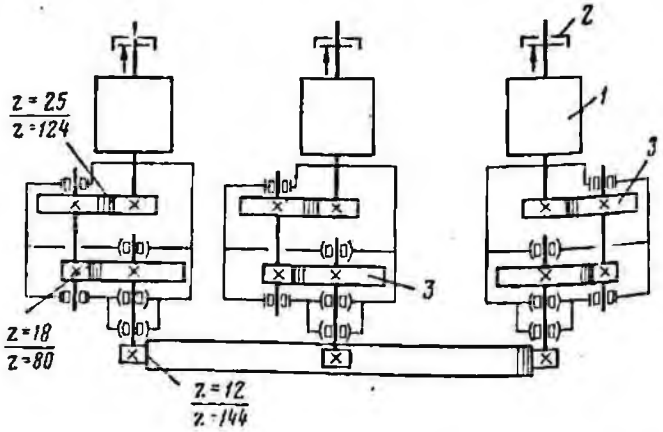


Рис. II-42. Кинематическая схема поворотного механизма экскаватора ЭКГ-12,5:

1 — электродвигатель; *2* — тормоз; *3* — зубчатые передачи

Поворотный механизм экскаватора предназначен для вращения поворотной платформы экскаватора. Кинематическая схема поворотного механизма показана на рис. II-42.

Поворотный механизм приводится в движение тремя электродвигателями ДПВ-82. На верхнем коническом конце вала каждого электродвигателя имеется дисковый тормоз, а на нижнем — насажена шестерня, являющаяся ведущей шестерней редуктора поворота.

Редуктор поворотного механизма трехступенчатый цилиндрический. Первые две ступени заключены в корпусе редуктора, а третья ступень смонтирована на выходном валу редуктора в специальном стакане, вваренном в поворотную платформу. Шестерня выходного вала редуктора сцепляется с неподвижной шестерней, расположенной на нижней раме ходовой тележки экскаватора.

Ходовой механизм приводит в движение гусеницы. Он состоит из электродвигателя ДПЭ-72, тормоза и редуктора. Кинематическая схема ходового механизма показана на рис. II-43.

Электродвигатель установлен на корпусе редуктора, который встроен в гусеничную раму. На свободном конце электродвигателя помещен дисковый тормоз.

Редуктор ходового механизма пятиступенчатый. Вращение от электродвигателя передается через цилиндрическую шестерню, которая находится в зацеплении с первым валом редуктора, и далее через цилиндрические зубчатые пары, посаженные на валы, — на выходной вал.

Пневматическая система, схема которой приведена на рис. II-44, служит для обдува сжатым воздухом электрооборудования и механизмов, подачи сигнала, подъема и опускания входной лестницы и привода различного пневматического инструмента.

Воздух нагнетается с помощью компрессорной станции, которая состоит из компрессора ВВ-0,7/8 с приводом от электродвигателя МТКМ-411-8 и двух, вмонтированных в фундамент компрессора, последовательно соединенных воздухосборников. Общий объем воздухосборников 47 л. На всасывающем патрубке компрессора имеется воздушный фильтр. На нагнетательной трубе перед воздухосборниками установлены маслоотделитель со спускным краном и обратный клапан.

Экскаватор получает питание от сети переменного тока напряжением 6000 в, частотой 50 гц по переносному кабелю марки КВШВГ $3\times50+1\times16$ мм^2.

Кабель длиной около 300 м подключается к зажимам кольцевого токоприемника кабельного барабана, установленного на ходовой тележке экскаватора. От кольцевого токоприемника напряжение подается к зажимам высоковольтного комбинированного кольцевого токоприемника. От последнего напряжение поступает к распределительному устройству КРУЭ-

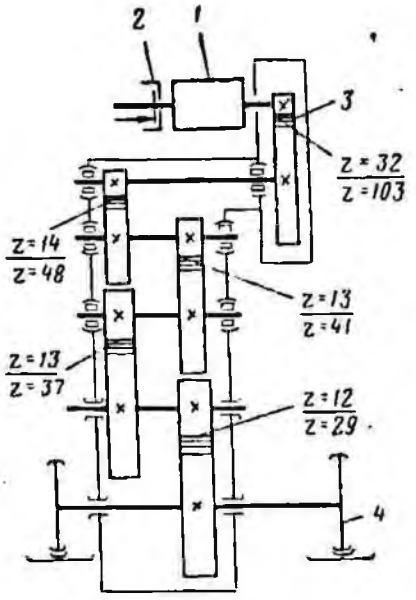


Рис. II-43. Кинематическая схема ходового механизма экскаватора ЭКГ-12,5:

1 — электродвигатель; *2* — тормоз; *3* — зубчатая передача; *4* — ведущее колесо

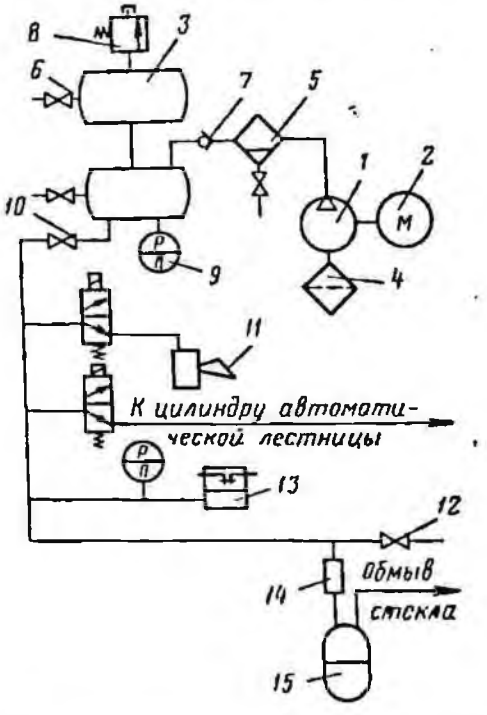


Рис. II-44. Пневматическая схема экскаватора ЭКГ-12,5:

1 — компрессор; *2* — электродвигатель; *3* — воздухосборник; *4* — воздушный фильтр; *5* — маслоотделитель; *6* — спускной кран; *7, 8* — обратный и предохранительный клапаны; *9* — манометр; *10* — запорный вентиль; *11* — пневматический звуковой сигнал; *12* — запорный вентиль; *13* — реле давления; *14* — дроссель для воздуха; *15* — бачок для воды

Таблица II-22

Характеристика электрооборудования экскаватора ЭКГ-12,5

Наименование	Тип	Мощность квт, ква	Напряжение, в	Скорость вращения ротора, об/мин	Наименование	Тип	Мощность квт, ква	Напряжение, в	Скорость вращения ротора, об/мин
Четырех-машинный преобразовательный агрегат:					вентиляторов генератора поворота	АО52-4	7	380	1440
приводной синхронный электродвигатель	СДЭУ-15-39-6	1250	6000	1000	вентиляторов генератора напора	АО51-2	4,5	380	2900
генератор подъема	ПЭ170-5К-2	900	900	1000	солидолонагнетателя	АО-31-4	0,6	380	1400
генератор поворота и хода	ПЭ151-5К-2	520	750	1000	смазки редукторов хода	ДПТ21-4	0,27	380	1450
генератор напора и хода	ПЭ141-4К-1	250	630	1000	смазки редукторов поворота	АОЛ2-21-4	1,1	380	1410
Электродвигатель:					Электропечь	ПТ-8-2	0,76	220	—
подъема	ДПЭ-102	400	460	850	Трансформатор:				
поворота	ДПЭ-82А	190	270	740	вспомогательных приводов	ТМЭ-160	160	6000/400	—
напора	ДПЭ-82А	140	440	610	возбуждения и цепей управления	ТСЗ-50/0,5	50	380/133	—
хода	ДПЭ-72	100	305	750	возбуждения генераторов	ТСЗ-10/0,5	10	380/220	—
открывания днища ковша	ДПМ-31	12	220	1310	наружного освещения	ТС-2,5/0,5	2,5	380/12	—
кабельного барабана	ДПМ-12	3	220	1160	внутреннего освещения	ОСЭ-5/0,5	5	380/127	—
вентиляторов электродвигателей напора, поворота и кузова	АО2-31-4	2,2	380	1500	переносного освещения	ОСВУ-0,25	0,25	127/12	—
вспомогательной лебедки и компрессора	МТКВ-411-8	16	380	685	питания цепей управления высоковольтного КРУ	ТС-1,5/0,5	1,5	380/230	—
вентиляторов электродвигателей	АО42-4	2,8	380	1420	питания статического возбудителя	ТСЗ-22,5/0,5	22,5	380/36	—
вентиляторов генератора подъема	АО61-4	14	380	1460					

6П-400/100, где ток высокого напряжения распределяется по двум направлениям: первое — через разъединитель и масляный выключатель к синхронному электродвигателю преобразовательного агрегата, второе — через высоковольтные трубчатые предохранители к силовому трехфазному трансформатору напряжением 6000/400 в. От последнего питаются вспомогательные механизмы экскаватора.

Асинхронный пуск синхронного двигателя производится от полного напряжения сети. Вход электродвигателя в синхронизм автоматический. Возбуждение синхронного электродвигателя осуществляется от тиристорного преобразователя.

Питание электродвигателей подъема, поворота, напора и хода осуществляется по схеме Г—Д с питанием обмоток возбуждения от тиристорных преобразователей.

От генератора напора питается электродвигатель напора или хода, а от генератора поворота — два электродвигателя поворота или один электродвигатель хода.

Преобразовательный агрегат состоит из приводного синхронного двигателя СДЭУ-15-39-6,

Таблица II-23

Расход жидкой смазки экскаватора ЭКГ-12,5

Механизм	Емкость, л	Режим смазки
Редуктор напорного механизма	1000	Один раз в три месяца
Редуктор подъемного механизма	600	То же
Ходовой механизм	525	Один раз в месяц
Поворотный механизм	450	Один раз в два месяца

генератора постоянного тока ПЭ170-5К-2 для питания двух электродвигателей подъема, генератора постоянного тока ПЭ151-5К-2 для питания трех электродвигателей поворота и хода, генератора постоянного тока ПЭ141-4К-1 для питания электродвигателей напора и хода.

Все электрические машины агрегата смонтированы на общей фундаментной плите и соединены друг с другом эластичными муфтами.

К главным относятся электродвигатели приводов подъема ковша, поворота платформы, напора, хода экскаватора и открывания днища ковша (табл. II-22).

Все электродвигатели постоянного тока имеют специальное исполнение и характеризуются повышенной перегрузочной способностью и механической прочностью.

Исполнение электродвигателей подъема, напора, хода и открывания днища горизонтальное, а поворота — вертикальное.

К вспомогательным относятся электродвигатели вспомогательной лебедки, компрессора, вентиляторов и маслонасоса. Все вспомогательные электродвигатели приняты асинхронными с короткозамкнутыми роторами на напряжение 380 в.

Магнитная станция предназначена дляуправления главными и вспомогательными электроприводами и установлена в кузове экскаватора.

На пульте управления, помещенном на втором этаже кабины, размещены переключатель с поворота на ход и с напора на ход, автоматы цепей управления, кнопки включения и отключения возбудительного агрегата, смазки редукторов поворота, блок питания магнитных усилителей и другая коммутирующая и сигнальная аппаратура.

К прочему электрооборудованию относятся командоконтроллеры, сопротивления, командоаппарат, осветительная аппаратура и др. Командоконтроллеры сельсинного типа с ручным приводом для управления электродвигателями подъема, поворота, напора и хода установлены в кабине машиниста.

На экскаваторе под кабиной машиниста на боковой площадке поворотной платформы установлены девять ящиков сопротивлений.

Для внутреннего освещения экскаватора применяется понижающий трансформатор ОСЭ-5/0,5 мощностью 5 ква, напряжением 380/127 в. От него питается трансформатор ОСВУ-0,25 мощностью 0,25 ква, напряжением 127/12 в для переносных ламп. Для наружного освещения используется трансформатор ТС-2,5/0,5 мощностью 2,5 ква, напряжением 380/220/12 в. В качестве наружных светильников применяются 16 фар (90 вт, 12 в).

Для дистанционного управления воздушными тормозами механизмов подъема, поворота, напора, воздушной сиреной и лестницей имеется электропневматический вентиль включающего типа ВВ-32Ш. Управление вентилями главного привода производится из кабины машиниста, вентилем сирены — от рычага командоконтроллера подъема, а лестницы — от пакетного выключателя, установленного около дверей в кабине экскаватора.

Кабина обогревается электропечами ПТ-8-2.

Расход жидкой смазки приведен в табл. II-23, а рекомендуемые сорта смазки — такие же, что и для экскаваторов ЭКГ-3,2 и ЭКГ-8И.

§ 2. Экскаваторы типа механической лопаты Уральского завода тяжелого машиностроения им. С. Орджоникидзе

Экскаватор ЭКГ-4,6Б

Экскаватор ЭКГ-4,6Б предназначен для разработки и погрузки в транспортные средства или в отвал полезных ископаемых и пород вскрыши на открытых горных работах предприятий горнодобывающей промышленности и строительных материалов.

Конструкция экскаватора и применяемые при его изготовлении материалы обеспечивают работу машины в интервале температур ±40° С.

Экскаватор ЭКГ-4,6Б снабжен одним видом рабочего оборудования — прямой лопатой.

Силовое оборудование экскаватора — электрическое с индивидуальным приводом основных механизмов.

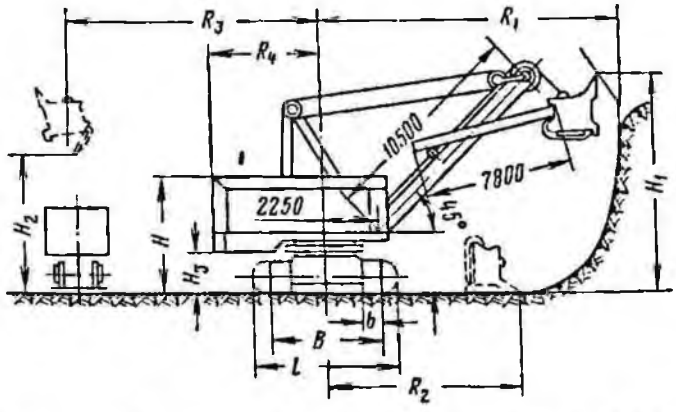


Рис. II-45. Основные размеры экскаватора ЭКГ-4,6Б

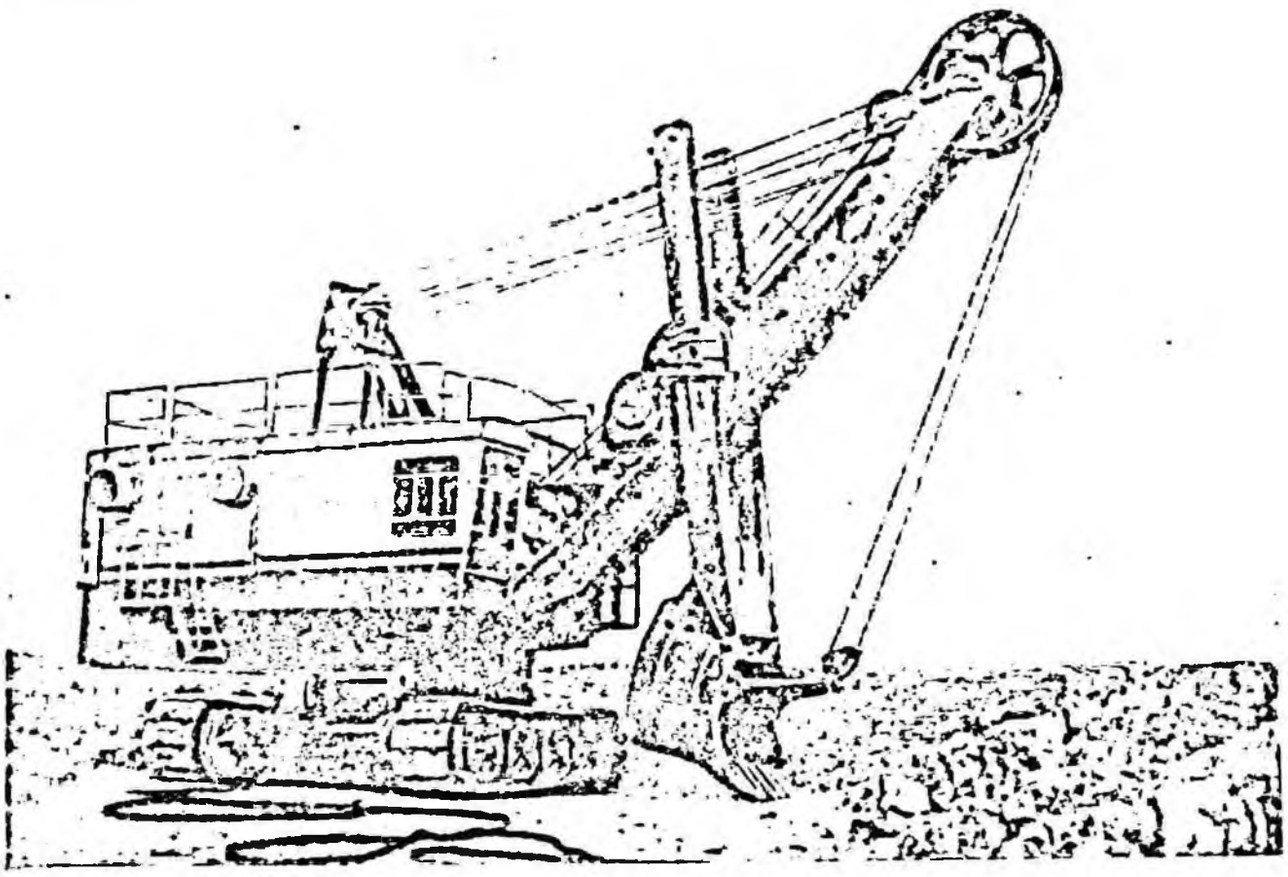


Рис. II-46. Экскаватор ЭКГ-4,6Б

Техническая характеристика экскаватора ЭКГ-4,6Б	
Емкость ковша, м³	4,6
Длина, м:	
стрелы	10,5
рукояти	7,8
Мощность приводного двигателя, квт	250
Напряжение подводимого переменного тока при частоте 50 гц, в	3000/6000
Мощность электродвигателя, квт:	
подъема	175
напора	60
поворота	2×60
хода	54
Усилие, тс:	
на блоке ковша наибольшее	45
напора наибольшее	20,5
тяговое двух гусениц наибольшее	80
Рабочая скорость передвижения по горизонтальной площадке, км/ч	0,55
Среднее удельное давление на грунт при передвижении, кгс/см²	2,15
Продолжительность цикла при работе в отвал с поворотом на 90° и высоте копания, равной высоте напорного вала, на тяжелых разрыхленных породах, сек	23
Преодолеваемый подъем при твердом грунте, градусы	12
Масса, т:	
экскаватора расчетная	136
в том числе противовеса	33

Основные размеры экскаватора приведены на рис. II-45 и в табл. II-24.

Экскаватор ЭКГ-4,6Б (рис. II-46) состоит из рабочего оборудования, поворотной платформы

Таблица II-24

Основные размеры экскаватора ЭКГ-4,6Б

Параметры	Обозначение на рис. II-45	Размер, м
Рабочие		
Наибольший радиус копания	R_1	14,4
Наибольшая высота копания	H_1	10,3
Радиус копания на уровне стояния	R_2	8,6—9,3
Наибольший радиус разгрузки	R_3	12,65
Наибольшая высота разгрузки	H_3	6,75
Конструктивные		
Высота кузова	H	3,47
Просвет под поворотной платформой	H_2	1,86
Радиус вращения хвостовой части	R_4	5,25
Длина гусеницы	l	6,085
Ширина гусеничного хода	B	5,23
Ширина гусеничной цепи	b	0,9

с механизмами и ходовой тележки. В состав рабочего оборудования входят стрела с напорным механизмом, ковш, рукоять ковша механизм открывания ковша, тормоз днища, ковша, направляющие ролики подъемного каната, принудительная вентиляционная установка, электродвигатель напора и ограничитель хода рукояти.

Стрела служит основанием для всех узлов рабочего оборудования. Нижний ее конец опирается на подпятники поворотной платформы, а верхний с помощью блоков поддерживается на весу канатами.

На поворотной платформе установлены подъемная лебедка, поворотный механизм, электрооборудование, двуногая стойка и кузов. Двуногая стойка передает усилия на поворотную платформу от натяжения ветвей полиспаста, поддерживающего стрелу. В передней правой части платформы расположена кабина машиниста.

Поворотная платформа через центральную цапфу соединена с ходовой тележкой. С помощью верхнего кольцевого рельса, закрепленного на поворотной раме, платформа опирается на роликовый круг, лежащий на нижнем кольцевом рельсе ходовой тележки. На нижнем листе поворотной платформы закреплен высоковольтный кольцевой токоприемник.

Ходовая тележка состоит из нижней рамы, гусеничного хода, зубчатого венца с нижним кольцевым рельсом, редуктора хода с тормозом, гидросистемы управления муфтами переключения гусеничного хода. На верхнем листе нижней рамы установлены токосъемные электробашмаки высоковольтного токоприемника.

Экскаватор ЭКГ-4,6Б является усовершенствованной конструкцией широко распространенных машин СЭ-3, ЭКГ-4, ЭКГ-4,6 и ЭКГ-4,6А, неоднократно описанных в литературе и поэтому детально здесь не рассматриваемых.

Основные отличия экскаватора ЭКГ-4,6Б от предыдущих моделей этого класса следующие:

использование сварно-литого корпуса ковша (сварка встык передней и задней стенок);

применение цельносварной усиленной рукояти ковша и цельнолитого неразъемного корпуса седлового подшипника;

оснащение механизма открывания ковша редукторным приводом;

наличие электрического ограничителя хода рукояти;

применение низколегированного листового проката для изготовления основных узлов металлоконструкций — стрелы, поворотной и нижней рам;

усиление конструкции редукторов поворота;

Таблица II-25

Характеристика электрооборудования экскаватора ЭКГ-4,6Б

Наименование	Тип	Мощность, квт, ква	Напряжение, в	Скорость вращения ротора, об/мин
Пятимашинный преобразовательный агрегат:				
приводной асинхронный электродвигатель	АЭ-113-4	250	6000/3000	1480
генератор подъема	ПЭМ-2000	192	451	1480
генератор поворота	ПЭМ-1000	100	610	1480
генератор напора-хода	ПЭМ-400	42	375	1480
возбудитель	МП-542-1/2	12	115	1480
Электродвигатель:				
подъема	ДПЭ-82	175	460	740
поворота	ДПВ-52	2×60	305	1230
напора	ДПЭ-52	60	395	1200
хода	ДПЭ-52	60	395	1200
открывания днища	ДПЭ-12	3,6	110	1430
Вентиляторов:				
двигателя подъема	АОЛ2-32-4	3	220/380	1420
двигателя напора и поворота кузова	АО2-21-4	3×1,1	220/380	1420
компрессора	АО2-21-4	1,1	220/380	1420
насоса гидросистемы	АОС-51-4	4,5	220/380	1335
Трансформатор:				
вспомогательных приводов	ТМЭ-40	40	3000/230 6000/230	—
сварочный	ТСП-2	—	220	—

обеспечение комфортных условий в кабине машиниста;

использование одностороннего привода ходового механизма, расположенного в нижней раме;

уплотнение подшипников колес гусениц.

Электрооборудование экскаватора ЭКГ-4,6Б приведено в табл. II-25.

Экскаватор ЭКГ-5

Экскаватор ЭКГ-5 предназначен для разработки и погрузки в транспортные средства или в отвал полезных ископаемых и пород

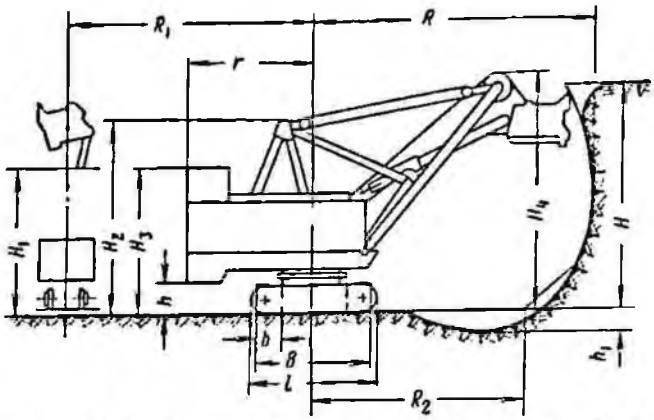


Рис. II-47. Основные размеры экскаватора ЭКГ-5

вскрыши на открытых горных работах на предприятиях горнодобывающей промышленности и строительных материалов.

Конструкция экскаватора и применяемые при его изготовлении материалы обеспечивают его работу при интервале температур ±40° С.

Экскаватор ЭКГ-5 имеет два вида сменного рабочего оборудования:

прямая лопата нормальных размеров (базовая модель ЭКГ-5);

прямая лопата с удлиненным оборудованием (модель ЭКГ-3,2У).

Техническая характеристика экскаваторов ЭКГ-5 и ЭКГ-3,2У

Модификация	ЭКГ-5	ЭКГ-3,2У
Емкость ковша для тяжелых работ, м³	5,6	3,2
Длина, м:		
стрелы	11,4	16,0
рукояти	9,5	13,77
Напряжение питающей сети, в	3000/6000	3000/6000
Мощность, квт:		
приводного электродвигателя	320	
подъема	230	
напора	75	
поворота	2×75	
хода	2×54	
Усилие, тс:		
подъема наибольшее	60	41,5
напора наибольшее	35	35
тяговое двух гусениц наибольшее	130	
Скорость передвижения по горизонтальному пути, км/ч	0,65	
Среднее удельное давление на грунт при передвижении, кгс/см²	2,3/1,7	2,45/1,7
Теоретическая продолжительность цикла, сек	25	30
Масса, т:		
экскаватора	248	265
в том числе противовеса	20	31

Основные размеры экскаваторов ЭКГ-5 и ЭКГ-3,2У приведены на рис. II-47 и в табл. II-26.

Таблица II-26

Основные размеры экскаваторов ЭКГ-5 и ЭКГ-3,2У

Параметры	Обозначение на рис. II-47	Размер, м	
		ЭКГ-5	ЭКГ-3,2У
Рабочие			
Наибольший радиус копания	R	15,3	20,2
Наибольшая высота копания	H	11,7	18,2
Радиус копания на уровне стояния	R_2	11,2	12,8
Наибольший радиус выгрузки	R_1	13,3	18,6
Наибольшая высота выгрузки	H_1	7,5	14,5
Конструктивные			
Высота:			
двуногой стойки	H_2	9,6	9,6
кузова	H_3	7,64	7,64
экскаватора	H_4	12,5	17
Просвет под поворотной платформой	h	2,3	2,3
Габаритный радиус поворотной платформы	r	6,5	6,94
Габаритная длина гусениц	l	6,66	6,66
Ширина гусеничного хода	B *	5,75	5,75
Ширина гусеничного звена	b *	0,9	0,9
Глубина копания	h_1	1,035	2,8

* Экскаваторы до требованию заказчика могут быть поставлены с уширенными до 1400 мм гусеничными цепями.

Экскаватор ЭКГ-5 (рис. II-48) состоит из поворотной части с рабочим оборудованием и ходовой тележки. Поворотная часть машины включает в себя рабочее оборудование, двуногую стойку, поворотную платформу с механизмами и приводами главных рабочих движений, кузов с кабиной машиниста. К рабочему оборудованию относятся стрела, рукоять, ковш с механизмом торможения днища, механизм открывания ковша, подвеска стрелы, напорный узел и подкосы.

На поворотной платформе установлены подъемная и напорная лебедки, демпфирующее устройство, механизм поворота, компрессор пневмосистемы, кабина машиниста, слесарный верстак, шкафы для инструмента и одежды, преобразовательный агрегат, трансформаторы, токосъемник, панели и другое электрооборудование.

Ходовая тележка состоит из нижней рамы, гусеничного хода, индивидуального привода каждой гусеницы и зубчатого венца с роликовым кругом.

На нижнюю раму через роликовый круг опирается поворотная платформа, соединенная с рамой центральной цапфой.

Стрела состоит из двух стоек, связанных сверху осью головных блоков и расположенных между стойками предварительно натянутых канатных связей.

Рядом с двухручьевыми блоками, установленными на подшипниках качения на оси головных блоков, закреплены серьги подвески стрелы. Для удобства обслуживания стрела оборудована лестницами.

Стрела связана с вершиной двуногой стойки через подвеску, которая состоит из двух независимых ветвей и выполнена в двух вариантах: полиспастном и штанговом.

Напорный узел экскаватора не связан со стрелой. Кинематическая схема напорной лебедки показана на рис. II-49. В состав напорного узла входят сварная коробчатого сечения стойка, напорная ось с двухручьевыми блоками и седловой подшипник. Внутри седлового подшипника размещены упругие сухари, воспринимающие нагрузки в горизонтальной плоскости, и жесткие ползуны, нагружаемые усилиями в вертикальной плоскости.

Закрепленная на стойке напорная ось служит опорой для седлового подшипника, который покачивается на ней. В качестве подшипников здесь использованы текстолитовые вкладыши. Напорная стойка прикреплена подкосами к двуногой стойке экскаватора. Внутри седлового подшипника в осевом направлении поступательно перемещается цилиндрическая разгруженная от кручения рукоять, на которой закреплены блоки. Рукоять перемещается с помощью напорных канатов, связывающих ее с барабаном напорной лебедки, размещенной на поворотной платформе.

Для снижения динамических нагрузок, возникающих при копании, напорные канаты соединены с демпфирующим устройством.

К рукояти спереди через тяги и проушины прикреплен ковш, состоящий из корпуса, днища, зубьев и подвески. Сварно-литой корпус ковша составлен из двух частей: передней, отлитой из износоустойчивой марганцовистой стали, и задней — из углеродистой стали 35Л. Верхний и нижний пояса передней стенки корпуса наплавлены твердым сплавом. В верхней части передней стенки закреплены наплавленные твердым сплавом литые зубья.

Плита днища ковша с помощью петель и засова связана с корпусом. На подъемных канатах ковш подвешивается за две проушины, выполненные в боковых стенках, с помощью осей, серег и уравнительных блоков с обоймами. Ковш оборудован фрикционным механизмом торможения днища, закрепленным на задней стенке. Этот механизм позволяет уменьшить размахи днища и силу его ударов о ковш при закрывании. Тормозной момент механизма может быть отрегулирован соответствующим поджатием пружин, сжимающих ведомый и ведущий диски фрикциона.

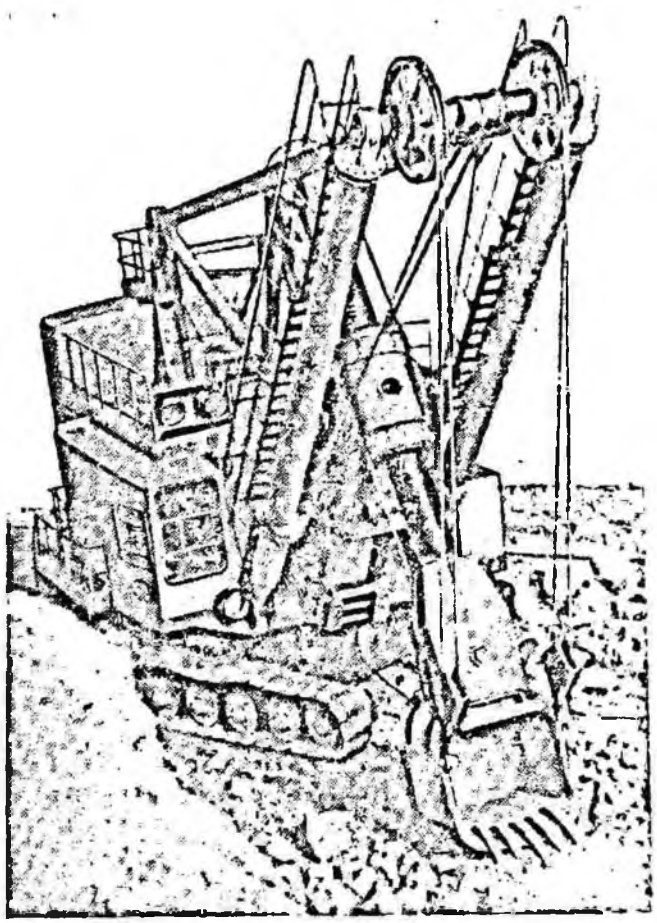


Рис. II-48. Экскаватор ЭКГ-5

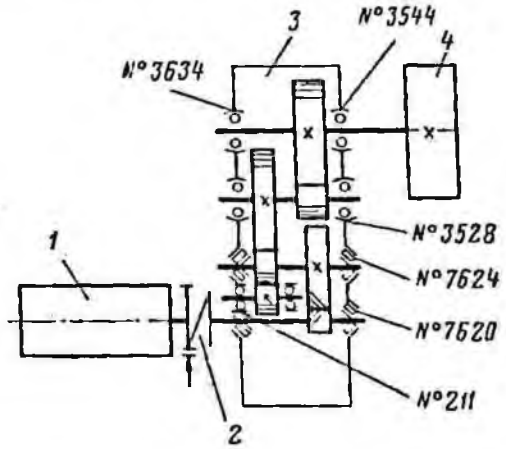


Рис. II-49. Кинематическая схема напорной лебедки экскаватора ЭКГ-5:

1 — электродвигатель; *2* — муфта; *3* — редуктор; *4* — барабан

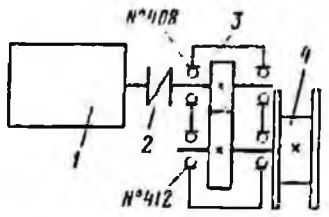


Рис. II-50. Кинематическая схема механизма открывания днища ковша экскаватора ЭКГ-5:

1 — электродвигатель; *2* — муфта; *3* — редуктор; *4* — барабан

Открывание ковша производится с помощью канатного механизма, а закрывание обеспечивается массой и инерцией днища при перемещении рукояти с ковшом вниз к гусеницам.

Механизм открывания ковша состоит из лебедки с приводом постоянного тока, каната, засова, рычагов и связывающей их цепи. Канат постоянно натянут лебедкой с небольшим усилием. Для выдергивания засова из окна передней стенки ковша крутящий момент на барабане лебедки и усилие в канате резко увеличивают до необходимой величины.

Кинематическая схема механизма открывания днища ковша показана на рис. II-50.

Экскаватор снабжен основным и удлиненным рабочим оборудованием лопаты. Удлиненное оборудование включает в себя часть напорного узла, подвески и стрелы основного оборудования. Головная часть стрелы остается такой же.

В полиспастной подвеске заменяется только канат, а обоймы с блоками и серьги остаются прежними. Напорный узел удлиненной лопаты отличается от основной только стойкой. Рукояти основной и удлиненной машин отличаются длинами и емкостью прикрепляемых к ним ковшей. Для удобства обслуживания и эксплуатации экскаватор снабжен вспомогательной лебедкой, установленной на крыше кузова.

Кинематическая схема подъемной лебедки показана на рис. II-51.

Двуногая стойка связывает рабочее оборудование экскаватора с поворотной платформой и состоит из четырех отдельных стоек, распорки и предварительно натянутых канатов,

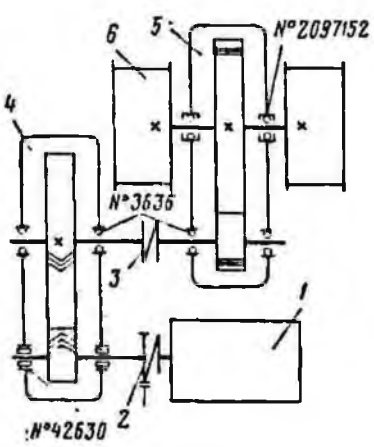


Рис. II-51. Кинематическая схема подъемной лебедки экскаватора ЭКГ-5:

1 — электродвигатель; *2*, *3* — муфты; *4*, *5* — редукторы; *6* — барабан

которые расположены в плоскости задних стоек.

Двуногая стойка через оси связана с поворотной платформой, подвеской стрелы и подкосами напорного узла.

Поворотная платформа — жесткая сварная конструкция из листового проката — служит основанием поворотной части экскаватора. К передней центральной части платформы крепятся стрела и стойка напорного узла. Спереди платформы установлены напорная лебедка, демпфирующее устройство и один поворотный механизм. Над центрирующей цапфой расположен низковольтный токосъемник и далее за ним подъемная лебедка, компрессор пневмосистемы и другой поворотный механизм. Сзади платформы размещен преобразовательный агрегат. Кабина машиниста, верстак, панели управления, трансформаторы и ряд других устройств установлены на площадках.

Кинематические схемы поворотного и ходового механизмов приведены на рис. II-52 и II-53 соответственно.

Все рабочие движения экскаватора осуществляются отдельными приводами: подъем и опускание ковша — подъемной лебедкой, поворот — спаренным поворотным механизмом, напор и возврат ковша — напорной лебедкой.

Общая схема навески канатов экскаватора ЭКГ-5 дана на рис. II-54.

Все механизмы поворотной части машины находятся внутри кузова.

Напорная лебедка имеет трехступенчатый редуктор с консольным валом и барабаном, тормоз, упругую муфту, командоаппарат и двигатель ДПЭ-62.

Барабан лебедки — разъемный литой с закаленными ручьями правосторонней нарезки и устройствами для крепления напорного и возвратного канатов. Разъемная конструкция обеспечивает быстрое натяжение напорного и возвратного канатов.

Редуктор напорной лебедки, выполненный с двумя горизонтальными разъемами, имеет литой корпус, четыре вала на подшипниках качения, косозубую зубчатую пару и две прямозубые пары, смазочное колесо, смазочную арматуру, уплотнительные и крепежные детали.

Комбинированная смазка редуктора осуществляется от плунжерного насоса и разбрызгиванием. Ряд подшипников работает на густой смазке.

Упругая муфта состоит из двух полумуфт и комплекта резиновых втулок. Полумуфта, насаженная на вал электродвигателя, служит тормозным шкивом колодочного пружинного тормоза, растормаживаемого пневматически.

Командоаппарат, предназначенный для ограничения перемещения и регулирования скорости движения рукояти, установлен на крышке редуктора и связан с валом барабанной пары цепной передачей.

Электродвигатель охлаждается воздухом, поступающим от установленного на нем вентилятора.

Подъемная лебедка имеет два одноступенчатых редуктора, соединенных эластичной муфтой, два установленных симметрично на консольном валу нарезных барабана, колодочный тормоз, командоаппарат, муфту и электродвигатель с вентилятором. Редуктор первой передачи состоит из кованой вал-шестерни и вала с литым колесом, установленных в литом корпусе на роликоподшипниках. Первая пара выполнена с шевронными зубьями.

Смазка зубчатой передачи и подшипников осуществляется из масляной ванны разбрызгиванием.

Вторая пара с цилиндрическими зубьями заключена также в литой корпус с масляной ванной. Конструктивная схема этого редуктора аналогична первому и отличается тем, что на эвольвентных шлицах тихоходного вала консольно установлены два стальных барабана с двойными ручьями, на которые наматываются ветви подъемных канатов. Канаты к барабанам крепятся с помощью винтовых зажимов. При смене основного рабочего оборудования на удлиненное устанавливаются барабаны большего диаметра.

Редуктор первой передачи соединен с электродвигателем типа ДПЭ-92 через эластичную муфту, одна из полумуфт которой служит шкивом для тормоза. Полумуфты, связанные между собой упругими дисками с помощью пальцев, посажены на конусные поверхности валов редуктора и электродвигателя.

Тормоз подъемной лебедки — колодочный замкнутый с пневматическим растормаживанием. Тормозной момент, создаваемый соответствующей затяжкой пружин, позволяет удерживать на весу груженый ковш.

Муфта, соединяющая первую и вторую передачи, состоит из двух литых полумуфт, в пазы которых установлены эластичные сухари.

Поворотный механизм скомпонован из двух одинаковых механизмов с отдельными фланцевыми электродвигателями, закрепленными вертикально на крышках редукторов. На одном из двух конусных концов вала каждого электродвигателя закреплена шестерня редуктора, находящаяся в зацеплении с колесом промежуточного вала. Вторая ступень редуктора связывает промежуточный и ведущий валы. Ведущая вал-шестерня редуктора, обкатываясь

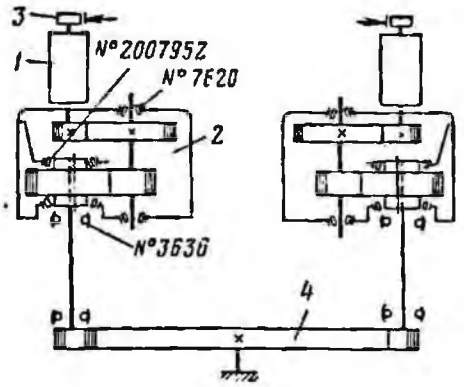


Рис. II-52. Кинематическая схема поворотного механизма экскаватора ЭКГ-5:

1 — электродвигатель; *2* — редуктор; *3* — тормоз; *4* — зубчатый венец

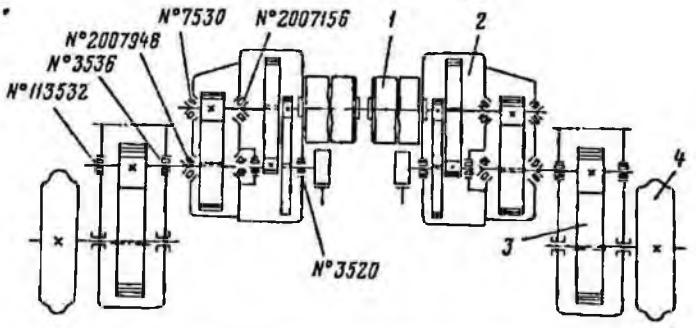


Рис. II-53. Кинематическая схема ходового механизма экскаватора ЭКГ-5:

1 — электродвигатель; *2*, *3* — редукторы; *4* — ведущая звездочка гусеничного движителя

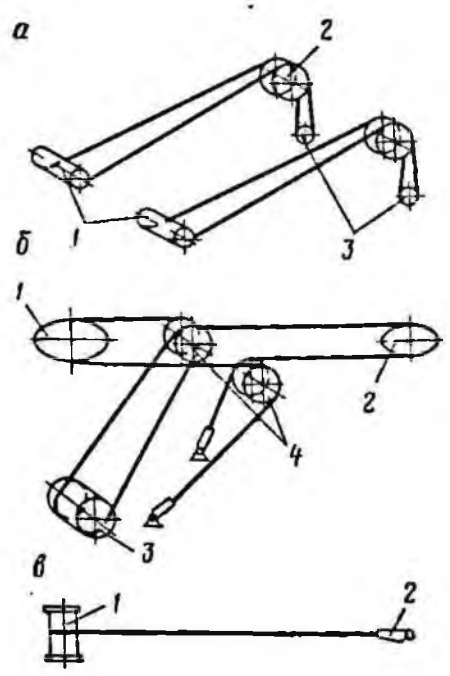


Рис. II-54. Схема навески канатов экскаватора ЭКГ-5:

а — подъемного механизма: *1* — барабан; *2* — головной блок лебедки; *3* — блок навески ковша; *б* — напорного механизма: *1* — напорный блок рукояти; *2* — возвратный блок; *3* — барабан лебедки; *4* — блок седлового подшипника; *в* — механизма открывания ковша: *1* — барабан; *2* — коуш рычага открывания ковша

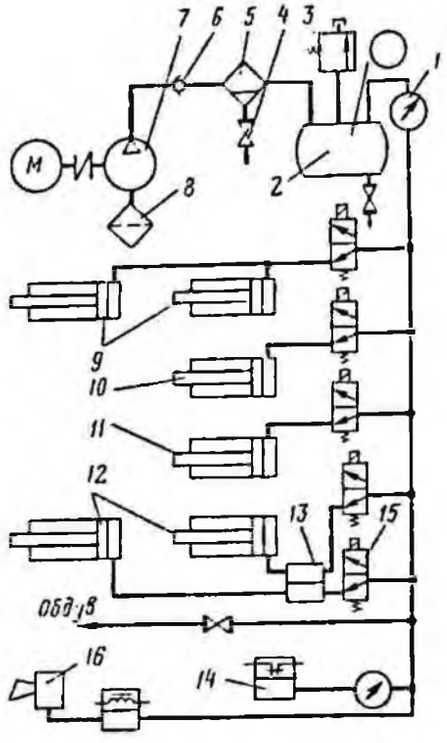


Рис. II-55. Пневматическая схема управления экскаватором ЭКГ-5:

1 — манометр; *2* — воздухосборник; *3* — предохранительный клапан; *4* — запорный вентиль; *5* — маслоотделитель; *6* — обратный клапан; *7* — компрессор; *8* — воздушный фильтр; *9* — гидроцилиндры тормозов поворота; *10* — гидроцилиндр подъемной лебедки; *11* — гидроцилиндр напорно-тяговой лебедки; *12* — гидроцилиндры ходового механизма; *13* — вертлюг сдвоенный; *14* — реле давления; *15* — электропневмораспределитель; *16* — звуковой сигнал

вокруг зубчатого венца, вращает поворотную платформу.

Смазка подшипников ведущего вала густая. Смазка редуктора поворота—жидкая циркуляционная с помощью шестеренного насоса, который обеспечивает подачу масла из ванны редуктора на колесо промежуточного вала.

На верхнем конце вала электродвигателя закреплен шкив колодочного тормоза, каркас которого установлен на корпусе электродвигателя. Тормоз поворотного механизма замкнут с помощью пружины, растормаживаемой пневматически. Пневматическая схема управления экскаватором ЭКГ-5 показана на рис. II-55.

Электродвигатель поворотного механизма охлаждается воздухом, нагнетаемым центробежным вентилятором, который прикреплен к корпусу электродвигателя. Вентилятор приводится от собственного электродвигателя.

Продувка электрооборудования, управление тормозами напорного, подъемного, поворотного и ходового механизмов производятся воздухом от компрессорной установки, состоящей из электродвигателя с реле давления, сетчатого фильтра, маслоотделителя, воздухосборника и обратного клапана.

Воздухосборник, снабженный предохранительным клапаном, запорным вентилем для спуска конденсата и манометром, связан через электропневматические распределители с цилиндрами тормозов напора, поворота и подъема, а через сдвоенный вертлюжок с цилиндром тормозов хода.

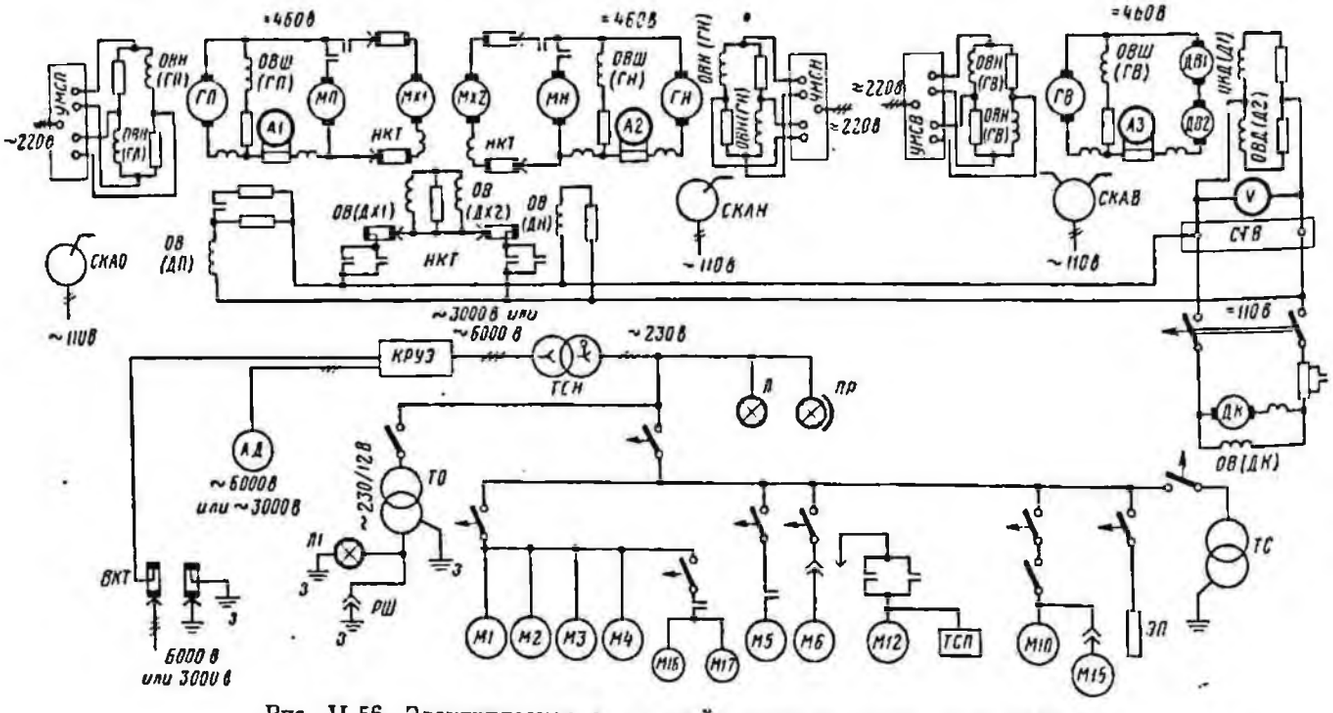


Рис. II-56. Электрическая однолинейная схема экскаватора ЭКГ-5

Реле давления автоматически, включая и выключая электродвигатель, обеспечивает необходимый уровень давления в резервуаре воздухосборника. Сигналом для включения электродвигателя является величина давления воздуха.

Электропневматический распределитель с помощью электромагнитного вентиля соединяет пневмоцилиндры тормозов с магистралью сжатого воздуха. При отключенной катушке электромагнита пневмоцилиндры сообщаются с атмосферой и тормозные колодки прижимаются к шкиву.

Для охлаждения преобразовательного агрегата машины и поддержания постоянного избыточного давления в кузове предусмотрены осевые вентиляторы. Воздух, поступающий в кузов, очищается от пыли в специальной камере, оборудованной сетчатыми фильтрами, и подается по трубопроводу в кабину машиниста. Все рычаги и основные кнопки управления сосредоточены на специальных тумбах.

Поворотная часть экскаватора вращается вокруг вертикальной оси центральной цапфы, которая, нагружаясь в осевом направлении, препятствует опрокидыванию поворотной части машины относительно передней части роликового круга. От проворачивания в поворотной платформе центральная цапфа сверху закреплена стопорными планками и упорами. Центральная цапфа снизу входит во втулку центрального отверстия нижней рамы. Снизу, между гайкой цапфы и кронштейном нижней рамы, установлена сферическая шайба. В цапфе предусмотрено сквозное отверстие, через которое электрокабели и трубы пневмосистемы проходят от поворотной платформы к агрегатам и механизмам нижней рамы и хода.

Узлы ходовой тележки крепятся к сварной из листового проката нижней раме. По бокам последней на призонных болтах закреплены гусеничные рамы, которые снизу удерживаются замковыми соединениями. Два электродвигателя хода прикреплены через фланцы к корпусам редукторов для каждой стороны механизма хода.

В каждой гусеничной раме на осях установлено четыре опорных, два поддерживающих и одно натяжное колеса. Ведущие звездочки хода насажены на валы, размещенные в хвостовой части гусеничных рам. Валы ведущих звездочек через одноступенчатые бортовые передачи связаны с трехступенчатыми редукторами ходового механизма, приводимого от двух независимых электродвигателей.

Редукторы хода имеют два вертикальных разъема, герметичность которых обеспечивается резиновыми прокладками и благодаря покрытию лаком поверхностей разъема.

Смазка редукторов хода — жидкая окунанием и разбрызгиванием.

Тормоза ходового механизма, аналогичные тормозам подъемного и напорного механизмов, установлены на запрессованных в крышку редуктора хода пальцах. Колодки тормоза связаны с рычагами, поворачивающимися на пальцах. Один из рычагов тормоза соединен с пневмоцилиндром управления.

На верхней поверхности нижней рамы призонными болтами закреплен зубчатый венец, в кольцевой проточке которого установлен рельс, служащий опорой роликового круга. Обслуживание роликового круга и высоковольтного токосъемника осуществляется через закрываемые крышками люки нижней рамы.

Характеристика электрооборудования экскаватора ЭКГ-5 приведена в табл. II-27.

Принципиальная однолинейная схема электрооборудования показана на рис. II-56.

Таблица II-27

Характеристика электрооборудования экскаватора ЭКГ-5

Наименование	Тип	Мощность, квт, ква	Напряжение, в	Скорость вращения ротора, об/мин
Четырехмашинный преобразовательный агрегат:				
приводной асинхронный электродвигатель	АЭ-400	320	3000/6000	1480
генератор подъема	ПЭ-141-6	270	460	1480
генератор поворота	ПЭ-131-4	170	460	1480
генератор напора (тяги)	ПЭ-141-6	270	460	1480
Электродвигатель:				
подъема	ДПЭ-92	230	440	660
поворота	ДПВ-62	2 × 75	220	900
напора	ДПЭ-62	2 × 75	440	900
тяги (для драглайна)	ДПЭ-92	230	440	660
хода	ДПЭ-52	2 × 54	395	1200
открывания днища	ДПЭ-12	3,6	110	1430
Электродвигатель:				
подъема, тяги	АОЛ-2-32-4	3	220/380	1430
поворота	АОЛ-21-4	2 × 1,1	220/380	1400
напора	АОЛ-21-4	1,1	220/380	1400
кузова	АО-2-32-4	2 × 3	220/380	1440
кабины	АО-2-21-4	1,1	220/380	1400
Трансформатор:				
вспомогательных приводов	ТМЭ-100	100	6000/230	—
сварочный	ТСП-2	—	220	—

Общий принцип схемы кинематики главных приводов, пневматической системы управления и электрооборудование у экскаватора ЭКГ-3,2У аналогичен экскаватору ЭКГ-5.

Экскаваторы ЭКСГ-5, ЭКСГ-3,2У и ЭКСГ-5Д

Карьерно-строительный экскаватор ЭКСГ-5 предназначен для тяжелых земляных работ на крупных строительствах, а также может быть использован для разработки полезных ископаемых и пород вскрыши на открытых горных работах.

Конструкция экскаватора и применяемые для его изготовления материалы обеспечивают его работу в интервале температур ±40° С.

Экскаватор ЭКСГ-5 имеет три вида сменного рабочего оборудования:

прямая лопата нормальных размеров (модификация ЭКСГ-5);

прямая лопата удлиненная (модификация ЭКСГ-3,2У);

драглайн (основное оборудование, модификация ЭКСГ-5Д).

Без оборудования драглайна экскаватор не поставляется.

Техническая характеристика экскаваторов ЭКСГ-5, ЭКСГ-3,2У и ЭКСГ-5Д

Модификация	ЭКСГ-5	ЭКСГ-3,2У	ЭКСГ-5Д
Емкость основного ковша, м³	5,6	3,2	5
Длина, м:			
стрелы	11,4	16	30
рукояти	9,5	13,77	—
Мощность электродвигателя, квт:			
приводного		320	
подъема		230	
напора-тяги		230	
поворота		2×75	
хода		2×54	
Усилие, тс:			
подъема наибольшее	60	41,5	35
напора-тяги наибольшее	38	38	34
тяговое двух гусениц наибольшее		130	
Скорость передвижения по горизонтальной площадке, км/ч		0,65	
Среднее удельное давление на грунт при передвижении, кгс/см²	1,7	1,8	1,75
Теоретическая продолжительность цикла, сек	26	31,5	39
Масса, т:			
экскаватора	283	300	290
в том числе противовеса	22	34	36

Основные размеры экскаваторов ЭКСГ-5 и ЭКСГ-3,2У приведены в табл. II-28, а основные размеры экскаватора ЭКСГ-5Д — на рис. II-57 и в табл. II-29.

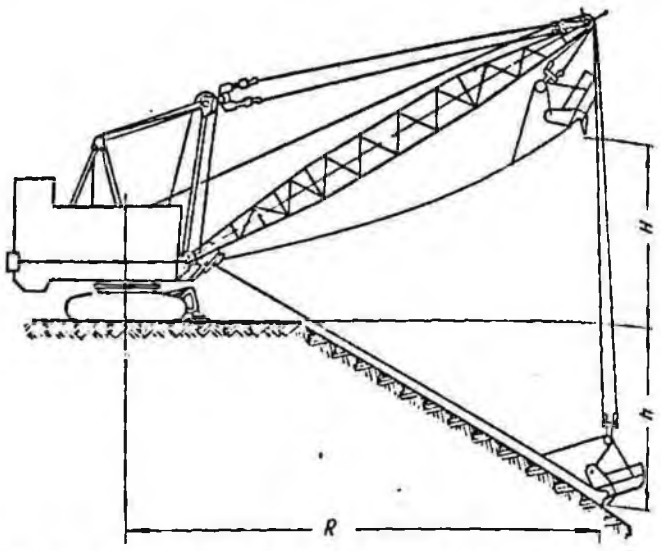


Рис. II-57. Основные размеры экскаватора ЭКСГ-5Д

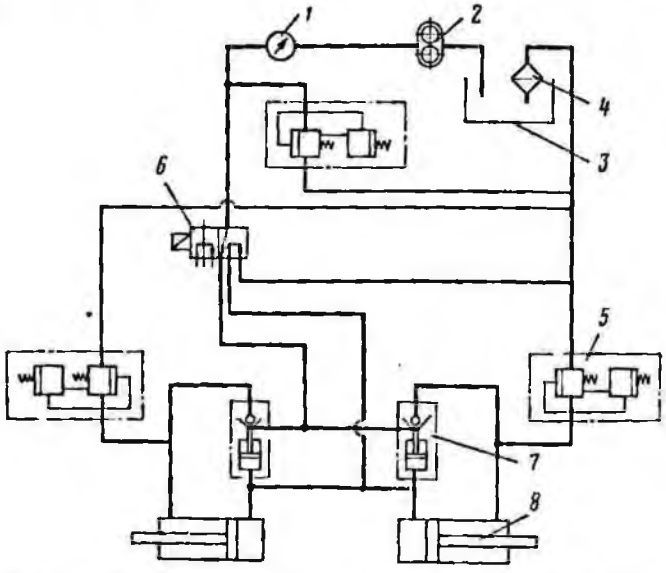


Рис. II-58. Гидравлическая схема аутригеров экскаватора ЭКСГ-5:

1 — манометр; *2* — шестеренный насос; *3* — бак; *4* — фильтр; *5* — предохранительный клапан с переливным золотником; *6* — золотник с управлением от электромагнита; *7* — обратный управляемый клапан; *8* — гидроцилиндр

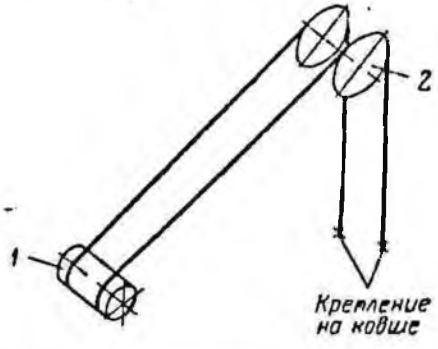


Рис. II-59. Схема навески подъемных канатов драглайна экскаватора ЭКСГ-5Д:

1 — барабан подъемной лебедки; *2* — головные блоки стрелы

Таблица II-28

Основные размеры экскаваторов ЭКСГ-5 и ЭКСГ-3,2У

Параметры	Размер, м	
	ЭКСГ-5	ЭКСГ-3,2У
Рабочие		
Наибольший радиус копания	15,3	20,2
Наибольшая высота копания	11,95	18,2
Радиус копания на уровне стояния	10,4	13,3
Наибольший радиус выгрузки	13,5	18,6
Наибольшая высота выгрузки	7,5	15,1
Конструктивные		
Габаритная высота:		
двуногой стойки	9,6	
кузова	7,61	
экскаватора	13,2	17
Просвет под поворотной платформой	2,3	
Габаритный радиус поворотной платформы	6,5	7
Габаритная длина гусениц	6,66	
Ширина гусеничного хода	6,25	
Ширина гусеничного звена	1,4	
Глубина копания	1,035	2,8

Кинематические схемы подъемной лебедки, механизма открывания ковша, поворотного и ходового механизмов, схемы пневмосистемы и электрооборудования экскаватора ЭКСГ-5 полностью соответствуют схемам экскаватора ЭКГ-5 и поэтому здесь не приводятся.

Схемы навески канатов на экскаваторах ЭКСГ-5 и ЭКСГ-3,2У также полностью соответствуют схемам навески на экскаваторе ЭКГ-5.

Конструкция большинства узлов этой машины повторяет соответствующие конструкции экскаватора ЭКГ-5. Общим для обеих моделей ЭКСГ-5 и ЭКГ-5 является все рабочее оборудование лопат, за исключением подкосов

Таблица II-29

Основные размеры экскаватора ЭКСГ-5Д

Параметры	Обозначение на рис. II-58	Размер, м
Рабочие		
Длина стрелы	L	30
Угол наклона стрелы	α	22—38 (градусы)
Наибольший радиус копания	R	37
Наибольшая глубина копания	h	16,5
Наибольшая высота выгрузки	H	12

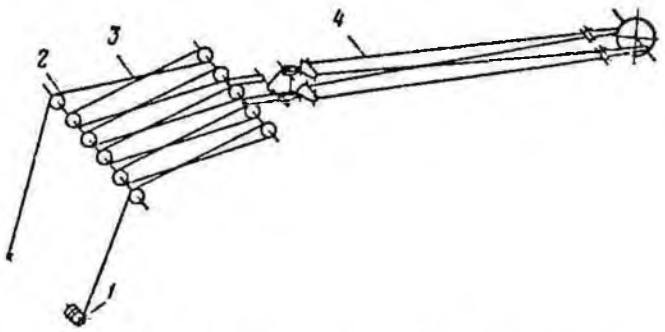


Рис. II-60. Схема навески канатов подвески стрелы драглайна экскаватора ЭКСГ-5Д:

1 — стреловая лебедка; *2* — блоки стойки; *3* — стреловой канат; *4* — канат подвески стрелы

напорного узла и подвесок стрелы, которые отличаются длиной. Машины ЭКСГ-5 может работать с оборудованием драглайна, которое описано ниже.

Ходовая тележка экскаватора ЭКСГ-5 от ходовой тележки экскаватора ЭКГ-5 отличается только дополнительной установкой аутригеров, предназначенных для снижения удельных давлений на грунт при копании, и уширенными гусеничными цепями. Принципиальная гидравлическая схема аутригеров представлена на рис. II-58.

Поворотная платформа экскаватора ЭКСГ-5 на 0,5 м длиннее платформы карьерной модели Здесь в передней части платформы вместо напорной лебедки установлена более мощная универсальная напорно-тяговая лебедка драглайна и лопаты. В дополнение к описанным выше узлам и агрегатам на поворотной платформе экскаватора ЭКСГ-5 размещена стреловая лебедка драглайна. На двуногой стойке при работе машины с оборудованием драглайна или крана устанавливается ось с блоками.

В рабочее оборудование драглайна входят сварная четырехгранная решетчатая стрела, подвеска, опорная стойка с блоками стрело-

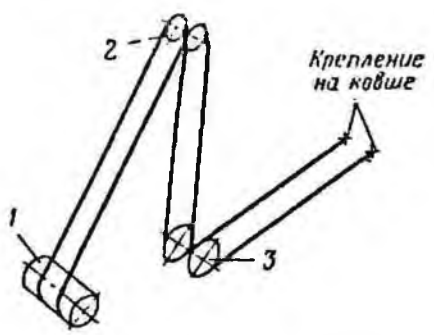


Рис. II-61. Схема навески тяговых канатов драглайна экскаватора ЭКСГ-5Д:

1 — барабан напорно-тяговой лебедки; *2* — блоки стойки; *3* — блоки наводки

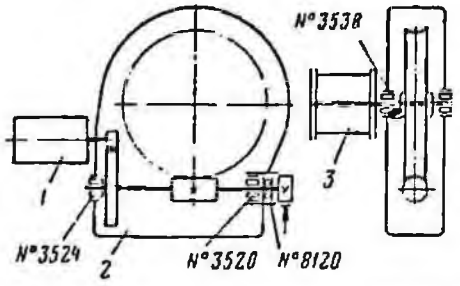


Рис. II-62. Кинематическая схема стреловой лебедки драглайна экскаватора ЭКСГ-5Д:

1 — электродвигатель; *2* — редуктор; *3* — барабан

подъемного полиспаста для направления тяговых канатов, установка направляющих блоков и ковш.

К ковшу драглайна относятся корпус с упряжью, подвеска ковша с уравнительной системой и соединенная с ней траверса тяговой упряжки. Корпус ковша сварно-литой арочной конструкции с одним режущим зубом и полукруглым днищем.

Стрела состоит из трех соединенных между собой секций, установки головного блока, опорных роликов и лестниц.

Головной блок, установленный на траверсу через упорный роликоподшипник и латунные втулки, способен свободно покачиваться, следя за боковыми отклонениями ковша. Опорные ролики призваны поддерживать подъемные канаты при провисании последних. Схема навески подъемных канатов драглайна дана на рис. II-59. Стрела снизу опирается через ось на подпятники поворотной платформы и удерживается в наклонном положении подвеской, прикрепленной к торцам траверсы головного блока.

Подвеска стрелы имеет четыре каната, соединенных балансирами, и полиспаст, подвижная обойма которого размещена в верхней

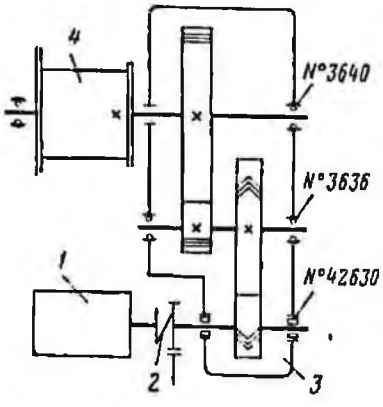


Рис. II-63. Кинематическая схема напорно-тяговой лебедки экскаватора ЭКСГ-5Д:

1 — электродвигатель; *2* — муфта; *3* — редуктор; *4* — барабан напорной лебедки

части опорной стойки, а неподвижная — на двуногой стойке. Схема навески канатов подвески стрелы драглайна показана на рис. II-60. Опорная стойка представляет собой сварную конструкцию рамного типа, шарнирно опирающуюся на пяты стрелы. Опорная стойка снабжена площадками для обслуживания установленных на ней блоков.

Два блока направления тяговых канатов смонтированы на горизонтальной оси в обойме, способной покачиваться при боковых отклонениях ковша от закрепленных в опорном кронштейне вертикальных осей. Через опорный кронштейн узел направления тяговых канатов крепится к поворотной платформе. Схема навески тяговых канатов драглайна показана на рис. II-61.

Благодаря тому, что верхние блоки направления тяговых канатов размещены на опорной стойке, углы перегиба канатов на ручьях барабана и у блоков малы. Подъем (опускание) и изменение углов наклона стрелы драглайна и опорной стойки осуществляются с помощью стреловой лебедки. Канат, закрепленный на барабане лебедки через полиспаст, связывает вершину опорной стойки с блоками на двуногой стойке. Стреловая лебедка представляет собой собранный на сварном основании агрегат, состоящий из двухступенчатого редуктора с барабаном, тормоз, командоаппарат и фланцевый двигатель. Кинематическая схема стреловой лебедки драглайна дана на рис. II-62.

Первая ступень редуктора прямозубая. Шестерня этой передачи посажена на вал электродвигателя, сцентрированного в расточке корпуса редуктора и прикрепленного к нему болтами. Колесо первой ступени связано с валом однозаходного червяка второй ступени, колесо которой посажено на двухопорный консольный вал с закрепленным на нем барабаном. Подшипники первого червячного вала смазываются жидкой смазкой из ванны редуктора, а подшипники второго вала — солидолом.

Для обеспечения стабильного положения стрелы при копании используется колодочный нормально замкнутый тормоз с электрогидравлическим толкателем. Питание электродвигателя стреловой лебедки при заданных углах наклона стрелы отключается с помощью командоаппарата, который установлен на кожухе редуктора и соединен цепной передачей с валом червячного колеса.

Также с помощью командоаппарата отключается и двигатель напорно-тяговой лебедки, что позволяет исключить удары концевых упоров рукояти о седло напорного механизма лопаты и ковша драглайна о блоки направления тяговых канатов.

Напорно-тяговая лебедка имеет редуктор с консольным валом, барабан, опору вала барабана, эластичную муфту, тормоз и электродвигатель с вентиляционной установкой. Тормоз и вентиляционная установка напорно-тяговой лебедки сходны по конструкции с упомянутыми агрегатами подъемной лебедки. Кинематическая схема напорно-тяговой лебедки показана на рис. II-63.

Обе ступени редуктора напорно-тяговой лебедки размещены в общем литом корпусе с масляной ванной. Быстроходная пара редуктора — шевронная, тихоходная — прямозубая. Валы редуктора установлены на подшипниках качения. Смазка зубчатых передач и опорных подшипников редуктора — жидкая разбрызгиванием. На опирающемся на выносную опору тихоходном валу редуктора закреплен сваренный из двух литых частей барабан, который снабжен ручьями для навивки напорных канатов лопаты и тяговых канатов драглайна. Смазка подшипника выносной опоры — консистентная с помощью шприца.

Экскаватор ЭКГ-6,3-О

Экскаватор ЭКГ-6,3-О — мощная полноповоротная механическая лопата на гусеничном малоопорном ходу, унифицированная с экскаватором ЭКГ-3,2У. Экскаватор ЭКГ-6,3-О предназначен для складирования пород вскрыши в отвалы открытых горных работ горнодобывающей промышленности, а также может применяться на складах, эстакадах и перегрузочных пунктах.

Техническая характеристика экскаватора ЭКГ-6,3-О

Емкость основного ковша, м³	6,3
Длина стрелы, м	16
Длина рукояти, м	13,77
Напряжение питающей сети, в	3000/6000
Мощность электродвигателя, квт:	
приводного	320 (400)
подъема	230
напора	75
поворота	2×75
хода	2×54
Усилие, тс:	
подъема наибольшее	50
напора наибольшее	35
тяговое двух гусениц наибольшее	130
Скорость передвижения по горизонтальному пути, км/ч	0,65
Среднее удельное давление на грунт, кгс/см²	1,7
Теоретическая продолжительность цикла, сек	23—27 *
Масса, т:	
экскаватора	285
в том числе противовеса	34
Наибольший радиус копания, м	19,8
Наибольшая высота копания, м	18,3
Радиус копания на уровне стояния, м	12,8
Наибольший радиус выгрузки, м	17,9
Наибольшая высота выгрузки, м	14,5
Габаритная высота, м:	
двуногой стойки	9,6
кузова	7,64
Просвет под поворотной платформой, м	1,9
Габаритный радиус поворотной платформы, м	7
Габаритная длина гусениц, м	6,66
Ширина гусеничного хода, м	6,25
Ширина гусеничного звена, м	1,4
Глубина копания ниже уровня стояния, м	2,5

* Соответственно при повороте на угол 90—135°.

Конструкция укрупненных узлов, кинематические схемы отдельных механизмов и схемы электрооборудования у экскаватора ЭКГ-6,3-О такие же, как у экскаватора ЭКГ-3,2У.

Экскаватор ЭКГ-6,3-О состоит из следующих укрупненных узлов:

рабочего оборудования, выполняющего функции экскавации породы и выгрузки ее в отвал;

поворотной платформы, на которой смонтированы рабочее оборудование и механизмы экскаватора;

ходовой тележки.

К рабочему оборудованию относятся стрела, рукоять, ковш с механизмом торможения днища, механизм открывания ковша, подвеска стрелы, напорный узел и подкосы.

На поворотной платформе установлены подъемная и напорная лебедки, демпфирующее устройство, поворотный механизм, компрессор пневмосистемы, кабина машиниста, слесарный верстак, шкаф для инструмента и одежды, преобразовательный агрегат, трансформаторы, токосъемник, панели и другое электрооборудование.

Ходовая тележка состоит из нижней рамы, гусеничного хода и привода хода. На нижнюю раму опирается через роликовый круг поворотная платформа, связанная с рамой центральной цапфой. Привод хода раздельный на каждую гусеницу.

Отличительной особенностью экскаватора ЭКГ-6,3-О, выполненного на базе экскаватора ЭКГ-5, является удлиненное рабочее оборудование (стрела и рукоять), ковш увеличенной до 5,6—6,3 м³ емкости и уширенные гусеницы.

Большой коэффициент разрыхления и малая связность пород в отвальном забое позволяют использовать ковш облегченного типа. Ковш имеет сварно-литую конструкцию. Его козырек и пятка выполнены из марганцовистой стали, верхний и нижний пояса задней стенки — литые из стали 35Л-П или 14Х2МР-Л, остальные части ковша — из листов низколегированной стали 10ХСНД. Передняя стенка уширена,

что дает возможность для более эффективного заполнения ковша породой на малой высоте черпания.

Для уменьшения удельного давления на грунт траки гусеничного хода приняты шириной 1400 мм.

Для отвальных работ вследствие изменения физико-механических свойств пород и уменьшения высоты черпания величины усилий в приводе подъема и напора составляют 70—80% величины усилий, рассчитанных для условий экскавации. Резко отличается и режим работы электродвигателей главных приводов: подъема, напора и поворота.

Эффективность использования рассмотренных экскаваторов во многом зависит от их правильной эксплуатации и обслуживания. При этом следует иметь в виду, что для данных экскаваторов характерно следующее: при работе экскаватора большинство его узлов подвержено воздействию динамических, часто повторяющихся нагрузок, поэтому эксплуатация этих машин должна сопровождаться внимательным наблюдением за их прочностью и степенью износа. При эксплуатации экскаваторов следует обеспечивать надежную затяжку разъемных соединений и своевременную регулировку подвижных соединений. Перед каждой сменой, как правило, производится внешний осмотр всех узлов машины. Трещины в несущих конструкциях после вырубки завариваются качественными электродами. Смазка и обслуживание механизмов производятся в строгом соответствии с инструкциями. Утечки масла в подвижных и неподвижных соединениях должны быть устранены.

Необходимо поддерживать равномерное натяжение возвратного и напорного канатов лебедки напора. Подъемные канаты должны быть натянуты так, чтобы ковш с рукоятью располагался симметрично относительно продольной осевой плоскости машины.

Настройка всех командоаппаратов должна обеспечивать своевременное отключение (включение) соответствующих приводов главных механизмов.

Изношенные до величины угрожающей прочности зубчатые пары всех механизмов машины заменяются комплектно, а после замены производится необходимая регулировка зацеплений и опорных подшипников, а также обкатка редуктора с последующей проверкой правильности зацеплений.

Необходимо регулярно контролировать работу тормозов и осуществлять их необходимую регулировку.

При эксплуатации следует следить за тем, чтобы засов ковша лопаты имел ход не менее 40 мм и перемещался в окне пятки передней стенки. Регулировка перекрытия пятки ковша засовом осуществляется с помощью дистанционных шайб. Длина цепи днища ковша должна обеспечивать прямой угол между рычагом и цепью в момент открывания ковша.

Зубья ковша должны быть плотно посажены на переднюю стенку с соблюдением зазоров по торцам их хвостовиков. Заменять зубья ковша следует после их примерно 60%-ного износа по высоте. Эксплуатация машины с сильно изношенными зубьями влечет за собой резкое повышение энергоемкости копания и снижение производительности экскаватора.

ГЛАВА 3

ШАГАЮЩИЕ ЭКСКАВАТОРЫ-ДРАГЛАЙНЫ

§ 1. Развитие шагающих драглайнов

Наличие благоприятных горно-геологических условий позволяет весьма эффективно использовать на ряде карьеров шагающие экскаваторы-драглайны.

В СССР первый шагающий драглайн ЭШ-1 с ковшом емкостью 3,6 м³ и стрелой длиной 36 м создан в 1946 г. В 1950 г Уралмашзавод выпустил две машины с ковшом емкостью 14 м³ и стрелой длиной 65 м. С этого периода начинается производство драглайнов различных типов. В новых моделях драглайнов коренным образом переработаны все металлоконструкции (стрела, поворотная платформа, опорная рама с башмаками), усилены зубчатый венец, редукторы поворотного механизма, улучшена гидросистема механизма шагания. В 1970 г. Уралмашзавод приступил к изготовлению драглайна с ковшом емкостью 80 м³ и стрелой длиной 100 м.

Начало проектирования крупных шагающих экскаваторов на Уралмашзаводе относится к первым годам послевоенного периода. Первый шагающий драглайн с ковшом емкостью 14 м³ и стрелой длиной 65 м был закончен производством в 1949 г. По существу это явилось основой для развития новой отрасли машиностроения — тяжелого экскаваторостроения. В течение непродолжительного периода на базе основной машины был выпущен целый ряд экскаваторов различных типоразмеров, в том числе ЭШ-10/75 с ковшом емкостью 10 м³ и стрелой длиной 75 м, ЭШ-14/75 с ковшом емкостью 14 м³ и стрелой длиной 75 м, ЭШ-20/65 с ковшом емкостью 20 м³ и стрелой длиной 65 м.

В 1956 г. был принят в производство уникальный шагающий драглайн с ковшом емкостью 25 м³ и стрелой длиной 100 м — ЭШ-25/100.

В конце 50-х годов базовая машина ЭШ-14/75 подверглась коренной переработке и на ее основе была создана новая модель — ЭШ-15/90, имеющая ковш емкостью 15 м³ и стрелу длиной 90 м.

При создании всех этих машин были использованы оригинальные решения узлов, найденные конструкторами Уралмашзавода. Это относится к гидравлическому механизму передвижения, вантовой стреле с одним жестким поясом, работающим на сжатие, общей компоновке машины, связанной с направлением рабочих канатов, и др.

Мощные шагающие экскаваторы Уралмашзавода к настоящему времени составляют основное вскрышное оборудование крупнейших горнорудных предприятий страны, таких, как Орджоникидзевский ГОК, Соколовско-Сарбайский горно-обогатительный комбинат, Черемховский и Райчихинский угольные карьеры, карьеры Курской магнитной аномалии, бокситовые карьеры и т. д. Оснащение этими машинами обеспечивает быстрое развитие прогрессивного и наиболее экономичного открытого способа добычи полезных ископаемых по бестранспортной схеме, при котором себестоимость добычи полезного ископаемого снижается в 3—4 раза, а производительность труда возрастает в 4 раза и более по сравнению с шахтным способом добычи.

Конструкции экскаваторов-драглайнов, выпускаемых отдельными заводами, постоянно совершенствуются, что позволяет достигать высоких технико-экономических показателей при эксплуатации данных машин.

§ 2. Конструкции шагающих экскаваторов-драглайнов Ново-Краматорского завода тяжелого машиностроения

Экскаватор ЭШ-5/45М

Экскаватор ЭШ-5/45М — электрическая землеройная машина с рабочим оборудованием драглайна на шагающем ходу. Экскаватор предназначен главным образом для выемки пород с I по IV категорию при производстве вскрышных работ по бестранспортной системе с укладкой породы в выработанное пространство или на борт карьера.

Экскаватор может применяться на карьерах угольной промышленности, черной и цветной металлургии, промышленности строительных материалов, а также при строительстве каналов, ирригационных систем и различных гидротехнических сооружений.

Невысокие значения удельных давлений на грунт при передвижении и работе в сочетании с высокой маневренностью позволяют использовать экскаватор для работы на слабых грунтах и в стесненных условиях.

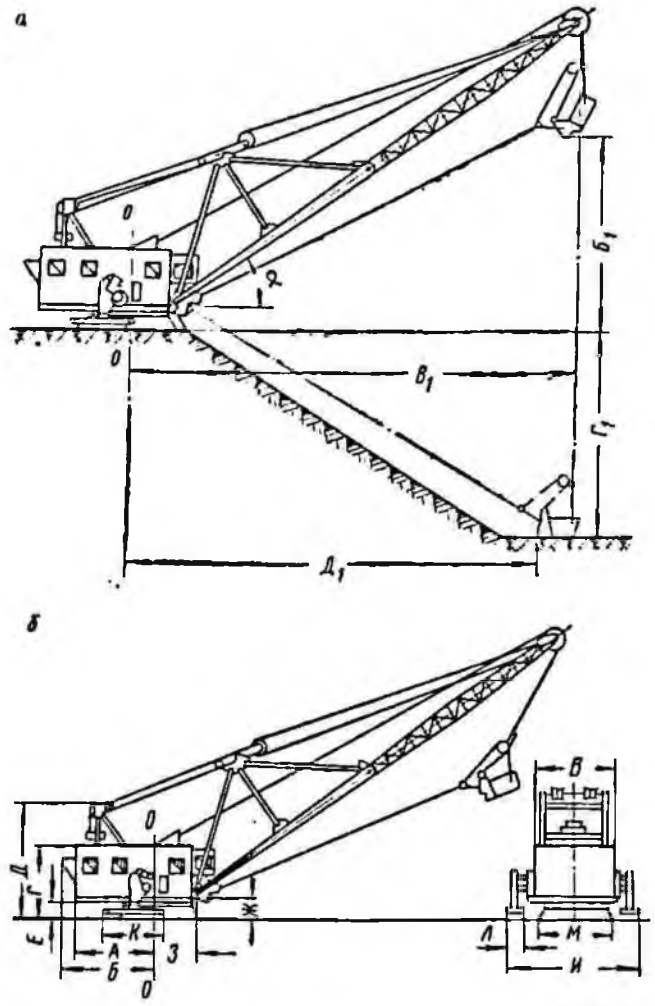


Рис. II-64. Основные размеры экскаватора ЭШ-5/45 (*ОО* — ось вращения):

а — рабочие; б — конструктивные

Техническая характеристика экскаватора ЭШ-5/45М

Емкость ковша при разработке и перевалке пород, м³:	
I и II категорий	6
III и IV категорий	5
Длина стрелы, м	45
Угол наклона стрелы к горизонтали, градус	25—35
Расчетная продолжительность рабочего цикла при угле поворота на выгрузку 135° (не более), сек	42
Уклон при шагании (не более), градус:	
продольный при отсутствии поперечного уклона	8
поперечный при отсутствии продольного уклона	3
Уклон при работе (не более), градус:	
продольный	1
поперечный	1
Среднее удельное давление на грунт, кгс/см²:	
при работе	0,6
при шагании	1,1
Скорость передвижения (не более), км/ч	0,48
Тяговая лебедка:	
средняя скорость подъема ковша, м/сек	2,1
наибольшее усилие в тяговом канате, тс	30
Подъемная лебедка:	
средняя скорость подъема ковша, м/сек	2,1
наибольшее усилие в подъемном канате, тс	25
Поворотный механизм:	
диаметр роликового круга (средний), м	7,2
скорость вращения поворотной платформы при установившемся движении, об/мин	1,79
момент инерции вращающихся частей экскаватора, тс·м·сек²	4190
допустимое угловое ускорение вращающихся частей экскаватора, 1/сек²	0,04
Лебедка подъема стрелы:	
средняя скорость каната, м/сек	0,067
грузоподъемность (не более), т	5
Мостовой кран:	
грузоподъемность (не более), т	2×5
привод	Электрический переменного тока
Электрооборудование:	
вид силового оборудования	Электрический
вид управления главными приводами	Электрический
система управления главными приводами	Г—Д с силовыми магнитными усилителями и критическим самовозбуждением генераторов
подводимый ток	Переменный +5%
напряжение, в	6000—10%
частота, гц	50
средняя потребляемая мощность (не более), квт	500
мощность приводного электродвигателя преобразовательного агрегата (не более), ква	660
номинальный ток наружной высоковольтной подключительной ячейки (не более), а	100
марка и сечение наружного высоковольтного питающего кабеля, мм²	КВШВГ 3×20+1×10
Масса, т:	
экскаватора без запасных частей и противовеса	285
противовеса	10
Работа экскаватора разрешена:	
над уровнем моря (не выше), м	1000
при скорости ветра (не более), м/сек	20
при температуре окружающей среды, °С	От +35 до —40

Основные размеры экскаватора приведены на рис. II-64 и в табл. II-30, а размеры и масса отдельных узлов даны в табл. II-31.

Экскаватор ЭШ-5/45М (рис. II-65) состоит из следующих основных узлов: рабочего обору-

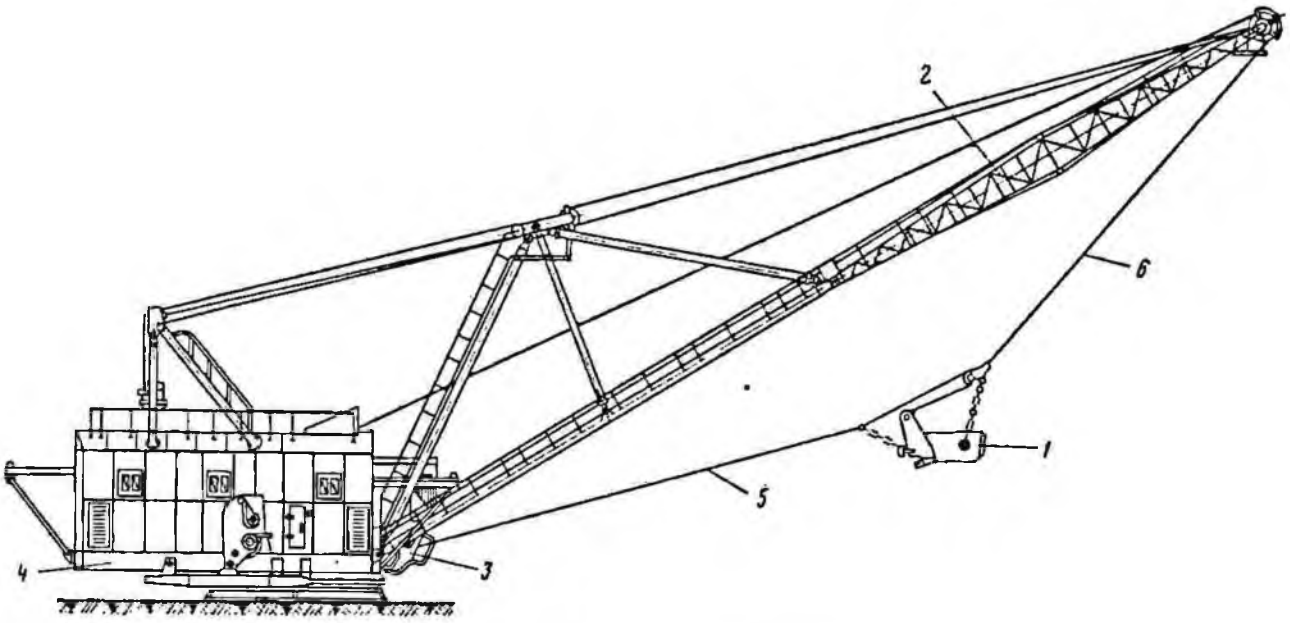


Рис. II-65. Экскаватор ЭШ-5/45М:

1 — ковш с упряжью; *2* — стрела с подвеской; *3* — блоки направления; *4* — поворотная платформа; *5* — тяговый канат; *6* — подъемный канат

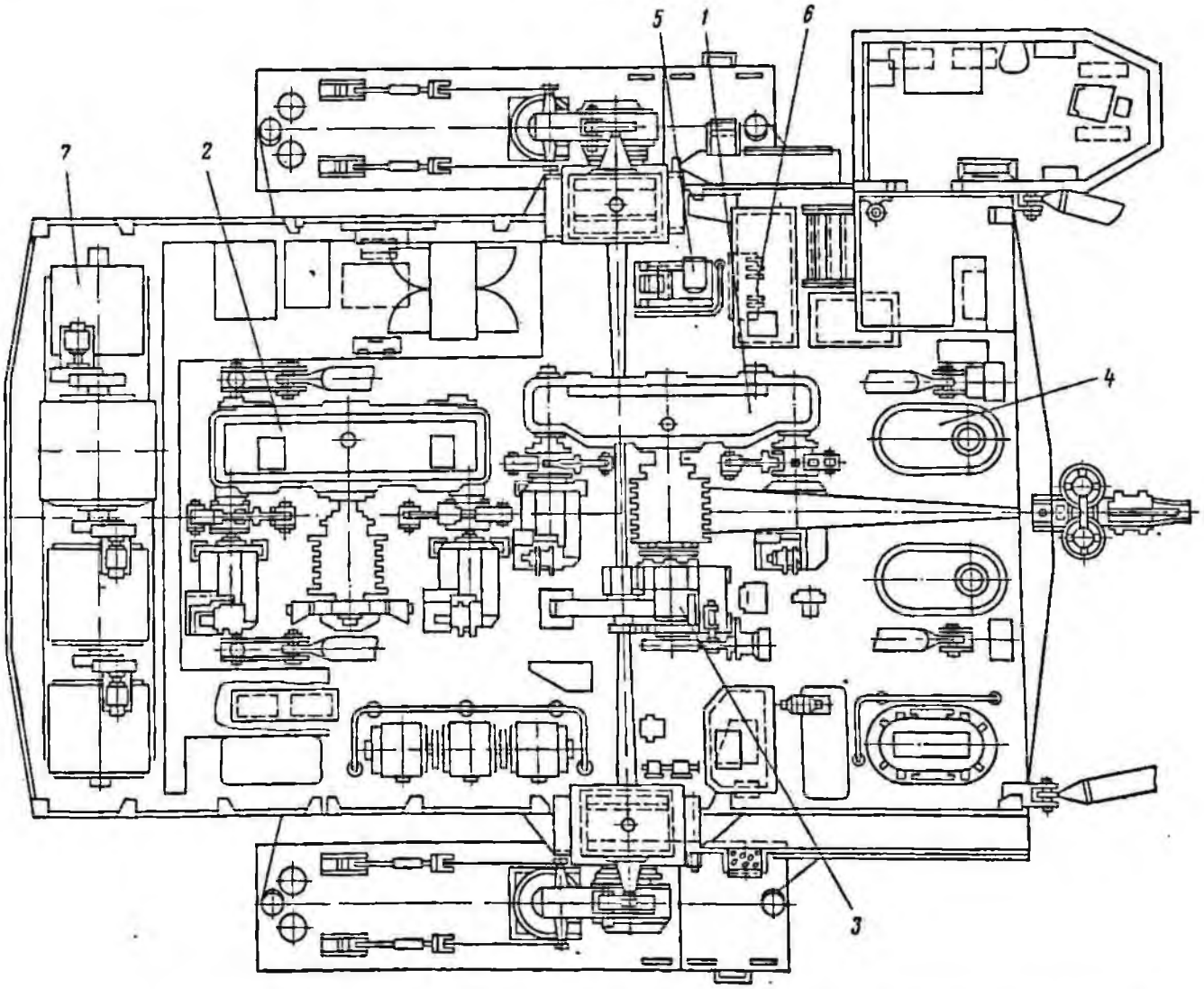


Рис. II-66. План расположения оборудования на поворотной платформе экскаватора ЭШ-5/45М:

1 — тяговая лебедка; *2* — подъемная лебедка; *3* — механизм шагания; *4* — поворотный механизм; *5* — пневматическая система управления; *6* — система смазки; *7* — электрооборудование

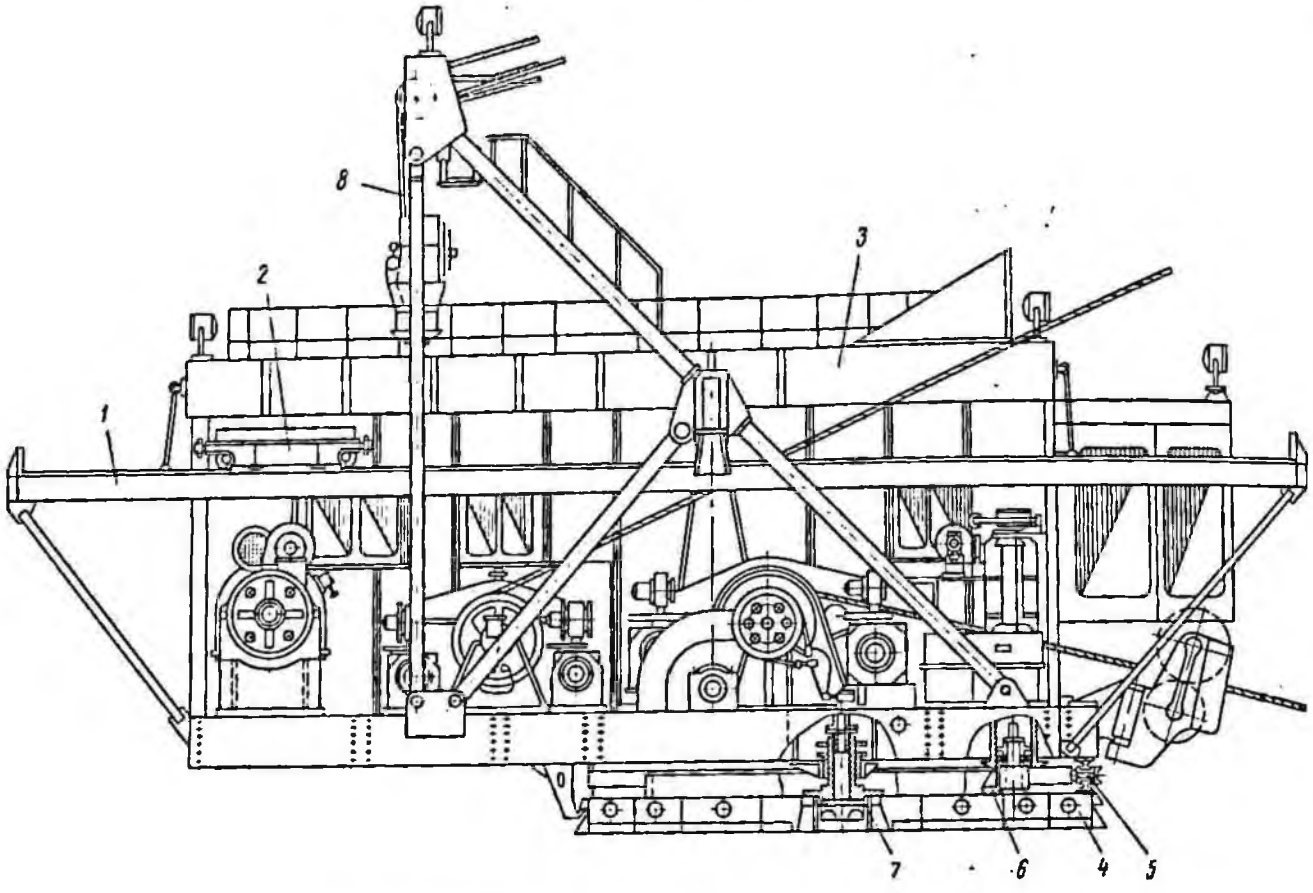


Рис. II-67. Продольный разрез экскаватора ЭШ-5/45М:

1 — подкрановые пути; *2* — мостовой кран; *3* — кузов с кабиной машиниста; *4* — база опорной части экскаватора; *5* — роликовый круг опорной части экскаватора; *6* — зубчатый венец опорной части экскаватора; *7* — центральная цапфа опорной части экскаватора; *8* — А-образная ферма

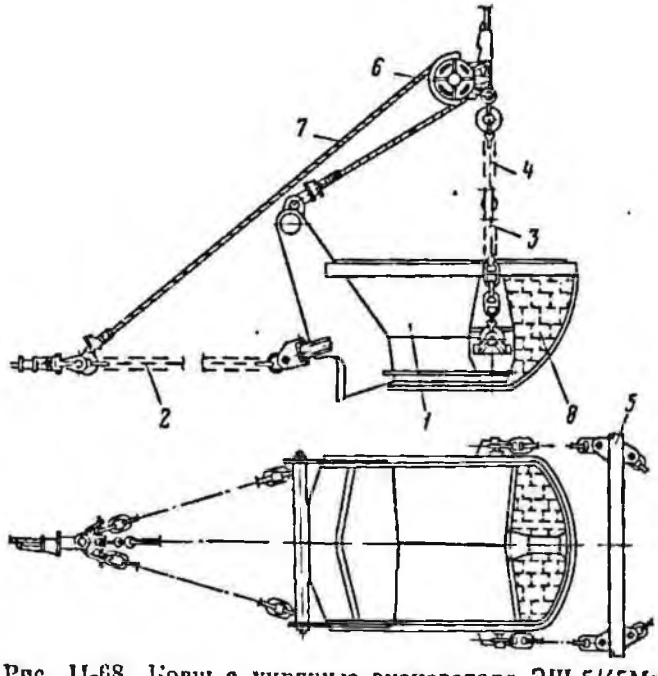


Рис. II-68. Ковш с упряжью экскаватора ЭШ-5/45М:

1 — ковш; *2* — тяговые цепи упряжи; *3*, *4* — нижние и верхние подъемные цепи упряжи; *5* — коромысло; *6* — разгрузочный блок; *7* — разгрузочный канат; *8* — задняя стенка ковша

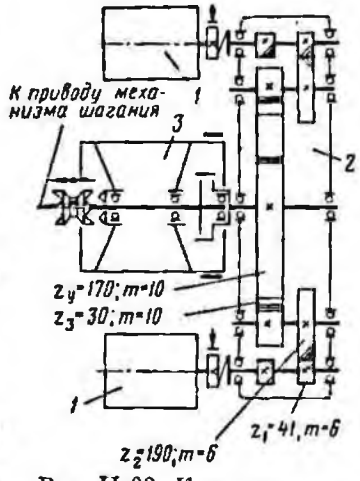


Рис. II-69. Кинематическая схема тяговой лебедки экскаватора ЭШ-5/45М:

1 — электродвигатель; *2* — редуктор; *3* — барабан

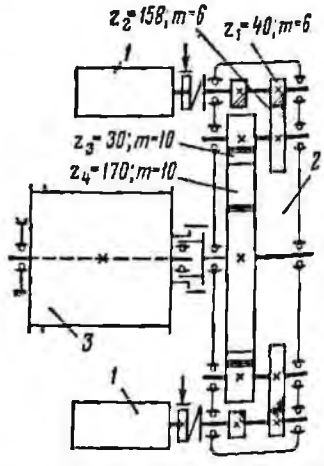


Рис. II-70. Кинематическая схема подъемной лебедки экскаватора ЭШ-5/45М:

1 — электродвигатель; *2* — редуктор; *3* — барабан

Таблица II-30

Основные размеры экскаватора ЭШ-5/45М

Параметры	Обозначение на рис. II-64	Размер, м
Рабочие		
Наибольший радиус черпания	$Д_1$	42,5
Наибольшая глубина черпания	$Г_1$	22
Наибольший радиус выгрузки	$В_1$	43,5
Наибольшая высота выгрузки	$Б_1$	19,5
Конструктивные		
Радиус вращения:		
хвостовой части подкрановых балок	$Б$	12,44
хвостовой части кузова	$А$	9,625
оси пят стрелы	$З$	3,4
Высота:		
надстройки над уровнем земли	$Д$	11,378
крыши кузова над уровнем земли	$Г$	6,92
Просвет под поворотной платформой	$Е$	1,038
Высота оси пят стрелы над уровнем земли	$Ж$	1,91
Ширина:		
экскаватора	$И$	11,5
кузова	$В$	7,55
лыжи	$Д$	1,55
Длина лыжи	$К$	7
Диаметр базы	$М$	7,7

дования, в состав которого входят ковши с упряжью, стрела с подвеской, блоки направления, тяговые и подъемные канаты, поворотная платформа.

На поворотной платформе (рис. II-66) установлено следующее оборудование: тяговая и

Таблица II-31

Размеры и масса некоторых узлов экскаватора ЭШ-5/45М

Узел	Размеры, м			Масса, т
	длина	ширина	высота	
Ковш с упряжью	3,5	2,5	2,4	5,4
Стрела с подвеской	45	7,2	8,5	17,9
Поворотная платформа:				
средняя секция	13,4	3,4	0,74	22,6
боковая секция	13,4	2,4	0,74	9,8
Надстройка	8,6	9,05	9,4	11,5
Тяговая лебедка	4,1	2,8	2,2	17
Подъемная лебедка	3,3	2,9	2,1	14,3
Поворотный механизм	1,8	1,4	3,5	10,7
Шагающий механизм	11,5	4,1	2	36,5
База	7,7	7,7	0,6	30,8
Главный преобразовательный агрегат	6,9	1,6	2,7	29

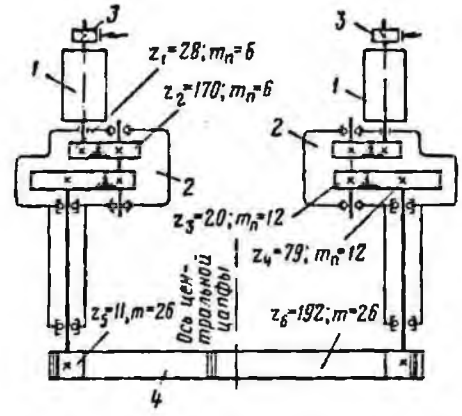


Рис. II-71. Кинематическая схема поворотного механизма экскаватора ЭШ-5/45М:

1 — двигатель; *2* — редуктор; *3* — тормоз; *4* — зубчатый венец

подъемная лебедки, шагающий и поворотный механизмы, пневматическая система управления, системы смазки и электрооборудование. На рис. II-67 показано основное оборудование экскаватора в продольном разрезе.

Ковш с упряжью (рис. II-68) емкостью 6 м³ выполнен сварным с полукруглой режущей кромкой. Для уменьшения залипания грунтом задняя стенка ковша выполнена из цепей. Ковш соединен с подъемным и тяговым канатами посредством упряжи, состоящей из тяговых цепей, нижних и верхних подъемных цепей, коромысла, разгрузочного блока и разгрузочного каната. В полевом комплекте запасных частей поставляется ковш емкостью 5 м³ с зубьями, предназначенный для разработки пород III и IV категорий.

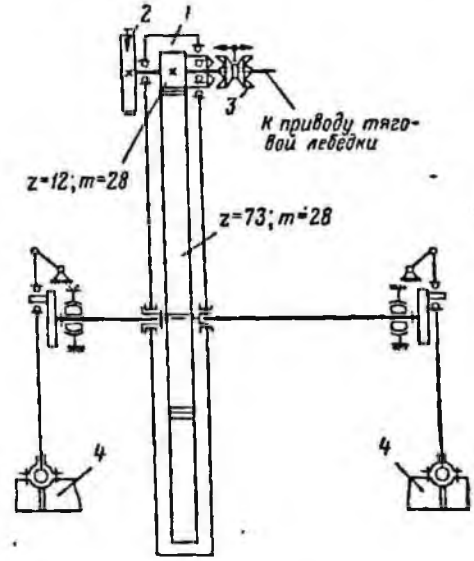


Рис. II-72. Кинематическая схема механизма шагания экскаватора ЭШ-5/45М:

1 — зубчатая передача с кожухом; *2* — тормоз; *3* — муфта включения; *4* — лыжа

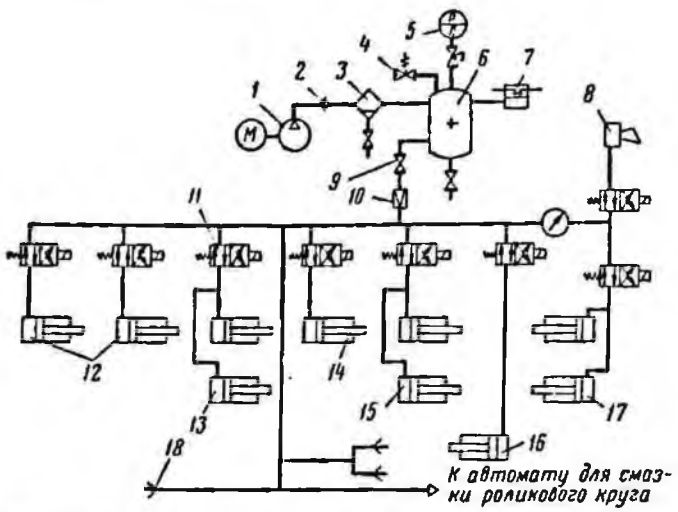


Рис. II-73. Пневматическая схема управления экскаватором ЭШ-5/45:

1 — компрессор; *2* — обратный клапан; *3* — маслоотделитель; *4* — предохранительный клапан; *5* — манометр; *6* — воздухосборник; *7* — реле давления; *8* — пневматический сигнал; *9* — запорный вентиль; *10* — редукционный клапан; *11* — электропневматический распределитель; *12* — гидроцилиндры механизма переключения кулачковой муфты; *13* — гидроцилиндры тормозов подъемной лебедки; *14* — гидроцилиндр тягового барабана; *15* — гидроцилиндры тормозов тяговой лебедки; *16* — гидроцилиндр тормоза механизма шагания; *17* — гидроцилиндры тормозов поворотного механизма; *18* — форсунки

Стрела представляет собой пространственную трехгранную конструкцию, выполненную из труб, угольников и канатов. Стрела состоит из верхней и нижней частей, соединенных шарнирно между собой. Вертикальные нагрузки воспринимаются нижним и верхним поясами стрелы. Верхний пояс представляет собой подвеску головной части с двумя ветвями стального каната. Горизонтальные нагрузки воспринимаются нижним поясом, имеющим форму треугольника. В рабочем положении стрелу удерживает десятикратный полиспаст, соединяющий вершину пирамиды нижней части стрелы с вершиной надстройки. На головной части стрелы установлен следящий блок, который может покачиваться вслед за качанием подъемного каната.

Блоки направления служат для направленного движения тягового каната. Конструкция блоков направления обеспечивает отклонение каната в вертикальной и горизонтальной плоскостях без излома его оси. Для этой цели предусмотрены два вертикальных и два горизонтальных блока. Все блоки вращаются на подшипниках качения, корпус блоков может поворачиваться вокруг своей оси на подшипниках качения.

Поворотная платформа служит основанием для установки на ней рабочего оборудования, механизмов и систем и вместе с рабочим оборудованием составляет поворотную часть экскаватора. Она представляет собой рамную сварную металлоконструкцию и состоит из трех транспортабельных секций: средней и двух боковых. В средней секции вварены стаканы для центральной цапфы и редукторов механизма поворота. К верхней части секции приварены башмаки для крепления надстройки. В боковых секциях имеются тумбы для установки шагающего механизма и крепления подкосов надстройки. К боковым секциям приварены пяты стрелы и подхваты, предназначенные для подъема края базы при шагании.

Надстройка служит опорой для подвески стрелы, а также для увеличения жесткости при

Таблица II-32

Рекомендуемые сорта смазки для экскаватора ЭШ-5/45М

Температура, °С	Основной сорт		Заменитель	
	Марка	ГОСТ, ТУ	Марка	ГОСТ, ТУ
От +5 до —35	Масло П-28	ГОСТ 6480—53	Масло цилиндровое 24	ГОСТ 1841—51
От +5 до —40	Масло автотракторное АСЗП-10	МРТУ12Н № 32—68		
От +5 до —35	Масло цилиндровое 24	ГОСТ 1841—51	Масло трансмиссионное автотракторное летнее	ГОСТ 542—50
От +5 до +35	Масло компрессорное Т	ГОСТ 1861—54	—	—
От +5 до —40	Масло компрессорное М	ГОСТ 1861—54	—	—
От +5 до +35	Смазка графитная УСс-2	ГОСТ 4366—64	—	—
От +5 до —40	Смазка ЦИАТИМ-201	ГОСТ 6267—59	—	—
	Смазка графитная УСсА	ГОСТ 3333—55	—	—
	Смазка канатная 39У	ГОСТ 5570—69	—	—

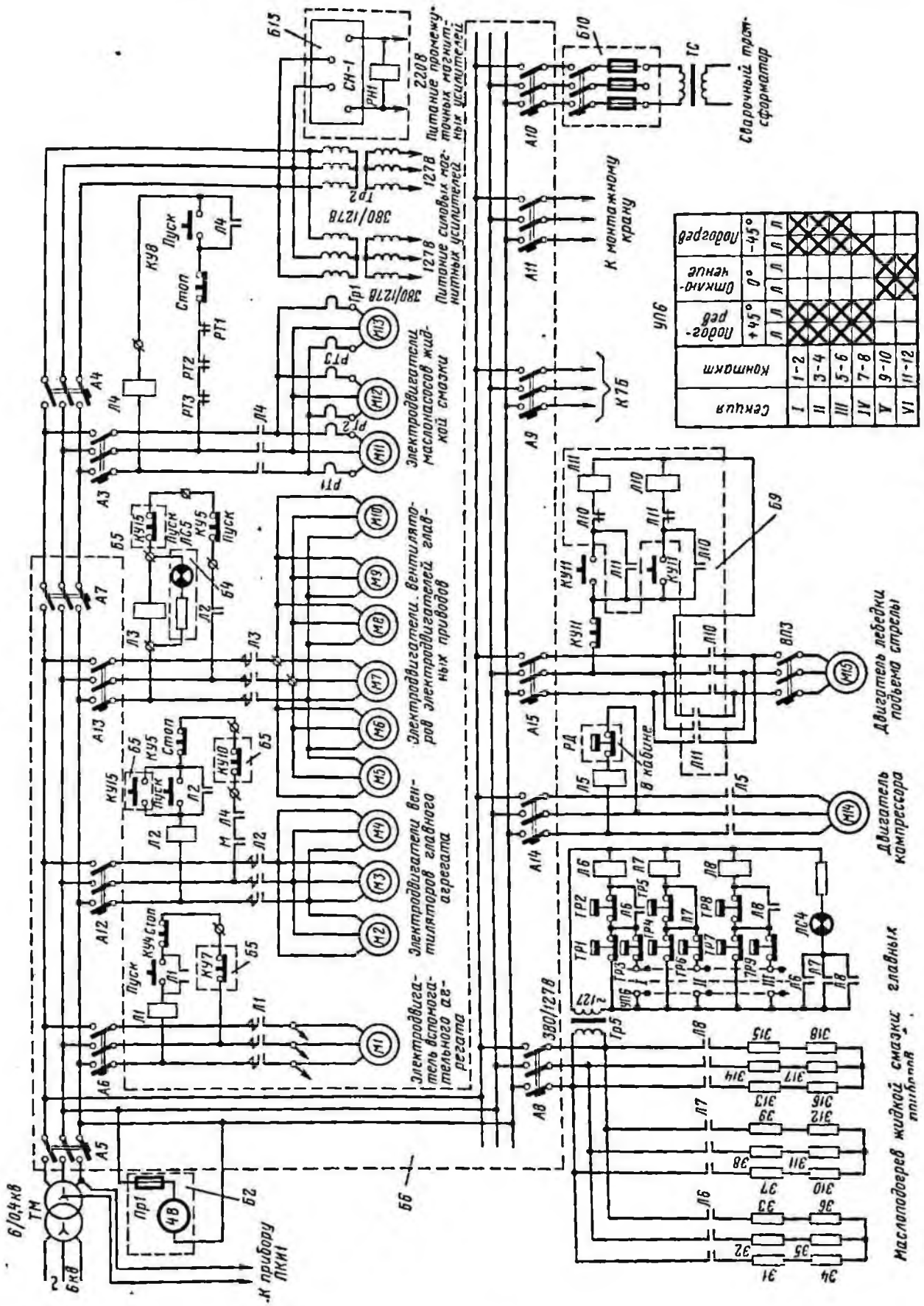


Рис. II-74. Схема управления вспомогательными приводами экскаватора ЭШ-5/45М

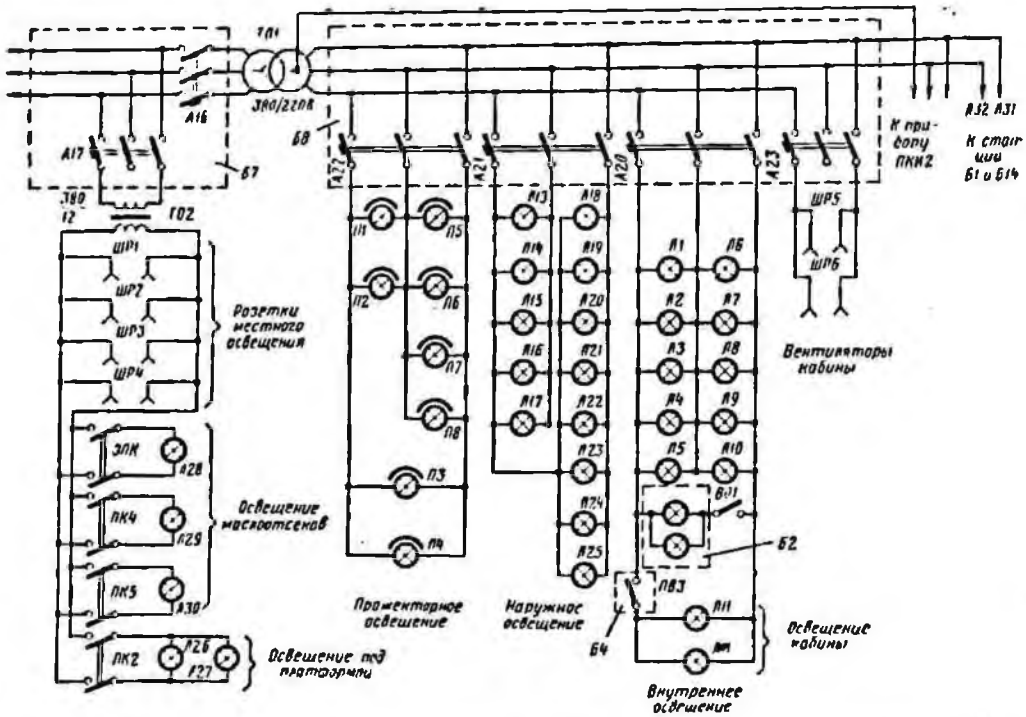
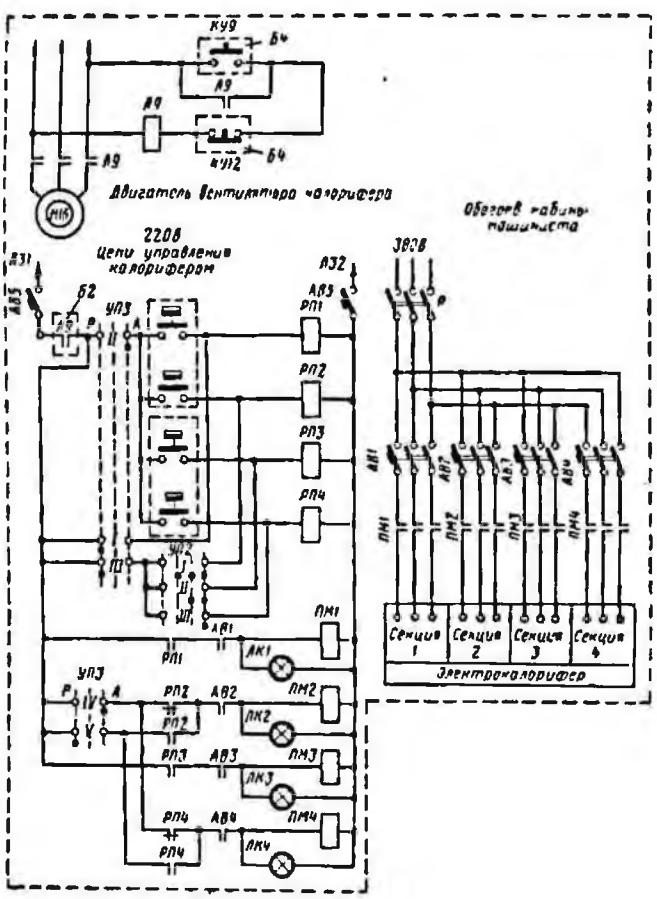


Рис. II-75. Схема управления освещением и обогревом экскаватора ЭШ-5/45М



совместной работе с поворотной платформой. На надстройке, состоящей из рамы, раскосов, подкосов и оттяжек, устанавливаются рама для лебедки подъема стрелы и кронштейны для подкранового пути. Все элементы надстройки соединены шарнирно. Надстройка соединена с поворотной платформой шарнирно с помощью башмаков.

Тяговая лебедка предназначена для осуществления операций копания и разгрузки ковша, кроме того, ее электродвигатели и редуктор используются как привод механизма шагания. Она состоит из электродвигателей, двухступенчатого редуктора, тягового вала, тягового барабана, механизма включения и выключения тягового барабана или механизма шагания.

Кинематическая схема тяговой лебедки показана на рис. II-69.

Подъем ковша к голове стрелы, его удержание в поднятом положении и опускание в забой осуществляются подъемной лебедкой, кинематическая схема которой показана на рис. II-70. Конструкция подъемной лебедки аналогична конструкции тяговой лебедки. На подъемной лебедке установлен командоаппарат, предотвращающий переподъем ковша у головы стрелы.

Поворотный механизм предназначен для осуществления поворота экскаватора на выгрузку и к забою. Механизм поворота состоит из двух одинаковых электродвигателей, одинаковых двухступенчатых редукторов, выходные валшестерни которых зацепляются с зубчатым венцом, закрепленным неподвижно на базе. Для торможения при обесточивании экскаватора, во время стоянок или в других случаях на поворотном механизме, подъемной и тяговой лебедках установлены аварийные пневматические колодочные тормоза.

Таблица II-33

Характеристика канатов

Назначение, место установки	ГОСТ	Диаметр, мм	Разрывное усилие, кгс	Длина, м
Тяговый	7669—69	45,5	135 500	65
Подъемный	7669—69	39	97 600	106
Разгрузочный (упряжь ковша)	7669—69	26,5	48 100	10
Подвеска стрелы	7669—69	26,5	48 100	230
Механизм возврата лыж первый	7669—69	26,5	48 100	2×5,2
Механизм возврата лыж второй	7669—69	12	10 450	2×4,8
Мостовой кран	3077—69	11,5	7 160	2×40

Таблица II-34

Якорные цепи упряжи ковша

Назначение цепи	Условное обозначение и ГОСТ	Калибр, мм	Разрывное усилие, кгс	Длина, мм
Тяговая	Ш46 ГОСТ 6345—65	46	117 600	2×2392
Подъемная верхняя	Ш34 ГОСТ 6345—65	34	43 700	2×952
Подъемная нижняя	П34 ГОСТ 6345—65	34	43 700	2×816

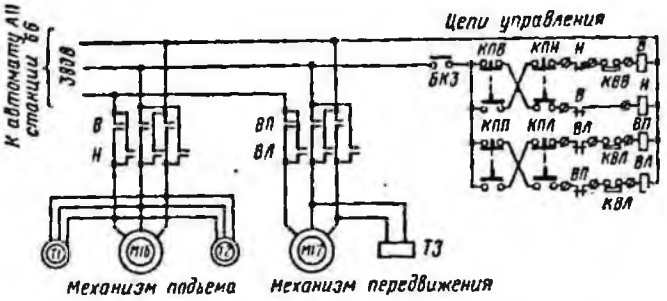


Рис. II-76. Схема управления мостовым краном экскаватора ЭШ-5/45М

Кинематическая схема поворотного механизма приведена на рис. II-71.

Приводом механизма шагания (рис.II-72) являются электродвигатели и редуктор тяговой лебедки. Шагающий механизм кривошипно-шатунного типа состоит из открытой зубчатой передачи, валов с эксцентриками, сферических подшипников, ног, лыж и механизма возврата лыж. При шагании экскаватор опирается на три точки: две лыжи и кромку базы. Шагание всегда осуществляется в направлении от стрелы. При работе экскаватора лыжи подняты вверх и удерживаются в верхнем положении ленточным тормозом.

База служит опорной частью экскаватора, она передает на грунт все возникающие при работе нагрузки. Кроме этого, база служит

Таблица II-35

Характеристика основного электрооборудования экскаватора ЭШ-5/45М

Наименование	Тип	Мощность, квт, ква	Скорость вращения ротора, об/мин	Напряжение, в
Электродвигатель:				
приводной синхронный главного преобразовательного агрегата	СДСЭ-14-29-6	650	1000	6000
вспомогательного преобразовательного агрегата	АО2-81-4	40	1460	380
Генератор:				
тяги	ПЭ-151-5К-3	500	1000	660
подъема	ПЭ-151-5К-3	500	1000	660
поворота	ПЭ-141-4К-3	250	1000	630
собственных нужд	П-81	27	1450	115
Возбудитель синхронного электродвигателя вспомогательного преобразовательного агрегата	ПВ-81	14/1,1	1450	40/10
Электродвигатель:				
подъема	ДПЭ-82А	2×190	740	270
тяги	ДПЭ-82А	2×190	740	270
поворота	ДПВ-72	2×100	750	305
Пульт управления	ШКС-9004-00БЗ	—	—	—
Станция управления:				
главного привода	ШКС-9103-33А3	—	—	—
с магнитными усилителями привода подъема и тяги	ШКС-3401-03А2	—	—	—
с магнитными усилителями привода поворота	ШКС-3402-02А0	—	—	—
Силовой трансформатор	ТМЭ-250/6	250	—	6000/400
Распределительное устройство	КРУЭ-6П-400/100	—	—	6000

Таблица II-36

Характеристика вспомогательного электрооборудования экскаватора ЭШ-5/45М

Наименование	Тип	Мощность, квт, ква	Скорость вращения ротора, об/мин	Напряжение, в
Электродвигатель:				
вентиляторов генераторов подъема и тяги	АО52-4	10	1460	380
вентиляторов генератора поворота	АО51-4	4,5	1460	380
вентилятора двигателя подъема и тяги . . .	АО42-4	4 × 2,8	1460	380
вентилятора двигателя поворота	АО2-21-4	3 × 1	1500	380
маслонасосов .	АОЛ32-4	3 × 1	1460	380
компрессора . .	АО2-52-6	7,5	970	380
лебедки подъема стрелы . . .	МТКВ-312-6	11	925	380
механизма подъема мостового крана	МТКМ-112-6	3,3	825	380
механизма передвижения мостового крана	АОС2-22-6	1,3	870	380
Распределительный пункт	ПР9332-404	—	—	—
Ящик с рубильником	ЯРВ-6123	—	—	—
Блок контроля изоляции	ШКС-8501-00А3	—	—	380
Аппарат контроля производительности	АКП-1	—	—	220
Калорифер . . .	СФО-25/1Т	—	—	380

третьей точкой опоры при шагании. База представляет собой сварную металлоконструкцию, составленную из трех транспортабельных частей: средней и двух боковых. На базе установлены центральная цапфа, роликовый круг, зубчатый венец.

Боковые усилия, возникающие при работе и при передвижении экскаватора, воспринимаются центральной цапфой, установленной на базе. Нагрузка от поворотной платформы передается на базу через центровой стакан, который также служит центрирующим устройством экскаватора. Вокруг центральной цапфы вращается поворотная часть экскаватора. Перемещение центральной цапфы вниз ограничивается полухомутами. К верхней части центральной цапфы прикреплен изолятор высоковольтного токосъемника.

Роликовый круг является опорой поворотной части экскаватора и служит для уменьшения трения при повороте относительно базы, а также для передачи усилий на базу при работе и передвижении. Он состоит из верхнего и нижнего рельсового кругов, роликов и осей, закрепленных на внутреннем и наружном секторах.

Для обслуживания механизмов и узлов экскаватора во время ремонтов предусмотрен мостовой кран грузоподъемностью 10 т, состоящий из моста, механизма передвижения, сдвоенного механизма подъема и траверсы. Все механизмы крана имеют электрический привод. Кран имеет возможность выезда за пределы кузова вперед и назад.

Для управления тормозами механизмов, подачи воздуха в систему смазки, подачи звуковых сигналов и выполнения вспомогательных операций предусмотрена пневматическая система, схема которой показана на рис. II-73. Она состоит из компрессора, воздухосборника, регулирующих и предохранительных клапанов, электрических и воздухораспределительных вентилей и исполнительных цилиндров, соединенных трубопроводами.

Система смазки, предназначенная для подачи жидкой и густой смазки в механизмы и узлы экскаватора, состоит из системы жидкой смазки тяговой и подъемной лебедок и поворотного механизма, системы густой смазки механизма шагания, тяговой и подъемной лебедок, поворотного механизма, блоков направления. Системы снабжены указателями расхода, давления и температуры масла, фильтрами и электронагревателями для подогрева смазки при работе экскаватора в холодное время года.

Рекомендуемые сорта смазки приведены в табл. II-32.

На экскаваторе установлен кузов бескаркасной конструкции со штампованными панелями. Кабина машиниста, сконструированная в соответствии с современными требованиями промышленной эстетики и комфортности, снабжена воздушным обогревом и обдувом стекол от калорифера.

На основных узлах экскаватора используются канаты повышенной гибкости (табл. II-33).

Характеристика подъемных и тяговых цепей ковша экскаватора представлена в табл. II-34.

Питание экскаватора напряжением 6000 в при частоте 50 гц осуществляется через гибкий высоковольтный кабель КШБГ 3×25 + 1×10 мм² от наружного распредустройства. Питающий кабель, не входящий в поставку экскаватора, подключается к расположенным в базе изоляторам, затем через центральную цапфу и кольцевой токоприемник напряжение поступает на поворотную платформу к высоко-

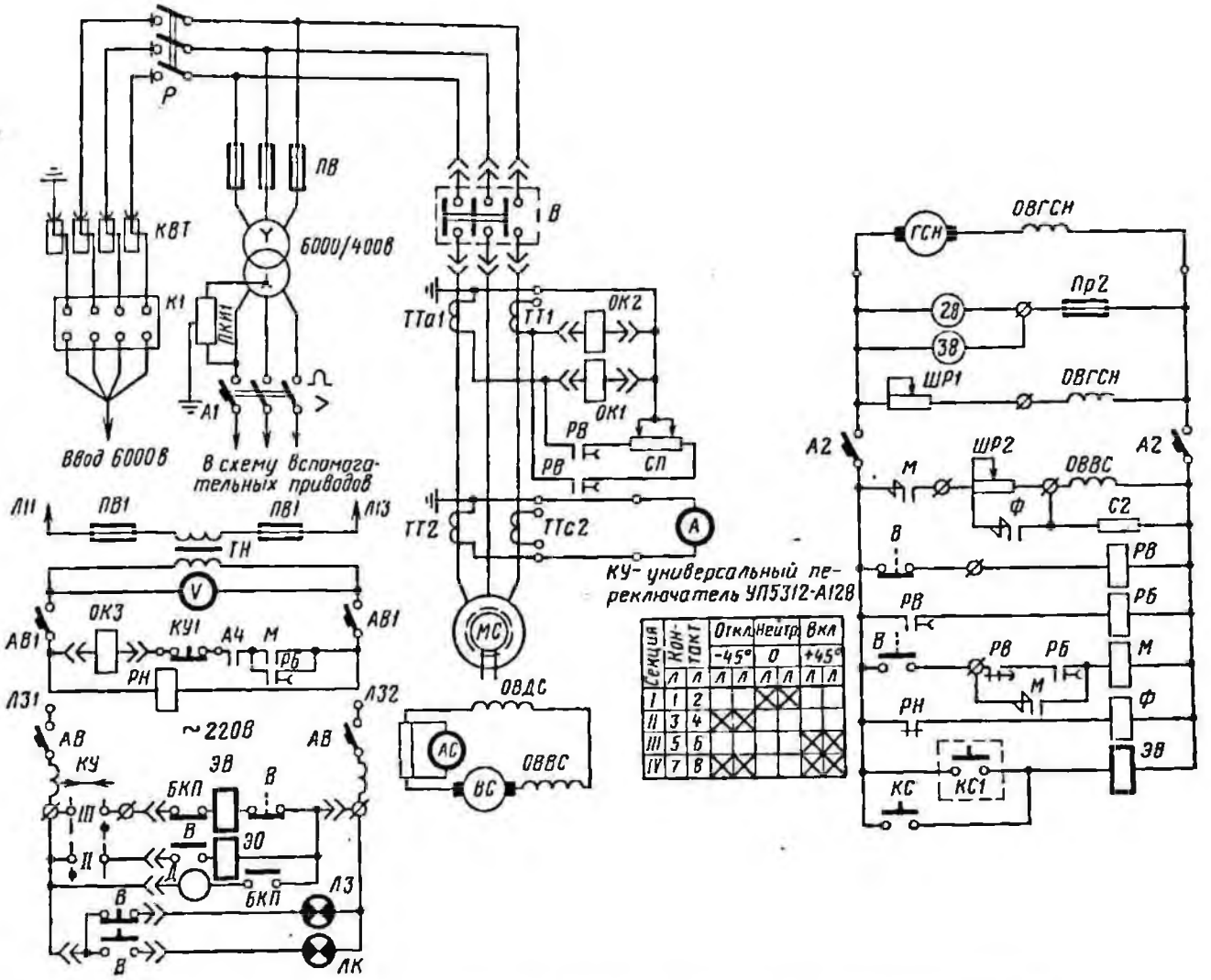


Рис. II-77. Схема управления синхронным двигателем экскаватора ЭШ-5/45М

вольтному распределительному устройству. От последнего через электрическую аппаратуру напряжение подводится к синхронному двигателю, который вращает три генератора главных приводов, и к силовому трансформатору, от которого питаются потребители напряжением 380 в. Электропривод главных механизмов подъема, тяги, поворота и шагания осуществляется от электродвигателей постоянного тока. Шагание осуществляется двигателями тяги. Для управления главными приводами применена система Г—Д с питанием обмотки возбуждения генератора от силовых магнитных усилителей.

Привод вспомогательных приводов осуществляется электродвигателями переменного тока.

Питание аппаратуры управления главными приводами осуществляется от генератора собственных нужд напряжением постоянного тока 110 в.

Характеристики основного и вспомогательного электрооборудования приведены в табл. II-35 и II-36, а принципиальные схемы управления оборудованием станка — на рис. II-74—II-80.

Экскаватор ЭШ-10/70А

Экскаватор ЭШ-10/70А — машина с рабочим оборудованием драглайна на шагающем ходу, предназначенная главным образом для выемки пород с I по IV категорию при производстве вскрышных работ по бестранспортной системе с укладкой породы в выработанное пространство или на борт карьера.

Экскаватор ЭШ-10/70А может применяться на карьерах угольной промышленности, черной и цветной металлургии, промышленности строительных материалов, а также при строительстве

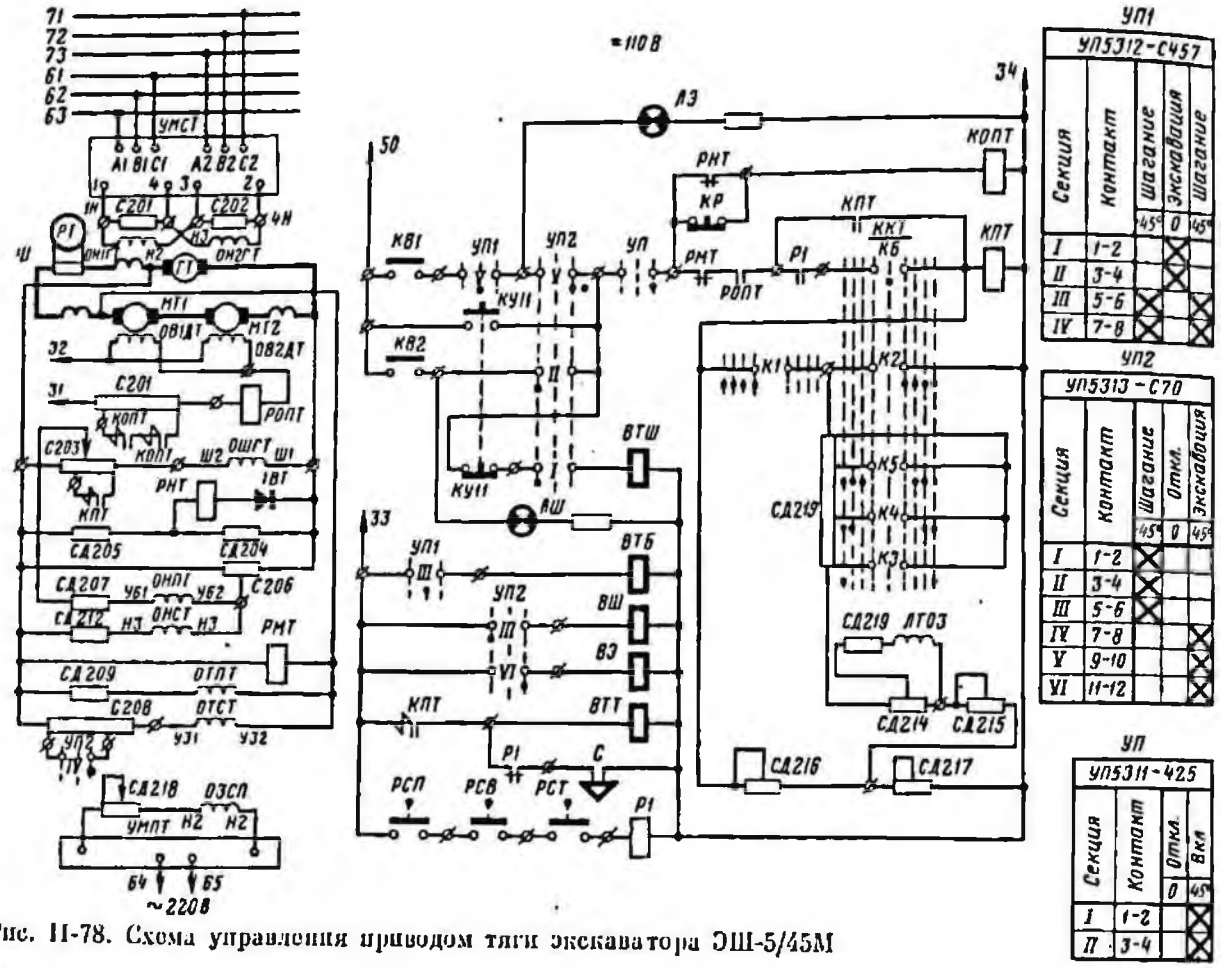


Рис. II-78. Схема управления приводом тяги экскаватора ЭШ-5/45М

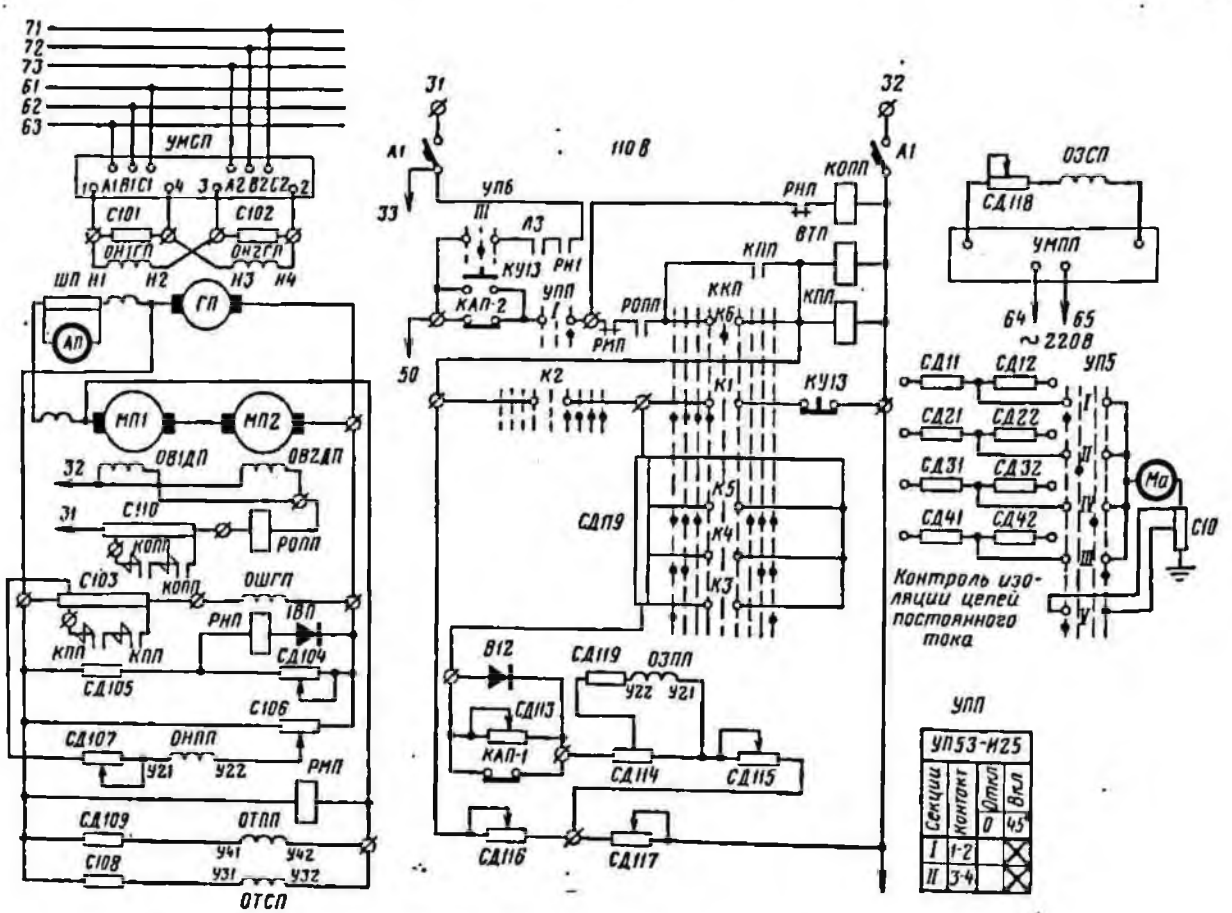


Рис. II-79. Схема управления приводом подъема экскаватора ЭШ-5/45М

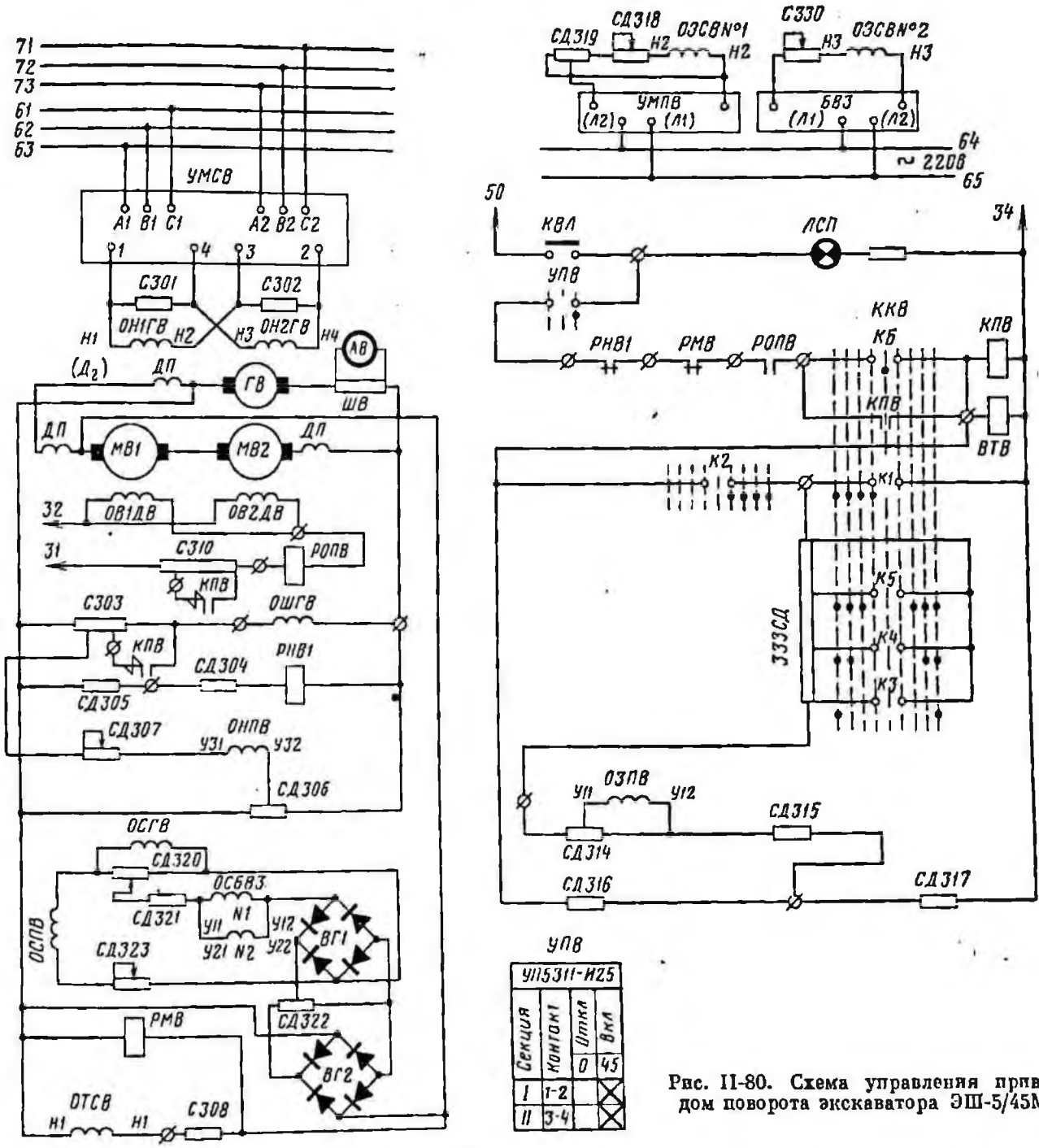


Рис. II-80. Схема управления приводом поворота экскаватора ЭШ-5/45М

каналов, ирригационных систем и различных гидротехнических сооружений.

Невысокие значения удельных давлений на грунт при передвижении и работе в сочетании с высокой маневренностью позволяют использовать экскаватор для работы на слабых грунтах и в стесненных условиях.

Техническая характеристика экскаватора ЭШ-10/70А

Емкость ковша при разработке и перевалке пород, м³:
I и II категорий 10
III и IV категорий 8,5
Длина стрелы, м 70
Угол наклона стрелы к горизонтали, градус . . 30
Расчетная продолжительность рабочего цикла при угле поворота на выгрузку 135° (не более), сек 54
Уклон при шагании (не более), градус:
продольный при отсутствии поперечного уклона 10
поперечный при отсутствии продольного уклона 3
Уклон при работе (не более), градус:
продольный 1
поперечный 1
Среднее удельное давление на грунт, кгс/см²:
при работе 0,94

при шагании	1,49
Скорость передвижения (не более), км/ч	0,2
Главная лебедка:	
средняя скорость подтягивания ковша, м/сек	2,22
наибольшее усилие в тяговых канатах, тс	60
средняя скорость подъема ковша, м/сек	2,48
наибольшее усилие в подъемных канатах, тс	50
Поворотный механизм:	
диаметр роликового круга (средний), м	9,2
скорость вращения поворотной платформы при установившемся движении, об/мин	1,58
момент инерции вращающихся частей экскаватора, т·м·сек²	22 800
допускаемое угловое ускорение вращающихся частей экскаватора, 1/сек²	0,025
Лебедка подъема стрелы:	
средняя скорость каната, м/сек	0,097
грузоподъемность (не более), тс	18
Вспомогательная лебедка:	
средняя скорость каната, м/сек	0,1
грузоподъемность (не более), тс	5
Мостовой кран:	
грузоподъемность (не более), тс	10
привод	Электрический переменного тока
Электрооборудование:	
вид силового оборудования	Электрический
вид управления главными приводами	Электрический
система управления главными приводами	Г—Д с силовыми магнитными усилителями и критическим самовозбуждением генераторов
подводимый ток	Переменный +5%
напряжение, в	6000—10%
частота, гц	50
средняя потребляемая мощность (не более), квт	1000
мощность приводного электродвигателя преобразовательного агрегата, ква	1480
номинальный ток наружной высоковольтной подключительной ячейки (не более), а	400
Марка наружного высоковольтного питающего кабеля	КШВГ-6
Масса, т:	
конструктивный без запасных частей	680
противовеса	60
Работа экскаватора разрешена:	
над уровнем моря, м	1000
при скорости ветра, м/сек	20
при температуре окружающей среды, °С	От +35 до —40

Основные размеры экскаватора ЭШ-10/70А приведены на рис. II-81 и в табл. II-37, а размеры и масса основных его узлов даны в табл. II-38.

Таблица II-37

Основные размеры экскаватора ЭШ-10/70А

Параметры	Обозначение на рис. II-81	Размер, м
Рабочие		
Наибольший радиус черпания и выгрузки	$Г_1$	66,5
Наибольшая глубина черпания	$В_1$	35
Наибольшая высота выгрузки	$Б_1$	27,5
Конструктивные		
Радиус вращения хвостовой части подкрановых балок	$Б$	18,43
Радиус вращения хвостовой части кузова	$А$	15
Радиус вращения оси пят стрелы	$З$	4,99
Высота надстройки над уровнем земли	$Д$	22,8
Высота крыши кузова над уровнем земли	$Г$	9,6
Просвет под поворотной платформой, м	$Е$	1,28
Высота оси пят стрелы над уровнем земли	$Ж$	2,15
Ширина:		
экскаватора	$И$	14,5
кузова	$В$	10
лыжи	$Л$	1,8
Диаметр базы	$М$	9,7
Длина лыжи	$К$	11

Таблица II-38

Размеры и масса основных узлов экскаватора ЭШ-10/70А

Наименование узла	Основные размеры, м			Масса, т
	длина	ширина	высота	
Ковш с упряжью	4,8	2,5	2	9,08
Стрела с подвеской	70	8,5	—	46,85
Лебедка подъема стрелы	2,6	1,6	1,6	3,65
Поворотная платформа:				
средняя секция	20	3,5	1	35
боковая секция	20	3,8	2,43	27
Надстройка:				
колонна надстройки в сборе	21,4	2,9	4,75	25
поперечная рама в сборе	11	3	6,4	16,43
Тяговая лебедка	3,35	5,2	2,6	33,8
Редуктор тяговой лебедки	4,5	1,77	2,85	15
Подъемная лебедка	3,35	5,2	2,6	33,1
Редуктор подъемной лебедки	4,5	1,77	2,85	15
Механизм шагания	—	—	—	89,93
Редуктор механизма шагания	3,8	1,9	1,8	14,5
Нога в сборе	4	1,2	0,6	5,8
Лыжа	11	1,8	0,6	12,2
Поворотный механизм	2,2	2,1	2,6	25,2
Редуктор поворотного механизма	2,2	2,1	2,6	12,5
База опорная:	9,7	9,7	1,8	63,7
центральная секция	3,8	3,8	1,8	9,3
боковая секция	8,5	3,8	1,2	15,6
Преобразовательный агрегат	8,76	1,9	2,87	52

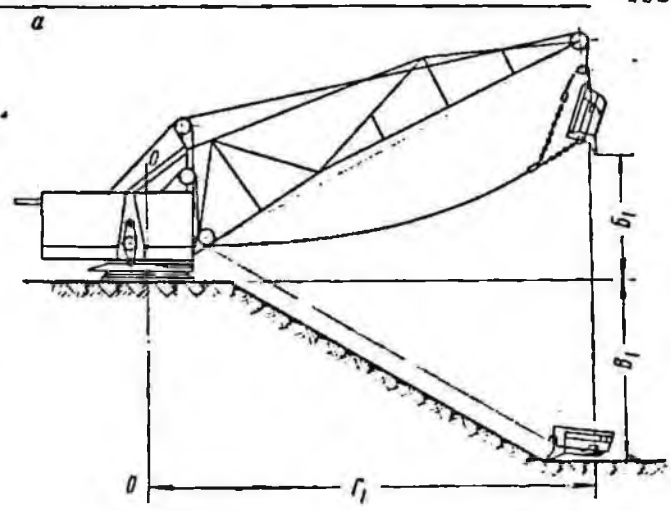
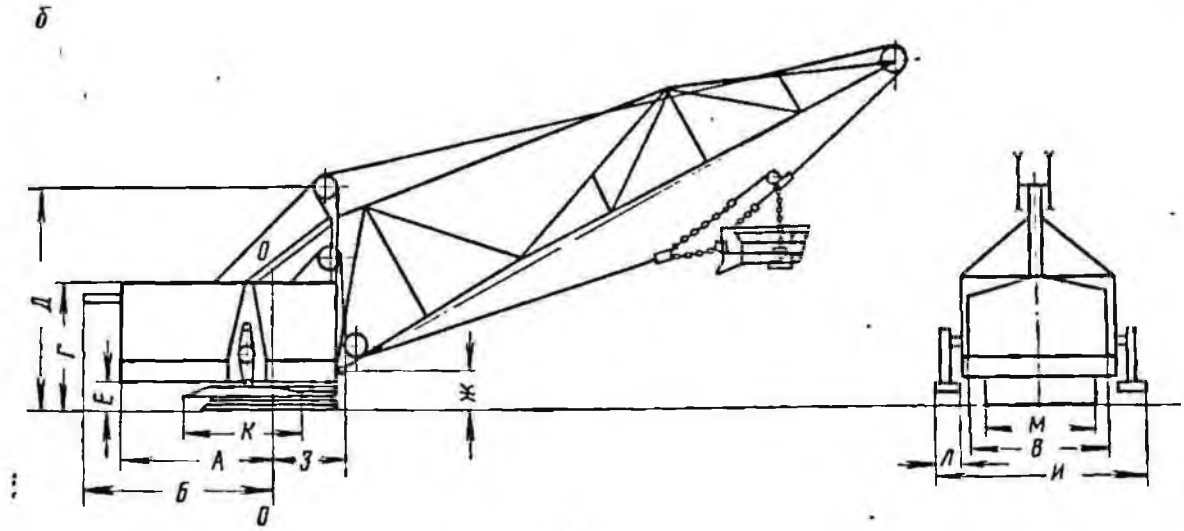


Рис. II-81. Основные размеры экскаватора ЭШ-10/70А (*ОО* — ось вращения):

а — рабочие *б* — конструктивные



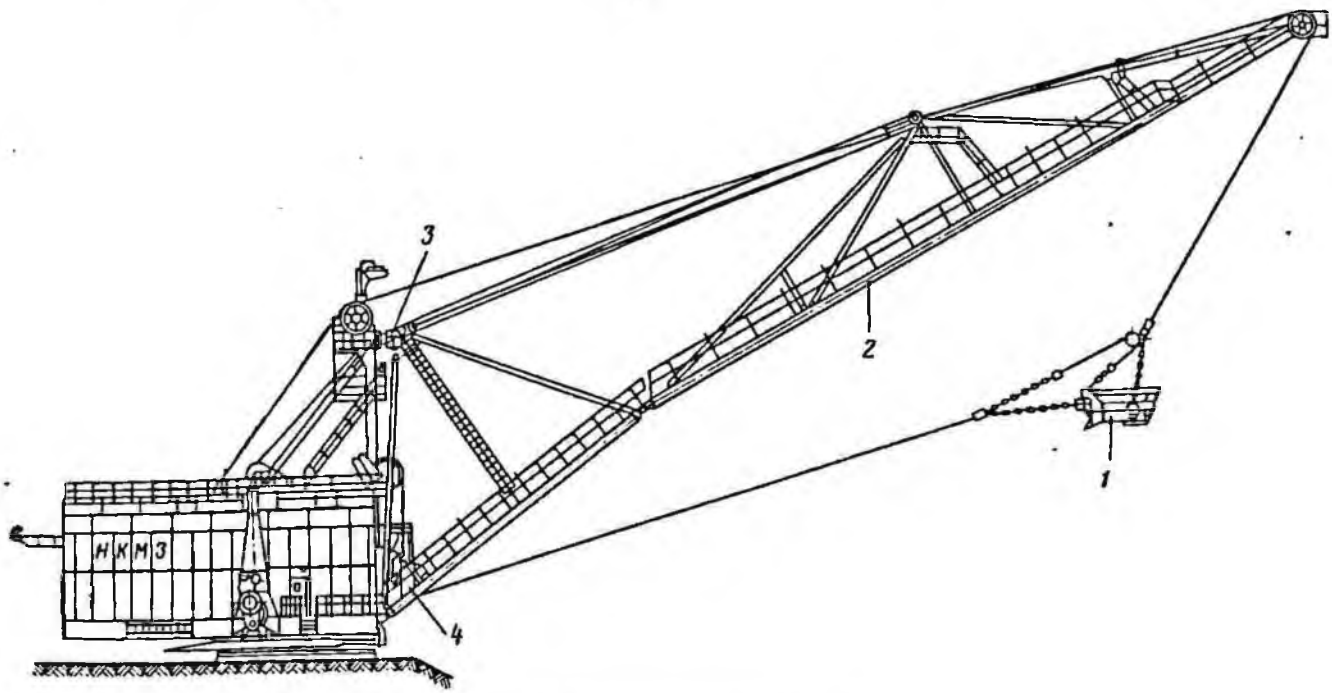


Рис. II-82. Экскаватор ЭШ-10/70А:

1 — ковш с упряжью; *2* — стрела; *3* — подвеска стрелы; *4* — блоки наводки

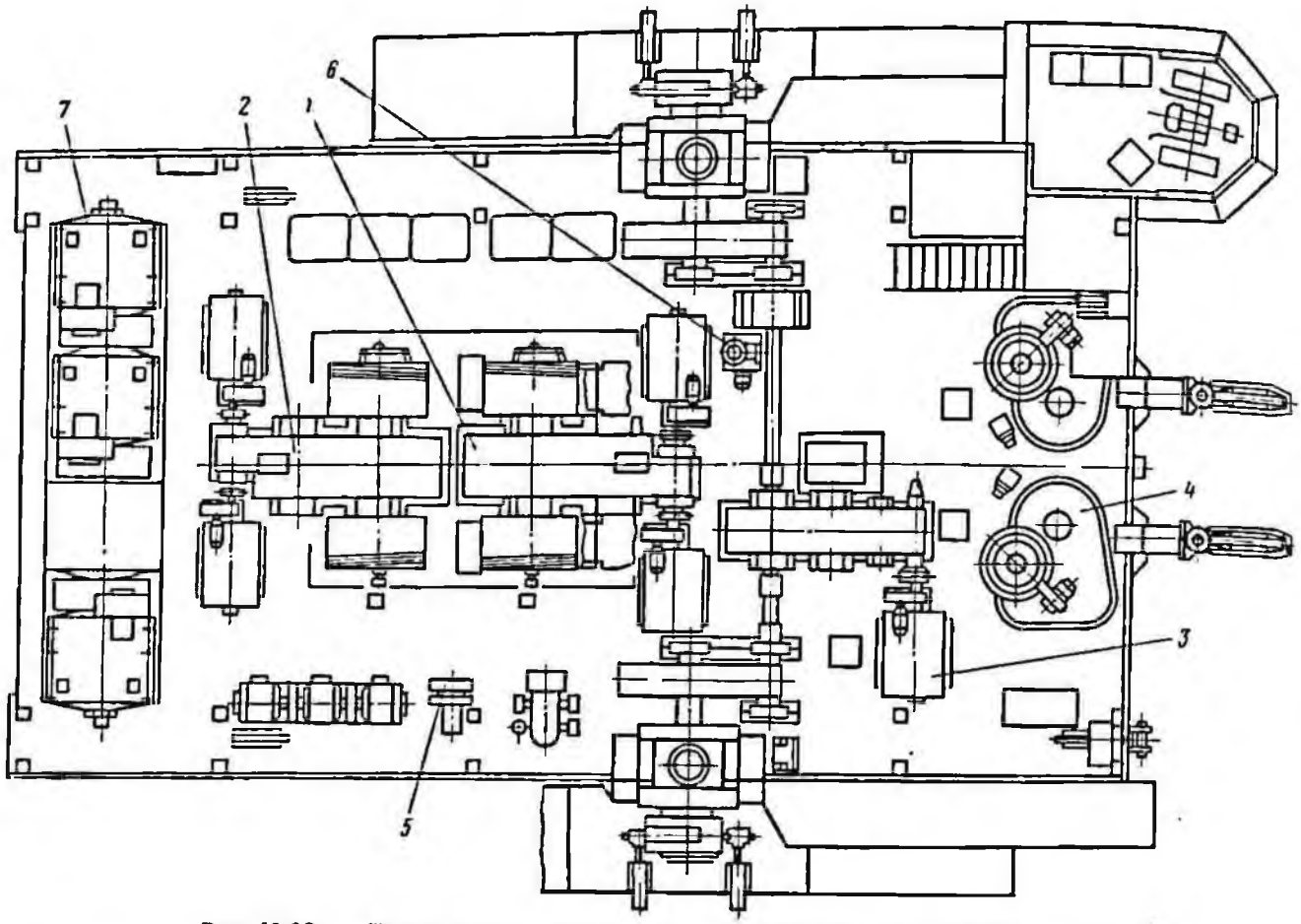


Рис. II-83. Поворотная платформа экскаватора ЭШ-10/70А (план):

1 — тяговая лебедка; *2* — подъемная лебедка; *3* — привод механизма шагания; *4* — привод поворотного механизма; *5* — пневматическая система; *6* — система смазки; *7* — электрооборудование

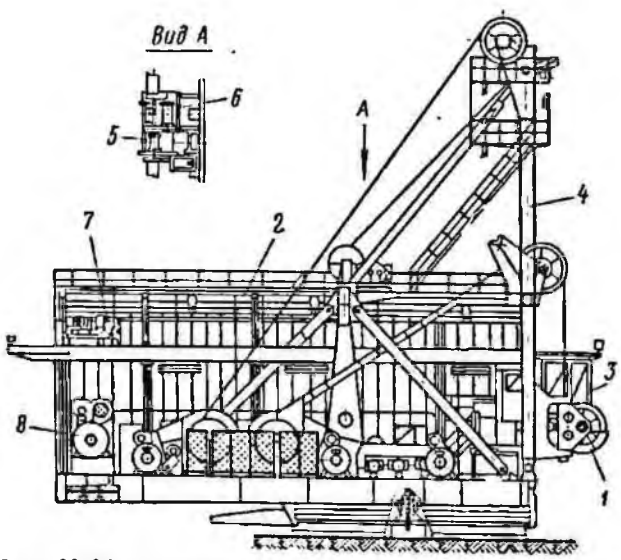


Рис. II-84. Продольный разрез экскаватора ЭШ-10/70А:

1 — блок; *2* — кузов; *3* — кабина машиниста; *4* — балка надстройки; *5* — лебедки подъема стрелы; *6* — вспомогательная лебедка; *7* — мостовой кран; *8* — электрооборудование

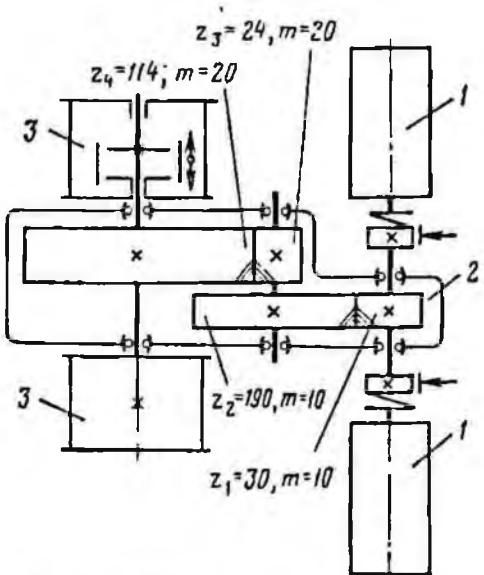


Рис. II-85. Кинематическая схема тяговой лебедки экскаватора ЭШ-10/70А:

1 — двигатель; *2* — редуктор; *3* — барабан

Экскаватор ЭШ-10/70А (рис. II-82) состоит из рабочего оборудования, поворотной платформы с механизмами и опорной базы.

К рабочему оборудованию относятся ковш с упряжью, стрела с подвеской и блоки наводки. Ковш посредством упряжи и канатов соединяется с барабанами тяговой и подъемной лебедок.

На поворотной платформе (рис. II-83) размещены основные узлы экскаватора: тяговая и подъемная лебедки, приводы шагающего и поворотного механизмов, оборудование пневматической и смазочной систем и электрооборудование. Все механизмы (рис. II-84), размещенные на поворотной платформе, закрыты металлическим кузовом. Кабина машиниста установлена на выступающем кронштейне в передней части левой стенки кузова. На балке надстройки размещены лебедка подъема стрелы и вспомогательная лебедка. Для обслуживания механизмов, размещенных на поворотной платформе, предусмотрен мостовой кран грузоподъемностью 10 т и электрооборудование.

Ковш с упряжью емкостью 10 м³ имеет сварную конструкцию, в состав которой входят безарочный сварной корпус с цепной задней стенкой, тяговые и подъемные цепи, узел разгрузочного блока, разгрузочная упряжь и промежуточные звенья для связывания элементов упряжи между собой и их присоединения к корпусу ковша.

Режущими элементами ковша являются пять сменных самозатачивающихся зубьев, выполненных из стали Г13Л. Зубья устанавливаются на козырьке ковша полукруглой формы и закрепляются специальным клино-болтовым соединением.

Разгрузочный блок заключен в литую оболочку и шарнирно связан со специальной траверсой, исключающей дополнительное нагружение стрелы динамическими нагрузками при обрыве одной ветви подъемных канатов.

В полевом комплекте запасных частей поставляется ковш емкостью 8,5 м³ с зубьями, предназначенными для экскавации пород III и IV категорий.

Стрела представляет собой пространственную трехрешетчатую систему, выполненную из электросварных труб, сварных прямоугольных профилей и канатов открытой конструкции. Верхняя часть и основание стрелы соединяются между собой шарнирно. Наличие излома геометрической оси нижнего пояса в вертикальной плоскости исключает запрокидывание верхней части относительно шарнира.

Вертикальные нагрузки воспринимаются верхним поясом верхней части стрелы и гибким поясом, роль которого выполняет передняя

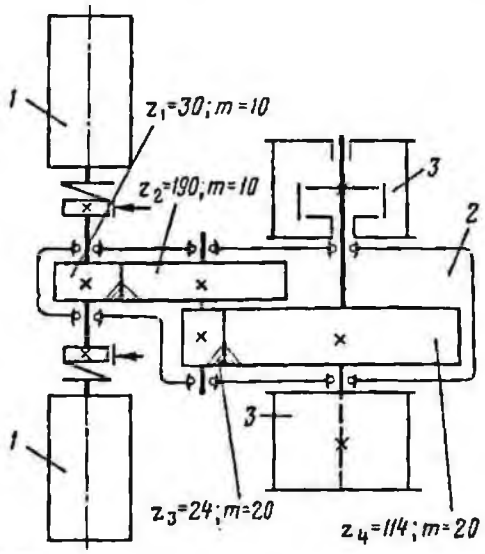


Рис. II-86. Кинематическая схема подъемной лебедки экскаватора ЭШ-10/70А:

1 — двигатель; *2* — редуктор; *3* — барабан

канатная подвеска, состоящая из шести ветвей предварительно натянутого каната. Горизонтальные и вертикальные нагрузки воспринимаются нижним поясом, имеющим форму треугольника в верхней части стрелы и переходящим в параллельное расположение ветвей в основании стрелы. Уширенная нижняя часть стрелы позволяет переоборудовать экскаватор ЭШ-10/70А в экскаватор ЭШ-13/50 с длиной стрелы 50 м. Стрела поднимается в рабочее положение десятикратным канатным полиспастом и удерживается жесткой подвеской, соединяющей вершины пирамиды основания и головы колонны надстройки.

На цапфе верхней части стрелы установлена следящая головка с двумя блоками, которая имеет возможность отклоняться вслед за отклонениями подъемных канатов.

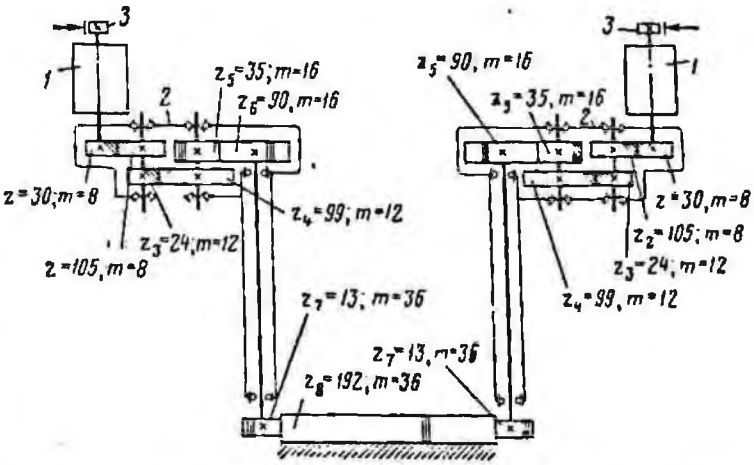


Рис. II-87. Кинематическая схема поворотного механизма экскаватора ЭШ-10/70А:

1 — двигатель; *2* — редуктор; *3* — тормоз

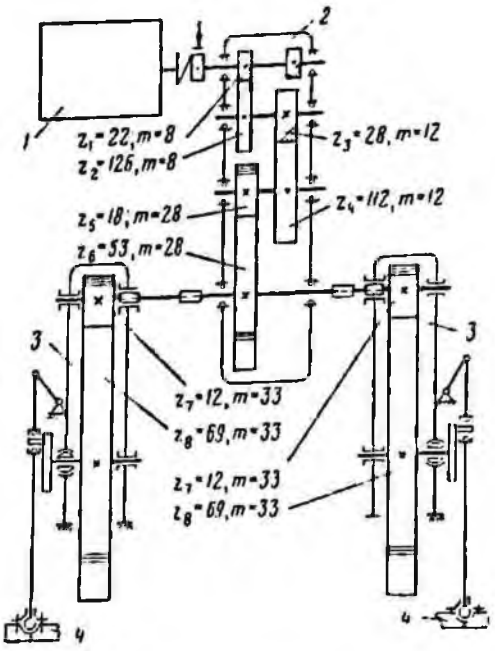


Рис. II-88. Кинематическая схема механизма шагания экскаватора ЭШ-10/70А:

1 — двигатель; *2* — редуктор; *3* — зубчатая пара с кожухом; *4* — лыжа

Вдоль нижнего пояса стрелы предусмотрена система лестниц и площадок для осмотра и обслуживания элементов стрелы.

Блоки направления предназначены для направленного передвижения отклоняющейся ветви каната. Конструктивное исполнение блоков направления, установленных на каждой ветви тягового каната, обеспечивает независимое отклонение ветвей канатов в двух плоскостях (вертикальной и горизонтальной) без излома геометрической оси.

Блоки установлены на подшипниках качения в обоймах, качающихся относительно вертикальной оси.

Для защиты выхода ветви каната из ручья блока к корпусу обоймы прикреплена наводка.

Поворотная платформа является основанием для установки механизмов и в комплексе с рабочим оборудованием составляет поворотную часть экскаватора.

Платформа выполнена в виде рамной сварно-клепаной металлоконструкции. Для лучшей транспортабельности платформа расчленена на три секции. В средней секции для осуществления совместной технологической обработки вварены центровые стаканы выходных валов поворотного механизма и центральной цапфы. К боковым секциям приварены два подпятника для установки в них пят стрелы, четыре башмака для присоединения раскосов и две тумбы для установки основания поперечной рамы надстройки.

На нижнем основании средней секции имеются три подхвата, которые предназначены для снижения нагрузки на центральную цапфу от веса опорной базы во время шагания экскаватора.

Надстройка представляет собой пространственную систему, которая обеспечивает необходимую жесткость поворотной платформы при

Таблица II-39

Рекомендуемые сорта смазки и ее заменители для экскаватора ЭШ-10/70А

Температура, °С	Основной сорт		Заменитель	
	Марка	ГОСТ, ТУ	Марка	ГОСТ, ТУ
От +5 до +35	Масло П-28	ГОСТ 6480—53	Масло цилиндровое 24	ГОСТ 1841—51
От +5 до —40	Масло автотракторное АСЗП-10	МРТУ12П № 32—68	—	—
От +5 до +35	Масло цилиндровое 24	ГОСТ 1841—51	Масло трансмиссионное автотракторное летнее	ГОСТ 542—50
От +5 до —40	Масло автотракторное АСЗП-10	МРТУ12Н № 32—68	—	—
От +5 до +35	Масло компрессорное Т	ГОСТ 1861—54	—	—
От +5 до —40	Масло компрессорное М	ГОСТ 1861—54	—	—
От +5 до +35	Смазка графитная УСсА	ГОСТ 4366—64	—	—
От +5 до —40	Смазка ЦИАТИМ-201	ГОСТ 6267—59	—	—
	Смазка графитная УСсА	ГОСТ 3333—55	—	—
	Смазка канатная 39У	ГОСТ 5570—69	—	—

Таблица II-40

Характеристика канатов экскаватора ЭШ-10/70А

Место установки	ГОСТ	Диаметр каната, мм	Разрывное усилие каната, тс	Длина, м
Тяговая лебедка	7669—69	52	174,5	2 × 95 × 2
Передняя подвеска стрелы . .	7669—69	52	174,5	2 × × 106,85 × × 2
Подъемная лебедка	7669—69	39	95,75	2 × 165 × 2
Упряжь ковша .	7669—69	39	95,75	2 × 10 × 2
Подвеска стрелы	7669—55	30	59,2	140
Такелажные приспособления .	3077—69	19,5	20,15	28
Механизм открывания ворот кузова	3077—69	6,4	2,285	2 × 6
То же	3077—69	6,4	2,285	2 × 1,1
Вспомогательная лебедка	3079—55	17	15,4	100
Кран мостовой .	7669—69	14,5	13,5	45

Таблица II-41

Якорные цепи упряжи ковша экскаватора ЭШ-10/70А

Назначение цепи	Обозначение	Калибр, мм	Разрывное усилие, тс	Длина цепи, м
Тяговая	Для звеньев общих 53 ГОСТ 6348—71	53	155,4	4 × 4
Подъемная: нижняя первая	Для звеньев общих 46 ГОСТ 6348—71	46	117,6	2 × 1,5
нижняя вторая	То же	46	117,6	2 × 1,1
верхняя	»	46	117,6	4 × 1,6
Разгрузочная: первая	Из звеньев с распоркой 34 ГОСТ 228—65	34	49,1	4× 4,2
вторая	То же	34	49,1	2 × 2,3

их совместной работе, а также служит опорой для установки блоков направления и подвески стрелы.

Металлоконструкция надстройки составлена из колонны, оттяжек, раскосов, поперечной рамы и горизонтальной фермы. На балке надстройки устанавливаются лебедки подъема стрелы и вспомогательная и консольный кран. Раскосы и колонны надстройки соединены с поворотной платформой шарнирно.

На экскаваторе установлены две независимые лебедки, предназначенные для тяги и подъема ковша, с консольным расположением барабанов на выходных валах редукторов. Конструктивные элементы тяговой и подъемной лебедок полностью унифицированы, за исключением нарезки ручьев на барабанах. Крутящий момент барабанам лебедки сообщается двумя электродвигателями через цилиндрический двухступенчатый редуктор. Торможение лебедок во время работы производится электродвигате-

Таблица II-42

Характеристика основного электрооборудования экскаватора ЭШ-10/70А

Наименование	Тип	Мощность, квт, ква	Скорость вращения ротора, об/мин	Напряжение; об/мин	Ток, а
Приводной синхронный электродвигатель преобразовательного агрегата	СДСЭ-15-39-6	1250, 1480	1000	6000	141
Генератор подъема, тяги и поворота шагания . .	ГПЭ-85/36-6К	3×1000	1000	900	1110
Электродвигатель:					
подъема, тяги и шагания	МПЭ-450-900	5×450	900/1100	440	1090
поворота	МПВЭ-300-750	2×300	750	330	980
Приводной асинхронный электродвигатель вспомогательного агрегата	А2-82-4	55	1460	380	102
Возбудитель синхронного электродвигателя . .	ПВ-81	15/1,3	1450	50/13	300/100
Генератор собственных нужд	П-81	27	1450	115	234
Трансформатор силовой трехфазный масляный	ТМЭ-250/6	250	—	6000/400	—
Высоковольтное распределительное устройство	КРУЭ-6П-400/100	—	—	6000	400
Станция управления:					
главными приводами	ШКС-9103-33А3	—	—	—	—
приводом шагания	ШКС-4001-96А1	—	—	—	—
Пульт управления	ШКС-900-00А3	—	—	—	—

Таблица II-43

Характеристика вспомогательного электрооборудования экскаватора ЭШ-10/70А

Наименование	Тип	Мощность, квт, ква	Скорость вращения ротора, об/мин	Напряжение, в	Ток, а
Электродвигатель:					
лебедки подъема стрелы	МТКР-412-8	22 (ПВ-40%)	690	381	51
привода подъема для монтажного крана	МТК-112-6	5 (ПВ-25%)	875	380	12,8
привода передвижения моста и тележки монтажного крана	МТК-011-6	2×1,4 (ПВ-25%)	840	380	4,6
компрессора	АО2-62-4	17	1450	380	32,6
Трансформатор:					
трехфазный для питания станций магнитных усилителей	ТСЗ-15/0,5	2×15	—	400/133	—
трехфазный для освещения	ТСЗ-15/0,5	15	—	400/230	—
однофазный для местного освещения	ОСВУ-0,25	3×0,25	—	380/12	—
сварочный	ТД-300	—	—	380	300
Электрокалорифер для обогрева кабины машиниста	СФО-25/1-Т	25	—	380	—
Прибор автоматического учета производительности	АКП-1	—	—	—	—

лями. Для аварийного торможения предусмотрены тормоза колодочного типа.

Кинематические схемы тяговой и подъемной лебедок показаны на рис. II-85 и II-86 соответственно.

Поворотный механизм состоит из двух трехступенчатых цилиндрических редукторов вертикального исполнения, установленных на поворотной платформе. Крутящий момент выходной вал-шестерне сообщается электродвигателем. Выходная вал-шестерня входит в зацепление с зубчатым венцом, закрепленным неподвижно на базе.

Торможение поворотного механизма во время экскавации осуществляется электродвигателями, а при обесточивании системы — колодочными тормозами.

Кинематическая схема поворотного механизма показана на рис. II-87.

Механизм шагания кривошипно-шатунного типа состоит из открытых зубчатых передач, валов с эксцентриками, сферических подшипников, ног, лыж и механизма возврата лыж. При шагании экскаватор опирается на три точки: две лыжи и кромку базы. Шагание допускается только в направлении от стрелы. При работе экскаватора лыжи подняты в верхнее крайнее положение.

Механизм шагания приводится электродвигателем через трехступенчатый цилиндрический редуктор.

Кинематическая схема механизма шагания приведена на рис. II-88.

Опорная база выполнена в виде цилиндрической сварно-клепаной металлоконструкции из листового проката, образующего лучевую балочную систему, снизу и сверху закрытую плоскими листами.

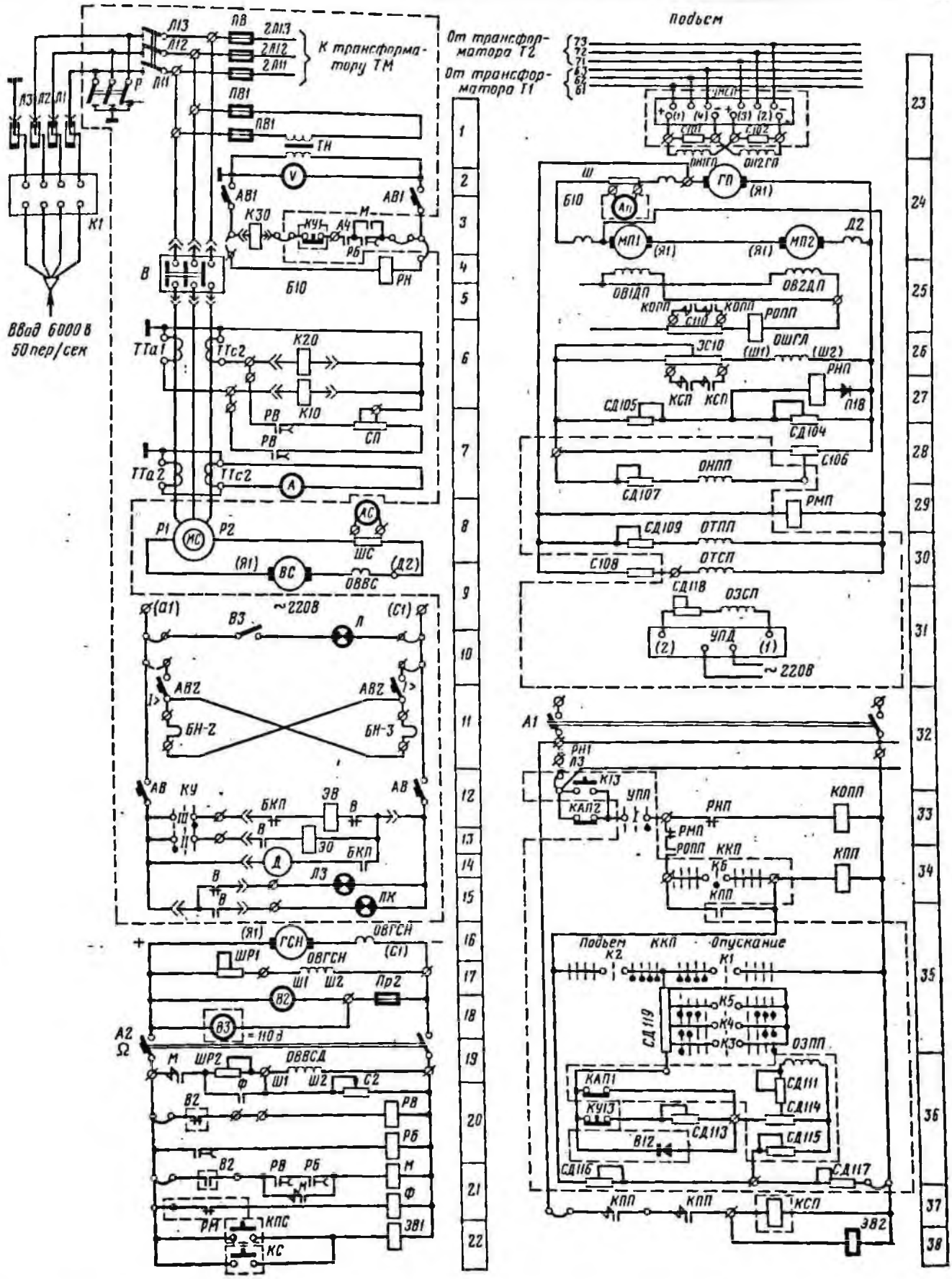
По условиям транспортабельности металлоконструкция базы состоит из четырех секций. На верхнюю обработанную плоскость базы устанавливаются роликовый круг, зубчатый венец и центральная цапфа. Последняя воспринимает боковые усилия, возникающие при работе и передвижении экскаватора. Нагрузка от поворотной платформы воспринимается цапфой через центровой стакан.

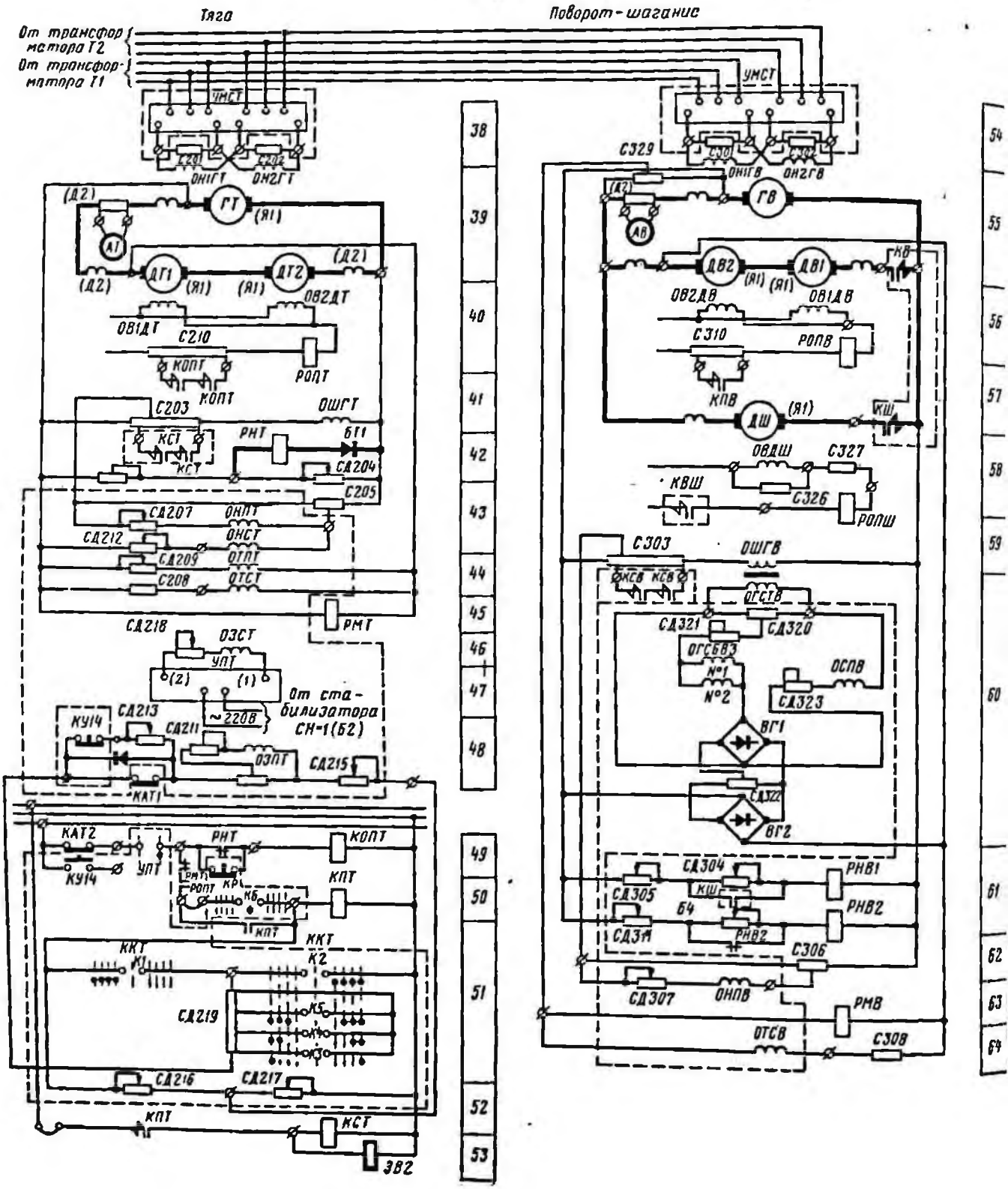
Центральная цапфа представляет собой центрирующее устройство поворотной части экскаватора. Перемещение цапфы в осевом направлении фиксируется хомутом. В торцовом отверстии цапфы установлен изолятор высоковольтного токосъемника.

Роликовый круг является опорой поворотной части экскаватора и предназначен для уменьшения трения при ее повороте относительно базы, а также для передачи усилий на базу при экскавации и передвижении.

Роликовый круг имеет верхний и нижний рельсовые круги, двухребордные ролики и оси, закрепленные на внутреннем и наружном сепараторах.

Для обслуживания механизмов и узлов экскаватора во время проведения ремонтов предусмотрены мостовой кран грузоподъемностью 10 т, консольный кран 3 т с приводом от вспомогательной лебедки и ручная лебедка грузоподъемностью 5 т. Мостовой кран установлен на подкрановый путь в кузове. Кран имеет возможность выезда за пределы хвостовой части кузова.


Ввод 6000 в 50 пер/сек
К трансформатору ТМ
От трансформатора Т2
От трансформатора Т1
Подъем
~220В
~110В
Подъем К2
ККП
Опускание
К1
ОЗПП
ОЗСП
ОТСП
ОТПП
ОНПП
РОПП
РМП
РНП
КОПП
КПП
КСП
ОШГП
ОВГСН
ОВВСД
ОВВС
ОВ1ДП
ОВ2ДП
ОВ1ГП
ОВ2ГП
ОШГЛ
ЭС10
ЭВ2
ЭВ1
УПД
УПП
ККП
КАП1
КАП2
КУ13
КЗ0
КУЧ
ТН
ТТа1
ТТа2
ТТс1
ТТс2
ГСН
ГП
МП1
МП2
МС
ВС
АС
ВЗ
ВБ
ВА
ВЗ
ВВ
ВГ
ВБ
ВЗ
ВА
ВВ
ВГ
ВБ
ВЗ
ВА
ВВ
ВГ
ВБ
ВЗ
ВА


Тяга
Поворот-шагание
От трансформатора Т2
От трансформатора Т1
УМСТ
С201
С202
ОН1ГТ
ОН2ГТ
ГТ
(Д2)
(Я1)
АТ
ДТ1
ДТ2
ОВ2ДТ
ОВ1ДТ
С210
КОПТ
РОПТ
С203
ОШГТ
КСТ
РНТ
БТ1
СД204
С205
СД207
ОНПТ
СД212
ОНСТ
СД209
ОТПТ
С208
ОТСТ
РМТ
СД218
ОЗСТ
УПТ
(2)
(1)
~220В
От стабилизатора СН-1(Б2)
КУ14
СД213
СД211
ОЗПТ
СД215
КАТ1
КАТ2
УПТ
КПТ
ККТ
К1
К2
СД219
К5
К4
К3
СД216
СД217
ЗВ2
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
С329
С301
С302
ОН1ГВ
ОН2ГВ
ГВ
АВ
ДВ2
ДВ1
КВ
ОВ2ДВ
ОВ1ДВ
С310
РОПВ
КПВ
ДШ
КШ
ОВДШ
С327
КВШ
С326
РОПШ
С303
ОШГВ
КСВ
ОГСТВ
СД321
СД320
ОГСБВ3
№1
№2
ОСПВ
СД323
ВГ1
СД322
ВГ2
СД304
РНВ1
СД305
Б4
РНВ2
СД311
С306
СД307
ОНПВ
РМВ
ОТСВ
С308
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64

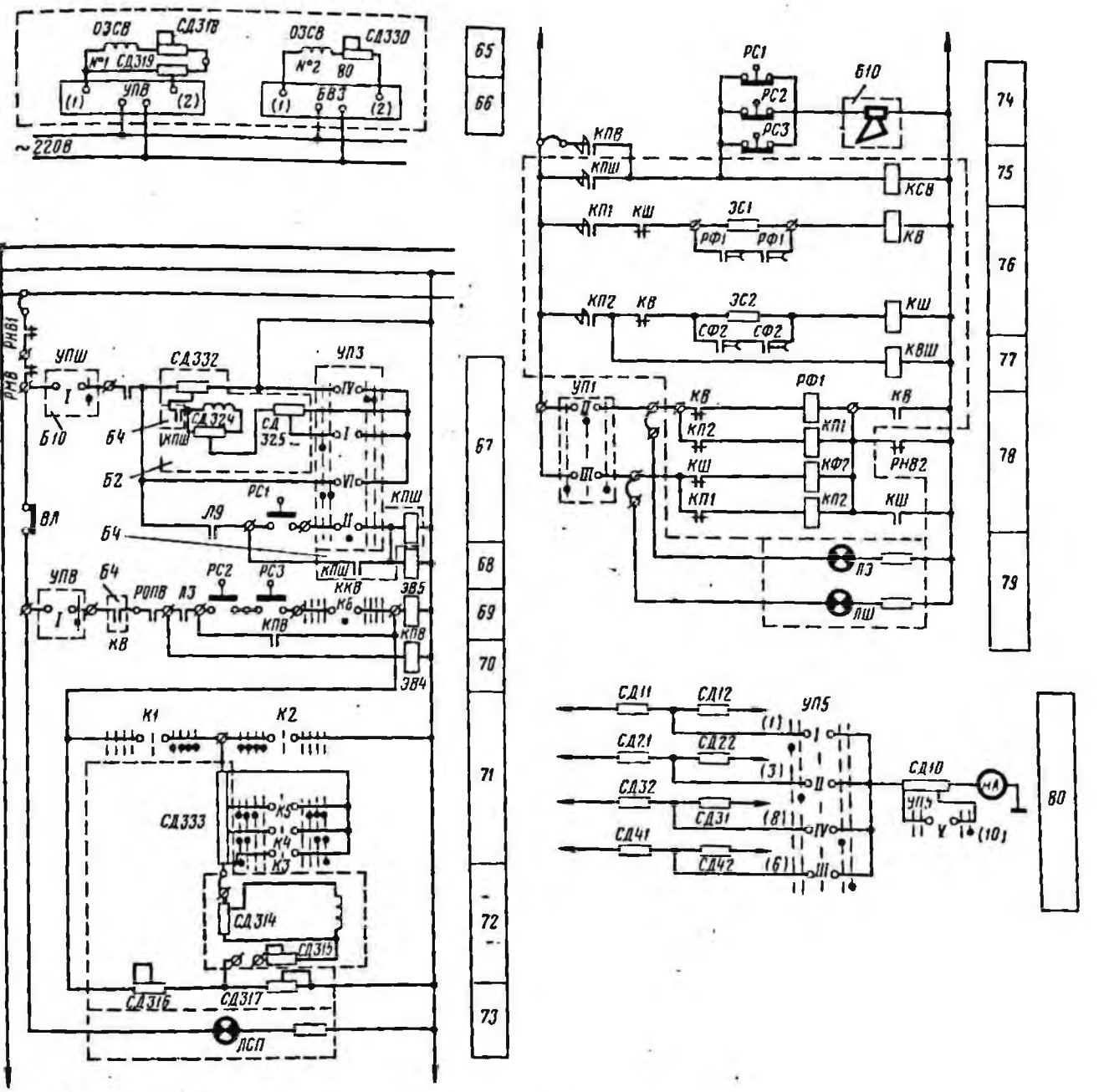


Рис. II-90. Схемы управления приводами тяги, поворота и шагания экскаватора ЭШ-10/70А

Кузов экскаватора состоит из каркаса и обшивки, выполненной из штампованных панелей. Кузов и кабина машиниста спроектированы в соответствии с требованиями промышленной эстетики. Кабина снабжена воздушным обогревом и обдувом стекол от электрокалорифера.

Пневматическая система экскаватора предназначена для управления тормозами механизмов, подачи сжатого воздуха в систему густой смазки, подачи звуковых сигналов и выполнения вспомогательных операций. Пневматическая система укомплектована компрессором, воздухосборником, арматурой, воздухопроводами, контрольно-измерительными и предохранительными устройствами.

Смазочные устройства предназначены для подачи жидкой и густой смазки в механизмы и узлы экскаватора.

Для редукторов поворотного и шагающего механизмов предусмотрена принудительная подача жидкой смазки на зацепления и подшипники. Зацепления редукторов подъемной и тяговой лебедок смазываются окунанием, зацепления открытых передач смазываются густой смазкой централизованно от автоматической станции. Смазка роликового круга производится специальным автоматическим устройством. Для устойчивой работы механизмов в условиях низких температур в системе жидкой смазки предусмотрен подогрев.

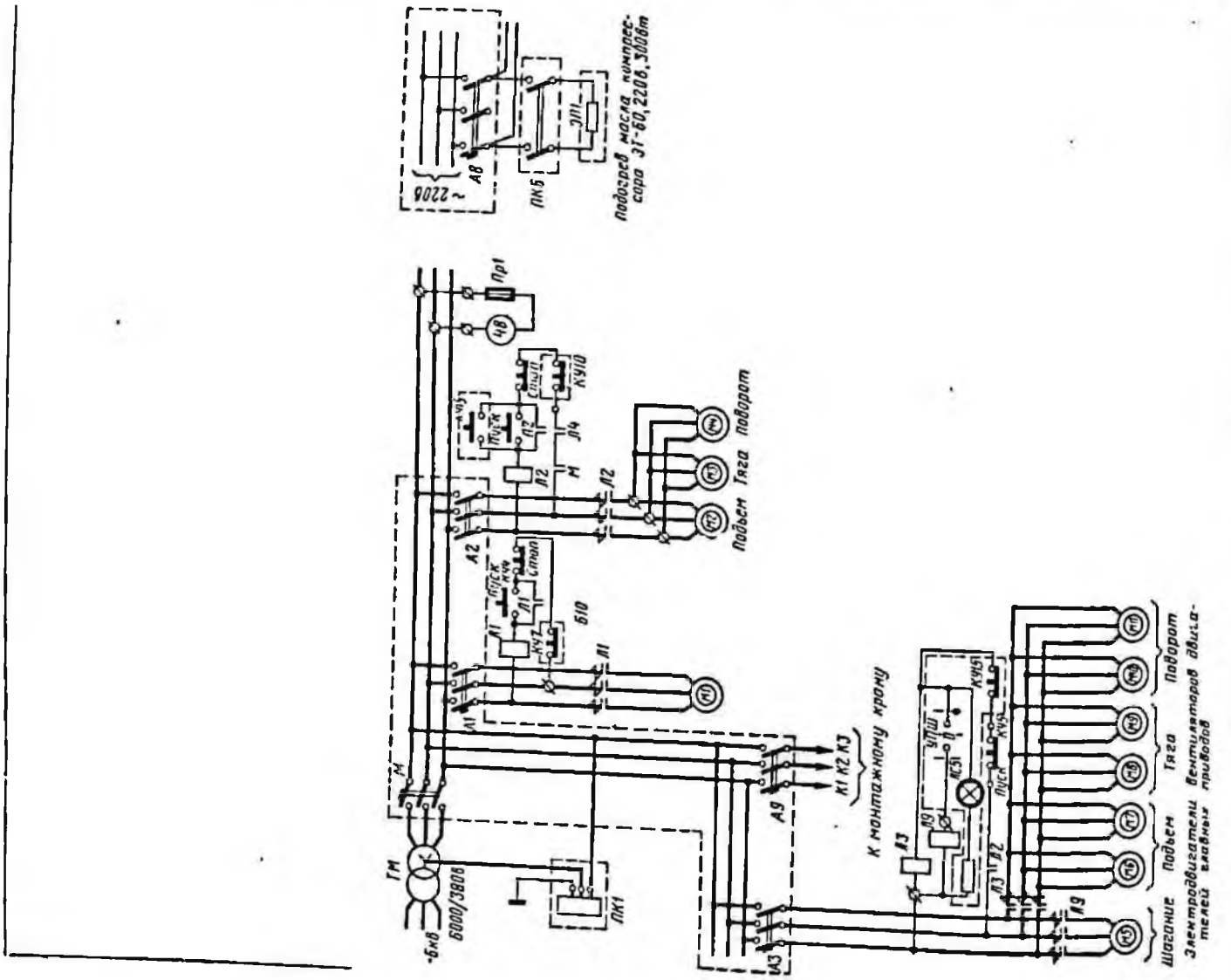
Рекомендуемые сорта смазки и ее заменители приведены в табл. II-39.

Характеристики канатов и якорных цепей ковша даны в табл. II-40 и II-41.

Для привода основных и вспомогательных механизмов на экскаваторе установлены электродвигатели.

Привод главных механизмов подъема, тяги, поворота и шагания осуществляется от электродвигателей постоянного тока, а привод вспомогательных механизмов — от электродвигателей переменного тока.

Электрический ток напряжением 6000 в подводится к экскаватору по высоковольтному



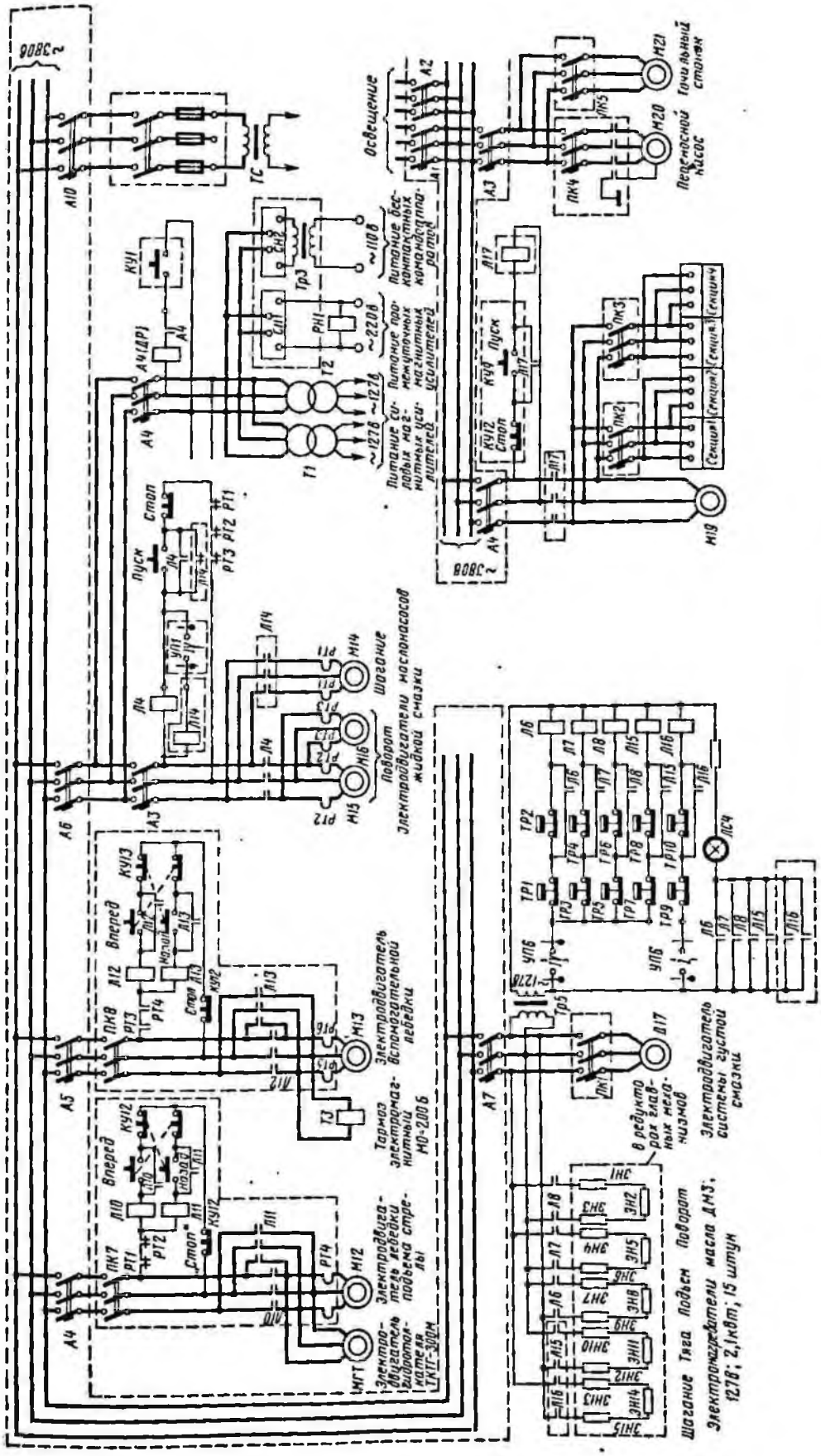


Рис. II-91. Схема управления вспомогательными приводами экскаватора ЭШ-10/70А

кабелю сечением $3\times70+1\times16$ мм² и через кольцевой токоприемник и высоковольтное распределительное устройство попадает к приводному синхронному электродвигателю преобразовательного агрегата и к силовому трансформатору для питания вспомогательных приводов.

Напряжение подводимого к экскаватору трехфазного переменного тока 6000 в, частота 50 гц. Вспомогательные приводы питаются напряжением 380 в от силового трансформатора ТМЭ-250/6 мощностью 250 ква. Для освещения экскаватора используется напряжение 220 в, получаемое от понижающего трансформатора ТСЗ-15/0,5 400/230 в.

Лампы местного освещения питаются напряжением 12 в от трех однофазных трансформаторов ОСВ1-0,25 380/12 в.

Для управления главными приводами экскаватора применена система Г—Д с управлением возбуждения генераторов от силовых магнитных усилителей и критическим самовозбуждением генераторов.

Приводной синхронный электродвигатель СДЭ-15-39-6 и три генератора ГПЭ-85/36-6к для подъема, поворота, тяги и шагания скомпонованы в четырехмашинный преобразовательный агрегат.

Характеристики основного и вспомогательного электрооборудования экскаватора приведены в табл. II-42 и II-43, а принципиальные схемы управления показаны на рис. II-89 — II-91.

§ 3. Мощные шагающие экскаваторы-драглайны Уралмашзавода

Экскаватор ЭШ-15/90

Экскаватор ЭШ-15/90 (рис. II-92) предназначен для выемки пород с I по IV категорию при вскрышных работах без применения транспорта, с укладкой породы в выработанное пространство или на борт карьера. Машина может использоваться также в крупном гидротехническом строительстве.

Увеличенные линейные размеры экскаватора позволяют отрабатывать месторождения с уменьшением объема переэкскавации породы, отсюда увеличение производительности машины по сравнению с ЭШ-14/75 еще более возрастает.

Техническая характеристика экскаватора ЭШ-15/90

Емкость ковша, м³	15
Длина стрелы, м	90
Угол наклона стрелы, градус	30
Радиус разгрузки, м	83,2
Высота разгрузки, м	37,3
Глубина копания, м	42,5
Допустимая нагрузка на голове стрелы, тс	46
Диаметр каната, мм:	
подъемного	52,5
тягового	56
Диаметр барабанов подъема и тяги, мм	1800
Наибольшая скорость подъема, м/сек	2,34
Средняя скорость копания, м/сек	1,2
Наибольшее подъемное усилие, тс	85
Наибольшее усилие тяги, тс	92
Ширина машины наибольшая, м	20
Радиус хвостовой части платформы, м	18,5
Просвет под платформой, м	1,61
Диаметр опорной рамы, м	14
Размеры опорных башмаков, м	2,5×13
Длина шага, м	2
Наибольший уклон, преодолеваемый экскаватором, градус	7
Скорость передвижения, м/сек	60
Диаметр стреловоподъемного каната, мм	39
Напряжение подводимого тока, в	6000
Частота тока, гц	50
Мощность электродвигателя, квт:	
синхронного	1600
подъема (тяги)	2×540
поворота	2×350
шагания	2×250
Число роликов	102
Диаметр роликов, мм	260
Давление жидкости в гидросистеме, кгс/см²	200
Емкость гидросистемы, л	13 000
Удельное давление на грунт, кгс/см²:	
опорной рамы	0,9
опорных башмаков	2
Способ управления:	
рабочими движениями	Электрический
шаганием	Электрогидравлический
Расчетная продолжительность цикла при угле поворота 120°, сек	72
Масса экскаватора, т	1400

В конструкции экскаватора ЭШ-15/90 использованы в основном те же конструктивные решения, которые были приняты для предыдущих моделей. Однако конструкция экскаватора характеризуется широким применением легированных сталей, сосредоточением больших мощностей в одном агрегате, воплощением современных решений, что позволило резко увеличить рабочие параметры машины и соответственно производительность при почти той же массе машины, что и у экскаватора ЭШ-14/75 (рис. II-93), и резко повысило надежность основных узлов экскаватора по сравнению с ранее выпускаемым экскаватором ЭШ-10/75 (рис. II-94).

Все машины этого класса успешно работают на предприятиях горнорудной промышленности СССР в самых различных горно-геологических и климатических условиях. Основные конструктивные отличия экскаватора ЭШ-15/90 от экскаватора ЭШ-14/75 кроме рабочих параметров относятся к опорной раме, стреле и ее

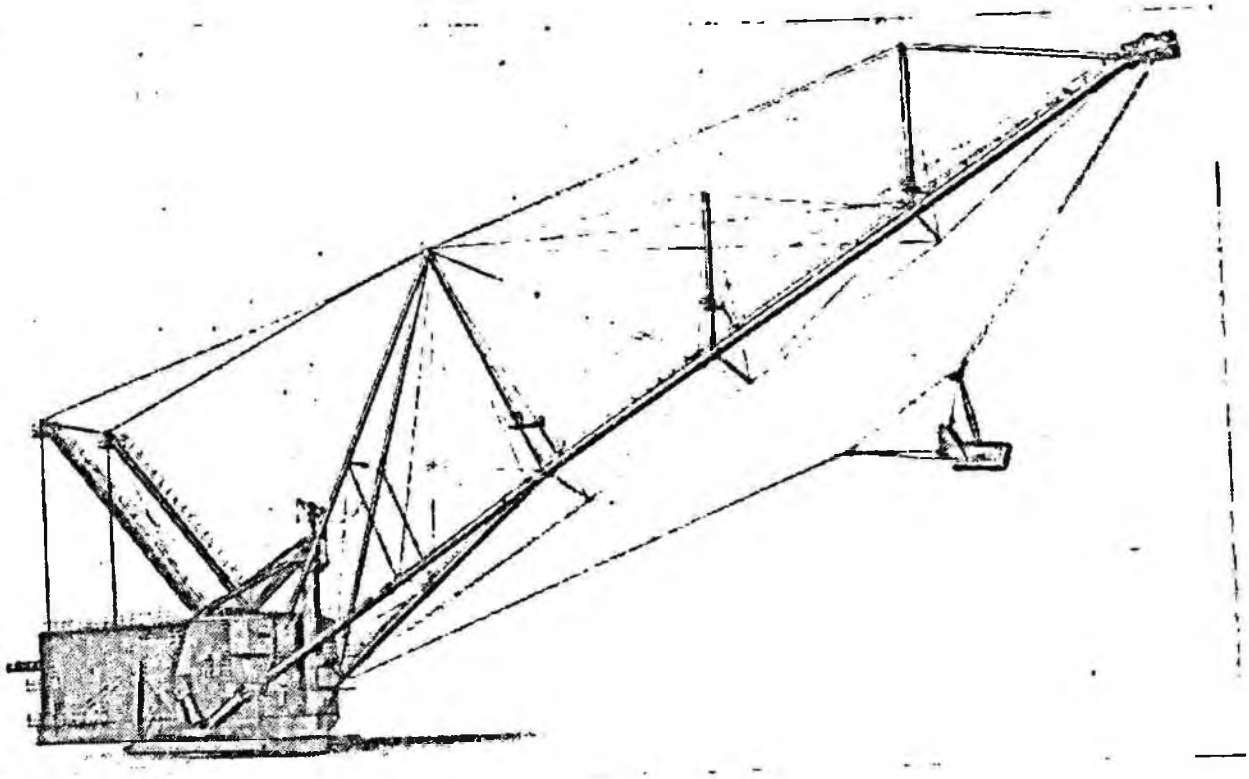


Рис. II-92. Экскаватор ЭШ-15/90

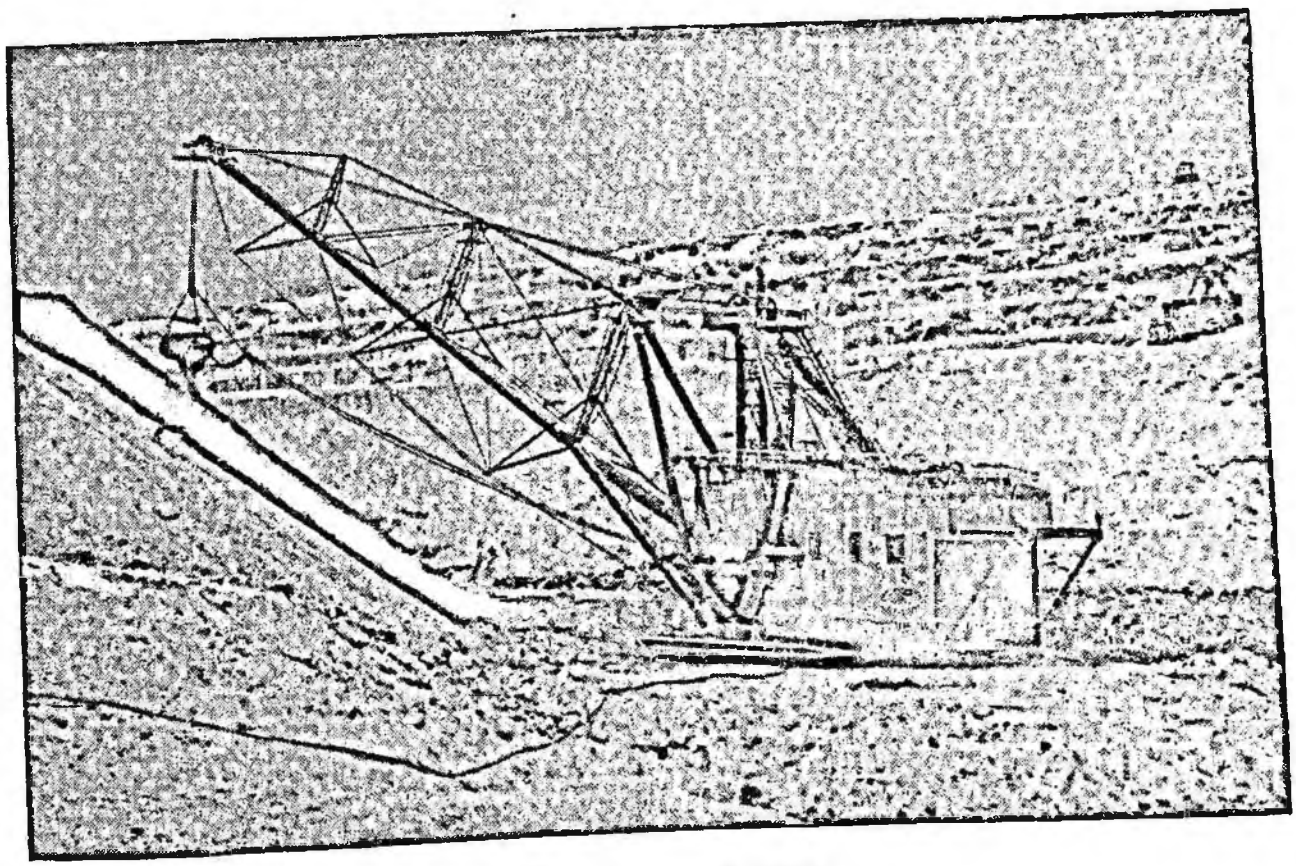


Рис. II-93. Экскаватор ЭШ-14/75

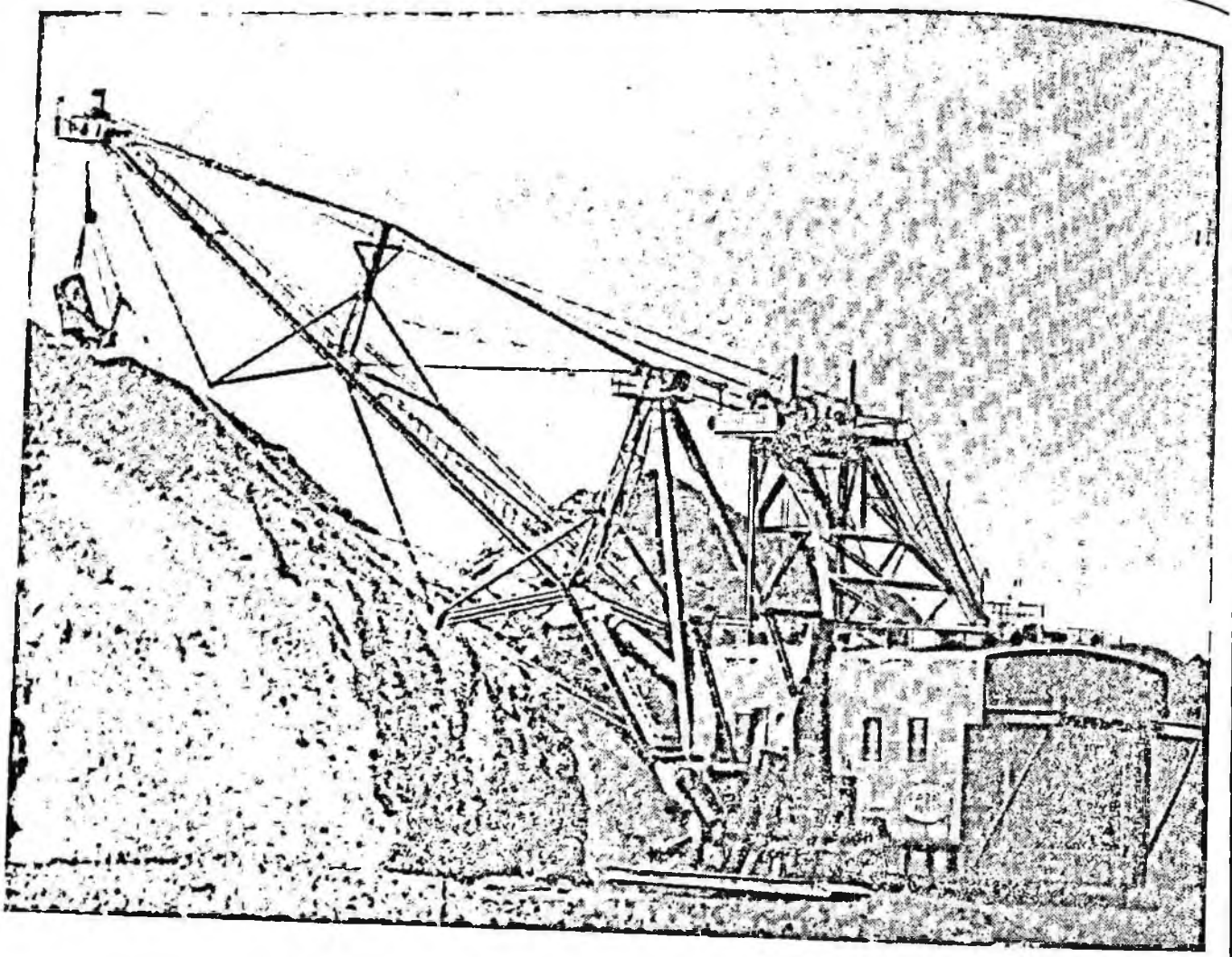


Рис. II-94. Экскаватор ЭШ-10/75

подвеске, ковшу и опорно-поворотному устройству. Опорная рама разделена на 12 равных круговых секторов, примыкающих друг к другу и к тринадцатой, центральной, секции на заклепочных стыках. Как известно, ранее рама делилась на пять частей с параллельным расположением стыков, а отлитая из стали центральная цапфа с квадратным фланцем в основании устанавливалась на верхнем настиле рамы и крепилась болтами.

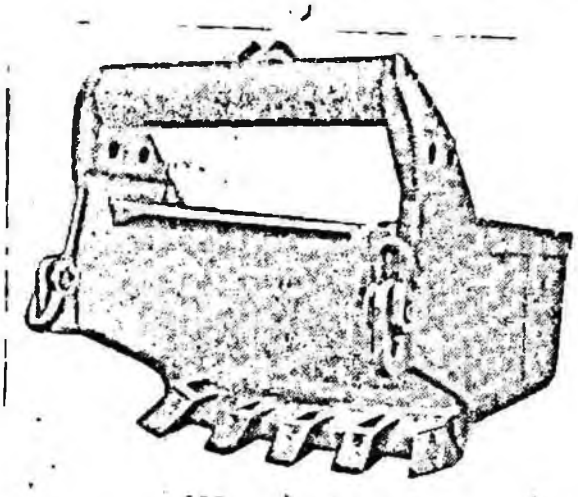


Рис. II-95. Ковш емкостью 15 м³

Секторная рама была впервые применена на № 24 модели ЭШ-14/75. Центральная цапфа при этом выполнялась в виде полой цилиндрической поковки из стали 20, вваренной в раму. Для создания удовлетворительной пары трения на цапфу по горячей посадке надевалась втулка из стали 50. Поэтому в дальнейшем была принята разъемная установка с креплением на цапфе. Ввиду конструктивно-технологических преимуществ секторной рамы она была принята для всей серии ЭШ-15/90 и следующей за ней серии ЭШ-15/90А.

Удлинение стрелы и повышенная нагрузка на нее от ковша большей емкости потребовала усиления вантовой системы. После ряда опытов была отработана конструкция с увеличен-

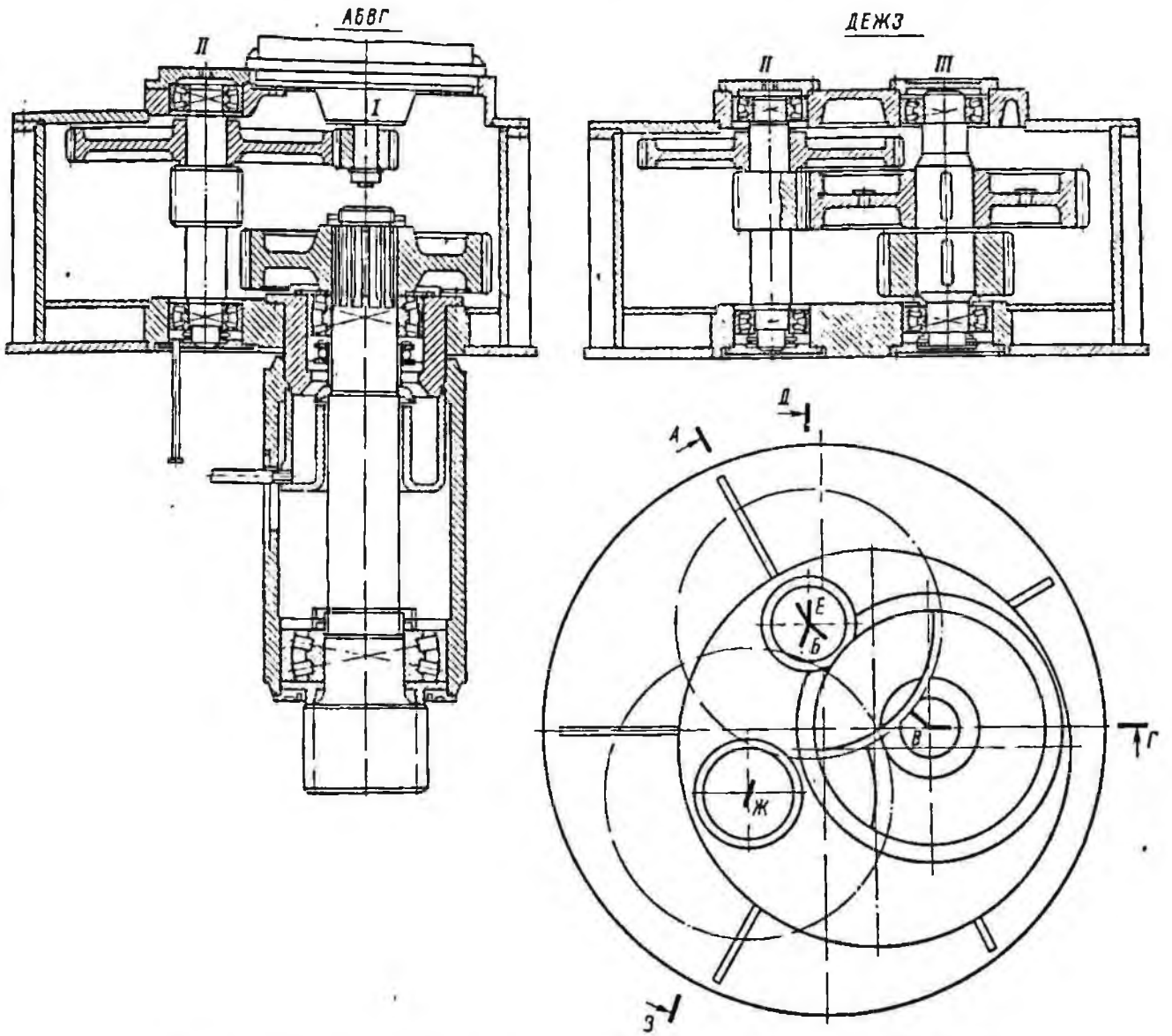


Рис. II-96. Поворотный трехступенчатый редуктор экскаватора ЭШ-15/90

ным числом закрытых канатов, а также с применением для подвески канатов большего диаметра (70 мм). Подвеска отнесена назад и удерживает стрелу через вертикальный полиспаст, соединенный с «качающейся» стойкой на надстройке.

Ковш экскаватора ЭШ-15/90 (рис. II-95) не претерпел больших конструктивных изменений и при почти равном весе с ковшом 14 м³ имеет емкость 15 м³. Изменена арка ковша, которая стала прямолинейной трубчатой. Вместо накладных вилок тяговой упряжи установлены сварные проушины с двумя, отверстиями в каждой для варьирования высоты присоединения тягового прицепного устройства.

Зубчатый венец поворотного механизма отливается из высоколегированной стали 35ХН2ВЛ и имеет модуль 50 мм вместо 36 мм на экскаваторе ЭШ-14/75. Мощность электродвигателей механизма вращения увеличена на 40%. Роликовый круг средним диаметром 10,8 м (на ЭШ-14/75 был 10 м) состоит из 102 роликов, взаимозаменяемых с роликами машин предыдущей серии ЭШ-14/75. Узлы барабанов, промежуточных валов и редуктора устанавливаются непосредственно на платики металлоконструкций поворотной платформы. Рациональное размещение оборудования позволило полностью отказаться от специального противовеса.

Электрическое оборудование выполнено как обычно на крупных экскаваторах по системе Г—Д. Управление главными приводами осуществляется с использованием электромашинных и промежуточных магнитных усилителей.

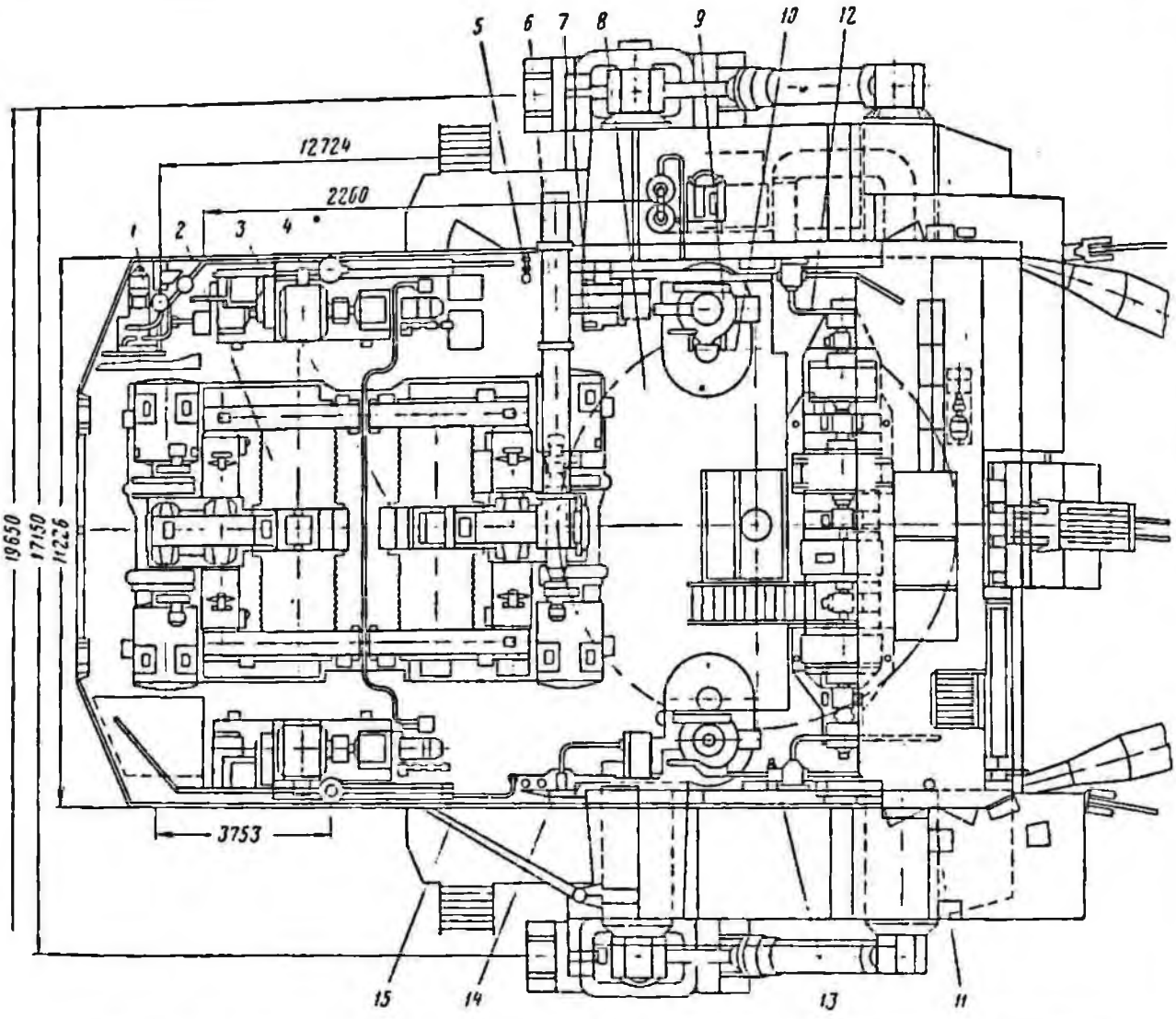


Рис. II-97. Расположение механизмов на поворотной платформе экскаватора ЭШ-15/90:

1 — пневматическая система; *2, 3* — подъемная и тяговая лебедки; *4* — насосная установка; *5* — система жидкой смазки; *6* — система вентиляционного устройства кузова; *7* — рычажная система; *8* — настил в кузове; *9* — колодочный тормоз; *10* — редуктор поворотного механизма; *11* — устройство для жидкой смазки агрегата; *12* — разводка труб гидросистемы; *13* — устройство для густой смазки; *14* — гидроаппаратура; *15* — кран-укосина

Основательно были переработаны и другие узлы и металлоконструкции экскаватора, в том числе поворотный редуктор (рис. II-96) и поворотная платформа с надстройкой (рис. II-97).

Экскаватор ЭШ-15/90 является современной машиной, находящейся на уровне лучших мировых образцов.

Экскаватор ЭШ-15/90А

На базе экскаватора ЭШ-15/90 был создан экскаватор ЭШ-15/90А (рис. II-98). В последней машине без изменения основных конструктивных и рабочих параметров достигнуты значительное повышение надежности и долговечности узлов и резкое увеличение эксплуатационной производительности.

Основными мероприятиями при модернизации были следующие:

применение нового электрооборудования. Применены машины единой серии ПЭ и СДЭ как более мощные (на 20%) и надежные в эксплуатации, что позволило сократить длительность рабочего цикла и соответственно увеличить производительность экскаватора;

установка четырехдвигательного привода поворотного механизма. Экскаватор ЭШ-15/90 был оснащен двумя редукторами поворота. Зубчатый венец, укрепленный на верхнем настиле опорной рамы, при модуле 50 мм имел 176 зубьев и состоял из восьми секций. На экскаваторе ЭШ-15/90А число зубьев уменьшено до 168, но число секций увеличено до 12. С учетом распределения нагрузки между четырьмя ре-

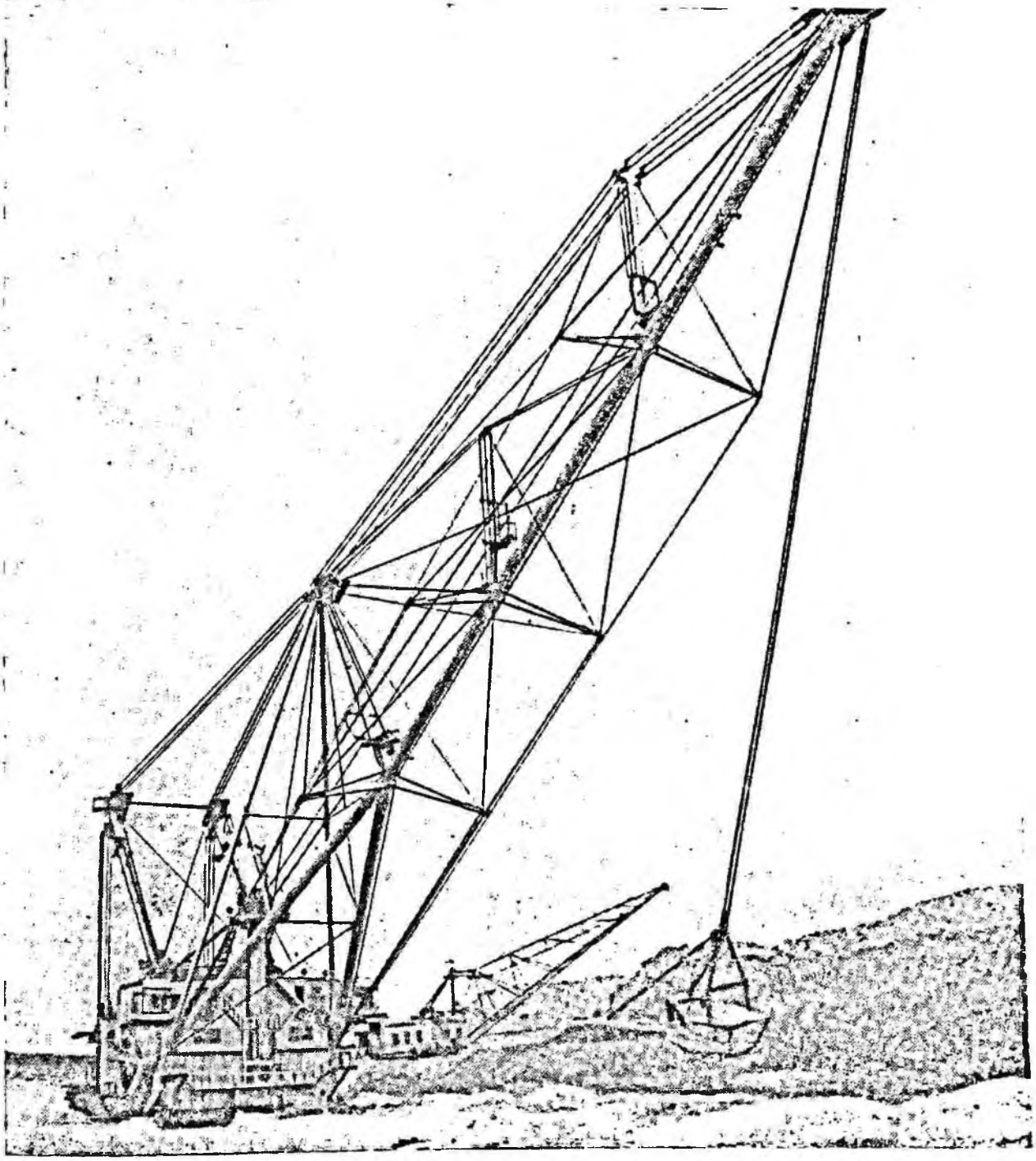


Рис. II-98. Экскаватор ЭШ-15/90А

дукторами и изготовления венца из высоколегированной кованой стали стойкость деталей редуктора и зубчатого венца повысилась не менее чем в 2 раза. Расположение основных механизмов на поворотной платформе экскаватора ЭШ-15/90А показано на рис. II-99;

повышение надежности и долговечности стрелы и ее подвески вследствие повышения запаса прочности вантовых канатов (увеличены число работающих канатов и диаметры некоторых из них с 54 до 70 мм);

повышение надежности и долговечности металлоконструкций — усилены узлы опорной рамы, поворотной платформы, надстройки и опорных башмаков;

усиление узла головных блоков — повышена долговечность подшипников и усталостная прочность несущей оси;

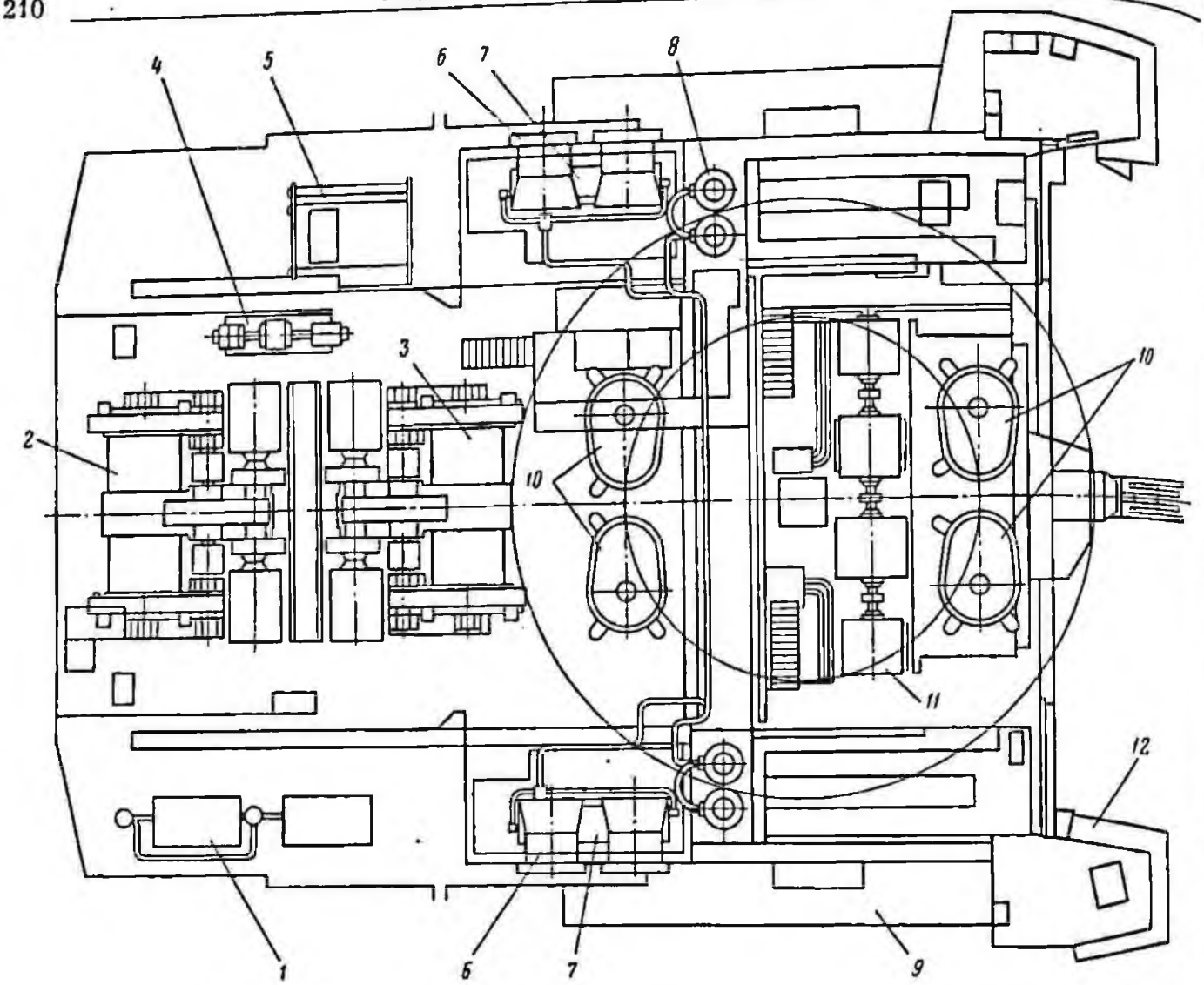


Рис. II-99. План поворотной платформы с механизмами экскаватора ЭШ-15/90А:

1 — компрессорная установка; *2, 3* — тяговая и подъемная лебедки соответственно; *4* — возбудительный агрегат; *5* — стреловая лебедка; *6* — вентиляционная установка; *7* — насосные установки механизма шагания; *8* — баки гидросистемы механизма шагания; *9* — трансформатор; *10* — поворотный редуктор; *11* — преобразовательный агрегат; *12* — кабина

повышение надежности электроуправления — применены статические усилители вместо электромашинных с вращающимися массами;

повышение надежности узлов главных лебедок — усилены моторные валы и зубчатые передачи. Общий вид одной из главных лебедок — тяговой — показан на рис. II-100;

улучшение системы вентиляции. Для охлаждения электрических машин заново переработана установка для подачи очищенного воздуха к преобразовательному агрегату, дополнительно введены четыре крупных осевых вентилятора в стенках кузова;

повышение уровня механизации вспомогательных работ — разработан новый усиленный консольно-поворотный кран для обслуживания блоков рабочих канатов, введена централизованная смазка зубчатого венца, направляющих блоков и других узлов;

увеличение герметичности, облегчение монтажа и улучшение внешнего вида кузова. При модернизации введены панели из гнутых профилей, а также выполнено монтажное соединение элементов кровли на сварке;

улучшение условий работы экипажа, в том числе установка новой кабины машиниста с увеличенным и открывающимся передним окном. С левой стороны экскаватора размещена другая кабина — с дублированным пультом управления.

В результате модернизации был повышен гарантийный срок экскаватора с 12 до 15 месяцев и удлинен межремонтный период (срок между капитальными ремонтами) — с 4—5 до 6—7 лет.

В 1969 г. одна из первых машин этой серии в комбинате Дальвостуголь достигла рекордной производительности — 5 млн. м³ породы в год.

Техническая характеристика экскаватора ЭШ-15/90А*

Скорость подъема ковша, м/сек	2,63
Скорость копания (средняя), м/сек	1.33
Мощность, квт:	
приводного синхронного электродвигателя	1900
электродвигателей поворота	4×210
электродвигателей подъема (тяги)	2×680
Диаметр, мм:	
рабочих канатов подъема и тяги	56
стрелового каната	45
Среднее удельное давление на грунт, кгс/см²:	
опорных башмаков	2,1
опорной рамы	1
Расчетная продолжительность цикла при повороте на 120° и концевом проходе, при глубине копания до 25 м в грунтах I категории, сек	63
Масса, т:	
рабочая экскаватора	1620
в том числе противовеса	15

* Приводятся данные, отличные от базовой машины ЭШ-15/90.

Основные размеры экскаватора ЭШ-15/90А приведены на рис. II-101 и в табл. II-44.

Как и все драглайны Уралмашзавода, экскаватор ЭШ-15/90А состоит из следующих основных узлов: опорной части, поворотной платформы с надстройкой и механизмами, рабочего оборудования, механизма шагания, электрооборудования, вспомогательного оборудования.

В опорную часть входят опорная рама и опорно-поворотное устройство экскаватора. Опорная рама представляет собой круглую плиту высотой 1,1 м, сваренную из листовой низколегированной стали и усиленную радиальными балками. В раму вмонтирована центральная цапфа, вокруг которой вращается вся поворотная часть машины. На верхнем настиле рамы устанавливаются узлы опорно-поворотного устройства, в том числе зубчатый венец поворотного механизма и роликовый круг, взаимозаменяемый с роликовым кругом экска-

Таблица II-44

Основные размеры экскаватора ЭШ-15/90А

Параметры	Обозначение на рис. II-101	Размер, м
Длина стрелы	L_1	90
Угол наклона стрелы	α	30 (градусы)
Наибольшая высота разгрузки	H_1	37,3
Наибольший радиус разгрузки	R	83,2
Наибольший радиус резания	R_1	83,2
Наибольшая глубина резания	H	42,5
Наименьшее расстояние от головных блоков до отвала	h	14
Просвет под поворотной платформой	h_1	1,61

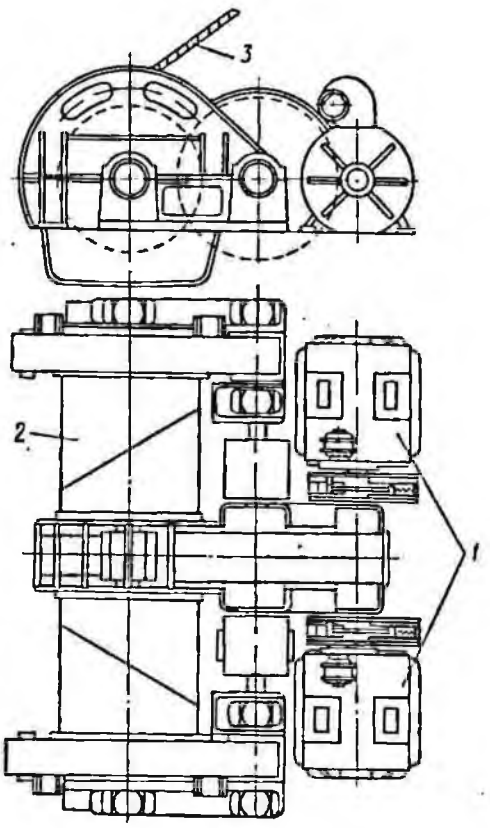


Рис. II-100. Тяговая лебедка:
1 — электродвигатель; *2* — барабан; *3* — тяговый канат

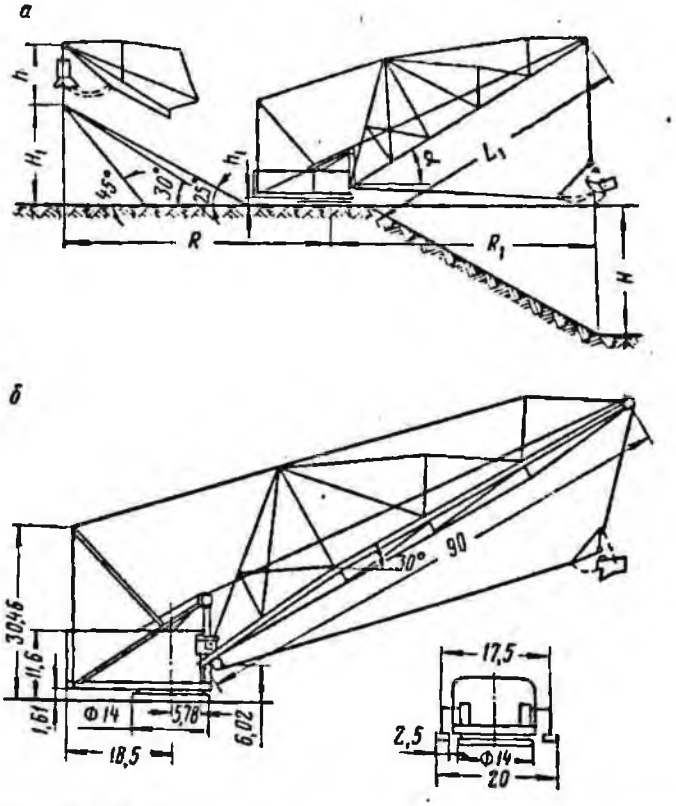


Рис. II-101. Основные размеры экскаватора ЭШ-15/90А:
а — рабочие; *б* — конструктивные

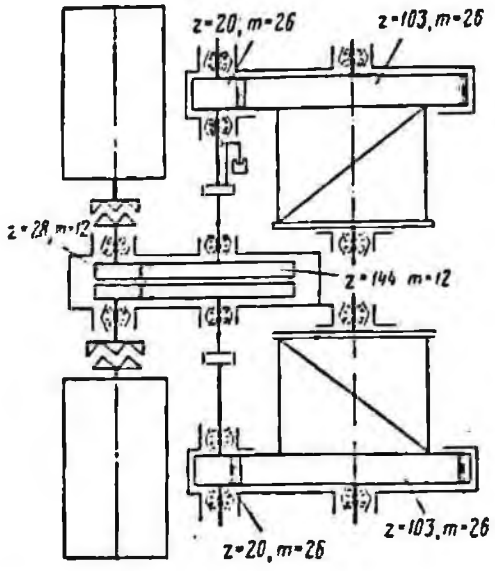


Рис. II-102. Кинематическая схема главной лебедки экскаватора ЭШ-15/90А

ватора ЭШ-15/90. На место монтажа машины рама отправляется отдельными сварными секциями.

Поворотная платформа служит основанием для главных механизмов и вместе с остальными узлами (кроме опорной части) составляет поворотную, вращающуюся, часть экскаватора. Платформа — сварная коробка прямоугольной формы — состоит из продольных и поперечных балок двутаврового сечения, а также круговой балки для опоры роликового круга, перекрытых сверху и снизу листовым настилом. Для возможности транспортирования платформа разделена на несколько секций, соединяемых при монтаже. В центральной секции в специально вваренных центральной отливке и гильзах выполняются пять расточек: одна — для установки втулки центральной цапфы и четыре — для выходных валов поворотных редукторов. Подъемная и тяговая лебедки, преобразовательный агрегат, поворотные редукторы и рельсы роликового круга устанавливаются на обработанные платики. Платформа воспринимает и передает на опорную раму все нагрузки от веса машины и рабочие усилия.

Надстройка над платформой служит опорой для стрелы, шагающего механизма и блоков рабочих канатов. Это пространственная система, состоящая из ряда плоских форм и крупных коробчатых конструкций. В расточках опор шагающего механизма монтируются подшипники главных осей рабочих цилиндров, на передней стойке устанавливается узел направляющих блоков, а также верхние блоки подъемных и тяговых канатов. Стрела своими пятами опирается на переднюю балку. Через свои фермы и другие конструкции надстройка передает рабочие нагрузки на поворотную платформу.

Кинематическая схема главной лебедки показана на рис. II-102. Подъемная и тяговая лебедки, почти полностью взаимозаменяемые. Отличие заключается только в направлении нарезки канатных ручьев на барабанах. На оси барабана каждой лебедки устанавливается командоаппарат, контролирующий приближение ковша к головным и направляющим блокам рабочих канатов. Каждая лебедка приводится в действие двумя электродвигателями мощностью 680 квт каждый и скоростью вращения ротора 750 об/мин, работающими на один шевронный редуктор

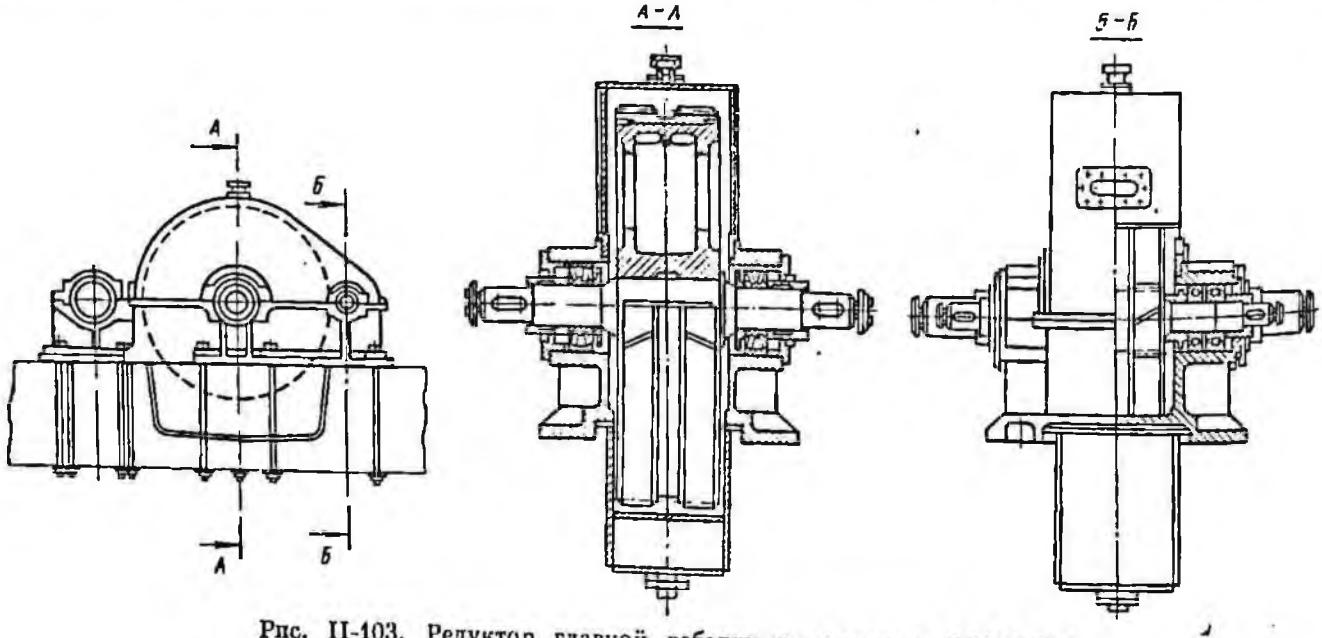


Рис. II-103. Редуктор главной лебедки экскаватора ЭШ-15/90А

(рис. II-103). Через промежуточный вал и две цилиндрические зубчатые пары движение передается двум барабанам. Соединение промежуточных валов осуществлено с помощью зубчатых муфт, одна из которых устроена так, что позволяет отключать правый или левый барабан для выравнивания длины канатов.

Поворотный механизм объединяет четыре одинаковых вертикальных редуктора (рис. II-104), обкатывающих шестерни своих выходных валов по зубчатому венцу, укрепленному на опорной раме. Цилиндрические прямозубые передачи редукторов работают в закрытых маслонепроницаемых корпусах. Редукторы установлены попарно симметрично оси центральной цапфы (два впереди и два сзади) на верхнем настиле центральной секции поворотной платформы. Кинематическая схема поворотного механизма показана на рис. II-105.

В рабочее оборудование входят стрела, ковш, рабочие канаты и система блоков. Стрела состоит из одного общего сжатого стержня, выполненного из трубы, и трех вантовых ферм — одной вертикальной и двух наклонных. Усилия натяжения вант контролируются специальными гидравлическими устройствами. Для вант используются канаты закрытого типа. Вантовые стрелы имеют преимущества перед решетчатыми, воспринимая одинаковые нагрузки при значительно меньшей массе.

Ковш имеет сварно-литую конструкцию с режущей частью из высокомарганцовистой стали. Конструкция ковша систематически совершенствуется.

В качестве рабочих канатов применяются открытые многопрядные канаты с металлическим сердечником по ГОСТ 7669—69. По механическим свойствам проволока для каната выбирается высшей марки с расчетным пределом прочности 170 кгс/мм², светлая. Канаты приняты левой односторонней свивки, нераскручивающиеся. Для увеличения стойкости, удобства в эксплуатации и унификации деталей машины и технологических процессов изготовления узлов на экскаваторе ЭШ-15/90А предусмотрены канаты одинакового диаметра (57 мм) для подъема и тяги ковша. Экскаватор ЭШ-15/90А имеет в основном ту же компоновку механизмов и узлов, что и экскаваторы предыдущих моделей. Схема навески рабочих канатов (рис. II-106) принята следующей. Тяговые канаты от ковша огибают направляющие (нижние) блоки, затем идут на верхние блоки, установленные на передней стойке надстройки, и оттуда направляются к барабанам лебедки.

Механизм шагания образуют две пары гидроцилиндров, расположенные по обеим сторонам машины. Гидроцилиндры своими головными

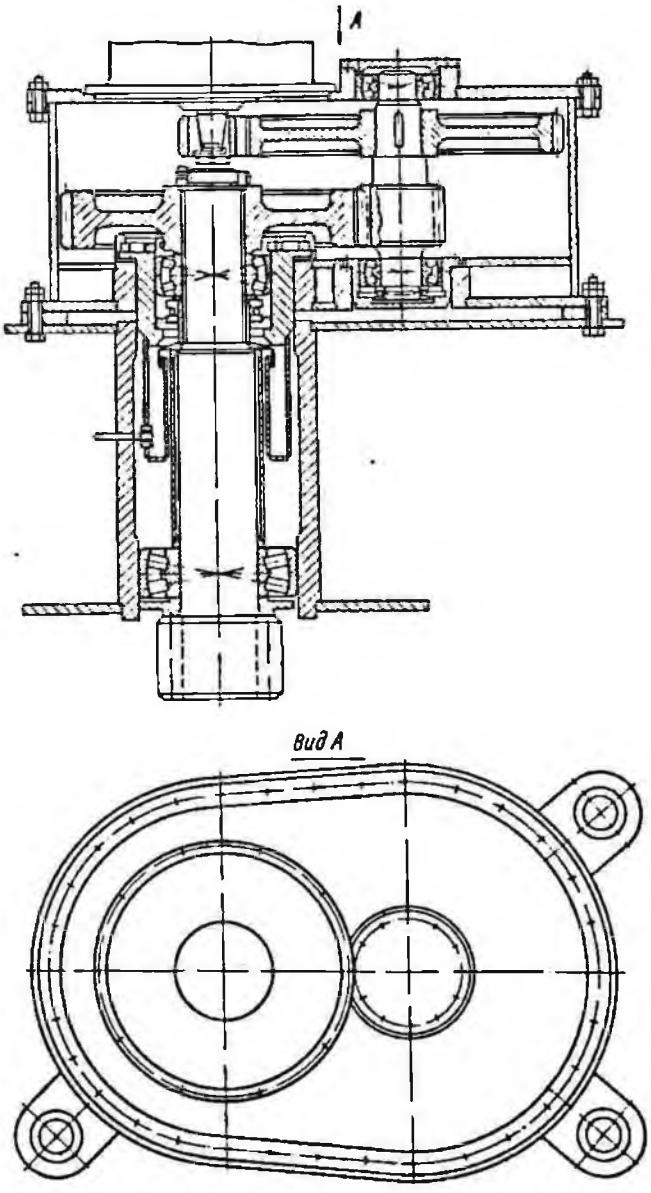


Рис. II-104. Редуктор поворотного механизма экскаватора ЭШ-15/90А

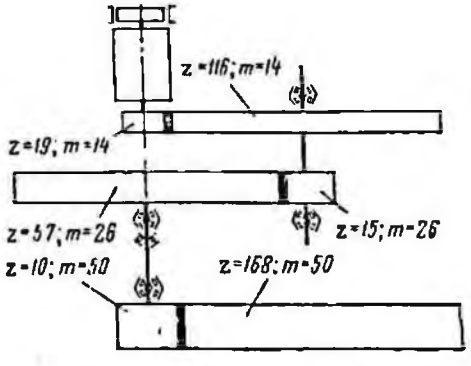


Рис. II-105. Кинематическая схема поворотного механизма экскаватора ЭШ-15/90А

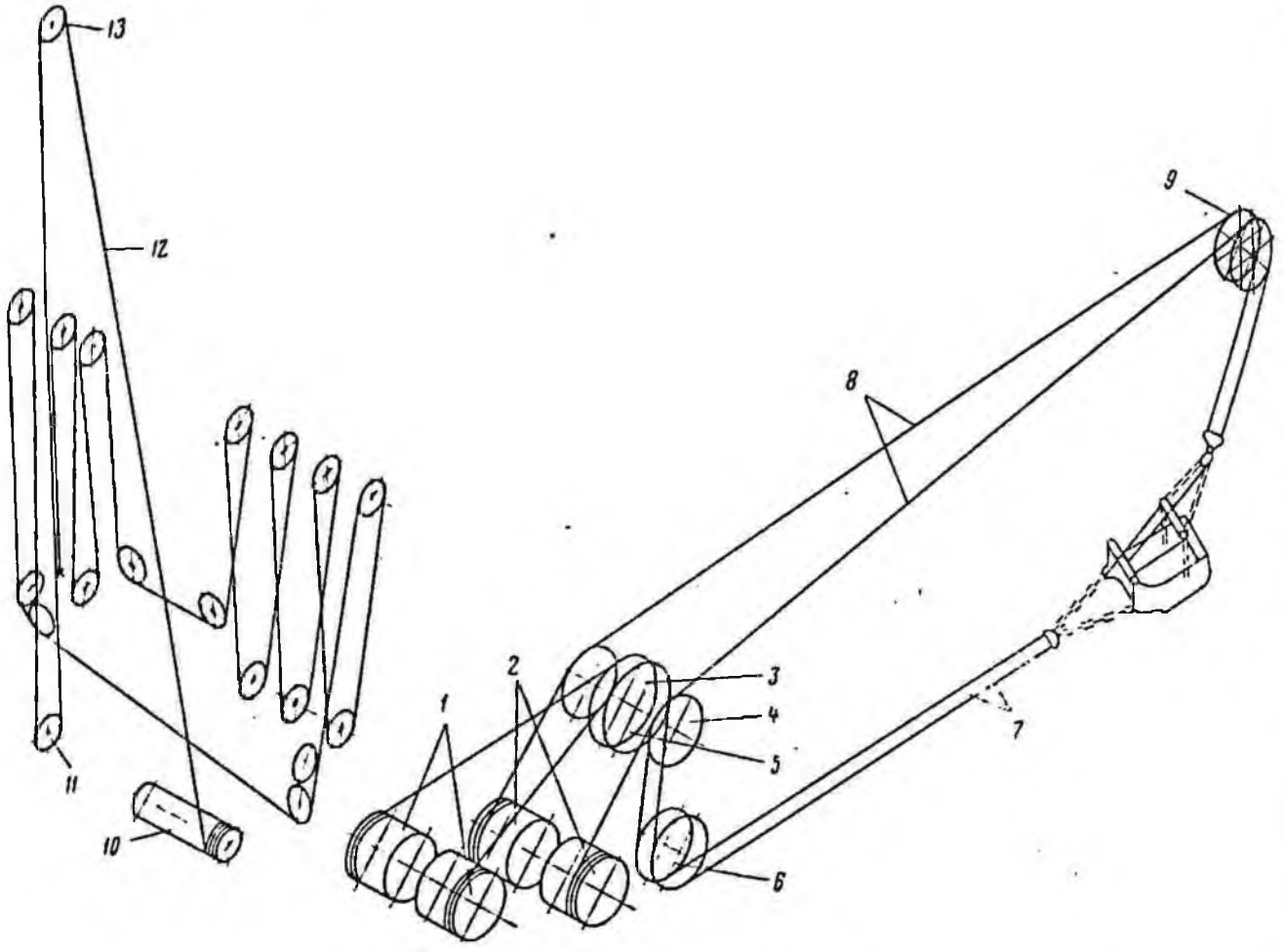


Рис. II-106. Схема навески канатов:

1 — барабан тяговой лебедки; *2* — барабан подъемной лебедки; *3* — блоки надстройки; *4*, *5* — блоки диаметром 1800 и 2200 мм; *6* — направляющие блоки; *7* — тяговые канаты; *8* — подъемные канаты; *9* — головные блоки; *10* — барабан стреловой лебедки; *11* — блок поворотной платформы; *12* — стреловой канат; *13* — блок качающейся стойки

осями связаны с несущими металлоконструкциями машины. К нижним шарнирам, общим для каждой пары гидроцилиндров, подвешены через качающиеся траверсы опорные башмаки. Специальные насосные установки и соответствующая электрогидравлическая аппаратура обеспечивают направление потоков жидкости в те или иные полости гидроцилиндров, благодаря чему осуществляется передвижение экскаватора способом шагания на 2 м за один цикл. Опорный башмак представляет коробчатую сварную конструкцию с продольными балками, рассчитанную на восприятие нагрузок от веса машины при шагании.

Гидравлическая схема управления механизмом шагания приведена на рис. II-107.

Электрооборудование экскаватора питается трехфазным током напряжением 6000 в, подаваемым по гибкому кабелю к преобразовательному агрегату для привода главных рабочих механизмов, трансформаторам вспомогательных приводов и электродвигателям насосов механизма шагания. Электродвигатели главных механизмов единой серии ПЭ экскаваторного исполнения питаются постоянным током от преобразовательного агрегата. В схеме управления главными приводами предусмотрены статические аппараты — силовые и промежуточные магнитные усилители, отличающиеся большей надежностью и простотой обслуживания в сравнении с вращающимися усилителями. Вспомогательные механизмы оборудованы необходимыми блокировками и сигнализацией, а также дистанционным и местным управлением. Освещение экскаватора и забоя рассчитано на напряжение 220 в. Для аварийного освещения на машине установлен бензоагрегат мощностью 4 квт и напряжением 220 в.

Вспомогательное оборудование предусмотрено для обслуживания работ по монтажу и эксплуатации экскаватора. К вспомогательному оборудованию относятся мостовой кран грузоподъемностью 20 т, поворотная укосина грузоподъемностью 8 т, лебедка грузоподъем-

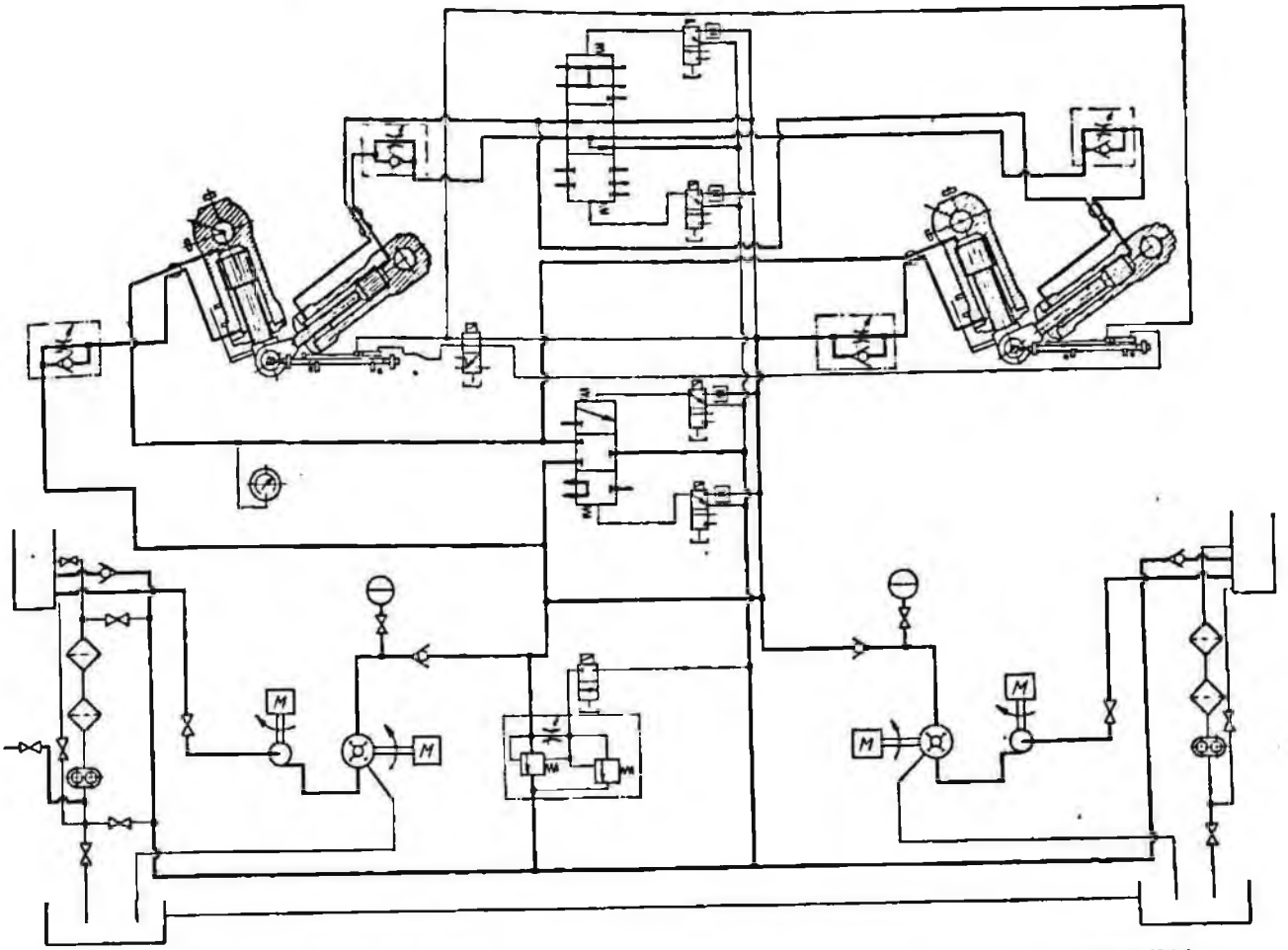


Рис. II-107. Гидравлическая схема управления механизмом шагания экскаватора ЭШ-15/90А

ностью 5 т, установленная на кровле кузова, три электротельфера, а также система блоков и устройств для операций с рабочими канатами, открывания ворот кузова и др. Специальная лебедка с электродвигателем мощностью 40 квт (рис. II-108) обслуживает подъем и опускание стрелы.

Пневматическая система подает сжатый воздух для цилиндров, тормозов и пневмоинструмента. Предусмотрена также необходимая система смазки.

Рациональная компоновка машины и размещение оборудования на поворотной платформе позволили на экскаваторе ЭШ-15/90А применить минимальный противовес (15 т грузия).

Однако проведенной модернизацией не заканчивается модернизация машины, длительная эксплуатация которой в самых различных условиях выявила необходимость совершенствования отдельных узлов и конструкций для дальнейшего повышения их прочности, надежности и долговечности. Так, по сравнению с первыми машинами была значительно упрощена гидравлическая система управления механизмом шагания. На экскаваторе ЭШ-15/90

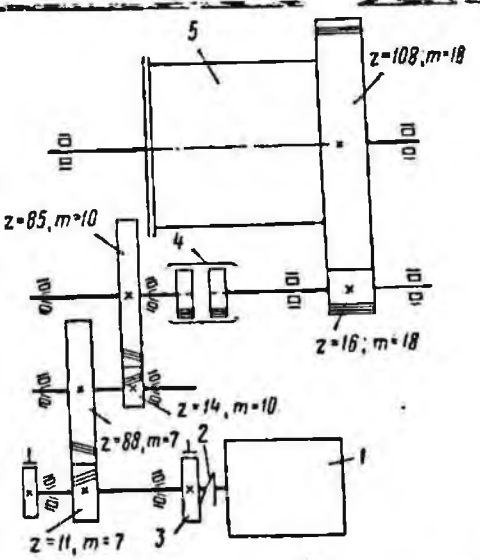


Рис. II-108. Кинематическая схема стреловой лебедки экскаватора ЭШ-15/90А:

1 — электродвигатель; 2 — муфта; 3 — тормоз; 4 — зубчатая муфта; 5 — барабан

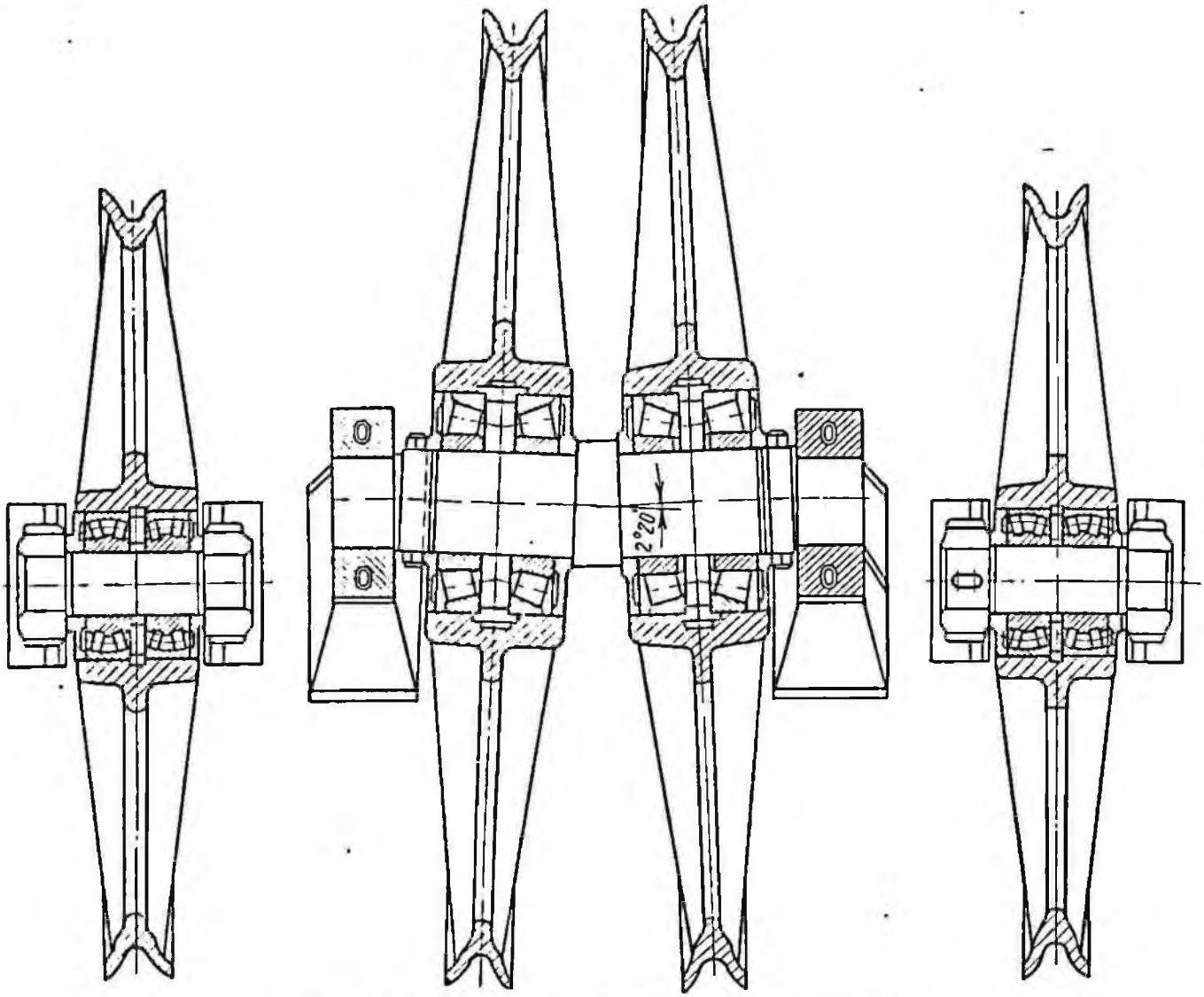


Рис. II-109. Блоки рабочих канатов на надстройке

устанавливались четыре захвата опорной рамы для их совместной работы при передвижении машины. Однако на последних экскаваторах была достигнута стабильная уравновешенность их поворотной части, что позволило применить лишь два захвата.

С целью улучшения условий эксплуатации и ремонта верхних блоков рабочих канатов на надстройке их четыре блока (2 — тяги и 2 — подъема), ранее посаженные на одной общей оси, теперь установлены в трех группах: средняя — для двух блоков тяги и две крайние — для блоков подъема. Каждая группа блоков имеет свои отдельные подшипники, и демонтаж блоков производится раздельно.

Для уменьшения угла девиации канатов тяговая лебедка расположена на хвостовой части поворотной платформы. При этом расстояние между барабаном и блоком составляет около 30 м. Для устранения отклонения канатов к барабанам лебедки тяговые блоки на надстройке повернуты так, что каждый из двух блоков имеет направление к середине нарезки барабана (рис. II-109).

* * *

На протяжении выпуска шагающих экскаваторов ковш, как главный орган рабочего оборудования экскаватора, продолжает совершенствоваться: упрощается его конструкция с одновременным повышением прочности и долговечности; улучшаются условия наполнения и разгрузки ковша, благодаря чему повышается производительность машины. Было создано много модификаций ковшей различной емкости, каждая из которых отличалась от предыдущей в той или иной части, и это отличие, проверенное при эксплуатации, закреплялось

в конструкции. К таким решениям в ковше следует отнести трубчатую арку, козырек и зубья из марганцовистой стали, литое днище в задней части корпуса, накладные вилки тяги и проушины подъема и т. п.

Каноническая форма арки из нескольких слоев гнутых листов стали, заимствованная в свое время в зарубежной практике, не выдержала испытания временем. Кроме низкой технологичности и значительного расхода металла на такой арке часто возникали трещины, заварка которых вызывала существенные простои машины.

На Уралмашзаводе в средине 50-х годов для арки ковша впервые была применена труба, вваривaемая концами в верхние части боковых стенок корпуса, сечением 465×53 мм. Впоследствии труба была заменена на трубу сечением 351×45 мм. Во избежание возникновения трещин в местах соединения арки со стенками между листами боковых стенок в верхней их части помещены прокладки для увеличения жесткости, а в углах между трубой и стенками установлены ребра.

Для уменьшения износа проушин и повышения надежности их эксплуатации введена новая деталь — щека ковша, представляющая собой углеродистую ребристую отливку, которая сваривается с козырьком и аркой, а также с листами стенки. Спереди щека имеет три проушины в форме прежней вилки. Введение этой отливки увеличило жесткость передней рамы ковша и упростило его сборку и сварку.

Особого внимания заслуживает узел соединения зубьев с козырьком. Литая коронка из марганцовистой стали надевается на пирамидальный корень зуба и удерживается от спадания изогнутым болтом. Конструкция показала свою работоспособность на протяжении более 15 лет. Однако в крепких породах (IV категория по трудности экскавации), требующих сплошного рыхления взрывами, подготовка забоя по размерам кусков часто не соответствует правилам технической эксплуатации или паспорту рудника, и машине приходится экскавировать крупные валуны объемом до 20 м³. При работе в таком забое создаются условия для ускоренного расшатывания соединения, обрыва болта и падения коронки зуба. Для уменьшения потерь и сокращения простоев по этой причине следует тщательно готовить забой. Размеры кусков должны быть в пределах 600—800 мм, а максимальный размер куска не должен превышать половины наименьшего размера дна ковша.

Следует также периодически следить за состоянием болтового крепления и при необходимости подтягивать его.

В особо трудных случаях, когда невозможно обеспечить создание нормального забоя для машины, целесообразно применять специальный ковш, рассчитанный на такие условия. Опытный ковш такого типа разработан на Уралмашзаводе и испытан на разрезах комбината Кузбасскарьеруголь.

При работе в вязких глинистых породах в задней части ковша постепенно накапливается и уплотняется грунт, занимая значительную часть емкости и снижая тем самым производительность экскаватора. Обычные меры борьбы с налипанием — остановка машины, выдалбливание ломами и кайлом, нагревание ковша — не являются ни современными, ни производительными. Несколько лет назад работники Орджоникидзевского ГОК предложили скребковую самоочистку, которая дала в условиях этого предприятия положительный результат. Уралмашзавод разработал чертежи подобной самоочистки.

На разрезах комбината Дальвостуголь эксплуатировались экскаваторы, оснащенные опытными ковшами Уралмашзавода с цепной задней стенкой (рис. II-110). Идея, заложенная в конструкции этого ковша, заключается в том, чтобы форма задней части корпуса не способствовала накапливанию и уплотнению грунта. Для этой цели задняя стенка ковша убрана полностью для того, чтобы на пути грунта не было никаких препятствий. Вместо стенки устроена решетка из цепей и прутьев, которая не позволяет грунту просыпаться. Испытания показали, что налипание уменьшилось по сравнению с обычным ковшом почти в 2—2,5 раза.

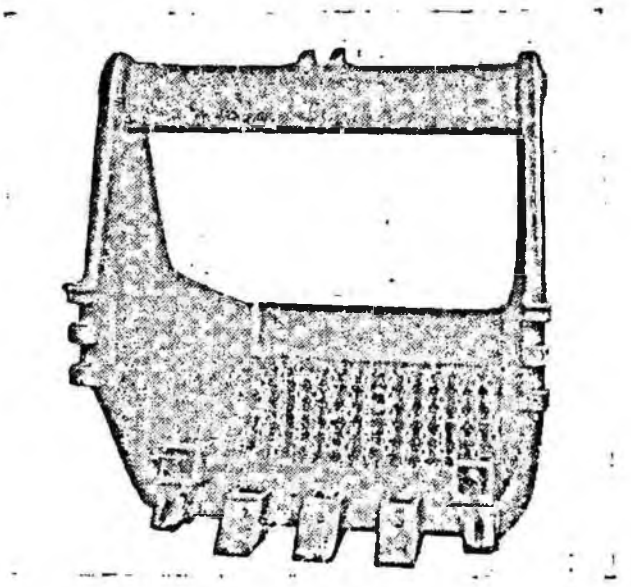


Рис. II-110. Ковш с цепной задней стенкой

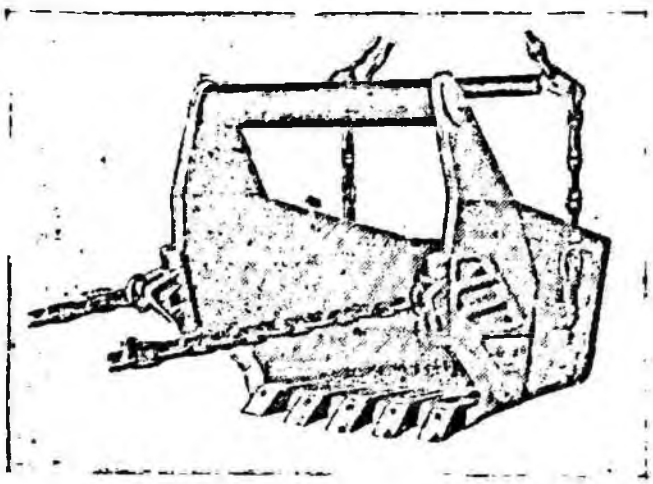


Рис. II-111. Ковш емкостью 15 м³ с расширяющимся корпусом

В поисках наилучших решений, обеспечивающих высокую прочность и производительность, возникла конструкция ковша с расширяющимся в направлении упряжи корпусом (рис. II-111). Стенки его отклонены от вертикали на 5° и от продольной оси на 2°. Было изготовлено два опытных ковша, показавших хорошую работоспособность на Черемховском угольном карьере и карьерах Орджоникидзевского ГОК. С 1971 г. ковши такой конструкции выпускаются серийно.

В начале 60-х годов была выпущена опытная партия ковшей со сплошной, без зубьев, режущей кромкой и полукруглым днищем по типу так называемого ковша Федорова (рис. II-113). В определенных условиях они оказались вполне эффективными. Однако при отработке откосов забоя, а также зачистке кровли пласта эти ковши не эффективны.

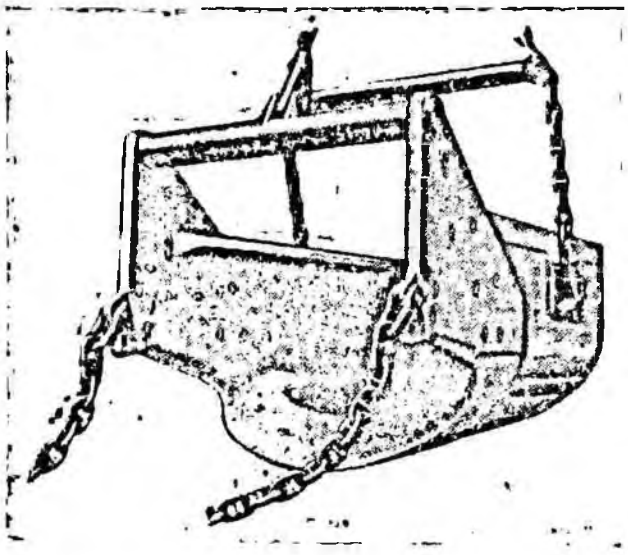


Рис. II-112. Ковш с полукруглым днищем

Известно, что на производительность машины в немалой степени влияют условия работы экипажа. За годы выпуска экскаваторов много раз менялась конструкция кресла машиниста. В кабине установлено кресло, главные достоинства которого заключаются в устойчивости, удобстве, нужных размерах сиденья и возможности регулирования высоты, расстояния до приборов и угла наклона спинки. Не менее важны микроклимат в кабине и уровень шума в ней. Параметры микроклимата, степень комфортности воздушной среды в кабине в большой мере зависят от местных условий на карьере. Устранение шума в кабине управления достигается ее удалением от источников шума и отделением от кузова капитальной стенкой, причем корпус кабины содержит в кровле, полу и стенках тепло- и звукоизолирующий материал. Благодаря хорошей теплоизоляции и наличию в кабине электроотопительных приборов температурный режим в ней может поддерживаться в заданных пределах.

На экскаваторе ЭШ-15/90А предусмотрена вторая кабина — бытовая — для экипажа, в которой созданы комфортные условия для отдыха. В этой кабине устанавливается также второй, дублирующий пульт управления. В практике эксплуатации часто встречается необходимость отработки боковых уступов и выполнения других операций, которые удобнее и производительнее вести из левой кабины. В кабинах для окон применены стеклянные полотна большого размера из толстого закаленного стекла.

Важной и неотложной задачей является создание более гибких и долговечных канатов. Институт НИИМЕТИЗ в г. Магнитогорске в содружестве с Уралмашзаводом и Орджоникидзевским ГОК разработал новую конструкцию каната — из 740 проволок различных сечений. Опытная партия таких канатов изготовлена Волгоградским стале-проволочно-канатным заводом и должна пройти испытания на машинах.

Стрелы серийного экскаватора ЭШ-15/90А последних выпусков представляют собой трехгранную ферму с жесткими поясами и растяжками из закрытых канатов. Это повлекло за собой существенное изменение надстройки и других узлов. Так был создан новый опытный экскаватор ЭШ-15/90Б, который прошел эксплуатационные испытания в 1971 г. на Азейском карьере комбината Востсибуголь.

Экскаватор ЭШ-15/90Б

Конструкция экскаватора ЭШ-15/90Б (рис. II-113) — разработана благодаря дальнейшему развитию и усовершенствованию вы-

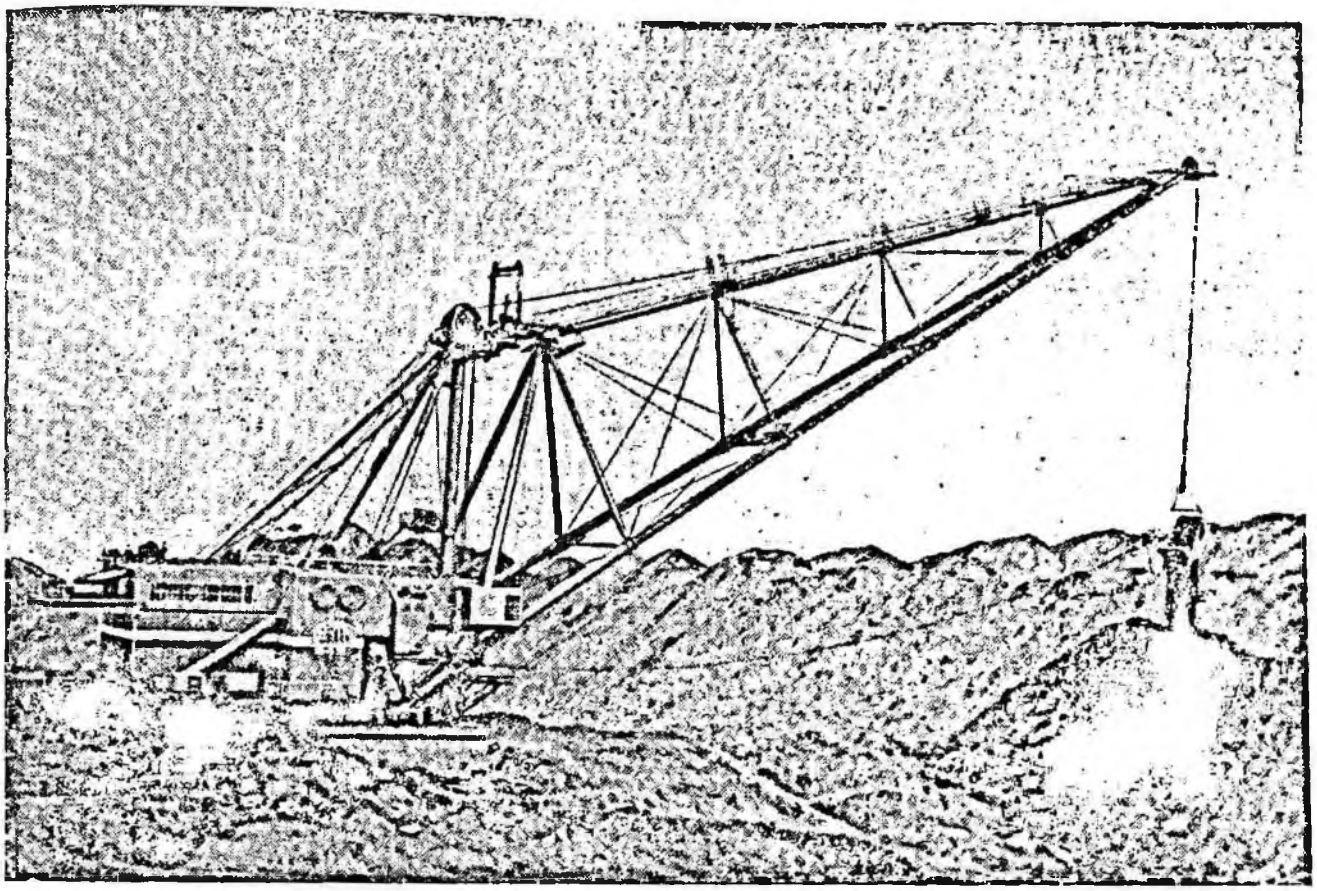


Рис. II-113. Экскаватор ЭШ-15/90Б

пускаемых Уралмашзаводом шагающих экскаваторов. Главным отличием этой модели является жесткая конструкция стрелы, что потребовало значительно меньшего числа вантовых растяжек. Последние имеют одинаковый диаметр, что упрощает их обслуживание и ремонт и способствует увеличению надежности. Рабочие блоки подъемных и тяговых канатов на этом экскаваторе имеют больший диаметр, чем на экскаваторе ЭШ-15/90А, что увеличивает срок службы канатов. Важные узлы и элементы надстройки изготовляются из труб и соединяются при монтаже с помощью валиков, что способствует сокращению трудозатрат на монтаж.

На экскаваторе ЭШ-15/90Б так же, как на экскаваторе ЭШ-15/90А, устанавливаются четыре редуктора поворота с электродвигателем мощностью 210 квт. Однако на новой машине

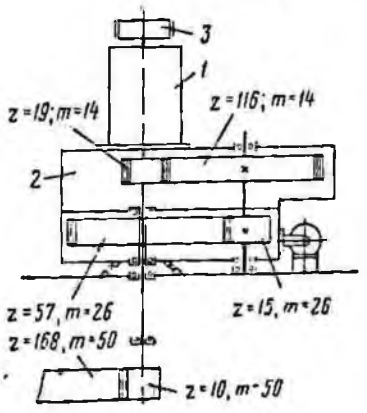


Рис. II-114. Кинематическая схема поворотного редуктора экскаватора ЭШ-15/90Б:

1 — электродвигатель; *2* — редуктор; *3* — тормоз

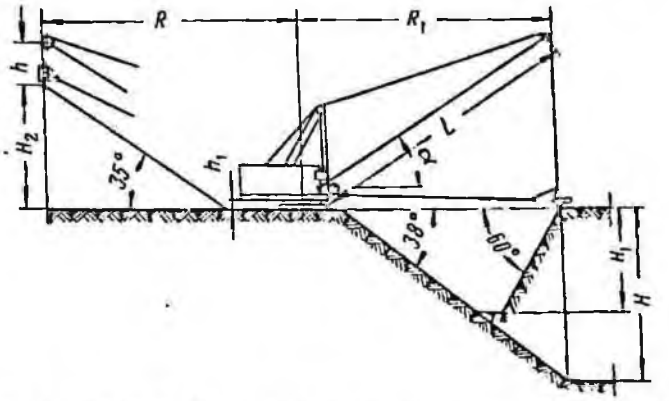


Рис. II-115. Рабочие размеры экскаватора ЭШ-15/90Б

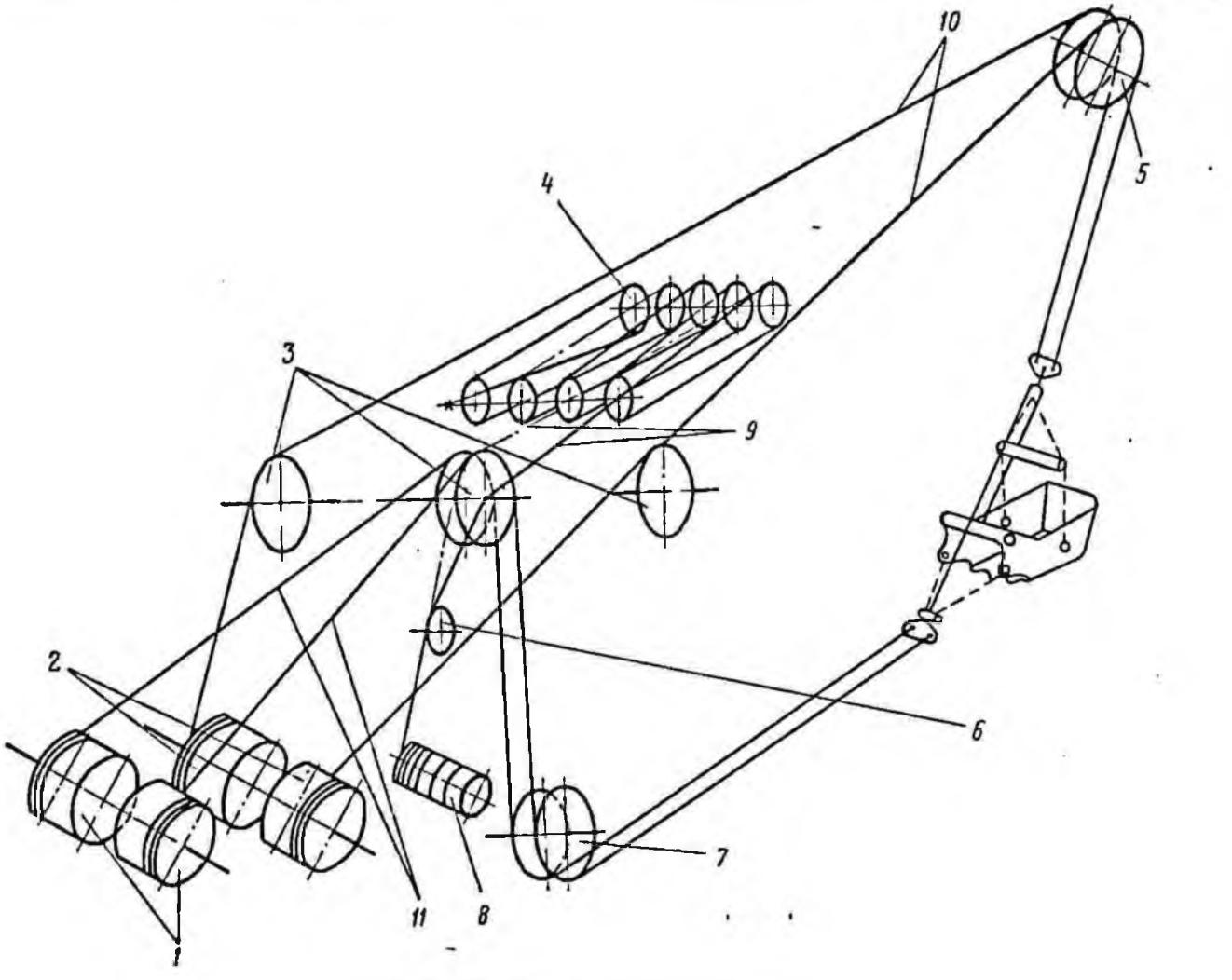


Рис. II-116. Схема навески канатов:

1 — барабан тяговой лебедки; *2* — барабан подъемной лебедки; *3* — блоки надстройки; *4* — блоки стрелы; *5* — головные блоки; *6* — отводной блок; *7* — направляющие блоки; *8* — стреловая лебедка; *9* — стреловой канат; *10* — подъемный канат; *11* — тяговый канат

каждый редуктор снабжен демпфером крутильных колебаний, который устраняет динамические усилия в зацеплении с зубчатым венцом, поглощает энергию колебаний в приводе и этим резко улучшает условия работы поворотного механизма.

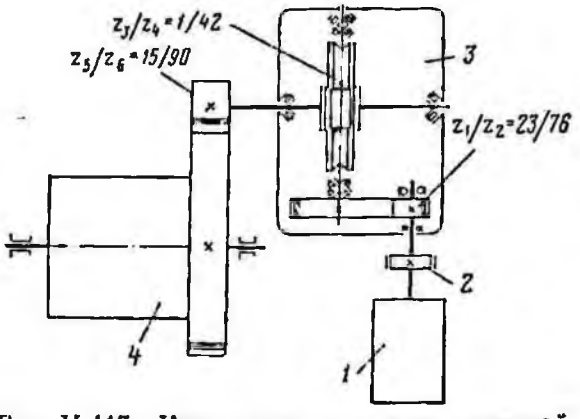


Рис. II-117. Кинематическая схема стреловой лебедки экскаватора ЭШ-15/90Б:

1 — двигатель; *2* — тормоз; *3* — редуктор; *4* — барабан

Таблица II-45

Основные размеры экскаватора ЭШ-15/90Б

Параметры	Обозначение на рис. II-115	Раамер, м
Длина стрелы	L	90
Угол наклона стрелы	α	32 (градусы)
Наибольший радиус:		
выгрузки	R	83
резания	R_1	83
Наибольшая глубина резания	H	56
Глубина резания при боковом проходе	H_1	35
Наибольшая высота выгрузки	H_2	39,6
Наименьшее расстояние от головных блоков до отвала	h	14
Просвет под поворотной платформой	h_1	1,613

Кинематическая схема поворотного редуктора показана на рис. II-114.

Машина комплектуется двумя ковшами, из которых один изготовляется серийно, а другой — новый, опытный — имеет облегченную без арки увеличенной емкости конструкцию.

На экскаваторе установлены две комфортабельные кабины с двумя пультами управления и с улучшенной отделкой пластиком и алюминием. Впервые в кабинах установлены стеклопакеты больших размеров, дающие машинисту беспрепятственный широкий обзор забоя.

Основные размеры экскаватора приведены на рис. II-115 и даны в табл. II-45. Расчетная длительность цикла экскаватора ЭШ-15/90Б совпадает с данными экскаватора ЭШ-15/90А. Отличие составляет угол наклона стрелы (32° вместо обычных 30°), что позволило поднять высоту разгрузки до 39,6 м вместо 37,3 м у экскаватора ЭШ-15/90А. Изменение конструкции и повышение надежности и долговечности важнейших узлов привело не только к снижению трудозатрат и сокращению сроков изготовления и монтажа, но и к существенному росту эксплуатационной производительности машины.

На рис. II-116 показана схема навески канатов, а на рис. II-117 — кинематическая схема стреловой лебедки с электродвигателем МТКВ-412-8.

Данный экскаватор является одним из лучших в мире и может успешно эксплуатироваться в различных районах страны.

Экскаватор ЭШ-20/75Б

Машина спроектирована на базе серийно изготовляемого экскаватора ЭШ-15/90А. От базовой машины использованы в основном все узлы и детали, за исключением стрелы и ее подвески и ковша, определяющих новые параметры модели. При создании модели ЭШ-20/75Б (рис. II-118) учтен опыт эксплуатации ранее выпущенных машин и заимствованы прогрессивные решения, осуществленные в проекте ЭШ-15/90Б.

Техническая характеристика экскаватора ЭШ-20/75Б*

Емкость ковша, м³	20
Длина стрелы, м	75
Угол наклона стрелы, градус	32
Глубина резания наибольшая, м	34,2
Высота выгрузки наибольшая, м	31,3
Наибольшее расстояние от головных блоков до отвала, м	14
Наибольший радиус резания (и выгрузки), м	70,3
Скорость подъема ковша, м/сек	1,7
Средняя скорость копания, м/сек	1,3
Наибольшее усилие (у ковша), тс:	
подъемное	120
тяговое	125
Диаметр рабочих канатов, мм	64
Расчетная продолжительность цикла при повороте на 120° и концевом проходе, при глубине копания до 25 м в породах I категории, сек	69
Масса, т:	
экскаватора (без противовеса, запчастей и приспособлений)	1600
противовеса (заводом не поставляется)	75

* В технической характеристике приведены данные, отличные от данных экскаватора ЭШ-15/90А.

Основные размеры экскаватора ЭШ-20/75Б показаны на рис. II-119 и приведены в табл. II-46.

Стрела выполнена по новой схеме с тремя жесткими трубчатыми поясами и связями из вантовых канатов. Усовершенствованная подвеска стрелы имеет устройство, препятствующее «складыванию» полиспаста при переподъеме или растяжке стрелы. Оригинально сконструированная нижняя опора направляющих блоков тяговых канатов позволяет компенсировать перекос оси качания блоков при их установке. Конструкция обеспечивает совпадение оси каната с плоскостью ручья блока, независимо от качания обоймы блоков под влиянием ковша.

Как и на экскаваторе ЭШ-15/90Б, элементы надстройки, спроектированной по новой схеме, изготовляются из труб и соединяются с помощью валиков, что значительно облегчает монтаж и сокращает его сроки.

Зубчатые муфты лебедок тяги и подъема устанавливаются на шлицевых валах с эвольвентным профилем, что способствует лучшему центрированию сопрягаемых деталей и обеспечивает более высокую их прочность.

Кинематическая схема главной лебедки с двумя электродвигателями ПЭ-162-6К мощностью по 680 квт приведена на рис. II-120.

Рабочие канаты подъема и тяги приняты диаметром 64 мм.

Таблица II-46

Основные размеры экскаватора ЭШ-20/75Б

Параметры	Обозначение на рис. II-119	Размер, м
Длина стрелы	L	75
Угол наклона стрелы	α	32 (градусы)
Наибольший радиус:		
выгрузки	R	70,3
резания	R_1	70,3
Наибольшая глубина копания	H	34,2
Глубина резания при боковом проходе	H_1	23
Наибольшая высота выгрузки	H_2	31,3
Наименьшее расстояние от головных блоков до отвала	h	14
Просвет под поворотной платформой	h_1	1,61

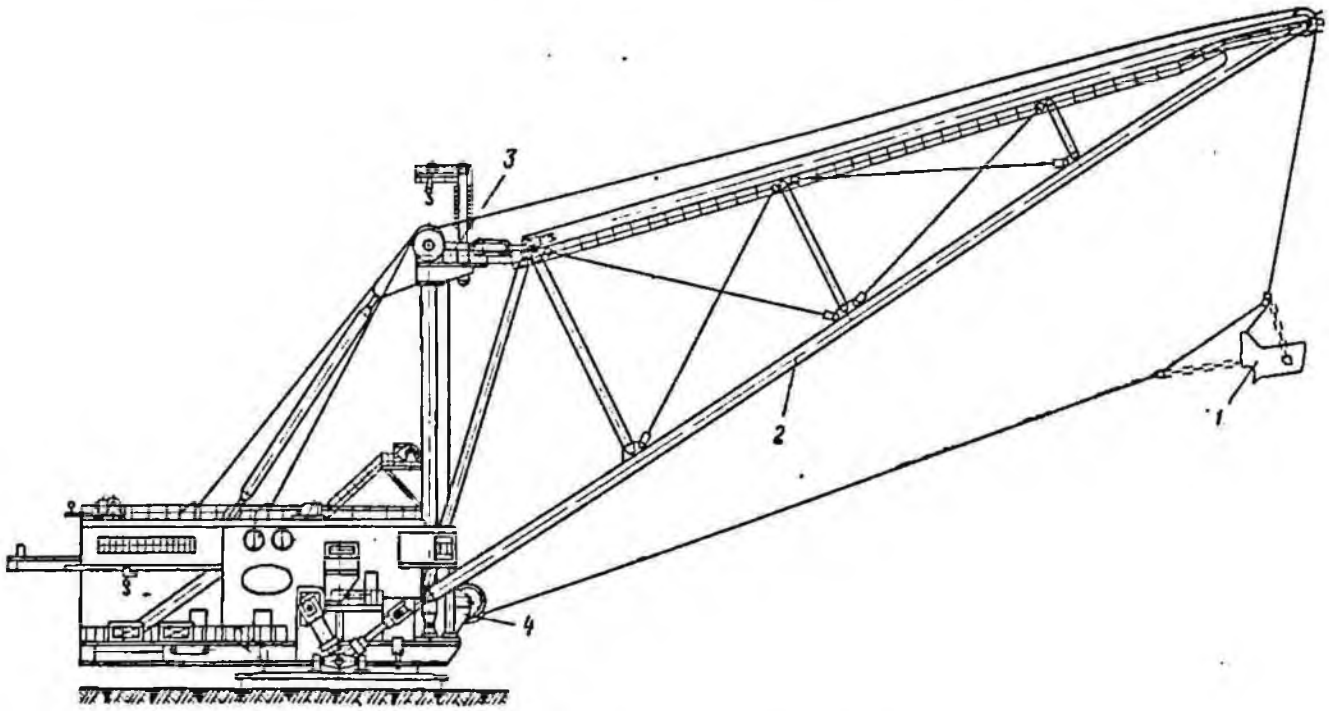


Рис. II-118. Экскаватор ЭШ-20/75Б:

1 — ковш с упряжью; *2* — стрела; *3* — подвеска стрелы; *4* — блоки наводки

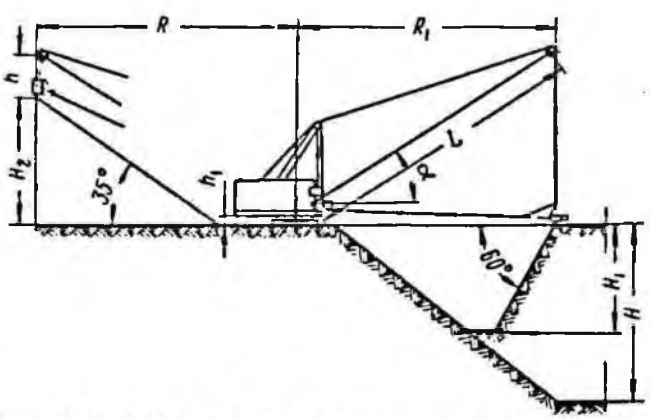


Рис. II-119. Рабочие размеры экскаватора ЭШ-20/75Б

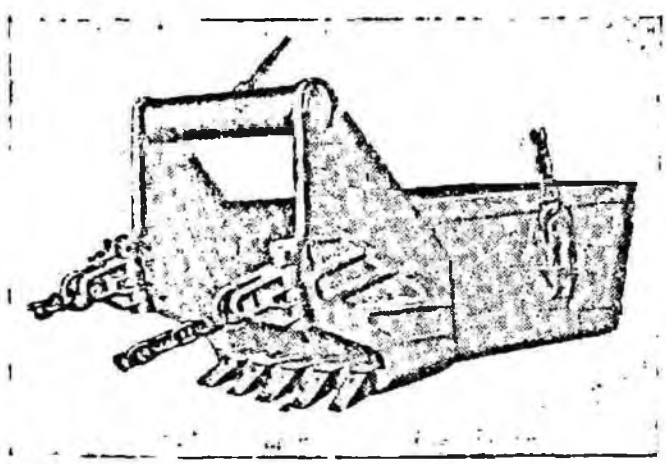


Рис. II-121. Ковш емкостью 20 м³

Ковш экскаватора ЭШ-20/75Б емкостью 20 м³ (рис. II-121) выполнен по аналогии с серийным ковшом емкостью 15 м³ с использованием низколегированного листового проката, марганцовистого, а также углеродистого литья, в том числе для заднего днища корпуса.

На новом экскаваторе также предусмотрены две кабины и дублированная система управления. Использование правой или левой кабины

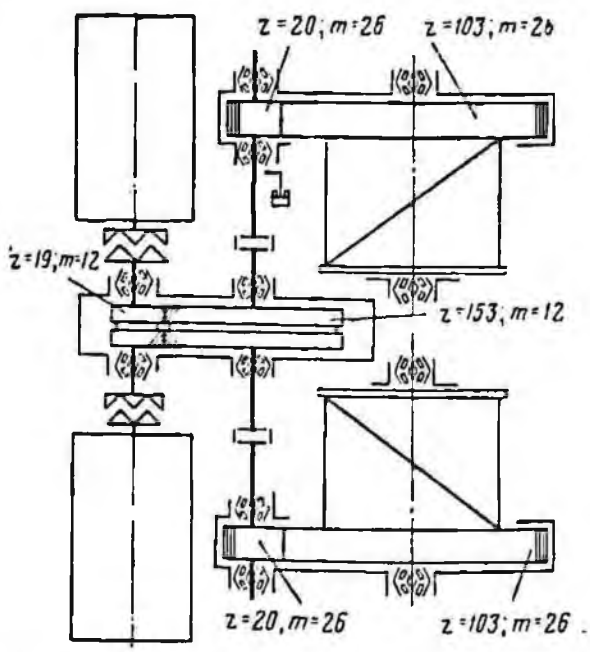


Рис. II-120. Кинематическая схема главной лебедки экскаватора ЭШ-20/75Б

для управления экскаватором зависит от условий разработки карьера.

На экскаваторе ЭШ-20/75Б используются схемы густой и жидкой смазки.

Общее увеличение производительности экскаватора ЭШ-20/75Б по отношению к экскаватору ЭШ-15/90 составляет 25%.

Экскаватор ЭШ-80/100

Шагающий экскаватор ЭШ-80/100 (рис. II-122) предназначен для выполнения вскрышных работ на крупных месторождениях полезных ископаемых, отрабатываемых открытым способом, по бестранспортной схеме с перемещением породы в отвал или в выработанное пространство.

Уникальные рабочие параметры и высокая производительность экскаватора обеспечивают вскрытие большого объема полезного ископаемого и низкую себестоимость его добычи.

Экскаватор рассчитан для работы в диапазоне температур ±40° С и может эксплуатироваться в горнорудной промышленности восточных районов страны.

Техническая характеристика экскаватора ЭШ-80/100

Длина стрелы, м	100
Допустимая концевая нагрузка на стрелу (вес груженого ковша), тс	290
Угол наклона стрелы к горизонту, градус	35
Емкость ковша, м³:	
для пород IV категории	80
для пород III категории	90
для пород I—II категорий	100
Наибольший радиус копания, м	97
Наибольшая глубина копания, м	47
Наибольший радиус выгрузки, м	97
Наибольшая высота выгрузки, м	43
Диаметр опорной рамы, мм	27 000
Высота опорной рамы, мм	2500
Опорный башмак:	
длина, мм	22 500
ширина, мм	4350
Среднее удельное давление на грунт, кгс/см²:	
при работе	1,8
при передвижении	2,65
Механизм поворота:	
мощность приводного электродвигателя, квт	1000
номинальная скорость вращения ротора, об/мин	32
число электродвигателей	8
Зубчатый венец:	
диаметр делительной окружности, мм	18 750
число зубьев	312
модуль, мм	60
Роликовый круг:	
средний диаметр, мм	21 500
диаметр ролика, мм	550
число роликов	100
Номинальная скорость вращения поворотной платформы, об/мин	1,23
Подъемный механизм:	
диаметр барабана, мм	3400
диаметр каната, мм	90
число канатов	4
максимальное подъемное усилие (на упряжи ковша), тс	540
номинальная скорость подъема груженого ковша, м/сек	2,9
Тяговый механизм:	
диаметр барабана, мм	3400
диаметр каната, мм	90
число канатов	4

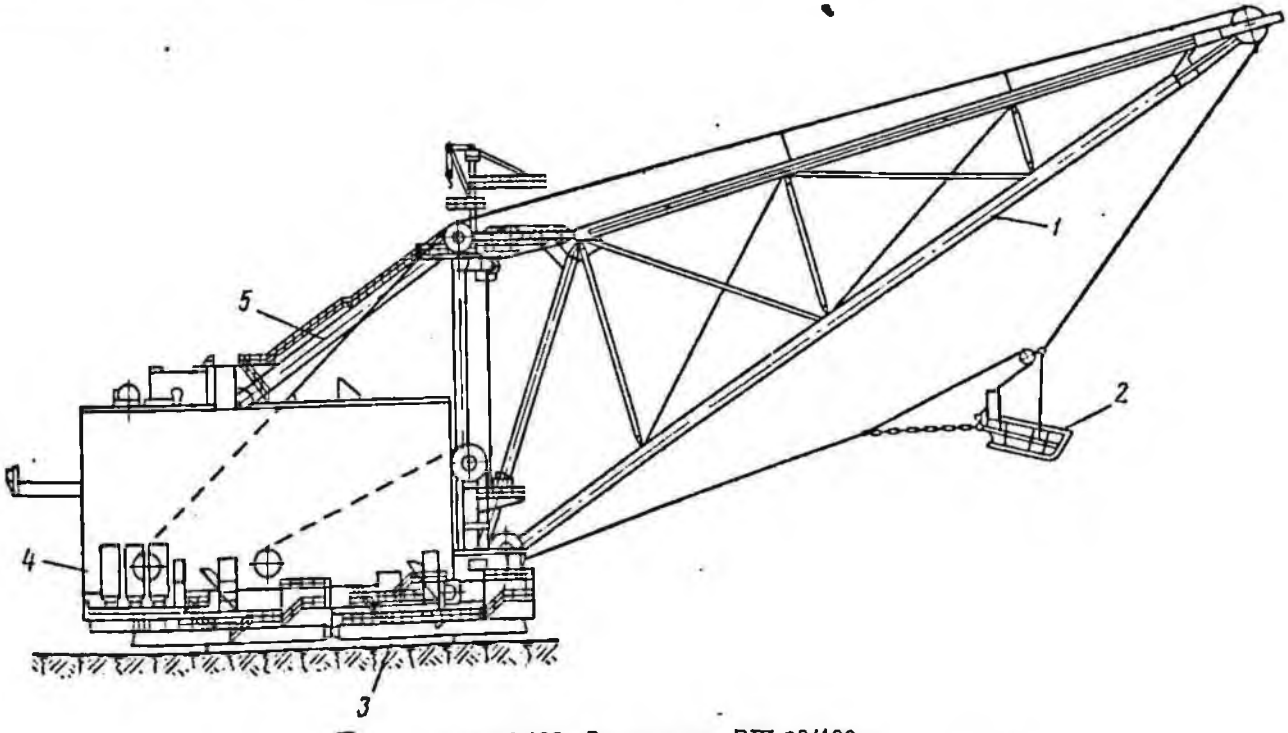


Рис. II-122. Экскаватор ЭШ-80/100:

1 — стрела; *2* — ковш; *3* — опорная база; *4* — кузов; *5* — надстройка

максимальное тяговое усилие (на упряжи ковша), тс	580
средняя скорость копания, м/сек	1,8
Привод подъемной (тяговой) лебедки:	
мощность электродвигателя, квт	2550
номинальная скорость вращения ротора, об/мин	260
число электродвигателей	4
Диаметр, мм:	
направляющих, тяговых и головных блоков	3400
подъемных блоков на передней стойке	3000
Преобразовательный агрегат:	
число	4
мощность приводного электродвигателя, квт	3600
напряжение, кв	10
мощность одного генератора механизма подъема, тяги, поворота, квт	2700
число питающих кабелей на 10 кв	2
скорость передвижения, м/ч	60
конструктивный вес экскаватора, тс	10 250
Расчетная годовая производительность при работе, млн. м³:	
ковшом 100 м³ в породах I—II категории	25
ковшом 90 м³ в породах III категории	20
ковшом 80 м³ в породах IV категории	12
Основные размеры, м:	
поворотной платформы:	
длина	43,2
ширина	35,8
радиус хвостовой части	29
ширина кузова	28,2
высота крыши кузова над землей	24,8
ширина хода экскаватора (по башмакам)	36,4
высота головных блоков над землей	57

Экскаватор ЭШ-80/100 является одним из крупнейших шагающих драглайнов в мире. Он состоит из следующих основных узлов:

опорной рамы, на которой смонтированы центральная цапфа, зубчатый венец и опорно-поворотное устройство;

поворотной платформы, которая служит основанием для размещения и установки механизмов, надстройки, кузова и опоры стрелы;

надстройки, работающей совместно с поворотной платформой и обеспечивающей высокую жесткость конструкции. Надстройка также предназначена для подвески к ней стрелы;

рабочих механизмов, с помощью которых выполняются все рабочие операции экскаватора;

механизма шагания с гидроаппаратурой и насосными установками;

рабочего оборудования, в состав которого входят стрела и ковш;

электрооборудования.

Экскаватор ЭШ-80/100 коренным образом отличается от ранее выпущенных и изготовляемых в настоящее время шагающих экскаваторов Уралмашзавода новыми конструктивными решениями в части металлоконструкций, механизмов, узлов рабочего оборудования и электрооборудования, необходимость в которых возникла в связи с уникальными параметрами экскаватора, а также для увеличения прочности и надежности его узлов, улучшения управляемости экскаватором, облегчения условий наладки и эксплуатации оборудования.

К новым конструктивным узлам, впервые примененным на экскаваторе ЭШ-80/100, следует отнести следующие:

новый шестицилиндровый гидравлический шагающий механизм, обеспечивающий полный отрыв базы от грунта при передвижении;

трехгранная трубчатая стрела жесткого типа с предварительно сжатым верхним поясом;

надстройка, выполненная из трех продольных ферм с двумя поперечными рамами;

лебедки со сдвоенными барабанами и четырьмя канатами механизмов подъема и тяги;

поворотный механизм с тихоходными двигателями;

кованый зубчатый венец диаметром 18,75 м, состоящий из 24 секторов;

ковши арочного типа с расширяющимися стенками;

головные блоки, выполненные с роликовыми коническими подшипниками диаметром 2300 мм;

раздельные направляющие блоки, расположенные попарно так, что тяговые канаты от ковша направлены параллельно друг другу;

блоки тяговых канатов, расположенные таким образом, что мостовые краны могут передвигаться внутри кузова без распасовки канатов с барабанов тяговой лебедки;

опорная рама, поворотная платформа, башмаки, выполненные как цельносварные конструкции с обеспечением монтажной сварки и последующей механообработки непосредственно на месте монтажа, что применяется впервые в практике отечественного экскаваторостроения;

быстродействующие безынерционные тиристорные преобразователи в системе управления для оптимизации переходных процессов;

двухсекционная система энергоснабжения потребителей электроэнергией на экскаваторе;

отдельная кабина управления шагающим механизмом;

новая компоновка механизмов на поворотной платформе, обеспечивающая минимальный размер заднего радиуса платформы, а также удобство обслуживания оборудования и эксплуатации экскаватора.

Для многих узлов экскаватора применены новые высокопрочные марки сталей.

Основные механизмы экскаватора и их расположение на поворотной платформе показаны на рис. II-123 — II-125.

Опорная рама (рис. II-126) представляет собой круглую сварную конструкцию диаметром 27 м и высотой 2,5 м с вваренной в нее центральной цапфой. Рама состоит из верхнего и нижнего настилов, а также кольцевых и радиаль-

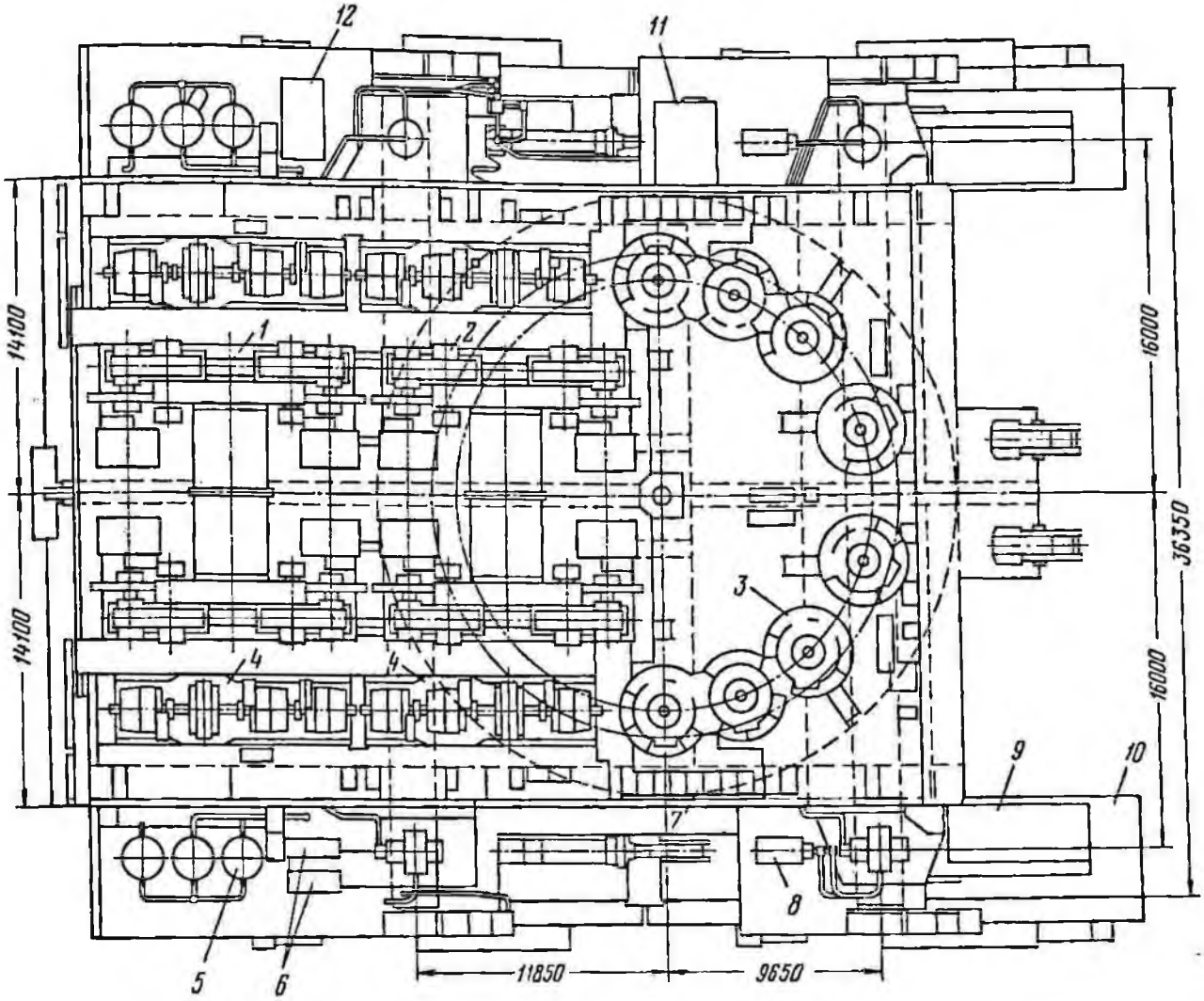


Рис. II-123. Расположение механизмов на поворотной платформе экскаватора ЭШ-80/100:

1, 2 — подъемная и тяговая лебедки соответственно; *3* — поворотный механизм; *4* — преобразовательный агрегат; *5* — баки гидросистемы; *6* — компрессорные станции; *7* — распределительное устройство; *8* — трансформатор; *9* — кабина машиниста; *10* — башмак; *11* — склад консистентных материалов; *12* — дизель-генератор

ных балок. Конструкция опорной рамы отличается от выпускаемых в настоящее время рам расположением кольцевых и радиальных вертикальных листов, позволяющих производить сварку рамы при монтаже с минимальными короблениями конструкции.

По условиям транспортирования по железной дороге рама изготавливается на заводе из 31 отдельной секции, которые соединяются между собой вставками из вертикальных и горизонтальных листов. Верхний настил рамы в местах крепления опорного кругового рельса и зубчатого венца выполнен из листов толщиной 80 мм.

Все секции опорной рамы проходят совместную контрольную сборку на заводе, для чего предусмотрены специальные технологические крепления секций. При монтаже опорная рама собирается по контрольным меткам с помощью тех же технологических креплений, и затем секции свариваются в единое целое по специальной технологии. Во время сварки опорной рамы постоянно производится проверка положения оси центральной цапфы относительно опорных платиков для нижнего рельса и зубчатого венца. Такой контроль необходим, так как при больших размерах опорной рамы даже небольшой перекос оси центральной цапфы вызовет неправильную работу подшипника при эксплуатации экскаватора.

Для получения единой плоскости под опорным рельсовым кругом и такой же плоскости под зубчатым венцом кольцевые платики обрабатываются механическим способом на специальном фрезерном станке, разработанным и изготовленным Уралмашзаводом. Обработка

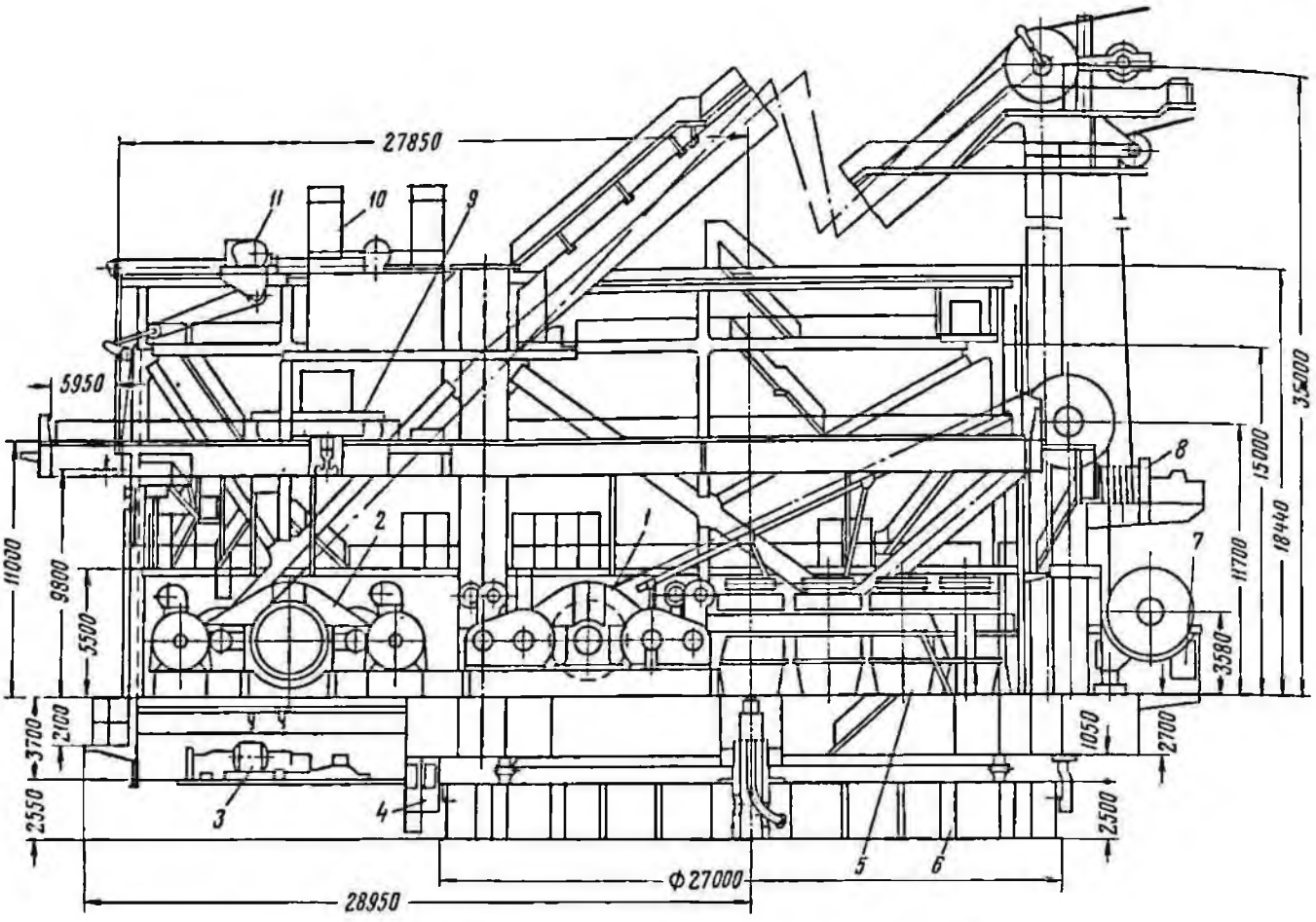


Рис. II-124. Продольный разрез экскаватора ЭШ-80/100:

1, 2 — тяговая и подъемная лебедки соответственно; *3* — насосная установка; *4* — кабина управления механизмом шагания; *5* — поворотный механизм; *6* — опорная рама; *7* — кабина машиниста; *8* — стреловая лебедка; *9* — мостовой кран; *10* — вентиляционная установка; *11* — вспомогательная лебедка

опорных плоскостей рамы после сварки обеспечивает хорошее прилегание рельсов и более равномерную передачу нагрузки от поворотной платформы на опорно-поворотное устройство.

Центральная цапфа изготавливается в виде поковок из низколегированной стали 10ХСНД, которые свариваются между собой электрошлаковой сваркой. Цапфа вваривается в диск центральной секции опорной рамы, состоящий из восьми секторов толщиной 120 мм каждый. Секторы сварены между собой электрошлаковой сваркой.

На наружной кольцевой балке опорной рамы предусмотрены кронштейны для двух высоковольтных кабелей и отверстия для ввода их в раму. Кабели подводятся к высоковольтным разъединителям, установленным в отсеках опорной рамы, а от них проходят через опорную раму и центральную цапфу к высоковольтному токоприемнику, расположенному на нижнем настиле поворотной платформы.

К верхней части наружной кольцевой балки приварен мощный пояс высотой 900 мм, служащий опорой для захватов при шагании машины.

Доступ внутрь опорной рамы предусмотрен через специальные люки размером 500×900 мм. Люки на верхнем настиле опорной рамы закрываются крышками. На верхнем настиле опорной рамы крепятся нижний рельс роликового круга и зубчатый венец. Нижний рельс состоит из 24 секторов, кованых из высокопрочной легированной стали. Рельс проходит механическую обработку на карусельном станке и имеет коническую рабочую поверхность (с вершиной конуса на оси центральной цапфы). Рельс подвергается общей термической обработке для повышения механических свойств рабочих поверхностей. Рельс крепится к настилу опорной рамы специальными прижимными планками и упорами. Зубчатый венец изготовлен из 24 кованых секторов, заготовки которых проходят термическую обработку для улучшения механических свойств материала. Каждый сектор венца крепится к опорной раме шпильками из высокопрочной стали.

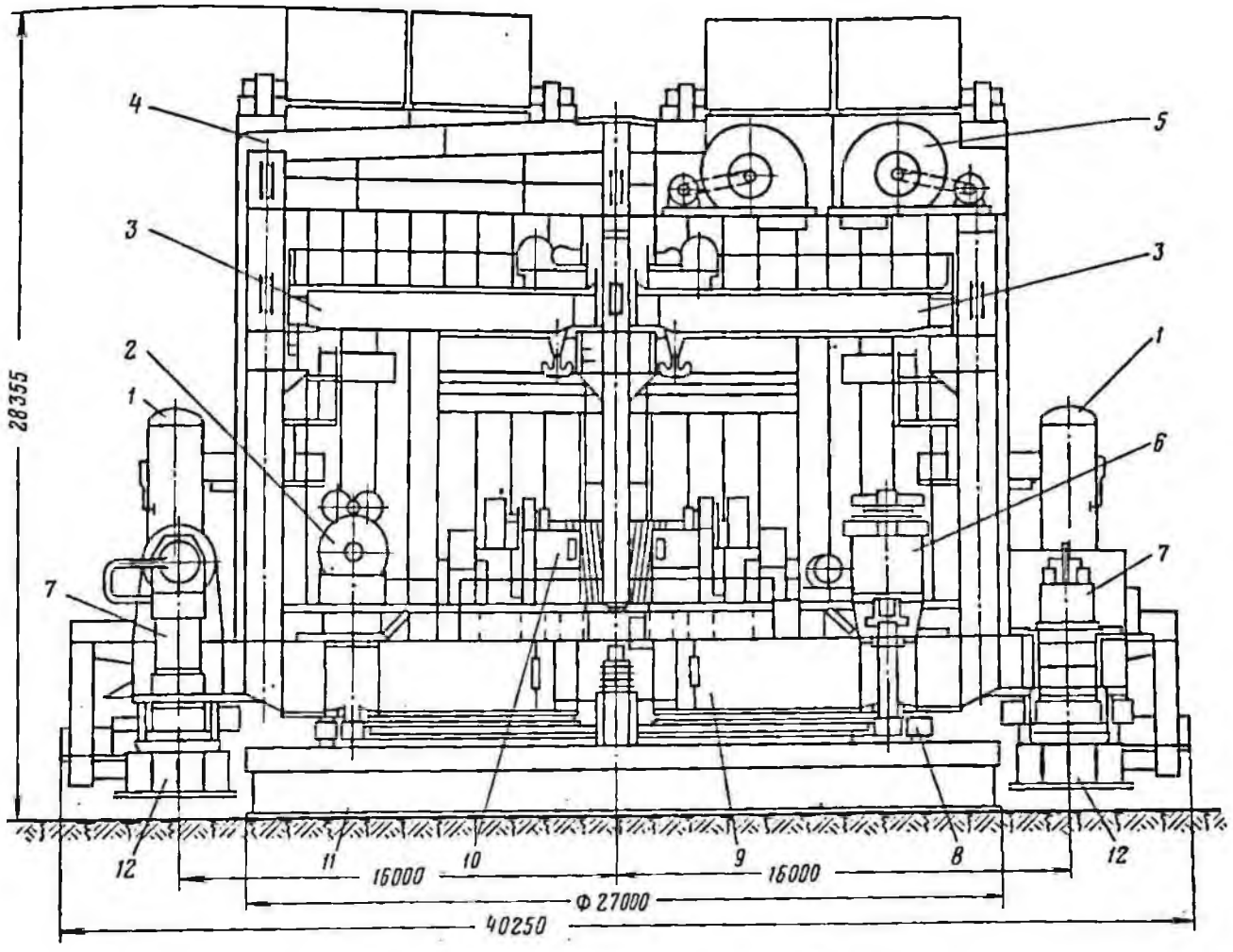


Рис. II-125. Поперечный разрез экскаватора ЭШ-80/100:

1 — баки гидросистемы; *2* — преобразовательный агрегат; *3* — мостовой кран; *4* — кузов и кровля; *5* — система вентиляции кузова; *6* — поворотный механизм; *7* — гидроцилиндры механизма шагания; *8* — опорно-поворотное устройство; *9* — поворотная платформа; *10* — тяговая лебедка; *11* — опорная база; *12* — башмаки

Роликовый круг состоит из 100 роликов, заключенных в две концентрические обоймы. Каждый ролик откован из легированной стали, термически обработан до высокой твердости и имеет поверхность качения в форме усеченного конуса, соответствующую конусности рельсов.

Общая масса опорной рамы с установленным на ней оборудованием превышает 1500 т.

Поворотная платформа представляет собой прямоугольную сварную конструкцию высотой 2,7 м, состоящую из верхнего и нижнего настилов, продольных и поперечных балок и круговой балки для роликового круга.

По условиям транспортирования по железной дороге поворотная платформа изготовляется из отдельных секций, соединяемых между собой при монтаже сваркой.

По своей конструкции поворотную платформу можно разделить на следующие основные узлы: переднюю и заднюю поперечные фермы, являющиеся составными элементами соответствующих рам надстройки, две боковые и одну среднюю продольную балки, являющиеся также элементами продольных ферм надстройки, среднюю и хвостовую части, опоры цилиндров шагающего механизма. Кольцевая балка для роликового круга, вваренная в продольные балки и поперечные фермы платформы, представляет собой единое целое.

В передней части в поворотную платформу вварены восемь кованых стаканов для подшипников механизма поворота и одна гильза для подшипника центральной цапфы.

В передней выступающей части платформы вварены пустотелые поковки, которые служат опорами для направляющих блоков тягового каната. На передней части поворотной платформы предусмотрены опоры передней стойки и несущей рамы направляющих блоков.

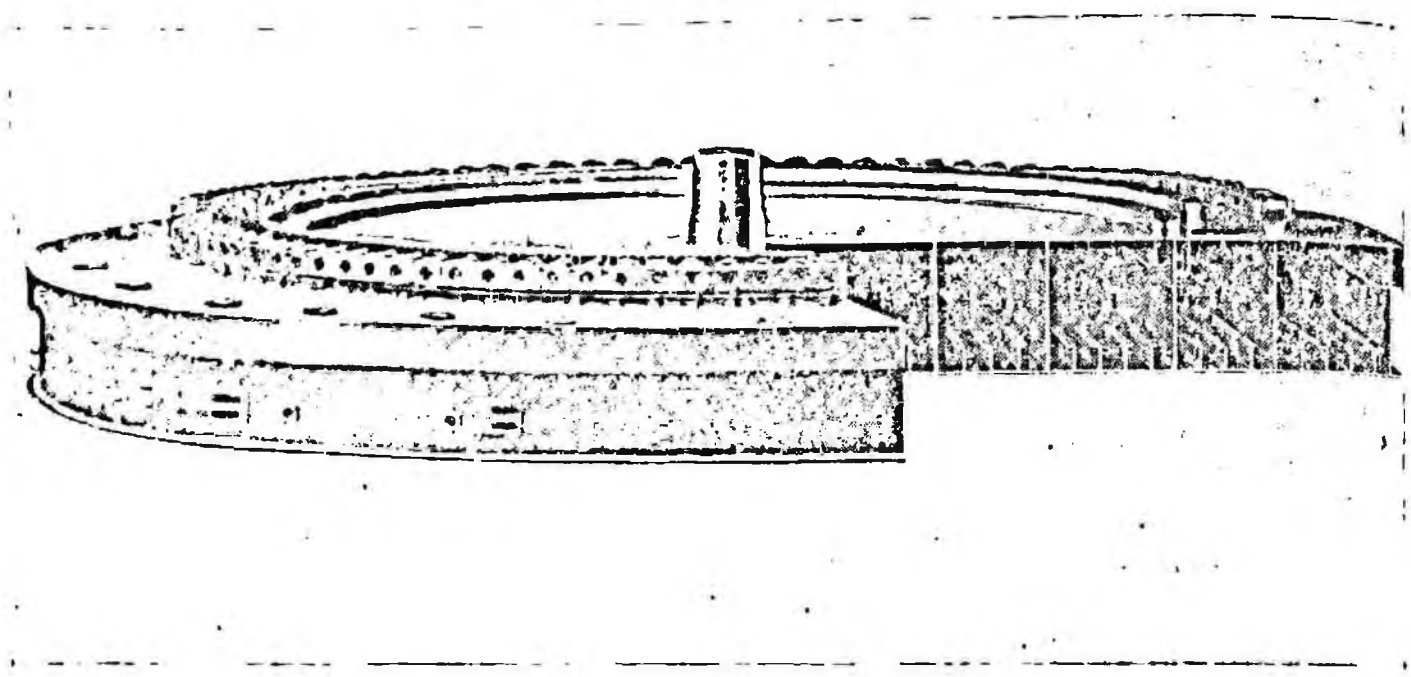


Рис. II-126. Опорная рама с зубчатым венцом и роликовым кругом экскаватора ЭШ-80/100

В задней части поворотной платформы (за пределами роликового круга) нижний настил отсутствует и под несущими балками образована площадка, на которой размещены аппаратура и насосные установки шагающего механизма.

Нижний настил платформы у роликового круга, а также у стаканов подшипников поворотного механизма выполнен из листового материала толщиной 80 мм. Для избежания концентрации напряжений в местах пересечения листов настила и нагруженных балок предусмотрены специально обработанные поковки из того же материала.

На консольно выступающих концах поперечных ферм поворотной платформы предусмотрены специальные гнезда для установки подъемных цилиндров шагающего механизма. Опоры двух задних подъемных цилиндров механизма шагания имеют специальные проушины для подвески двух тяговых цилиндров. Механическая обработка опор механизма шагания производилась в отдельных секциях на заводе.

Секции поворотной платформы собираются и свариваются при монтаже, после чего в полевых условиях производится механическая обработка следующих узлов платформы: фрезеровка кольцевых опорных платиков для верхнего рельса; расточка стаканов для посадки подшипников механизма поворота; фрезеровка опорных плоскостей под переднюю стойку и заднюю поперечную раму надстройки.

Все специальное станочное оборудование для выполнения операций механообработки при монтаже спроектировано и изготовлено на Уралмашзаводе.

Тяговая и подъемная лебедки, а также преобразовательные агрегаты устанавливаются на специальные плиты, верхние и нижние плоскости которых механически обработаны. Секции поворотной платформы, на которых имеются плиты, проходят механическую обработку на заводе.

Доступ внутрь поворотной платформы, где установлены гидроаппаратура и насосные установки механизма шагания, возможен по одномаршевым лестницам, расположенным по бокам поворотной платформы. К смазочным станциям и вспомогательной аппаратуре ведет лестница, установленная в передней части поворотной платформы.

Верхний рельс роликового круга имеет одинаковую конструкцию с нижним рельсом и крепится такими же прижимными планками к обработанным платикам поворотной платформы.

Надстройка (рис. II-127) состоит из трех продольных ферм, расположенных в плоскостях продольных балок поворотной платформы, и двух поперечных рам, размещенных в плоскостях задней и передней поперечных балок платформы. Кроме того, к надстройке относятся передняя стойка с задним подкосом, предназначенная для подвески стрелы, и двуногие рамы для блоков тягового каната.

Средняя продольная ферма надстройки расположена на продольной оси экскаватора и непосредственно передает нагрузки от веса стрелы

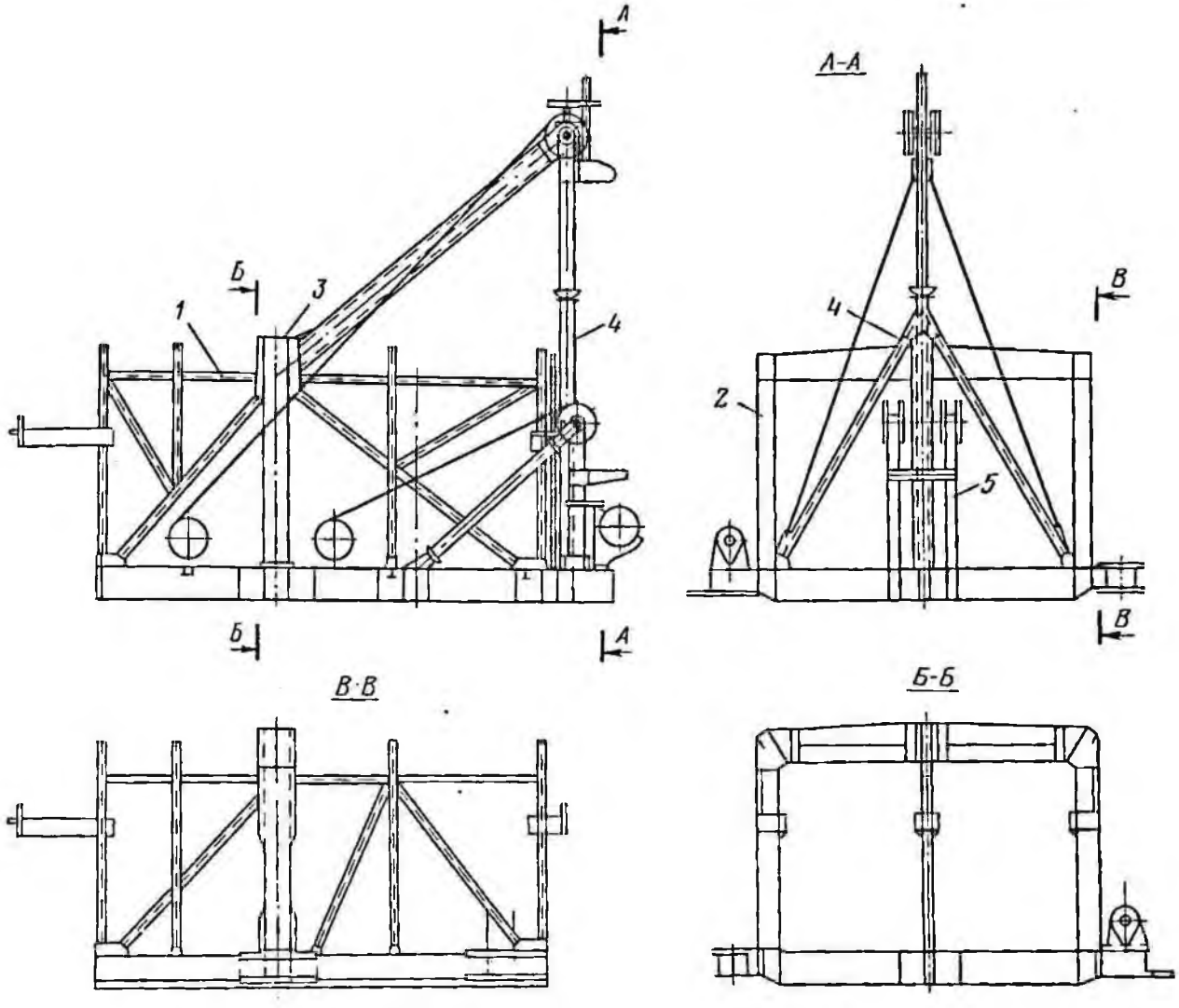


Рис. II-127. Надстройка экскаватора ЭШ-80/100:

1, 2 — средняя и крайняя продольные фермы; *3* — задняя поперечная рама; *4* — передняя стойка; *5* — стойка тяговых блоков

и ковша на поворотную платформу, не вовлекая в работу боковые фермы надстройки. Наличие средней фермы надстройки уменьшило пролет поперечных балок поворотной платформы и кровли кузова, что благоприятно сказалось на уменьшении массы этих конструкций.

Продольные фермы надстройки выполнены из элементов двутаврового сечения и крепятся к поворотной платформе болтами.

Стойки и ригель задней поперечной рамы надстройки, передняя стойка и подкос выполнены из балок коробчатого сечения. Крепление этих элементов к поворотной платформе осуществляется анкерными болтами диаметром 115 мм. Для обеспечения надежной работы затяжка болтов производится в горячем состоянии, при этом в болтах возникает напряжение, превышающее напряжение в них при работе конструкций.

В тяжело нагруженных элементах надстройки, как, например, в месте пересечения поясов ригеля задней поперечной рамы со стойками, применены специально обработанные поковки (как это сделано в некоторых узлах поворотной платформы), что снижает концентрацию напряжений в элементах, работающих с переменной нагрузкой.

Общая масса надстройки равна 760 т.

К рабочим механизмам относятся подъемная и тяговая лебедки и поворотный механизм, с помощью которых выполняются все рабочие операции экскаватора: копание и заполнение ковша грунтом, подъем груженого ковша, поворот экскаватора на выгрузку и возвращение обратно в забой.

Подъемная и тяговая лебедки расположены в задней части поворотной платформы симметрично относительно продольной оси экскаватора. На рис. II-128 показана подъемная лебедка. Подъемная и тяговая лебедки экскаватора имеют одинаковую конструкцию и отличаются только длиной нарезки ручьев на барабанах.

Габариты лебедок: длина — 11 300 мм, ширина — 13 400 мм, высота (от плоскости опоры) — 3900 мм.

Лебедки устанавливаются на специально обработанные по плоскостям постаменты высотой 1100 мм. Барабанные зубчатые колеса частично утоплены относительно уровня верхнего настила постамента. Подшипниковые узлы барабанов лебедки крепятся шпильками, пропущенными сквозь поворотную платформу.

Каждая лебедка приводится четырьмя электродвигателями постоянного тока мощностью 2550 квт каждый. От электродвигателей вращение к барабанам передается четырьмя редукторами, соединенными эластичными муфтами с валами электродвигателей. Полумуфта редуктора служит одновременно тормозным шкивом. Зубчатая пара редуктора заключена в литой корпус и выполнена с шевронным зацеплением. Выходная цилиндрическая прямозубая шестерня редуктора входит в зацепление с зубчатым венцом барабана лебедки. На барабане имеются два зубчатых венца, крепящихся к барабану с помощью запрессованных втулок и стяжных болтов.

Барабан диаметром 3400 мм (по осям каната) и длиной 8 м состоит из двух половин, соединенных между собой стяжными болтами и цилиндрическими шпонками. На барабан наматываются четыре каната диаметром 90 мм, которые крепятся прижимными планками и болтами. Для выравнивания канатов на барабане применяется переносное устройство.

Барабан не имеет сквозной оси и опирается на две короткие полуоси, запрессованные в ступицы зубчатых венцов. Такая конструкция позволяет производить сборку барабана и других узлов лебедки с помощью установленных в кузове экскаватора мостовых кранов без демонтажа средней фермы надстройки.

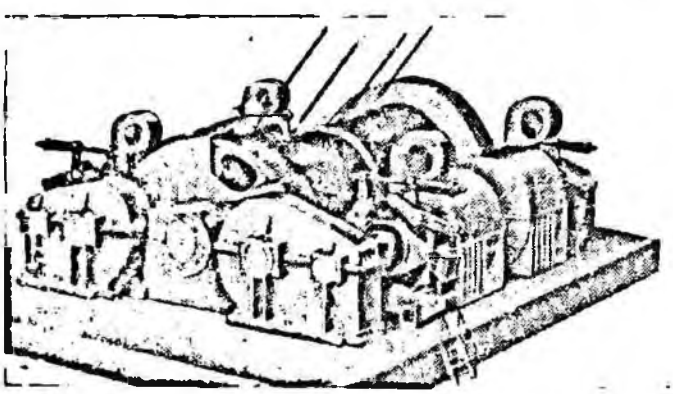


Рис. II-128. Подъемная лебедка экскаватора ЭШ-80/100

На полуосях барабана размещены четырехрядные роликоподшипники. Для компенсации возможных неточностей при обработке и сборке барабана и зубчатых венцов подшипники заключены в сферические втулки.

Для затормаживания механизма лебедки во время перерывов в работе применяются тормоза колодочного типа с рабочими пружинами и пневмоцилиндрами для растормаживания. Четыре тормоза лебедки способны удержать груженый ковш весом 290 т в любой точке рабочей траектории ковша. Во время работы осуществляется электрическое торможение электродвигателями.

Для создания значительной прочности и износоустойчивости тяжело нагруженные детали лебедок выполнены из высоколегированных сталей с последующей термической обработкой для повышения механических свойств материала.

Общая масса лебедки (без электрооборудования) 520 т.

Поворотный механизм экскаватора состоит из восьми вертикальных электродвигателей постоянного тока, соединенных муфтами с вертикальными вал-шестернями, находящимися в зацеплении с зубчатым венцом, закрепленным на опорной раме.

На экскаваторе ЭШ-80/100 применены тихоходные электродвигатели для привода поворотного механизма (номинальная скорость вращения вала ротора 32 об/мин), что позволило отказаться от понижающих редукторов.

Восемь электродвигателей поворотного механизма в момент разгона поворотной платформы создают относительно центральной цапфы опорной рамы крутящий момент, равный 11 000 тс·м.

На верхней торцовой части двигателя размещен тормоз колодочного типа, предназначенный для стопорения механизма во время перерывов в работе. На нижнем конце вала установлена полумуфта, которая с помощью резинометаллических сухарей соединяется с полумуфтой вертикальной вал-шестерни. Последняя опирается на два двухрядных роликоподшипника, размещенных в поворотной платформе. Нижняя часть вала представляет собой цилиндрическую шестерню, сцепляющуюся с зубчатым венцом опорной рамы.

Гильзы для подшипников поворотного механизма вварены в поворотную платформу и механически обработаны после сварки.

Электродвигатели установлены на поворотной платформе на специальных постаментах, что позволяет производить замену сухарей полумуфт без разборки механизма.

Ковш шагающих экскаваторов является одним из важнейших узлов экскаватора, в значительной степени влияющим на его производительность. Экскаватор ЭШ-80/100 обеспечен тремя ковшами различной емкости (80, 90 и 100 м^3), предназначенными для работы в породах разной крепости.

Ковши экскаватора ЭШ-80/100 отличаются от ранее выпускавшихся Уралмашзаводом ковшей некоторыми конструктивными особенностями, к числу которых относятся следующие:

тяговые цепи направлены параллельно от ковша к направляющим блокам для того, чтобы боковые стенки не испытывали нагрузок, направленных внутрь ковша при копании и подтягивании по грунту;

корпус ковша выполнен с расширяющимися вверх стенками для лучшего заполнения и разгрузки;

ковш имеет два разгрузочных каната;

козырек ковша, детали тяговой и подъемной упряжи изготовлены из высокопрочной стали, специально созданной для применения в тяжелонагруженных сварных узлах. Режущая кромка и пятка ковша имеют покрытие из твердого сплава для повышения износоустойчивости.

Масса порожнего ковша емкостью 90 м^3 126 т.

Общий вид ковша экскаватора ЭШ-80/100 показан на рис. II-129.

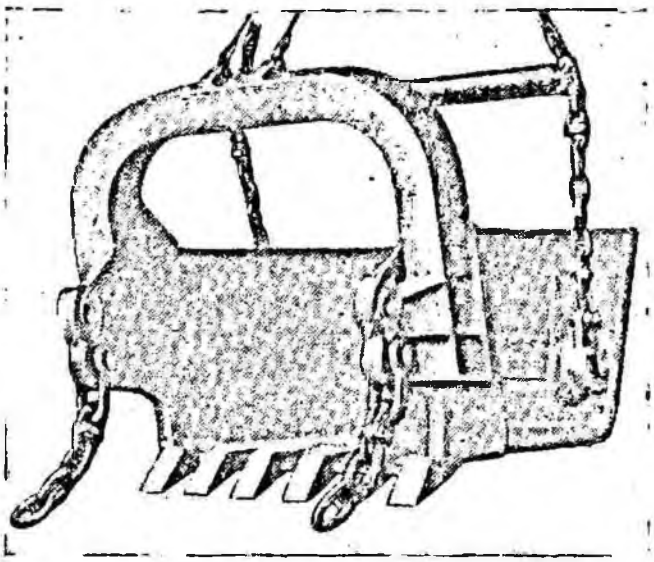


Рис. II-129. Ковш экскаватора ЭШ-80/100

Основные элементы стрелы выполнены из труб большого сечения, а растянутые элементы, работающие под постоянной нагрузкой, изготовлены из вантовых канатов.

Стрела состоит из трех жестких поясов, образующих пирамиду с вершиной у головной части стрелы. В трех плоскостях трехгранной пирамиды имеются решетки, выполненные из жестких стоек и раскосов из предварительно натянутых канатов.

Для исключения растягивающих усилий в верхнем поясе стрелы этот жесткий пояс трубчатого сечения усилен предварительно натянутыми канатами, которые обеспечивают в этом поясе усилия сжатия, превышающие усилия растяжения от внешних нагрузок.

Головная часть стрелы имеет площадку вокруг головных блоков с искусственным освещением, что позволяет осматривать этот узел в любое время суток. Вдоль верхнего пояса стрелы и одного нижнего пояса расположены лестницы, ведущие ко всем основным узлам стрелы. Выход на эти лестницы предусмотрен непосредственно из кузова.

На верхнем поясе стрелы расположены поддерживающие ролики для подъемных канатов, которые касаются роликов при ослаблении натяжения, например во время копания.

На экскаваторе ЭШ-80/100 впервые предусмотрено минимальное натяжение подъемных канатов, величина которого не может быть менее 20—40 тс даже при опущенном на землю ковше, что помогает избежать значительных динамических нагрузок при отрыве ковша, возникающих в случае напуска подъемного каната.

Все узлы стрелы созданы для тяжелых условий работы в суровом климатическом поясе Сибири.

На рис. II-130 показана стрела длиной 100 м.

На экскаваторе имеются следующие основные блоки: головные, направляющие и на надстройке. Все блоки выполнены литыми из легированной стали с термообработанными ручьями.

Головные блоки качающегося типа установлены в общей обойме; диаметр блоков по ручьям канатов 3400 мм. Блоки вращаются на роликовых подшипниках, имеющих наружный диаметр 2300 мм.

Направляющие блоки такого же диаметра установлены попарно в поворотных обоймах, что позволяет блокам отклоняться во время работы до 30°. Расстояние между обоймами направляющих блоков выбрано с учетом ширины ковша, чтобы тяговые канаты имели параллельное направление от ковша до блоков.

Блоки подъемных канатов, установленные на передней стойке надстройки консольно, имеют облегченную конструкцию и диаметр их уменьшен до 3000 мм.

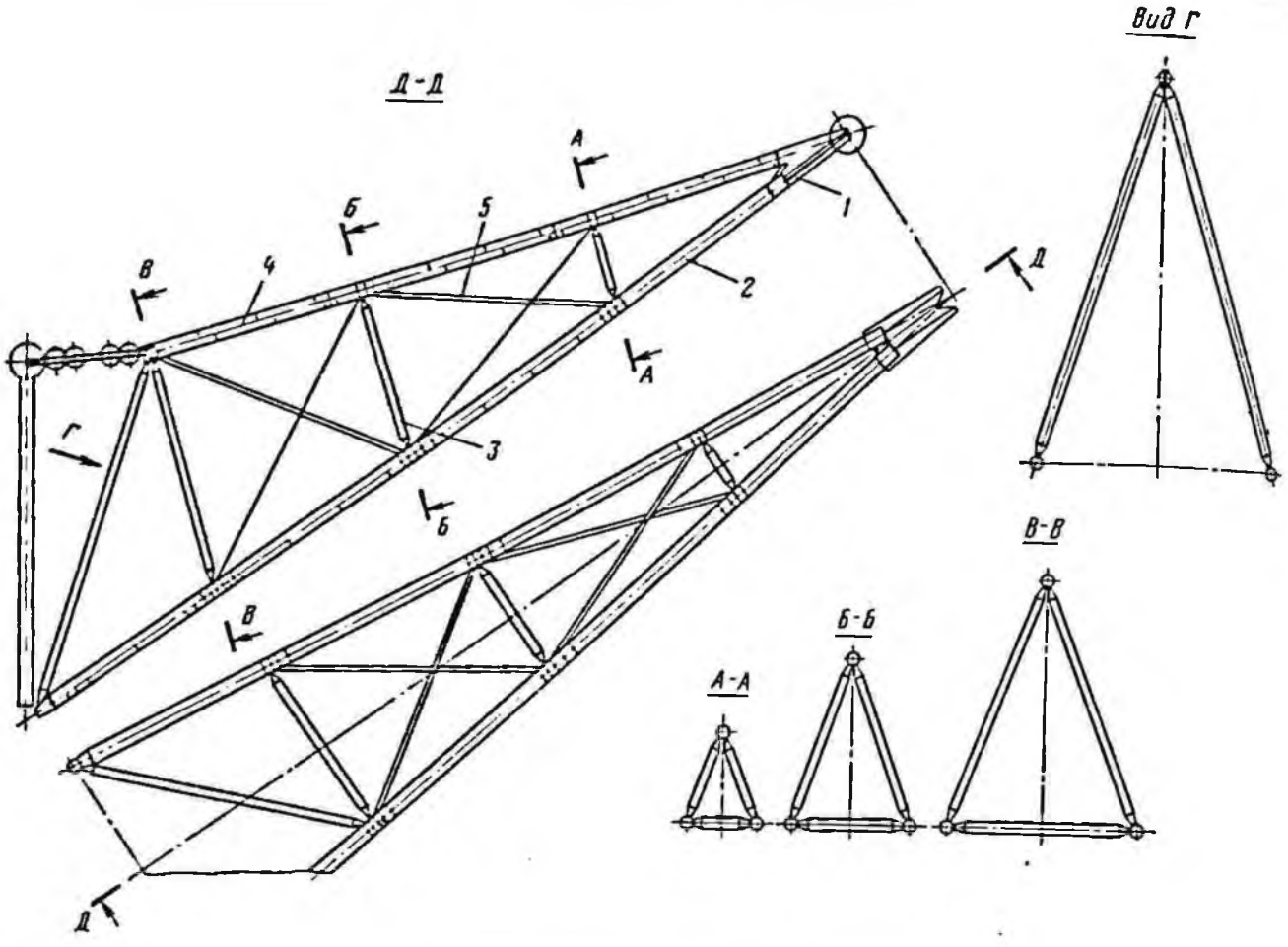


Рис. II-130. Стрела экскаватора ЭШ-80/100:

1 — головная часть корпуса стрелы; *2* — нижний пояс стрелы; *3* — стойки и распорки стрелы; *4* — верхний пояс стрелы; *5* — ванты стрелы

Блоки тяговых канатов расположены на отдельных стойках надстройки и имеют одинаковую конструкцию с направляющими блоками.

Блоки тяговых канатов установлены снаружи и ниже кровли кузова с таким расчетом, чтобы не требовалось снимать канаты при пропускании мостовых кранов в переднюю часть кузова во время ремонтов.

Подвеска стрелы выполнена из трех пар жестких серег. В конструкцию подвески входит стреловой подъемный 18-кратный сдвоенный полиспаст, блоки которого установлены на осях между серьгами. Канат полиспаста нагружается только во время подъема и опускания стрелы, а во время работы экскаватора стрела висит на серьгах, и канат разгружен.

Стреловая лебедка предназначена для подъема и опускания стрелы и расположена в передней части кузова между направляющими блоками. Грузоподъемность лебедки позволяет поднимать стрелу с уровня стояния экскаватора. Для привода стреловой лебедки применены асинхронный электродвигатель с повышенным скольжением (большим пусковым моментом), червячно-цилиндрический самотормозящийся редуктор и стальной барабан для многослойной навивки стреловодъемного каната диаметром 56 мм. Кроме того, лебедка снабжена электромагнитным грузовым тормозом.

Передвижение экскаватора ЭШ-80/100 осуществляется с полным отрывом опорной рамы от грунта при скольжении опорных гидроцилиндров по верхней плоскости башмака, что является принципиальным отличием от схемы передвижения, принятой на шагающих экскаваторах ЭШ-15/90, ЭШ-25/100 и др., когда передвижение машины происходит при скольжении передней кромки опорной рамы по грунту. Это обстоятельство потребовало полного изменения схемы шагающего механизма и системы управления им.

Шагающий механизм экскаватора ЭШ-80/100 состоит из четырех башмаков, соединенных между собой попарно шарниром, четырех подъемных гидроцилиндров, закрепленных в пово-

ротной платформе и опирающихся на сферические опоры скользунов башмаков, двух тяговых цилиндров, обеспечивающих перемещение скользунов по опорным плитам башмаков, насосных установок, распределительной и регулирующей аппаратуры и некоторых других вспомогательных узлов.

Процесс шагания экскаватора выполняется по следующей схеме. В начальный период подачей давления в нижнюю полость гидроцилиндров поднимаются штоки подъемных гидроцилиндров и убираются захваты, на которых удерживаются башмаки во время работы экскаватора. Подачей давления в верхнюю полость гидроцилиндров штоки подъемных гидроцилиндров выдвигаются и опускают башмаки на грунт. При дальнейшем выдвижении штоков происходит подъем машины с полным отрывом опорной рамы от грунта. Высота подъема экскаватора может регулироваться машинистом. Минимальный подъем составляет 700 мм.

Подачей давления в нижнюю полость штоки тяговых цилиндров выдвигаются и осуществляют передвижение машины на длину шага. Затем машина опускается на грунт. После освобождения башмаков от нагрузки штоки подъемных цилиндров поднимают башмаки над грунтом. Во время следующего этапа тяговые цилиндры передвигают башмаки в исходное положение. На этом цикл передвижения экскаватора на один шаг заканчивается и начинается следующий. Максимальная длина шага 3 м.

Управление механизмом шагания сосредоточено в отдельной кабине, расположенной в задней части поворотной платформы, что обеспечивает хороший обзор трассы, по которой перемещается экскаватор, а также позволяет следить за положением башмаков с правой и левой сторон экскаватора.

Вся насосная, регулирующая и вспомогательная аппаратура расположена в двух отсеках поворотной платформы. На башмаках установлены только небольшие насосные установки, подающие смазку на рабочие поверхности башмаков во время шагания.

Рабочая жидкость из баков подается в цилиндры мощными насосными установками при давлении 175 кгс/см^2, которое при необходимости может быть увеличено.

Гидравлическая схема управления механизмом обеспечивает три точки опоры машины на башмаках, т. е. два подъемных цилиндра соединены между собой и работают как гидравлический балансир, а два других цилиндра работают раздельно.

Системой управления предусмотрена возможность шагания машины в аварийных случаях при работе двух насосных установок из четырех.

Цилиндры механизма шагания изготовлены из высоколегированной стали с последующей термической обработкой, что обеспечивает необходимую прочность и надежность всего узла. Рабочие поверхности скользунов и опорных плит башмаков закрыты телескопическими кожухами, защищающими от попадания пыли и грязи. Управление насосными установками, расположенными на башмаках, сблокировано с системой управления механизмом шагания таким образом, что рабочая жидкость поступает к рабочим поверхностям до начала шагания, тем самым обеспечивая смазку этих поверхностей до начала шагания.

Для наблюдения за процессом шагания в кабине управления имеется щит с мнемонической схемой всего механизма.

Кузов экскаватора ЭШ-80/100 состоит из стенок, кровли, наружных и внутренних площадок и подкрановых балок. Стенки и кровля кузова изготовляются из отдельных панелей, которые собираются при монтаже совместно с балками и монтируются укрупненными блоками. Панели стенок крепятся к поворотной платформе и горизонтальным площадкам.

Внутренние площадки на отметке 5,5 м от настила поворотной платформы проходят по трем рядам колонн и у передней стенки кузова соединяются переходами.

Для обслуживания вентиляционных установок предусмотрены площадки на отметке 15 м.

В подкрановых балках у среднего ряда колонн надстройки имеется откидная секция в месте прохода подъемного каната. Во время работы экскаватора эта секция поднимается на шарнире, и подъемные канаты могут заходить за габарит подкрановых балок. Для прохода крана (во время ремонтов) подъемные канаты отводятся в сторону за габарит крана, после чего откидная секция подкрановой балки опускается на место. Такое устройство избавляет экипаж экскаватора от трудоемкой операции — распасовки подъемных канатов для пропуска мостовых кранов в переднюю часть кузова.

Электропривод подъемного, тягового и поворотного механизмов выполнен по системе Г—Д. Электродвигатели постоянного тока горизонтального исполнения установлены на лебедках подъемного и тягового механизмов. Для привода поворотного механизма применены вертикальные тихоходные электродвигатели с номинальной скоростью вращения вала ротора 32 об/мин. Применение тихоходных двигателей для поворотного механизма улучшает динамическую характеристику механизма и в том числе уменьшает динамические нагрузки в его

звеньях. Кроме того, тихоходный электропривод имеет сниженный маховой момент, что дает значительные преимущества в условиях повторно-реверсивного режима работы механизма.

Все электродвигатели и генераторы имеют принудительную вентиляцию от специальных вентиляторов, установленных на корпусах электрических машин. Нагретый воздух отводится по отдельным трубопроводам за пределы кузова.

Четыре одинаковых преобразовательных агрегата, состоящих из четырех машин каждый, приводятся синхронными электродвигателями мощностью 3600 квт каждый, скоростью вращения 600 об/мин, напряжением статора 10 кв.

Унифицированные генераторы, входящие в состав преобразовательных агрегатов, имеют мощность по 2700 квт. Четыре генератора служат для питания четырех электродвигателей подъемной лебедки, четыре — для четырех электродвигателей тяговой лебедки и четыре — для восьми электродвигателей механизма поворота.

Для возбуждения электрических машин постоянного тока, а также приводных электродвигателей преобразовательных агрегатов предусмотрены безынерционные тиристорные преобразователи. Последние должны обеспечить максимально возможное быстродействие систем возбуждения, повысить устойчивость протекания переходных процессов, исключить контакторную аппаратуру управления и вращающиеся коллекторные возбудители.

Управление возбуждением синхронных электродвигателей преобразовательных агрегатов предусмотрено с помощью тиристорных возбудительных устройств, которыми осуществляется автоматическое регулирование возбуждения во всех режимах работы и форсированное гашение поля при аварийных отключениях. Кроме того, эти устройства обеспечивают форсированное возбуждение при значительном падении напряжения в питающей сети и автоматическое регулирование коэффициента мощности.

Система управления электроприводами главных механизмов предусматривает получение оптимальных так называемых экскаваторных электромеханических характеристик, учитывающих специфические условия работы каждого механизма. Системой управления предусматривается температурная стабилизация параметров привода, а также контроль и выравнивание токовых нагрузок электромашин, работающих на общий вал, якорные цепи которых соединены в раздельные контуры. В системе управления предусмотрены специальные устройства, исключающие возможность аварийных режимов растяжки и переподъема ковша. Системой управления подъемным механизмом достигается постоянное натяжение подъемных канатов для исключения динамических нагрузок на стрелу при отрыве ковша от грунта и при срыве его с бровки забоя.

Электроэнергия подводится к экскаватору по двум гибким шланговым кабелям, каждый из которых рассчитан на номинальный ток 800 а и напряжение 10 кв. Распределение электроэнергии высокого напряжения между энергоприемниками экскаватора осуществляется с помощью кольцевого токоприемника, установленного на центральной цапфе, и ячеек комплектного распределительного устройства, размещенного на поворотной платформе.

Два трансформатора мощностью по 1600 ква предназначены для питания тиристорных возбудителей электромашин, двигателей вспомогательных механизмов, устройств систем смазки, осветительных приборов и другого электрооборудования, установленного на экскаваторе.

Для привода главных насосных установок шагающего механизма применены высоковольтные электродвигатели мощностью 500 квт каждый.

Управление главными механизмами, вспомогательным и высоковольтным оборудованием производится с отдельных пультов управления, установленных в двух кабинах машиниста. Пульт управления шагающим механизмом расположен в отдельной кабине, которая находится под поворотной платформой.

Питание осветительных приборов экскаватора производится от отдельных понижающих трансформаторов с изолированной нейтралью. Аварийное освещение внутри кузова и питание мостовых кранов во время отключения экскаватора от сети осуществляются от дизель-электрического агрегата мощностью 30 квт, который установлен на наружной площадке машины.

Для транспортирования и укладки высоковольтного кабеля в забое предусмотрен самоходный кабельный передвижчик с двумя барабанами емкостью 550 и 150 м кабеля. Кабельный передвижчик имеет автономное питание и может перемещать кабель по фронту забоя.

В состав вспомогательного оборудования экскаватора входят следующие механизмы и оборудование: консольный кран, лебедки различной грузоподъемности, механизмы для открывания ворот кузова, система блоков, вентиляционные установки, мостовые краны, противопожарное оборудование и приспособление для уборки породы из-под барабана тяговой лебедки.

Консольный кран грузоподъемностью 20 т установлен на верхней площадке передней стойки надстройки и предназначен для обслуживания направляющих блоков рабочих канатов и спуско-подъемных операций при ремонтах других блоков и оборудования, расположенных в зоне действия крана.

Стрела крана имеет переменный вылет, величина которого изменяется с помощью отдельной лебедки с полиспастом, установленной на площадке крана. Подъем груза производится также специальной лебедкой через отдельный полиспаст.

Управление всеми механизмами крана (подъем груза, поворот крана, изменение вылета стрелы) осуществляется с пульта, установленного на площадке.

Вспомогательная лебедка грузоподъемностью 15 т расположена на кровле кузова, в задней ее части, и приводит в движение подъемный механизм задних ворот. Кроме того, эта лебедка служит для подтягивания рабочих канатов диаметром 90 мм подъемной и тяговой лебедок, при замене канатов, а также для других вспомогательных операций во время эксплуатации экскаватора. Для этой же цели на кровле кузова расположены отклоняющие блоки и ролики.

На задней площадке поворотной платформы установлены стандартные лебедки грузоподъемностью по 3 т, которые приводят в действие механизмы открывания и закрывания боковых ворот кузова.

Еще две вспомогательные лебедки установлены в средней части кузова на площадке нижнего пояса ферм кровли и предназначены для операций с рабочими канатами внутри кузова.

Две ручные лебедки грузоподъемностью 0,5 т расположены в средней части подкрановых путей и служат для оттягивания рабочих канатов подъемной лебедки при пропуске мостовых кранов в переднюю часть кузова. Такая же лебедка установлена на площадке у передней стенки кузова для оттягивания тяговых канатов во время ремонтов передних электродвигателей поворотного механизма.

На наружной площадке у передней стенки кузова размещена лебедка, предназначенная для выполнения грузоподъемных операций во время замены зубьев и деталей упряжи ковша.

Механизмы ворот кузова служат для открывания правых и левых створок ворот кузова. Каждая створка ворот может открываться и закрываться независимо от другой.

Система блоков, расположенная на кровле и внутри кузова, обеспечивает необходимые манипуляции с рабочим и вспомогательными канатами.

Система вентиляции кузова обеспечивает подачу наружного очищенного воздуха в кузов для охлаждения оборудования и создает подпор давления воздуха в кузове, необходимый для защиты от попадания внутрь загрязненного воздуха.

Система состоит из четырех вентиляционных установок, расположенных в один ряд на кровле кузова и опирающихся на площадки нижней фермы кровли. Забор свежего воздуха осуществляется на высоте 22 м над уровнем земли. Производительность каждой установки составляет 360 тыс. м³ воздуха в час при подпоре 120 кгс/м².

Для очистки наружного воздуха, засасываемого вентиляционными установками, предусмотрены батареи инерционных фильтров типа ИП, расположенные в общих кожухах с установками. Собираемая фильтрами пыль отводится по трубам, установленным у задней стенки кузова.

Для обслуживания механизмов во время ремонтов в кузове предусмотрено два мостовых крана грузоподъемностью 75 т каждый. Их пролет и грузоподъемность выбираются таким образом, что с их помощью производятся все спуско-подъемные операции в кузове.

Подкрановые пути выходят за пределы задней стенки кузова на 6 м, благодаря чему мостовыми кранами можно транспортировать крупные детали и узлы механизмов и оборудования за пределы поворотной платформы и опускать их на транспортные средства.

В задней части кузова расположены лестницы и посадочные площадки, по которым можно войти в кабину крана.

Во время работы экскаватора мостовые краны находятся в хвостовой части кузова, где закрепляются от перемещения.

Для ликвидации возможного загорания на экскаваторе предусмотрена специальная система защиты со стационарными огнетушителями, установленными в особо опасных местах, и с переносными углекислотными огнетушителями, расположенными в легкодоступных местах кузова, отсеков поворотной платформы, а также на внутренних и наружных площадках. Кроме того, в кузове в двух местах имеются щиты с обычными средствами пожаротушения.

Под барабаном тяговой лебедки предусмотрено специальное приспособление, с помощью которого производится уборка породы, осыпающейся с тяговых канатов и желобов.

Приспособление состоит из двух воронок, установленных в верхнем настиле поворотной платформы, и направляющих желобов, по которым накопившийся грунт транспортируется за пределы платформы.

Для механизмов экскаватора предусмотрены две системы смазки: жидкая и густая.

Система жидкой смазки заливного типа предназначена для смазки редукторов подъемной и тяговой лебедок, для чего в их корпусах предусмотрены картеры большой емкости с электроподогревом в зимнее время.

Система густой смазки подразделена на три самостоятельные системы:

автоматическая густая смазка узлов центральной цапфы и поворотного механизма;

полуавтоматическая графитная смазка зубчатых пар открытого типа (барабанные пары подъемной и тяговой лебедок, зубчатый венец и шестерни поворотного механизма);

полуавтоматическая густая смазка осей роликов опорно-поворотного устройства.

Аппаратура густой смазки и заправочные емкости установлены в передних отсеках поворотной платформы, которые в зимнее время обогреваются специальными электрическими калориферами. Кроме того, на правой наружной площадке имеются насосы, с помощью которых производится заправка емкостей смазкой. Такая централизованная заправка освобождает экипаж от трудоемкой работы по подаче смазки из бочек в смазочную аппаратуру.

Для обеспечения высокой работоспособности и надежности узлов экскаватора необходимо проводить регулярные осмотры и выполнять мероприятия по уходу за основными механизмами и оборудованием.

К наиболее нагруженным узлам экскаватора относится рабочее оборудование — ковш и стрела, воспринимающие ударные нагрузки во время работы, особенно в неоднородных породах.

При осмотре ковша необходимо обратить внимание на целость и степень износа зубьев, передней и боковых режущих кромок ковша. Своевременное восстановление наплавкой твердым сплавом основных рабочих поверхностей деталей ковша удлиняет срок его службы. При большом износе следует заменять коронки зубьев.

Каждую смену требуется осматривать головные блоки, основные соединения стрелы и особенно верхний пояс с натянутыми канатами. Так же регулярно должен осматриваться узел подвески стрелы.

Все механизмы на поворотной платформе требуют регулярного ухода, так как незамеченная неисправность может привести к остановке всего экскаватора.

При приемке смены машинист экскаватора обязан убедиться, что все механизмы исправны и надежно закрыты кожухами. Особое внимание нужно обратить на целость пломб механизма ограничения ковша от растяжки канатами. Рекомендуется опробовать все рабочие механизмы на холостых оборотах и убедиться в надежном срабатывании стояночных тормозов лебедок и поворотного механизма. Во время проверки механизмы должны работать плавно без повышенного шума или стука.

В летнее время необходимо убедиться в нормальной работе вентиляционной системы и всех вентиляторов для электрических машин. Все наружные жалюзи в боковых стенках кузова должны быть открыты, так как только в этом случае обеспечивается нормальная вентиляция электрических машин.

При необходимости опускания стрелы особое внимание должно быть уделено осмотру стреловой лебедки и канату, намотанному на ее барабан. Неисправность этого механизма может привести к аварийному разрушению стрелы. Перед опусканием стрелы необходимо снять серьги крепления стрелы к надстройке и освободить полиспаст.

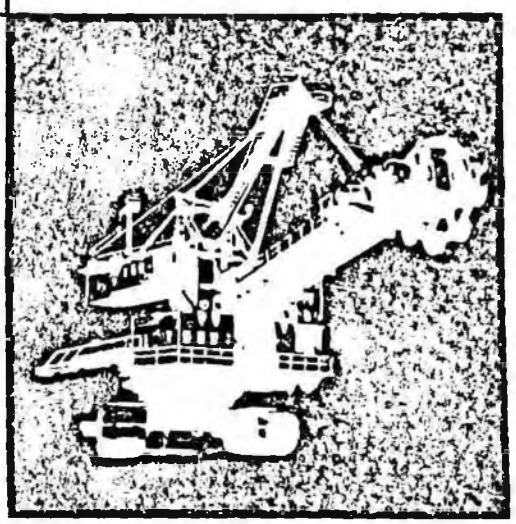
Управление основными рабочими движениями экскаватора (подъем и опускание ковша, подтягивание ковша и травление тяговых канатов, поворот к забою и на выгрузку ковша) осуществляется из любой кабины, расположенной с правой или левой стороны экскаватора в зависимости от удобства отработки забоя. В обеих кабинах установлены дублирующие пульты управления механизмами и основные контрольные приборы.

Управление шагающим механизмом выполняется из кабины шагания, где установлен пульт со всеми приборами управления. Перед началом шагания должна быть тщательно подготовлена трасса и приведен в готовность каждый самоходный кабельный передвижчик.

Перед началом работы машинист должен убедиться в исправности системы управления по контрольным лампочкам, вмонтированным в крышку пульта. Только при условии полной исправности всех механизмов и систем можно начинать работу экскаватора. Соблюдение правил технической эксплуатации электрооборудования и механизмов, а также инструкций по эксплуатации узлов экскаватора должно быть обязательным для экипажа этого уникального экскаватора.

Сравнение параметров данного экскаватора с другими машинами этого класса указывает на высокотехническое оснащение экскаватора ЭШ-80/100.

РАЗДЕЛ III



КОМПЛЕКСЫ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАШИН НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

§ 1. Современное состояние и тенденции применения машин непрерывного действия

Объем горной массы, добываемой с помощью машин непрерывного действия, в СССР составляет свыше 100 млн. м³. В настоящее время на открытых разработках СССР работают около 150 роторных и 40 цепных экскаваторов, 40 отвалообразователей и 9 транспортно-отвальных мостов.

Многообразие горнотехнических условий месторождений обусловило применение машин непрерывного действия в различных технологических схемах. Комбинированные схемы применяются при разработке месторождений Приднепровского марганцеворудного и Днепровского буроугольного бассейнов, транспортные — на железорудных карьерах КМА и Иртышских угольных разрезах, транспортно-отвальные — в Камыш-Бурунском железорудном бассейне и на Подмосковном горно-химическом комбинате.

Наиболее мощные комплексы машин непрерывного действия с роторными экскаваторами применяются в Приднепровском марганцеворудном бассейне.

На Шевченковском карьере с 1963 г. на основном уступе работает роторный экскаватор ЭРГ-1600 $\frac{40}{10}$ 31 с транспортно-отвальным мостом конструкции УкрНИИпроекта. На передовом уступе установлен комплекс, состоящий из экскаватора ЭРГ-1600 $\frac{40}{10}$ 31, системы ленточных конвейеров и отвалообразователя ОШ-4500/90.

На Грушевском карьере роторный экскаватор ЭРГ-1600 $\frac{40}{10}$ 31 работает с отвалообразователем ОШР-4500/180 по транспортно-отвальной схеме. Передовые уступы на этом карьере отрабатываются транспортными комплексами с отечественными роторными экскаваторами ЭРГ-350/1000 и экскаватором К-300, изготовленным в ЧССР.

Роторный экскаватор ЭРГ-1600 $\frac{40}{10}$ 31 и отвалообразователь ОШР-4500/180 используются и на Запорожском карьере Орджоникидзевского ГОКа. На этом же карьере по транспортной схеме в комплексе с ленточными конвейерами работает экскаватор производительностью 5000 м³/ч, изготовленный в ФРГ.

На Лебединском и Михайловском железорудных карьерах работают четыре экскаватора производительностью 1250 м³/ч, изготовленные заводом им. Ленинского комсомола Украины, а также несколько роторных экскаваторов зарубежного производства. Все экскаваторы работают по транспортной схеме с ленточными конвейерами.

Комплексы с мощными цепными экскаваторами применяются на буроугольных и железорудных карьерах Украины. Как правило, один комплекс состоит из двух цепных машин и транспортно-отвального моста.

Роторные экскаваторы, работающие с ж.-д. транспортом, применяются в основном на добычных работах.

Основные модели добычных роторных экскаваторов, изготовленные в СССР (ЭРГ-400Д и ЭРШРД-5000) и в ГДР (SRs 470 и SRs 2000), сданы в эксплуатацию на Иртышском угольном разрезе № 1—2.

Однако, несмотря на значительное количество комплексов непрерывного действия, использующихся на открытых разработках, потребность в этих машинах продолжает оставаться значительной.

Обзор современного состояния открытых горных работ показывает, что механизация вскрышных и добычных работ характеризуется расширением масштабов и областей применения техники непрерывного действия.

При отработке основных вскрышных уступов на горизонтальных месторождениях наметилась тенденция к применению комплексов роторный экскаватор — отвалообразователь.

Для схем механизации в транспортных системах разработки характерно увеличение долевого участия конвейерного транспорта. При этом в качестве экскавационных машин в нашей стране ориентируются на роторные экскаваторы, а за рубежом (ГДР, ПНР, НРБ, ФРГ, ЧССР) как на роторные, так и на цепные экскаваторы.

§ 2. Анализ сырьевой базы отечественных месторождений, перспективных для применения машин непрерывного действия

Опыт использования комплексов машин непрерывного действия показывает, что этот тип оборудования найдет широкое применение в горнорудной и угольной промышленности нашей страны. Основными районами использования этого типа оборудования будут угольные месторождения Восточной Сибири, железорудные месторождения КМА и Кустанайской области, Приднепровского марганцеворудного и Подмосковного горно-химического бассейнов, а также многочисленные карьеры огнеупоров и стройматериалов.

Основные горнотехнические данные, характеризующие перспективные месторождения для применения машин непрерывного действия, приведены в табл. III-1.

Анализ данных головных отраслевых институтов (Центрогипрошахт, Гипроруда, Гипроникель, Цветметпроект, ГипроНИИПеруд и др.), выполненный институтом УкрНИИПроект, показал, что в ближайшей перспективе общий объем горной массы, добываемой открытым способом, на отечественных перспективных месторождениях составит около 7 млрд. м³ в год. При этом на долю мягких и плотных пород, пригодных для отработки техникой непрерывного действия, приходится примерно 30%, или более 2 млрд. м³/г.

Наиболее емкими потребителями техники непрерывного действия будут являться карьеры черной металлургии (810 млн. м³/г горной массы), топливной промышленности (600 млн. м³/г) и перудных стройматериалов (400 млн. м³/г).

Важной особенностью намечаемого развития открытых горных работ является ориентация на создание в горнорудной и угольной промышленности мощных и сверхмощных карьеров производительностью по горной массе 80—100 млн. м³/г и более.

Ниже приводится классификация перспективных карьеров основных отраслей горнодобывающей промышленности (угольной, железорудной, марганцеворудной, горно-химической, цветной металлургии и спецсырья).

Распределение карьеров основных отраслей горнодобывающей промышленности по годовым объемам работ на вскрыше и добыче приведено в табл. III-2 и III-3.

Из приведенных данных следует, что основные объемы сосредоточены на крупных карьерах с производительностью более 10 млн. м³/г (по вскрыше) или 10 млн. т/г (по добыче). Причем количество их относительно невелико, что указывает на необходимость создания комплексов большой производительности.

До последнего времени машины непрерывного действия в нашей стране использовались преимущественно в районах с мягкими климатическими условиями.

Значительный рост добычи полезных ископаемых в ближайшие 10—15 лет будет происходить за счет ввода в эксплуатацию карьеров Южного Урала, Казахстана, Сибири, т. е. районов с довольно суровыми климатическими условиями.

Ориентировочное распределение годовых объемов по климатическим зонам приведено в табл. III-4.

Таблица III-1

Характеристика основных месторождений полезных ископаемых с мягкими покрывающими породами

Группы месторождений	Залегание	Характеристика покрывающих пород	Мощность вскрыши, м	Климат района
Марганцевые, железорудные и угольные бассейны УССР	Горизонтальное	Мягкие песчано-глинистые отложения	До 100—120	Умеренно континентальный
Железорудные месторождения КМА	Пластообразное	Песчано-глинистые и мелломергельные породы	До 180—220	Умеренно континентальный
Железорудные месторождения Кустанайской области	Горизонтальное и крутое	Песчано-глинистые породы, песчаники, опоки	До 160—180	Резко континентальный
Подмосковный горно-химический комбинат	Горизонтальное	Мягкие песчано-глинистые отложения	До 10—20	Умеренно континентальный
Угольные месторождения восточных районов и Средней Азии	Горизонтальное, наклонное, крутое	Песчано-глинистые отложения, песчаники, аргиллиты, алевролиты	До 160—200	Резко континентальный
Месторождения перудных стройматериалов	Различное	Песчано-глинистые отложения	До 10—15	Умеренно континентальный

Таблица III-2

Распределение карьеров по годовым объемам вскрыши

Годовая производительность карьера по вскрыше, млн. м³	Годовой объем вскрыши, млн. м³	Количество карьеров
До 1	2,5	3
1—5	83	33
5,1—10	116,5	17
10,1—20	323	21
20,1—40	277	11
Свыше 40	529	8
Всего	1331	93

Таблица III-3

Распределение карьеров по годовым объемам добычи

Годовая производительность карьера по добыче, млн. т	Годовой объем добычи, млн. т	Количество карьеров
До 1	9	17
1—5	99	42
5,1—10	57	9
10,1—20	55	5
Свыше 20	340	9
Всего	550	82

Таблица III-4

Распределение годовых объемов по климатическим зонам

Климатические зоны	Добыча, млн. т/г	Вскрыша, млн. м³/г	Горная масса, м³/г
Южная . . .	74	784	823
Средняя . . .	86	409	466
Северная . . .	395	137	453

Таблица III-5

Перспективное распределение годовых объемов в зависимости от сопротивления пород копанию

Объемы	Всего до 14	Удельные сопротивления пород копанию, кгс/см²				
		В том числе				
		до 3	от 3 до 5	от 5 до 7	от 7 до 9	от 9 до 14
Среднегодовые, млн. м³	915	343	173	164	102	133
В процентах	100	37,5	19	18	11	14,5

Таблица III-6

Распределение карьеров и объемов вскрыши по потребной производительности оборудования

Потребные теоретические суммарные производительности по вскрыше, м³/ч	Годовой объем вскрыши, млн. м³	Количество карьеров
До 630	11	10
630—1250	53	21
1251—2500	70	14
2501—5000	164	16
5001—12 500	434	22
Свыше 12 500	544	10

Ожидаемое в перспективе распределение среднегодовых объемов добываемой горной массы по группам с различными сопротивлениями копанию приведено в табл. III-5.

Приведенные данные показывают широкий диапазон потребных усилий копания и большую потребность в экскаваторах с повышенными усилиями копания.

Создание таких машин является весьма актуальным в связи со значительными объемами вскрышных и добычных работ на карьерах восточных районов с суровыми климатическими условиями.

Распределение годовых объемов работ по вскрыше и добыче в соответствии с потребными суммарными производительностями оборудования по карьерам приведено в табл. III-6 и III-7. Данные табл. III-6 и III-7 показывают, что для карьеров основных отраслей горнодобывающей промышленности СССР необходимо создание машин с весьма широким диапазоном производительностей (до 10—15 тыс. м³/ч).

Суммарная производительность по вскрыше более 12 500 м³/ч потребуется в основном для мощных и сверхмощных карьеров Канско-Ачинского бассейна, КМА, некоторых карьеров Приднепровского марганцеворудного бассейна и отдельных карьеров по добыче спецсырья.

Таблица III-7

Распределение карьеров и объемов добычи по потребной производительности оборудования

Потребные теоретические суммарные производительности по добыче, м³/ч	Годовой объем добычи, млн. т	Количество карьеров
До 630	24	40
630—1250	34	16
1251—2500	41	10
2501—5000	58	7
5001—12 500	83	4
Свыше 12 500	173	5

Таблица III-8

Распределение годовых объемов вскрыши по преобладающим мощностям

Преобладающие мощности вскрыши, м	Годовой объем вскрыши, млн. м³	Количество карьеров
До 100	77,06	18
10—20	61,39	15
21—30	64,8	11
31—40	126,5	16
41—50	107,5	6
51—75	200,4	13
75—100	348,7	6
Свыше 100	254,3	8
Всего . . .	1330,65	93

Таблица III-9

Распределение годовых объемов вскрыши по технологическим схемам разработки

Технологическая схема разработки	Годовой объем вскрыши, млн. м³	Количество карьеров
С использованием отвалообразователей и транспортно-отвальных мостов	350	49
С использованием конвейерного или железнодорожного транспорта .	435	24
Комбинированные схемы	540	20

Таблица III-10

Распределение годовых объемов добычи по преобладающим мощностям пластов

Преобладающая мощность пласта, м	Годовой объем добычи, млн. т	Количество карьеров
До 5	40	24
5 10	62	30
10,1—15	82	11
15,1—20	38	1
20,1—25	36	6
Свыше 35	292	10
Всего . . .	550	82

Если же учесть, что на таких карьерах одновременно будет отрабатываться 2—3 уступа, то потребная производительность отдельных вскрышных машин будет ограничиваться величиной 10—12 тыс. м³/ч.

Что касается добычных экскаваторов, то следует учитывать, что в большинстве случаев на карьере потребуется установка как минимум двух машин. В связи с этим потребные теоретические производительности их, за редким исключением, будут ограничиваться величиной 3—5 тыс. м³/ч.

Выполненный анализ горнотехнических условий показал, что большинство из перспективных для применения техники непрерывного действия месторождений представлено горизонтальными или слабо наклонными залежами, полностью или частично допускающими производство внутреннего отвалообразования (угольные, марганцеворудные, часть железорудных месторождений, карьеры огнеупоров, спецсырья и др.).

В то же время имеется ряд месторождений с наклонным и крутым залеганием, на которых техника непрерывного действия может применяться для отработки верхней толщи рыхлых отложений.

Из табл. III-8 видно, что значительные объемы вскрышных работ будут приходиться на карьеры с мощностью вскрыши до 40—50 м. Группа карьеров с преобладающей мощностью вскрыши 75—100 м объединяет в количественном отношении лишь 15% карьеров, однако на этих карьерах будет производиться 42% годовых объемов вскрыши. На карьерах этой группы преимущественное распространение получает комбинированная или транспортная система разработки. Учитывая, что при этом в работе будут находиться одновременно 2—3 уступа, потребная высота копания вскрышных экскаваторов будет ограничиваться величиной 40—50 м.

Распределение годовых объемов вскрыши и количества карьеров по технологическим схемам разработки приведено в табл. III-9.

Анализ преобладающих мощностей пластов (табл. III-10) показывает, что наиболее многочисленной является группа карьеров с мощностью пласта до 15 м. Однако наибольшие годовые объемы добычи ожидаются с карьеров, отрабатывающих пласты мощностью свыше 25 м. К этой группе относятся в основном угольные месторождения Канско-Ачинского бассейна. Если учесть, что на таких карьерах полезное ископаемое будет отрабатываться, как правило, двумя уступами, то потребные высоты копания добычных экскаваторов будут ограничиваться высотой порядка 25—35 м.

Анализ горнотехнических условий месторождений стройматериалов, выполненный институтом ГипроНИИнеруд, показал, что в перспективе объем горной массы, добываемой с помощью техники непрерывного действия, возможно довести до 407 млн. м³/г. При этом карьерный фонд представлен преимущественно мелкими предприятиями производительностью до 0,5—1,0 млн. м³/г, расположенными в основ-

ном в средней климатической зоне. На 60% песчаных и песчано-гравийных карьеров мощность полезного ископаемого не превышает 5—10 м. Мощность вскрышных пород на 90% каменных карьеров не превышает 10 м, а на подавляющем количестве песчаных и песчано-гравийных карьеров (75% от общего числа) — 2—3 м.

Таким образом, анализ горнотехнических условий отечественных месторождений, перспективных для применения техники непрерывного действия, показывает следующее:

объем горной массы, пригодной для разработки этой техники в ближайшие 10—15 лет, может составить около 2 млрд. м³/г. При этом основной объем вскрыши и добычи сосредоточен на крупных карьерах с годовой производительностью более 10—15 млн. м³/ч по вскрыше и добыче;

условия залегания большинства месторождений благоприятны для организации внутренних отвалов и применения наиболее эффективных схем механизации с использованием отвалообразователей и транспортно-отвальных мостов;

специфической особенностью рассмотренных месторождений является увеличение объемов добычи в восточных районах страны, характеризующихся суровыми климатическими условиями и наличием значительных объемов пород с повышенными и высокими сопротивлениями копанию;

разнообразие в горнотехнических условиях залегания перспективных карьеров предопределяет большой диапазон изменения основных параметров машин. При этом верхние пределы параметров экскавационных машин для большинства карьеров по вскрыше будут ограничиваться производительностью 10—15 тыс. м³/ч и высотой копания 40—50 м, а по добыче соответственно 3—5 тыс. м³/ч и 25—35 м.

§ 3. Типаж комплексов машин непрерывного действия, потребность и эффективность их внедрения

Одной из первых работ в области установления потребных типоразмеров роторных экскаваторов в нашей стране явилась большая работа, выполненная в 1959 г. временной комиссией ГНТК под руководством акад. Н. В. Мельникова. Работы в области создания типажей роторных экскаваторов выполнялись также Ленинградским филиалом института ВНИИстройдормаш.

Первой работой по обоснованию рациональных параметрических рядов и типажа комплексов машин непрерывного действия явилась

Таблица III-11

Номенклатура машин комплексов непрерывного действия

Наименование схемы	Состав основного оборудования
Вскрышные работы	
А. Схемы с использованием отвалообразователей и транспортно-отвальных мостов	
1. Схемы с внутренним отвалообразованием консольным ленточным отвалообразователем	Роторный экскаватор, отвалообразователь
2. Схемы с внутренним отвалообразованием транспортно-отвальным мостом	Роторный экскаватор, транспортно-отвальный мост
Б. Схемы с использованием ленточных конвейеров	
1. Схема с внутренним отвалообразованием при несовпадении отметок вскрышного и отвального горизонтов	Роторный экскаватор, забойные конвейеры, передаточные конвейеры, межуступный перегружатель, отвальные конвейеры, отвалообразователь
2. То же, но с объединением грузопотоков двух вскрышных уступов на одну линию забойных конвейеров	То же, с добавлением межуступного перегружателя на нижнем вскрышном подуступе
3. Схема с внешним отвалообразованием	Роторный экскаватор, забойные конвейеры, передаточные конвейеры, магистральные конвейеры, (наклонные и горизонтальные), отвальные конвейеры, отвалообразователь
4. То же, при передаче вскрыши на отвалы наклонными конвейерами (двухопорными перегружателями)	То же, но вместо магистральных наклонных конвейеров — двухопорные перегружатели
Добычные работы	
1. Схемы с выдачей добычи на поверхность стационарными конвейерами	Роторный экскаватор, забойный конвейер, передаточный конвейер, магистральный конвейер (горизонтальный и наклонный)
2. Схема с выдачей добычи передвижными наклонными конвейерами	Роторный экскаватор, забойные конвейеры, передаточные конвейеры, наклонные передвижные конвейеры, передвижное загрузочное устройство или магистральный конвейер до места разгрузки
3. Схема с выдачей добычи железнодорожным транспортом	Роторный экскаватор, загрузочное устройство (при большой производительности)

Продолжение табл. III-11

Наименование схемы	Состав основного оборудования
4. Схема с выдачей добычи автомобильным транспортом	Роторный экскаватор

Примечание. В качестве межуступного перегружателя может быть использован двухопорный мост или отвалообразователь.

работа «Параметрические ряды, типаж и унификация горно-транспортного оборудования непрерывного действия (роторные экскаваторы, отвалообразователи, ленточные конвейеры)», выполненная институтом УкрНИИпроект при участии головных отраслевых институтов Центрогипрошахт, Гипроруда, Госгорхимпроект, ГипроНИИнеруд и др.

Природные условия отечественных месторождений весьма разнообразны, однако выполненный анализ отечественного и зарубежного опыта применения техники непрерывного действия позволил установить наиболее характерные технологические схемы, дать их классификацию и определить необходимую номенклатуру основных машин комплексов (табл. III-11).

Анализ приведенных технологических схем и составов комплексов основных машин, необходимых для их реализации, показал, что в комплексах должны быть предусмотрены:

1) роторные экскаваторы;

2) консольные ленточные отвалообразователи,

Таблица III-12

Типаж роторных экскаваторов для открытых горных работ СССР

Наименование изделий		Главный параметр—теоретическая производительность при расчетном усилии копания, м³/ч	Весовая производительность, т/ч	Расчетное усилие копания, кгс/см²	Расчетный угол откоса уступа, градус	Высота копания при расчетном угле откоса уступа, м	Минимальная глубина копания, м	Удельное давление на грунт (среднее/максимальное), кгс/см²	Максимально допустимые уклоны в рабочем и транспортном положениях, градус	
									по оси передвижения	поперек оси передвижения
Базовая модель	Модификация	$Q_{теор}$	$Q_{весов}$	$K_P^{\text{э}}$	α	$H_{кв}$	$H_{к.м}$	$P_{сред}/P_{max}$	$\Phi_{х.р}/\Phi_{х.т}$	$\Phi_{ур}/\Phi_{ут}$
ЭР-630 $\frac{12,5}{1}$		630	900	7	65	12,5	1,0	1,1/2,2	3/5	3/3
	ЭРП-630 $\frac{10}{0,5}$			14	65	10,0	0,5	1,2/2,5	3/5	3/3
ЭР-1250 $\frac{18}{1,5}$		1250	1800	7	50	18	1,5	1,1/2,2	3/5	3/3
	ЭРП-1250 $\frac{16}{0,5}$			14	63	16	0,5	1,2/3,0	3/5	3/3
ЭР-2500 $\frac{25}{2}$		2500	3600	7	53	25	2,0	1,0/2,5	2/4	2/2
	ЭРП-2500 $\frac{20}{1}$			14	61	20	1,0	1,2/2,5	2/4	2/2
ЭР-5000 $\frac{37,5}{3}$		5000	7200	7	40	37,5	3,0	1,0/2,5	2/4	2/2
	ЭРП-5000 $\frac{30}{1,5}$			14	50	30,0	1,5	1,2/3,0	2/4	2/2
ЭР-5000 $\frac{45}{5}$		10 000	14 500	7	38	45	5,0	1,2/2,5	2/4	2/2
	ЭРП-10000 $\frac{35}{2,5}$			14	46	35	2,5	1,2/3,0	2/4	2/2
Допускаемые отклонения		+10% −5%	+10% −5%	±10%	—	+10% −5%	—	—	—	—

Таблица III-13

Типаж отвалообразователей для открытых горных работ СССР

Наименование изделий		Основные параметры и размеры						
							Максимальные допустимые уклоны в рабочем и транспортном положениях, градус	
Отвалообразователи для транспортной системы разработки	Отвалообразователи для транспортно-отвальной системы разработки	Главный параметр — теоретическая производительность, м³/ч	Весовая производительность, т/ч	Минимальный радиус разгрузки, м	Минимальная высота разгрузки, м	Удельное давление на грунт (среднее/максимальное), кгс/см²	по оси передвижения	поперек оси передвижения
		$Q_{теор}$	$Q_{весов}$	$R_р$	$H_р$	$P_{сред}/P_{max}$	$\varphi_{х.р}/\varphi_{х.т}$	$\varphi_{ур}/\varphi_{ут}$
0-639 $\frac{30}{15}$		630	900	30	15	0,8/1,5	3/5	2/3
	0-630 $\frac{75}{25}$			75	25	1,2/2,5	3/5	3/3
0-1250 $\frac{50}{20}$		1250	1800	50	20	0,8/1,5	3/5	3/3
	0-1250 $\frac{150}{40}$			105	40	1,0/2,5	3/5	3/3
0-2500 $\frac{70}{25}$		2500	3600	70	25	0,8/1,5	3/5	2/3
	0-2500 $\frac{150}{50}$			150	50	1,0/2,5	2/4	2/2
0-5000 $\frac{90}{30}$		5000	7200	90	30	0,8/1,8	2/4	2/2
	0-5000 $\frac{190}{65}$			190	65	1,0/2,5	2/4	2/2
0-10 000 $\frac{110}{40}$		10 000	14 500	110	40	1,1/2,2	2/4	2/2
	0-10 000 $\frac{240}{80}$			240	80	1,0/2,5	2/4	2/2

3) забойные, передаточные, отвальные и магистральные (стационарные, горизонтальные и наклонные) конвейеры,

4) межуступные перегружатели (одно- или двухопорные).

Специфической особенностью выбора параметров комплексов машин непрерывного действия является необходимость установления единого главного параметра, который должен быть приемлемым для всех машин комплекса, содержать характеристику каждой машины, определять конструктивные параметры машин. Этим требованиям наиболее соответствует максимальная часовая теоретическая производительность (в рыхлом теле) головной машины комплекса — роторного экскаватора, определяющая производительность всех остальных машин в технологической цепи комплекса.

Теоретическая производительность определяется произведением расчетной емкости ковша на максимальное число ссыпок при расчетном усилии копания.

В качестве основных параметров по отдельным машинам дополнительно приняты:

по роторным экскаваторам:

расчетное удельное усилие копания $K_F^э$,

высота копания (до оси ротора) H,

глубина копания (до нижней кромки ковшей),

среднее и максимальное удельное давление на грунт,

допустимые продольные и поперечные уклоны в рабочем и транспортном положениях;

по ленточным отвалообразователям:

радиус разгрузки,

высота разгрузки (от уровня стояния),

среднее и максимальное давление на грунт,

Таблица III-14

Типаж ленточных конвейеров для открытых горных работ СССР

Наименование изделий		Основные параметры и размеры		
		Главный параметр — теоретическая производительность, м³/ч	Весовая производительность по вскрыше по углю, т/ч	Длина става, м
Базовая модель	Модификация	$Q_{теор}$	$Q_{весов}$	$L_{ст}$
КЛЗ 630/800		630	900/570	800
	КЛЗ 630/900			900
КЛП 630/400				400
КЛМ 630/1300				1500
	КЛМУ 630/1800			1800
КЛО 630/750				750
КЛЗ 1250/800		1250	1800/1125	800
	КЛЗУ 1250/1100			1100
КЛП 1250/400				400 (телескопичность 120)
КЛМ 1250/1400				1400
	КЛМУ 1250/1700			1700
КЛО 1250/750				750
КЛЗ 2500/800		2500	3600/2250	800
	КЛЗУ 2500/1100			1100
КЛП 2500/400				400
КЛМ 2500/1200				1200
	КЛМУ 2500/1630			1630
КЛО 2500/750				750
КЛЗ 5000/800		5000	7200/4500	800
	КЛЗУ 5000/1100			1100
КЛП 50 000/800				800 (телескопичность 100)
КЛМ 5000/1700				1700
	КЛМУ 5000/2300			2300
КЛО 5000/700				700
КЛЗ 10 000/800		10000	14 500/9000	800
	КЛЗУ 10 000/1100			1100
КЛП 10 000/800				800 (телескопичность 100)
КЛМ 10 000/800	КЛМУ 10 000/1000			800
				1000
КЛО 10 000/700				700

Примечания. 1. При определении объемной производительности в плотном теле и весовой производительности принято: для пород I—III категорий $\gamma = 1{,}8$ т/м³, $K_р = 1{,}25$, для пород IV—VI категорий $\gamma = 1{,}95$ т/м³, $K_р = 1{,}3$.

2. Допускаемые удельные давления на грунт по забойным и отвальным конвейерам принимаются равными удельным давлениям соответственно экскаваторов и отвалообразователей.

допустимые продольные и поперечные уклоны в рабочем и транспортном положениях;
по ленточным конвейерам:
длина става (при горизонтальной установке).

Ограничительным параметром для всех машин комплекса принята весовая производительность, определяемая при условном объемном весе пород в разрыхленном состоянии, равном 1,45 т/м³.

Принятая регламентация параметров в достаточной степени определяет основные эксплуатационные и конструктивные характеристики всех машин комплексов.

При разработке параметрического ряда комплексов машин были использованы:

1) технико-экономические исследования, проведенные (с использованием ЭЦВМ) по перспективным месторождениям для выявления потребных типов и рациональных параметров машин по условию наибольшей эффективности горных работ;

2) технико-экономические расчеты по выбору оптимальной густоты параметрического ряда с учетом организации, экономики и сроков изготовления серийных машин.

При этом в качестве основных искомых величин были приняты параметры Q, H, $K_р^э$ роторных экскаваторов, поскольку этими параметрами (с учетом горнотехнических условий месторождений и технологической схемы работ) практически однозначно определяются основные параметры остальных машин комплексов.

На основе выполненных исследований, а также с учетом ряда дополнительных конструктивных проработок и согласований с заводами XV-летия ЛКСМУ и НКМЗ институтом УкрНИИпроект был составлен «Типаж комплексов непрерывного действия (роторные экскаваторы, отвалообразователи, ленточные конвейеры)», утвержденный Минтяжмашем СССР. Типаж комплексов машин непрерывного действия приведен в табл. III-12, III-13 и III-14.

Типаж предусматривает создание для карьеров основных отраслей горнодобывающей промышленности пяти типоразмеров комплексов по теоретической производительности 630, 1250, 2500, 5000 и 10 000 м³/ч.

В каждом типоразмере предусматривается создание двух модификаций роторных экскаваторов (по расчетному усилию копания 7 и 14 кгс/см²) и двух модификаций отвалообразователей (по параметрам разгрузки). При этом типаж не ограничивает (при наличии специальных обоснований) создание более крупных машин.

Принятые типоразмеры машин в достаточной мере обеспечивают охват широкого диапазона горнотехнических условий открытых работ основных отраслей горнодобывающей промыш-

Таблица III-15

Типаж роторных экскаваторов для карьеров стройматериалов

Наименование изделий	Теоретическая производительность, м³/ч	Рабочий вес, т	Установленная мощность, квт	Удельное давление на грунт, кгс/см²
ЭР-25 $\frac{5}{2}$	260	23,5	65	0,8
ЭР-50 $\frac{7}{0,5}$	360	40	130	0,9
ЭР-100 $\frac{7}{3,5}$	625	75	160	1,1
ЭР-200 $\frac{12}{0,5}$	1250	260	370	1,8

ленности, а скорейшее их создание позволит широко внедрить на карьерах высокопроизводительную технику непрерывного действия и прогрессивную поточную технологию работ.

Отечественной машиностроительной промышленностью серийно выпускаются роторные экскаваторы производительностью 630, 1250 и 5000 м³/ч с номинальными усилиями копания и соответствующие им по производительности отвалообразователи и ленточные конвейеры.

Находятся в стадии проектирования роторные экскаваторы производительностью 630, 1250 и 5000 м³/ч с повышенными усилиями копания.

Таблица III-16

Ориентировочная потребность в оборудовании непрерывного действия

Тип оборудования		Потребность в оборудовании при теоретической производительности, м³/ч				
		630	1250	2500	5000	10 000
Роторные экскаваторы, шт.	Базовые	233	101	24	36	14
	Модификации	42	49	59	15	7
Отвалообразователи, шт.	Для транспортно-отвальной системы разработки	45	31	—	18	7
	Для транспортной системы разработки	179 *	51 *	53 *	27 *	28 *
Ленточные конвейеры, км		363	156	133	120	82

* С учетом отвалообразователей, используемых в качестве межуступных перегружателей.

Типаж роторных экскаваторов для карьеров стройматериалов выполнен Ленинградским филиалом ВНИИземмаша. Этот типаж включает четыре типоразмера роторных экскаваторов с теоретической производительностью 260, 360, 625 и 1250 м³/ч с высотами копания от 5 до 12 м (табл. III-15). Три первых типоразмера роторных экскаваторов изготовляются серийно Ковровским и Воронежским машиностроительными заводами.

Ориентировочная потребность в оборудовании непрерывного действия определена исходя из перспектив развития основных отраслей горнодобывающей промышленности на ближайшие 10—15 лет (табл. III-16).

Значительная потребность в комплексах требует расширения отечественной машиностроительной базы, создания специализированных заводов и расширения кооперации по поставкам машин в рамках СЭВ.

Внедрение комплексов машин непрерывного действия на отечественных месторождениях позволит получить значительную экономию государственных средств.

Выполненные институтом УкрНИИпроект исследования показали, что внедрение типажа комплексов непрерывного действия при разработке только мягких пород (K_F до 7 кгс/см²) даст годовую экономию в приведенных затратах свыше 30 млн. руб.

При оценке эффективности машин непрерывного действия, намеченных для отработки пород с сопротивлением копанию от 7 до 14 кгс/см², экономия государственных средств будет достигаться как за счет применения прогрессивной поточной технологии на транспорте и отвалообразовании, так и за счет отказа в ряде случаев от применения БВР на экскавации. Среднегодовая экономия за рассматриваемый период при отработке пород этой группы составит в приведенных затратах не менее 40 млн. руб.

При отработке мягких пород вскрыши комплексы непрерывного действия с ленточными конвейерами позволяют в 3 раза снизить себестоимость вскрыши, в 2 раза снизить капитальные затраты и в 6—7 раз увеличить производительность труда по сравнению с транспортными системами разработки с использованием техники циклического действия [4].

§ 4. Технологические схемы применения комплексов машин непрерывного действия

Транспортно-отвальная система разработки имеет ряд технологических схем механизации горных работ, которые отличаются между собой

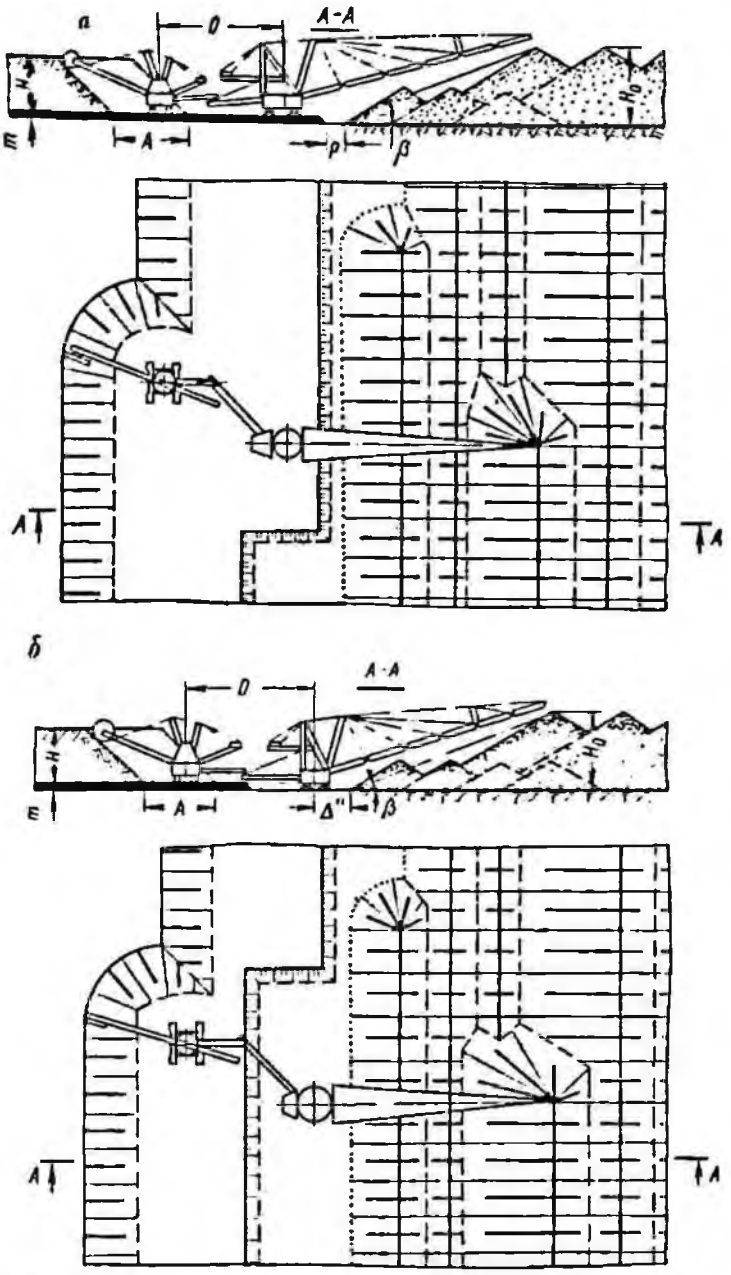


Рис. III-1. Технологическая схема производства вскрышных работ по транспортно-отвальной системе разработки:

а — с установкой отвалообразователя на кровле пласта; *б* — с установкой отвалообразования на почве пласта

местом установки отвалообразователя по отношению к пласту полезного ископаемого, наличием или отсутствием зимних запасов полезного ископаемого (годовой режим добычных работ), холостых переходов вскрышного комплекса машин и др.

Указанные отличительные признаки технологических схем механизации транспортно-отвальной системы разработки в значительной степени влияют на параметры системы и предопределяют эффективность ее применения в соответствующих горнотехнических условиях.

Исходя из годовой производительности вскрышного комплекса, годовую производственную мощность карьера по добыче можно выразить зависимостью

$$Q_к = Q_э \frac{L_д m q K_{извл}}{LH}, \text{ т}, \qquad \text{(III-1)}$$

где $Q_э$ — годовая эксплуатационная производительность вскрышного комплекса, м³;

$L_д$ — длина фронта работ по добыче, м;

m — средняя мощность пласта полезного ископаемого, м;

q — объемный вес полезного ископаемого, т/м³;

$K_{извл}$ — коэффициент извлечения полезного ископаемого;

L — длина фронта работ по вскрышному уступу, м;

H — высота вскрышного уступа, м.

С целью обеспечения непрерывности добычных работ в зимний период предусматривается создание определенных запасов полезного ископаемого к моменту окончания вскрышного сезона.

В зависимости от продолжительности зимнего периода требуемый объем готовых к выемке запасов

$$V_з = \frac{П_з}{12} Q_к, \text{ т}, \qquad \text{(III-2)}$$

где $П_з$ — продолжительность простоя вскрышного комплекса машин в зимний период, месяцы.

Общий объем зимних запасов, который может быть создан при работе транспортно-отвального комплекса

$$V'_з = [A_д m (L_д - l) + S_п m L_д] K_{извл}, \text{ т}, \qquad \text{(III-3)}$$

где $A_д$ — ширина заходки по добыче, м;

l — расстояние по фронту работ между забоями добычных заходок в конце и начале вскрышного сезона, м;

$S_п$ — ширина полосы подконсольных запасов полезного ископаемого, м.

Ширина полосы подконсольных зимних запасов полезного ископаемого, которая может быть создана при работе транспортно-отвального комплекса

$$S_п = \frac{Q_к П_з}{12 K_{извл} m L_д q} - A_д \left(1 - \frac{l}{L_д}\right), \text{ м}. \qquad \text{(III-4)}$$

Ширина полосы зимних запасов, годовое подвигание фронта работ и длина фронта работ по добыче устанавливаются путем решения системы уравнений:

а) при установке отвалообразователя на кровле пласта полезного ископаемого

$$S_з = R_р - \Delta' - m\operatorname{ctg}\gamma' - p - K_р C_ф H \operatorname{ctg}\beta + \\ + 0{,}75A_д - \frac{lA_д}{L_д};$$

$$S_г = \frac{S_з T_д}{T_д - T_в};$$

$$L_д = \frac{Q_э}{HS_г} - H\operatorname{ctg}\alpha;$$

$$Q_к = S_г L_д m q K_{извл};$$

б) при установке отвалообразователя на почве пласта полезного ископаемого

$$S_з = O - b_2 - \delta - z - m\operatorname{ctg}\gamma' + A_д - \frac{lA_д}{L_д} + \Delta'';$$

$$S_г = \frac{S_з T_д}{T_д - T_в};$$

$$L_д = \frac{Q_э}{HS_г} - H\operatorname{ctg}\alpha;$$

$$Q_к = S_г L_д m q K_{извл},$$

где $R_р$ — радиус разгрузки отвалообразователя, м;

Δ' — минимально возможное расстояние от оси движения отвалообразователя до верхней бровки добычного уступа, м;

γ' — угол откоса добычного уступа, градус;

p — расстояние между нижними бровками добычного уступа и отвала, м;

$K_р$ — коэффициент разрыхления;

β — устойчивый угол откоса отвала, градус;

$S_г$ — годовое подвигание фронта работ, м;

$S_з$ — ширина полосы готовых к выемке зимних запасов полезного ископаемого, м;

$T_д$ — годовое число рабочих дней по добыче;

$T_в$ — продолжительность вскрышного сезона, дней;

α — угол откоса нерабочего борта вскрышного уступа, градус;

$C_ф$ — коэффициент сокращения отвального фронта работ по сравнению со вскрышным;

O — расстояние между осями движения экскаватора и отвалообразователя, м;

b_2 — ширина внешней части в скрышной заходки, м;

δ — ширина бермы безопасности на кровле пласта полезного ископаемого, м;

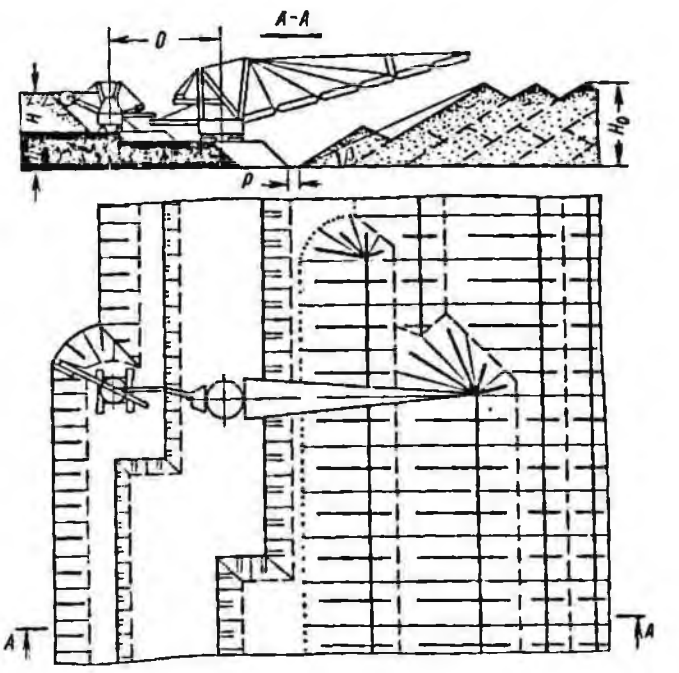


Рис. III-2. Технологическая схема производства вскрышных работ по транспортно-отвальной системе разработки с установкой отвалообразователя на промежуточном горизонте

z — ширина транспортной бермы, м;

Δ'' — расстояние между нижней бровкой отвала и осью вращения отвалообразователя, м.

При сезонном ведении добычных работ годовое подвигание фронта работ определяется горно-геологическими условиями месторождений, способами и схемой его осушения и должно удовлетворять условию

$$S_г \leqslant \frac{Q_к}{L_д m q K_{извл}}, \text{ м.} \qquad \text{(III-5)}$$

Ниже приведены основные технологические схемы транспортно-отвальной системы разработки с использованием отвалообразователей.

На рис. III-1 представлена технологическая схема, которая предусматривает использование транспортно-отвального комплекса машин непрерывного действия на вскрышных работах при установке отвалообразователя на кровле (*а*) или на почве (*б*) пласта полезного ископаемого. Схема применима при сезонном и круглогодичном ведении добычных работ. При сезонном ведении добычных работ зимние запасы полезного ископаемого концентрируются на усреднительно-накопительном складе вблизи карьера.

При большой мощности пласта полезного ископаемого возможна схема (рис. III-2) установки отвалообразователя на промежуточном добычном горизонте. Этим достигается увели-

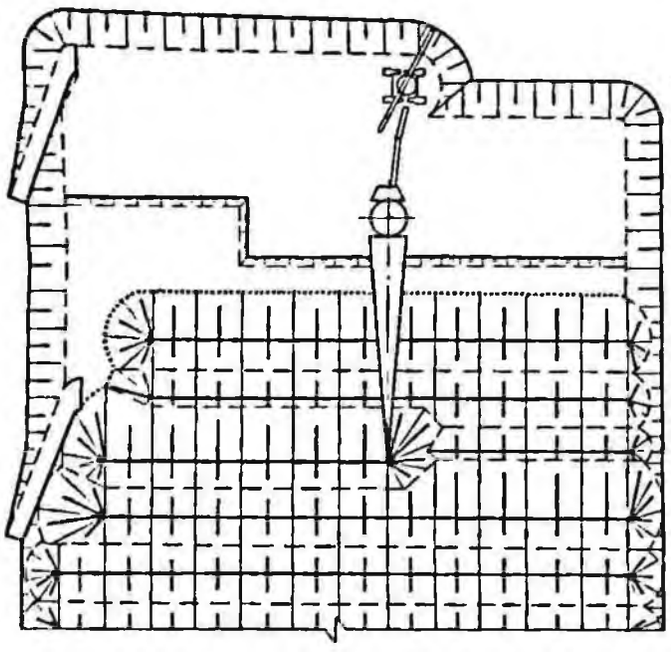


Рис. III-3. Технологическая схема производства вскрышных работ по транспортно-отвальной системе разработки с созданием временных съездов

чение радиуса разгрузки отвалообразователя и возможность создания больших объемов готовых к выемке зимних запасов полезного ископаемого.

На рис. III-3 представлена схема, которая предусматривает отработку вскрышных пород по транспортно-отвальной системе разработки с выдачей полезного ископаемого по временным наклонным съездам, пройденным по нерабочему борту карьера. Такая технология и механизация горных работ применима при использовании комбинированного вида транспорта

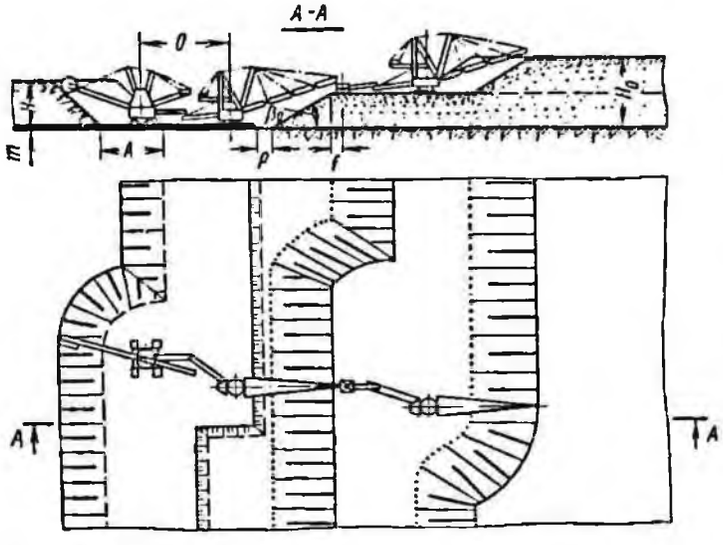


Рис. III-4. Технологическая схема производства вскрышных работ по транспортно-отвальной системе разработки с двумя отвалообразователями

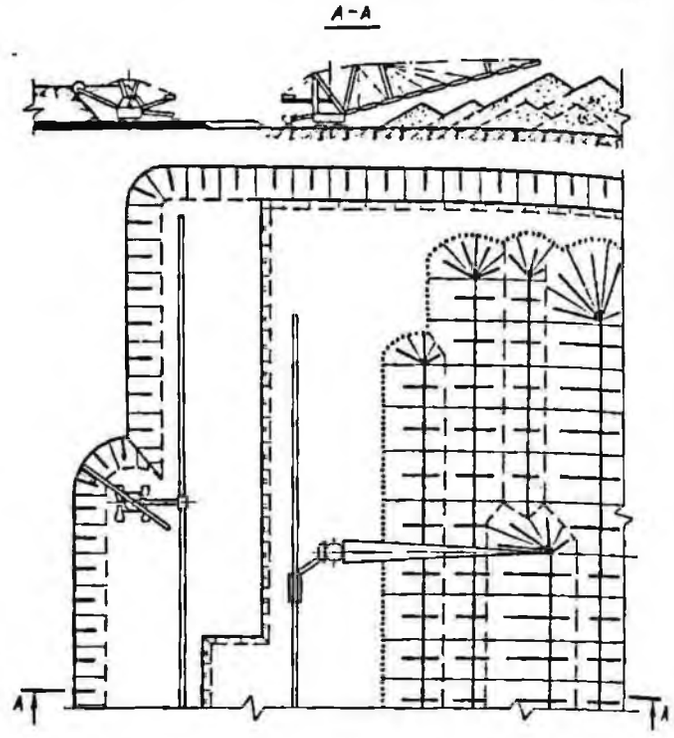


Рис. III-5. Технологическая схема производства вскрышных работ по транспортной системе разработки с укладкой пород в один отвальный ярус

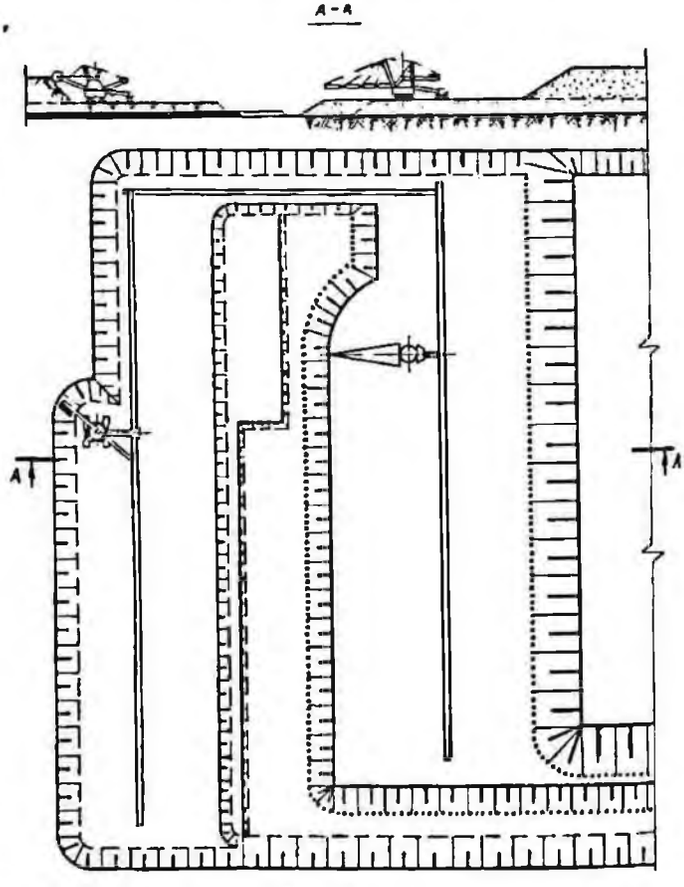


Рис. III-6. Технологическая схема производства вскрышных работ по транспортной системе разработки с использованием верхнего и нижнего черпаний экскаватора

полезного ископаемого. При этом в качестве внутрикарьерного транспорта рекомендуется доставка полезного ископаемого от забоя до поверхности в автосамосвалах или полуприцепах, а по поверхности — от карьера до обогатительной фабрики — железнодорожным или конвейерным транспортом.

Промежуточным звеном между указанными видами транспорта служат перегрузочный пункт для непосредственной перегрузки и накопительный склад для аккумулирования и перегрузки полезного ископаемого.

Существует ряд технологических схем с использованием на отработке пород вскрыши двух отвалообразователей (рис. III-4). Основными достоинствами этих схем является возможность разработки мощных пластов полезного ископаемого и создания проектного угла откоса отвала, а также улучшение условий отработки торцовых участков карьерного поля. Недостатками схемы являются наличие узлов перегрузки, жесткость условий работы вскрышного оборудования и значительный объем планировочных работ.

Транспортная система разработки месторождений полезных ископаемых с применением комплексов машин непрерывного действия может обеспечить отработку одного или нескольких вскрышных уступов. Эта система разработки, как и рассмотренная выше, имеет ряд технологических схем, которые различаются по следующим признакам:

1) месту размещения отвалов вскрышных пород (внутренние, внешние и комбинированные);

2) порядку отработки карьерного поля (однокрылое, двукрылое);

3) схемам механизации вскрышных работ, определенной технологией работ и конструктивными особенностями комплексов машин непрерывного действия (числом транспортных горизонтов, сочетанием машин комплекса, отработкой вскрыши с использованием верхнего, нижнего или верхнего и нижнего черпаний экскаватора).

Ниже приведены наиболее типичные технологические схемы транспортной системы разработки.

На рис. III-5 приведена технологическая схема отработки вскрышных пород с использованием роторного экскаватора, системы ленточных конвейеров и отвалообразователя при верхней отсыпке вскрышных пород во внутренние отвалы.

Взаимосвязь параметров системы разработки для рассматриваемой и последующих технологических схем определяется равенством

$$HALK_p = H_0 A_0 L_0. \qquad \text{(III-6)}$$

Каждый из параметров, входящий в приведенное равенство, может быть установлен с учетом известных или принятых параметров в процессе конкретного проектирования.

Рассматриваемая схема имеет несколько разновидностей, характеризующихся внутренним или внешним отвалообразованием, наличием или отсутствием выездной траншеи, типом отвалообразователя и т. п.

На рис. III-6 представлена технологическая схема отработки вскрышных пород с использованием верхнего и нижнего черпаний роторного экскаватора. Использование нижнего черпания экскаватора позволяет устанавливать забойный, поперечный и отвальный конвейеры на одном горизонте и тем самым избежать применения отвалообразователя для перегрузки вскрышных пород с поперечного конвейера на отвальный.

Размещение отвалов по рассматриваемой схеме предусматривается в выработанном пространстве с верхней и нижней отсыпкой при помощи отвалообразователя ОШР-5000/95 или ОШР-5000/185.

Использование одного из названных отвалообразователей в рассматриваемой технологи-

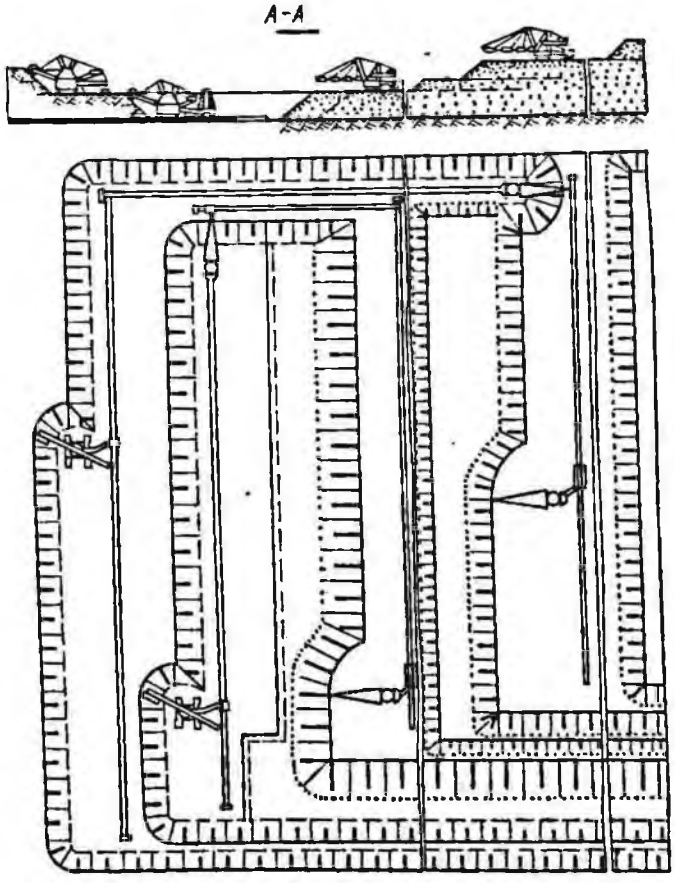


Рис. III-7. Двухуступная транспортная система разработки

оборудование, то, преобразовав выражение (III-7), можно определить максимально возможную высоту основного уступа.

Рассматриваемая схема имеет ряд разновидностей, характеризующихся местом установки отвалообразователя по отношению к пласту полезного ископаемого, режимом добычных работ и т. д.

В отличие от предыдущей схемы на рис. III-9 представлена технологическая схема, по которой передовой уступ отрабатывается роторным экскаватором с использованием верхнего и нижнего черпаний.

Глубина нижнего черпания и высота основного вскрышного уступа принимаются такими, чтобы высота отвала при отработке основного уступа соответствовала высоте установки роторного экскаватора над почвой пласта полезного ископаемого при отработке передового уступа. Это обеспечивает установку отвального конвейера на одной отметке с торцовым, т. е. отпадает необходимость в отвалообразователе, работающем в качестве перегружателя.

Взаимосвязь параметров основного уступа и нижнего черпания при отработке передового уступа из условия обеспечения установки отвального конвейера на одном горизонте с торцовым определяется по формуле

$$(L_д + H \operatorname{ctg} \alpha) HK_р =$$

$$= [L_д + (H + H_н) \operatorname{ctg} \alpha] (H + H_н + m).$$

Отсюда глубина нижнего черпания

$$H_н = -(H + 0{,}5m + 0{,}5L_д \operatorname{tg} \alpha) +$$

$$+ \sqrt{(H + 0{,}5m + 0{,}5L_д \operatorname{tg} \alpha)^2 + H^2 (K_р - 1) +}$$

$$+ \sqrt{+ L_д \operatorname{tg} \alpha (HK_р - H - m) - Hm}, \text{ м.}$$

РОТОРНЫЕ ЭКСКАВАТОРЫ

§ 1. Классификация

Современные роторные экскаваторы представляют собой сложные комплексы механизмов, металлоконструкций и электротехнического оборудования. Все оборудование карьерного роторного экскаватора можно условно подразделить на пять основных групп.

I. Группа рабочего оборудования, включающая: ротор с ковшами; механизм привода ротора, состоящий из механической (реже — гидравлической) передачи и предохранительной муфты; приемно-питающее устройство для приема грунта из ковшей и передачи его на конвейер стрелы ротора; стрелу ротора; систему подвески стрелы с механизмом подъема и опускания; механизм выдвижения стрелы ротора (для экскаваторов с выдвижными стрелами); механизм поворота стрелы ротора; несущие металлоконструкции верхнего пролетного строения экскаватора (надстройку).

II. Группа транспортирующего оборудования, включающая: систему конвейеров; стрелу разгрузочного конвейера с подвеской, механизмами подъема и поворота; перегрузочные устройства с конвейера на конвейер в пределах экскаватора; средства перегрузки на конвейерный или железнодорожный транспорт.

III. Группа ходового оборудования, включающая: ходовой механизм с приводом; механизм поворота ходовых устройств; опорное и выравнивающее устройства и несущие металлоконструкции.

IV. Группа электрооборудования, включающая: оборудование для приема и распределения электроэнергии; электропривод основных механизмов (рабочего органа, механизмов поворота, ходовых механизмов, лебедок подъема, конвейеров экскаватора); электропривод вспомогательных механизмов (грузоподъемных средств и другого оборудования для ремонтно-монтажных работ, компрессоров, механизмов централизованной смазки, вентиляции и т. п.); систему управления с автоматическими и программными устройствами; систему блокировок, сигнализации и защиты; сети освещения, отопления (включая обогрев редукторов, ковшей, конвейерных лент и барабанов) и т. п.

V. Группа вспомогательного оборудования, включающая: кабины

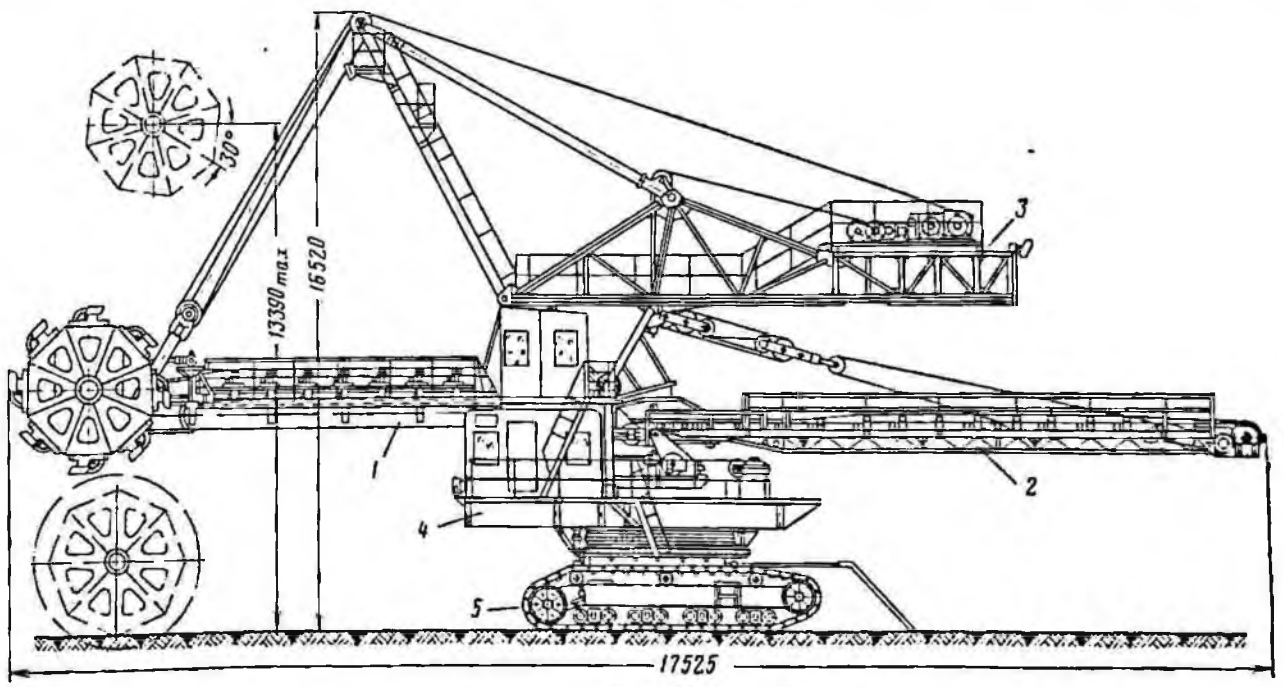


Рис. III-10. Роторный экскаватор ЭР-500-2:

1 — роторная часть; *2* — отвальная часть; *3* — надстройка; *4* — поворотная платформа; *5* — ходовая часть

Таблица III-17

Классификация роторных экскаваторов по технологическим признакам

Признаки		Признаки	
По выполняемым функциям в технологическом цикле	Вскрышные		Обеспечивающие подачу на забой передвижением всей машины
	Добычные		
	Погрузчики и штабелеукладчики		
По максимальной теоретической производительности	Малые (производительностью до 630 м³/ч)	По величине допускаемого уклона рабочего горизонта	Обеспечивающие отработку рабочего горизонта, наклоненного до 5° (экскаваторы без выравнивающего устройства)
	Средние (производительностью до 2500 м³/ч)		
	Большие (производительностью до 5000 м³/ч)		Обеспечивающие отработку рабочего горизонта, наклоненного до 15° (экскаваторы с выравнивающим устройством)
	Мощные (производительностью до 10 000 м³/ч)		
	Сверхмощные (производительностью свыше 10 000 м³/ч)		
По величине расчетного усилия копания	С нормальным удельным усилием (до 7 кгс/см²)	По положению точки разгрузки при работе экскаватора	С фиксированной точкой разгрузки
	С повышенным удельным усилием (до 14 кгс/см²)		С отклоняющейся точкой разгрузки
	С высоким удельным усилием (свыше 14 кгс/см²)		
По расположению разрабатываемого уступа, относительно уровня стоянки экскаватора	Верхнего копания (высота копания ниже уровня стоянки, $H_{к.я}$ меньше или равна радиусу ротора $H_{к.н} \leqslant R$)	По способу опирания стрелы разгрузочного конвейера	С креплением консоли разгрузочного конвейера непосредственно на экскаваторе
	Верхнего и нижнего копания ($H_{к.п} > R$)		С опиранием разгрузочного конвейера на собственную опору, погрузочное устройство или транспортно-отвальные средства
По способу подачи ротора на забой	Обеспечивающие подачу выдвижением рабочего оборудования (экскаваторы с выдвижной или телескопической стрелой)	По степени маневренности ходового оборудования	Со значительной маневренностью (гусеничное ходовое оборудование)
	Обеспечивающие подачу перемещением верхнего строения относительно опорной части ходового оборудования (экскаваторы на рельсово-шагающем ходовом оборудовании)		С ограниченной маневренностью (рельсовое ходовое оборудование)

управления с механизмами их перемещения и подъема; грузоподъемные средства и другое оборудование для ремонтно-монтажных работ; оборудование централизованной смазки; вентиляционное оборудование; компрессорные установки; оборудование для ремонтных работ; оборудование для кондиционирования воздуха; оборудование для неэлектрического отопления.

Широкая область применения роторных экскаваторов приводит к большому диапазону изменения их основных технологических и кинематических параметров и порождает многообразие конструктивных решений как принципиальной компоновки машин в целом, так и их основных узлов. В связи с этим большое значение приобретает классификация роторных экскаваторов. В зависимости от целей систематизации характерных конструктивных признаков представляется целесообразным различать классификацию роторных экскаваторов в технологическом, общеконструктивном и внутриузловом плане.

В технологической классификации рассматриваются признаки, необходимые лишь с точки зрения оценки возможности применения и эффективности использования машин в конкретных горных условиях. В общеконструктивной классификации обобщаются признаки, характеризующие принципиальные пути решения компоновочной схемы. Во внутриузловой классификации рассматриваются признаки, отражающие пути конструктивных решений, использующихся при создании основных узлов машины.

Технологическая классификация. Классификация экскаваторов по технологическим признакам приведена в табл. III-17.

Общеконструктивная классификация проводится по ряду признаков.

По принципиальной схеме компоновки основного оборудования: с одной центральной поворотной платформой, на которой располагаются рабочее оборудование и разгрузочное устройство (рис. III-10); с одной центральной поворотной

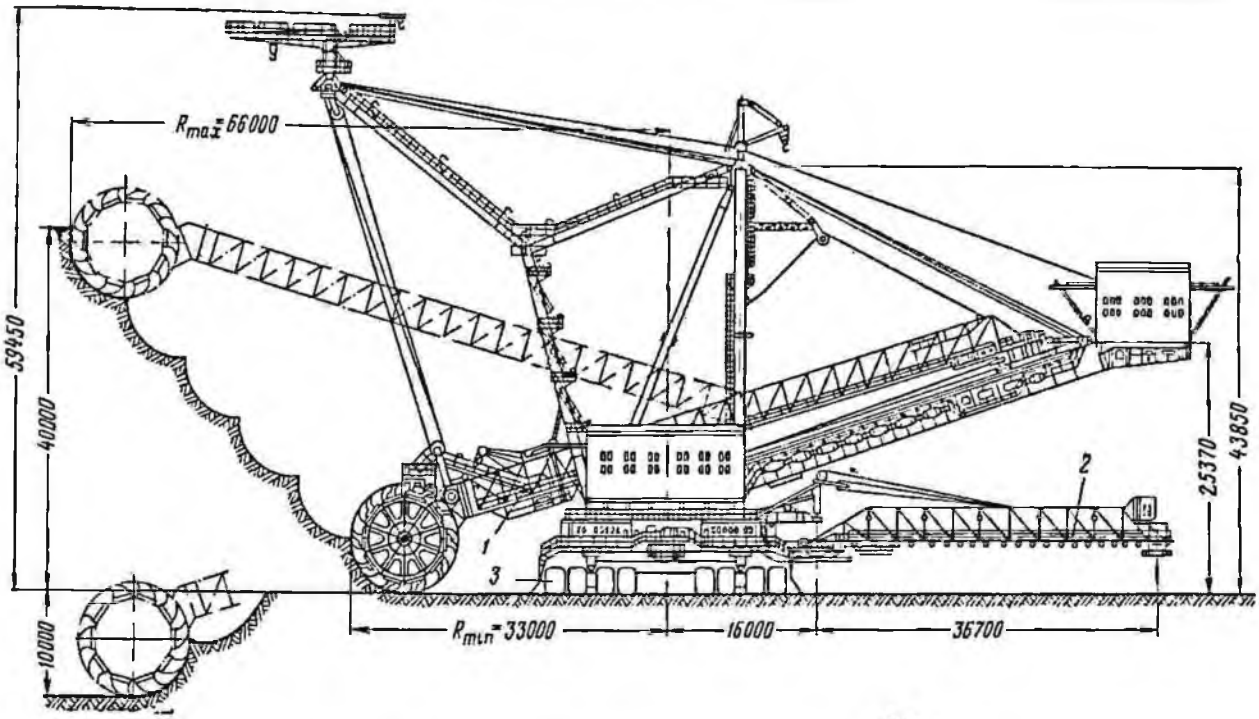


Рис. III-11. Роторный экскаватор ЭРГ-1600 $\frac{40}{10}$31:
1 — роторная часть; *2* — отвальная часть; *3* — ходовая часть

платформой, на которой располагается рабочее оборудование, а оборудование для разгрузки грунта располагается на нижней неповоротной раме экскаватора (рис. III-11); с двумя центральными поворотными платформами; на верхней платформе располагается рабочее оборудование, а на нижней платформе — оборудование, относящееся к разгрузочному устройству.

По расположению приемной части разгрузочного конвейера относительно оси центральной поворотной платформы: с совмещенной осью поворота (с центральным опиранием, см. рис. III-10); со смещенной осью поворота (с боковым опиранием, см. рис. III-11). В транспортно-отвальных комплексах со встроенными роторными экскаваторами разгрузочный конвейер может выполняться неповоротным.

По степени уравновешенности: полностью уравновешенные; частично уравновешенные.

Полное уравновешивание достигается за счет: а) раздельного уравновешивания роторной и разгрузочной стрел; б) уравновешивания только стрелы ротора и применения разгрузочного моста, ось экскаваторной опоры которого совмещена с осью центральной поворотной платформы экскаватора; в) уравновешивания только разгрузочной (отвальной) стрелы, размещенной на центральной поворотной платформе со смещением относительно ее оси; г) уравновешивания только стрелы ротора, ось поворота которой смещена относительно центра ходового оборудования экскаватора, что практически применимо только для транспортно-отвальных мостов со встроенными роторными экскаваторами; д) взаимного уравновешивания стрелы ротора и разгрузочной стрелы, неповоротных относительно друг друга, что также применимо только для транспортно-отвальных комплексов; е) уравновешивания только стрелы ротора при отсутствии разгрузочного конвейера, что практически применяется только на роторных погрузчиках и экскаваторах-штабелеукладчиках. При выдвижных стрелах изменение вылета ротора обычно компенсируется соответствующим перемещением противовеса. При частичном уравновешивании противовесом оборудуется только стрела ротора.

По поворотности рабочего органа: неполноповоротные (угол поворота 90—110° в обе стороны от среднего положения стрелы ротора); полноповоротные. Неполноповоротными выполняются только стрелы ротора некоторых транспортно-отвальных комплексов.

По типу стрелы ротора: со стрелой постоянной длины (рис. III-12); с раздвижной стрелой.

Стрелы ротора постоянной длины могут быть с фиксированным креплением опоры (см. рис. III-10) и выдвижные (см. рис. III-11).

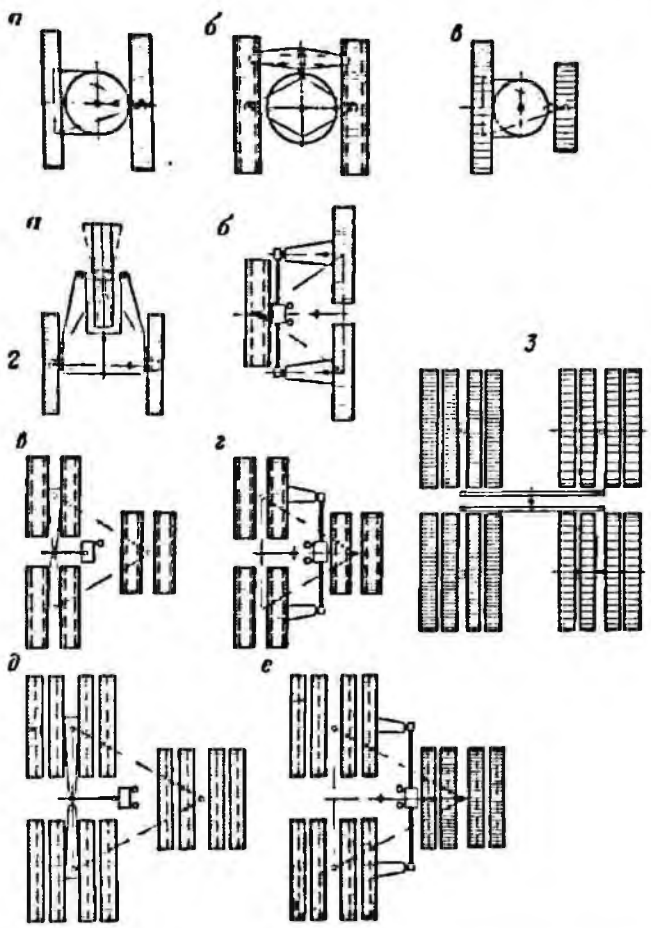


Рис. III-15. Принципиальные схемы компоновки гусеничного ходового оборудования:

1 — двухтележечное; *2* — трехтележечное; *3* — четырехтележечное (*1а, б, в, 2а, б* — с одногусеничными тележками; *2 в, г* — с двухгусеничными тележками; *2д, е* и *3* — с четырехгусеничными тележками)

Остальные схемы опирания (включая и четырехточечное с применением гидроопор и соединением одноименных полостей одной пары цилиндров) являются статически определимыми. Тележки многогусеничных машин под опорной точкой могут быть одно-, двух- и четырехгусеничными.

По способу осуществления поворота экскаватора: с неповоротными гусеницами (поворот машины осуществляется за счет сообщения гусеницам различных скоростей) — все двухгусеничные машины; с поворотными (одной, двумя или всеми) гусеничными тележками — практически все многогусеничные машины.

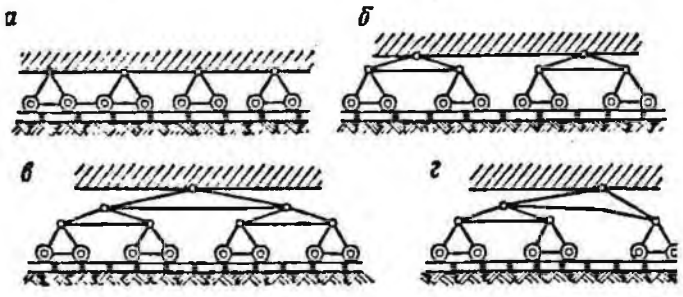


Рис. III-16. Схемы балансирной подвески гусениц;

а — одноступенчатая; *б* — двухступенчатая; *в* — трехступенчатая; *г* — комбинированная

По типу механизма разворота тележек: винтовой, канатный, гидравлический. Привод разворота тележек может быть раздельный на каждую тележку; групповой; общий.

По числу ведущих тележек: со всеми ведущими тележками; с частью ведущих тележек.

По числу гусениц на один привод: с индивидуальным приводом; с одним приводом на две гусеницы.

По схеме привода: встроенный; выносный; комбинированный.

По конструкции рамы гусеничных тележек: с индивидуальными рамами у каждой гусеницы; с общей рамой.

По количеству беговых дорожек под катки: однодорожечные; двухдорожечные.

По конструкции балансирной подвески (рис. III-16): с одноступенчатой; с двухступенчатой; с трехступенчатой; с комбинированной системой балансиров. При двухдорожечных гусеничных лентах могут предусматриваться и поперечные балансиры. Зацепление ведущего колеса с гусеницей бывает кулачковым и цевочным.

§ 2. Определение основных параметров

1. Производительность экскаватора. На величину производительности оказывают влияние следующие основные факторы:

конструктивные и кинематические параметры рабочего, транспортирующего и ходового оборудования экскаватора: диаметр ротора и длина стрелы; емкость, число и конструкция ковшей; скорости вращения, поворота и подъема — опускания рабочего органа; продолжительность реверсирования поворотного движения стрелы ротора; тип и скорости механизма передвижения; динамические характеристики, жесткость, долговечность и надежность основных узлов;

физико-механические свойства разрабатываемого материала и его состояние, определяющие удельное сопротивление копанию;

степень соответствия элементов забоя (ширины заходки, высоты и угла откоса уступа) линейным параметрам машины;

организация рабочих процессов по карьеру в целом: продолжительность рабочих смен и их количество в течение года, система разработки и порядок отработки карьерного поля, длина фронта работ, тип и организация работы карьерного транспорта и др.

Перечисленные в п. 1 факторы полностью определяются конструкцией экскаватора и для данной модели являются постоянными. Остальные факторы являются переменными и зависят от условий эксплуатации.

В соответствии со степенью учета вышеперечисленных факторов различают теоретическую, техническую, забойную и эксплуатационную производительности экскаватора.

Теоретическая производительность карьерного роторного экскаватора в рыхлой массе при расчетном удельном усилии копания

$$Q = 60qn, \text{ м}^3/\text{ч}, \qquad \text{(III-8)}$$

где q — расчетная емкость ковша, м³; определяется с учетом части подковшовой полости (рис. III-17);

n — число разгрузок в минуту.

Техническая производительность в плотном теле

$$Q_{\text{техн}} = \frac{QK_{\text{н}}K_{\text{т}}}{K_{\text{р. к}}}, \text{ м}^3/\text{ч}, \qquad \text{(III-9)}$$

где $K_{\text{н}}$ — коэффициент наполнения расчетной емкости ковша;

$K_{\text{р. к}}$ — усредненный коэффициент разрыхления породы в расчетной емкости ковша. Проведенными в УкрНИИпроекте исследованиями установлено, что коэффициент разрыхления в ковше ротора больше, чем на ленте конвейера, и при условии отсутствия уплотнения, которое отрицательно влияет на процесс разгрузки, составляет 1,45—1,65;

$K_{\text{т}}$ — коэффициент, характеризующий снижение производительности экскаватора в зависимости от соотношения фактической величины удельного сопротивления копанию породы K_F и расчетного удельного сопротивления $K_F^{\text{э}}$, принятого при определении мощности приводов ротора и механизма поворота. При $K_F < K_F^{\text{э}}$ значение $K_{\text{т}}$ принимается равным единице. При $K_F > K_F^{\text{э}}$ $K_{\text{т}} \approx \frac{K_F^{\text{э}}}{K_F}$.

Забойная производительность характеризует степень реализации

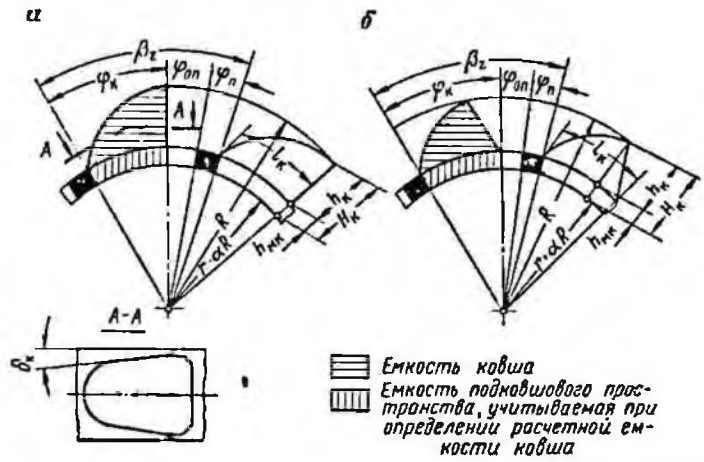


Рис. III-17. Схема к определению расчетной емкости ковша

технической производительности экскаватора в конкретных условиях забоя

$$Q_{\text{э}} = Q_{\text{техн}}K_{\text{э}}K_{\text{уп}}, \text{ м}^3, \qquad \text{(III-10)}$$

где $K_{\text{э}}$ — коэффициент забоя;

$K_{\text{уп}}$ — коэффициент управления.

Коэффициентом забоя учитываются технологические особенности работы роторного экскаватора

$$K_{\text{э}} = \frac{VK_{\text{р. к}}}{Q_{\text{техн}}(T_{\text{пол}} + T_{\text{всп}})}, \qquad \text{(III-11)}$$

где V — расчетный объем грунта в плотном теле, извлекаемый экскаватором в течение технологического цикла, м³;

$T_{\text{пол}}$ — время полезной работы экскаватора (т. е. время чистой экскавации) в течение цикла, ч;

$T_{\text{всп}}$ — время вспомогательных операций (подъем и опускание роторной стрелы, подъезд и отъезд экскаватора, при выдвижной стреле — ее выдвижение и втягивание) в течение цикла, ч.

Коэффициент забоя роторных экскаваторов изменяется от 0,70 до 0,90 в зависимости от типа экскаватора и параметров забоя. Если высота уступа и ширина заходки соответствуют параметрам рабочего оборудования экскаватора, при ориентировочных расчетах можно принимать $K_{\text{э}} = 0{,}80$.

Коэффициент управления учитывает соответствие расчетных затрат времени на выполнение рабочих операций фактическим. Для машин класса ЭРГ-1600 его можно принимать равным 0,80—0,85, а для машин класса ЭРГ-400 —0,90—0,95.

Эксплуатационная производительность — производительность за определенный промежуток времени с уче-

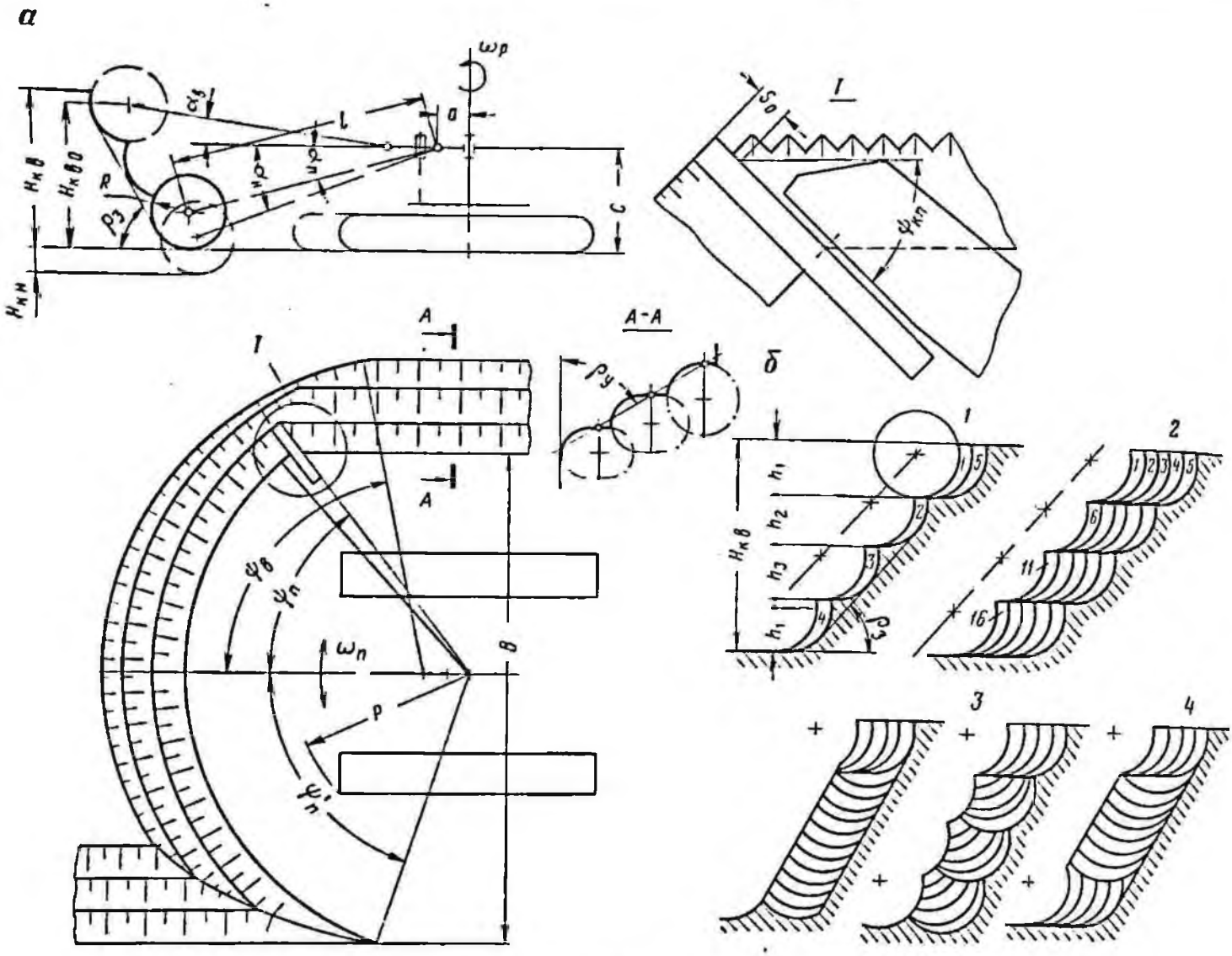


Рис. III-18. Схема работы экскаватора при отработке уступа (*а*) и способы отработки (*б*):
1, 2 — вертикальными стружками; *3, 4* — вертикальными и горизонтальными стружками

том всех простоев и перерывов в работе (измеряется в плотном теле)

$$Q_{эк} = Q_э \left(1 - \frac{T_{ос}}{T_р}\right), \text{ м}^3/\text{ч}, \qquad \text{(III-12)}$$

где $T_р$ — расчетное число рабочих часов за календарный отрезок времени;

$T_{ос}$ — потери рабочего времени на выполнение различного рода вспомогательных операций (передвижку конвейеров, переход «мертвых зон» конвейеров, врезку в новую заходку, переход экскаваторов на другой горизонт, холостые переходы, остановки, связанные с усложненными климатическими условиями и простоями из-за неисправности машин комплекса, и т. д.).

Многолетняя эксплуатация карьерных роторных экскаваторов показала, что расчетное число часов работы машины в течение суток $T_{р.с}$ следует принимать равным 19,2 ч, что соответствует коэффициенту использования суточного времени 0,8. Число рабочих дней в течение месяца следует принимать равным 26, а число рабочих часов за один месяц $T_{р.м}$ — 500 ч. Число рабочих месяцев экскаватора за год $T_{р.г}$ определяется в настоящее время продолжительностью работы вскрышного оборудования для средних климатических условий 9—10 мес., добычного — 10—11 мес.

2. **Взаимосвязь параметров рабочего оборудования с технологическими элементами забоя.** Ширина заходки B, высота копания $H_{к.в}$ и угол откоса уступа $\rho_у$ зависят от параметров рабочего оборудования экскаватора и опре-

деляются диаметром ротора, компоновкой узла ротора, типом стрелы ротора (выдвижная, невыдвижная), ее длиной, величиной выдвижения и координатами оси ее подвеса к верхнему строению, способом отработки забоя (вертикальными или горизонтальными стружками).

В общем случае зависимости для определения параметров забоя для экскаваторов с невыдвижной, выдвижной и телескопической стрелами записываются в следующем виде:

$$H_{к.\,в.\,о} = \operatorname{tg}\rho_y\,[(a_1 + l_1\cos\alpha_в + R)\sin\psi_в - (a_2 + l_2\cos\alpha_п + R)\sin\psi_п] + R, \text{ м}; \quad \text{(III-13)}$$

$$\rho_y = \operatorname{arcctg}\frac{(a_1 + l_1\cos\alpha_в + R)\sin\psi_в - (a_2 + l_2\cos\alpha_п + R)\sin\psi_п}{H_{к.\,в.\,о} - R}; \quad \text{(III-14)}$$

$$\psi_п = \arcsin\frac{(a_1 + l_1\cos\alpha_в + R)\sin\psi_в - (H_{к.\,в.\,о} - R)\operatorname{ctg}\rho_y}{a_2 + l_2\cos\alpha_п + R}; \quad \text{(III-15)}$$

$$B = (a_2 + l_2\cos\alpha_п)(\sin\psi_п + \sin\psi'_п), \text{ м}. \quad \text{(III-16)}$$

Приведенные буквенные обозначения даны на рис. III-18 и III-19.

Для экскаваторов с невыдвижными стрелами $l_1 = l_2 = l$ и $a_1 = a_2 = a$.

Углы подъема и наклона оси стрелы ротора $\alpha_в$, $\alpha_п$ и $\alpha_н$ определяются по формулам

$$\alpha_в = \arcsin\frac{H_{к.\,в.\,о} - c}{l}, \text{ рад};$$

$$\alpha_п = \arcsin\frac{c - R}{l}, \text{ рад}; \quad \text{(III-17)}$$

$$\alpha_н = \arcsin\frac{H_{к.\,н} + c - R}{l}, \text{ рад}.$$

Для экскаваторов с выдвижной стрелой для расчета $H_{к.\,в}$, ρ_y, $\psi_п$ и B могут быть также использованы формулы (III-13) ÷ (III-16). При схеме, приведенной на рис. III-19, *а*, координаты оси подвеса роторной стрелы ($a = a_1 = a_2$ и c) постоянны, $l_1 = l_{max}$ (l_{max} — длина стрелы при максимальном выдвижении); $l_2 = l_п$ ($l_п$ — длина стрелы при снятии последней стружки нижнего слоя),

$$l_п \approx l_{min} + \frac{Б}{\cos\alpha_п}, \text{ м}, \quad \text{(III-18)}$$

где $Б$ — глубина слоя, отрабатываемого экскаватором с одной позиции.

Если величина выдвижения достаточна для отработки каждого слоя с одной позиции, то $\psi_в = \frac{\pi}{2}$, $\sin\psi_в = 1$.

Минимально необходимая величина выдвижения стрелы для отработки уступа по всей

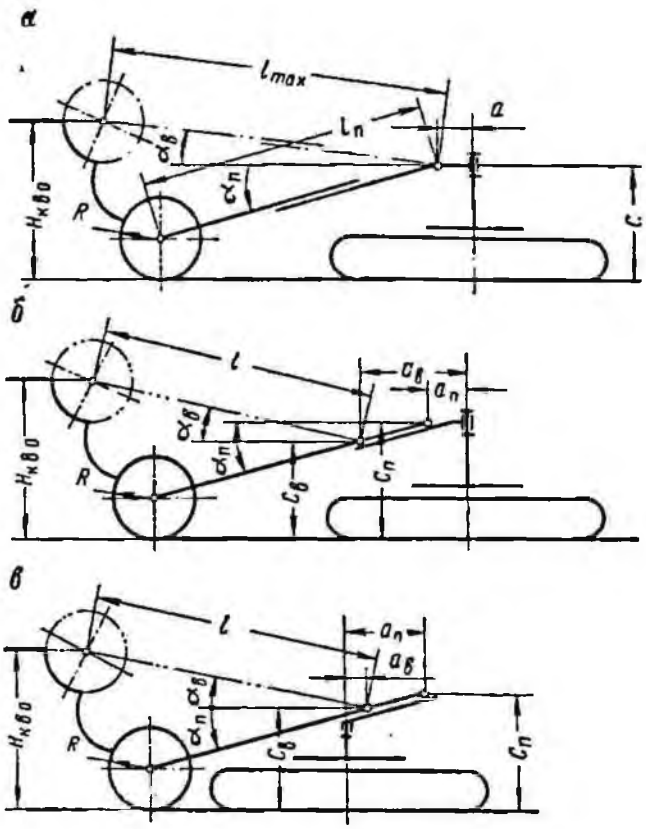


Рис. III-19. Схемы к определению взаимосвязи основных параметров рабочего оборудования с технологическими элементами забоя:

а — телескопическая стрела; *б* и *в* — стрелы постоянной длины с разным расположением направляющих

высоте с одной позиции определяется выражением

$$L = l_{max} - l_{min} = (H_{к.\,в.\,о} - R)\operatorname{ctg}\rho_з + Б\frac{l_{max}(c-R)^2 - l_{min}(H_{к.\,в.\,о} - c)^2}{2l_{max}l_{min}}. \quad \text{(III-19)}$$

При большом выдвижении стрелы откос уступа обеспечивается полностью за счет ее втягивания. В этом случае

$$\rho_y = \rho_з,\ \psi_п = \frac{\pi}{2} \text{ рад}.$$

При схеме, изображенной на рис. III-19, *б*, используются те же формулы, но с учетом, что $a_1 = a_в > a_2 = a_п$ и $l_1 = l_2 = l$.

Минимально необходимая величина выдвижения стрелы для отработки уступа по всей высоте с одной позиции

$$A = a_в - a_п = (H_{к.\,в.\,о} - R)\operatorname{ctg}\rho_з + Б - \frac{(c_п - R)^2 - (H_{к.\,в.\,о} - c_в)^2}{2l}. \quad \text{(III-20)}$$

Если $\rho_у = \rho_э$, то условия размещения оборудования роторного узла такие же, как и в аналогичном случае при схеме, приведенной на рис. III-19, *а*.

При равных t и $a_п$ величина B у экскаватора с невыдвижной стрелой меньше, чем у экскаватора с выдвижной стрелой, вследствие меньшего значения $\psi_п$. Бо́льшее значения $\psi_п$ в данном случае объясняется тем, что $a_в \gg a_п$ и целесообразностью при отработке верхнего слоя принимать

$$\psi_в = \frac{\pi}{2} \text{ рад.}$$

При схеме, приведенной на рис. III-19, *а*, также применимы формулы (III-13) ÷ (III-17), но при этом $a_1 = -a_в$, $a_2 = -a_п$.

Минимально необходимая величина выдвижения стрелы для отработки уступа по всей высоте с одной позиции $a_п = -a_в$ определяется выражением (III-20).

Если $\rho_у = \rho_э$, то условия размещения оборудования роторного узла такие же, как и в аналогичных случаях при первой и второй схемах.

При равных l ширина заходки в этом случае меньше, чем в других схемах с постоянной длиной стрелы, однако улучшены весовые характеристики машины ввиду расположения направляющих на противоположной ротору стороне верхнего строения.

3. Диаметр ротора. Диаметр ротора является одним из основных факторов, определяющих как технологические возможности, так и весовые характеристики карьерного роторного экскаватора. Детальное рассмотрение круга вопросов, связанных с выбором диаметра ротора, показало, что его величина определяется в основном заданной теоретической производительностью, необходимостью размещения внутри ротора приемно-питающего устройства с соответствующей пропускной способностью, возможностью отработки уступа с заданными высотой и углом откоса, достижением максимального значения коэффициента производительности по забою. Минимально необходимый диаметр ротора определяется совокупностью всех этих условий, причем принимать следует наибольшее из значений, полученных для трех первых условий.

Определение диаметра ротора по условию обеспечения заданной теоретической производительности. Заданная производительность экскаватора обеспечивается объемной выносной способностью ротора и мощностью его привода. Выносная способность зависит от числа ковшей, их расчетной емкости и угловой скорости вращения ротора. При выборе числа ковшей и их параметров должно обеспечиваться: 1) исключение залипания режущих элементов, корпуса ковша и подковшовой полости в роторе; 2) полная разгрузка породы в пределах сектора разгрузки; 3) ограничение величины кусков, образующихся в результате отделения стружки; 4) снижение неравномерности внешней нагрузки; 5) демпфирование колебаний рабочего оборудования экскаватора; 6) минимальная энергоемкость процесса резания и заполнения ковша; 7) технологичность изготовления; 8) эксплуатационная надежность и ремонтопригодность. Попытки создания ковшей с односторонних позиций, в частности с позиции только минимума энергоемкости при разработке пород, без учета их структурно-прочностных характеристик, приводили к снижению эффективности применения роторных экскаваторов, поскольку при этом значительно повышались кусковатость отделяемого материала и неравномерность нагружения рабочего оборудования.

В настоящее время определение числа ковшей, их емкости и основных размеров производится в следующем порядке. По величине допустимого значения коэффициента динамичности нагрузки на валу ротора для заданного среднего значения удельного сопротивления копанию предварительно определяется число ковшей (табл. III-18). Далее это число ковшей корректируется путем сопоставления получаемой при этом числе ковшей частоты внешнего воздействия на экскаватор со спектром частот собственных колебаний верхнего строения машины, полученным в результате динамического расчета.

После установления числа ковшей геометрический объем его расчетной емкости определяется по формуле

$$q = \frac{\pi Q_{техп} K_{р.к}}{1800 z \omega K_н K_т}, \text{ м}^3, \qquad \text{(III-21)}$$

где z — число ковшей;

ω — скорость вращения ротора, 1/сек.

При этом $K_н = 1$, $K_т = 1$ и $\omega = \omega_{min}$.

Высота ковша, исходя из расчетной емкости, определяется по формуле

$$h_к = \frac{1}{K_ф}\left(\frac{q}{b_к l_к} - h_{м.к}\right), \text{ м}, \qquad \text{(III-22)}$$

где $K_ф$ — коэффициент формы ковша, а затем проверяется на возможность работы стружками необходимого поперечного сечения.

На основании статистических данных с достаточной для практических расчетов точностью можно принимать $K_ф = 0{,}65$ для ковшей с радиальной режущей кромкой, $K_ф = 0{,}50$ ÷

0,55 — для ковшей косого резания. С учетом кинематических закономерностей рабочего процесса роторных экскаваторов и условий разгрузки ковшей следует принимать

$$\frac{h_к + h_{м.к}}{b_к} = \frac{R(1-\alpha)}{b_к} = 0{,}8 \div 1.$$

Тогда

$$b_к = (1 \div 1{,}25)(1-\alpha)R, \text{ м.} \qquad \text{(III-23)}$$

Длина ковша обычно принимается равной

$$l_к = (1 \div 1{,}3)\, b_к = (1 \div 1{,}6)(1-\alpha)R, \text{ м.} \qquad \text{(III-24)}$$

Меньшие значения числового коэффициента относятся преимущественно к ковшам с радиальной режущей кромкой, бо́льшие — к ковшам косого резания.

Значение кинематического угла $\delta_к$ продольного профиля ковша в плане определяется зависимостью

$$\delta_к \geqslant \operatorname{arctg} \frac{V_{п\,max}}{60 V_{min}}, \text{ рад,} \qquad \text{(III-25)}$$

где $V_{п\,max}$ — максимальное значение скорости поворота на внешнем радиусе ротора, м/мин.

У выполненных конструкций $\delta_к \leqslant 0{,}2$ рад.

Для проверки соответствия размеров поперечного профиля ковша площади снимаемой стружки необходимо исходить из оптимальной величины отношения толщины стружки к ширине

$$\lambda = \frac{S_0}{B_0}.$$

Для экскаваторов с невыдвижной стрелой $\lambda = 2{,}5 \div 4{,}0$, а для экскаваторов с выдвижной стрелой $\lambda = 1{,}8 \div 3{,}0$.

Объем одной стружки, равный расчетной емкости ковша (с учетом коэффициента разрыхления), определяется по формуле

$$h_0 b_0 S_0 = \frac{q}{K_{р.к}}, \text{ м}^3 \text{ в плотном теле.}$$

Отсюда

$$S_0 = \sqrt{\frac{q\lambda}{K_{р.к} h_0}} \text{ и } b_0 = \sqrt{\frac{q}{K_{р.к} h_0 \lambda}}. \qquad \text{(III-26)}$$

Минимальная внутренняя ширина переднего проема ковша

$$b_{в\,min} = 1{,}15 b_0 D_{V_п}, \text{ м,} \qquad \text{(III-27)}$$

где $D_{V_п}$ — диапазон регулирования окружной скорости поворота стрелы ротора (по отношению к ее значению при S_0).

Для равномерного износа передней режущей кромки ковша по ширине целесообразно принимать $b_в = (2{,}0 \div 2{,}5)\, b_0 D_{V_п}$. Однако у экскаваторов с невыдвижной стрелой это не всегда выполнимо в связи с большими значениями $D_{V_п}$.

Допустимая скорость вращения ротора и необходимый диапазон ее регулирования с достаточной для практики точностью определяются по условиям разгрузки. При этом:

1) устанавливаются пределы изменения приведенного коэффициента трения μ, характеризующего общее сопротивление перемещению породы при разгрузке, в том числе сопротивление перемещению породы по ковшу, внутреннее трение в породе, пластичность, липкость и др. Для сыпучих материалов $\mu = 0{,}4 \div 0{,}8$; для

Таблица III-18

Минимальное число ковшей (режущих элементов) на роторе

$\left(\frac{h}{R}\right)_{min}$	Минимальное число ковшей при расчетном удельном усилии копания экскаватора				
	5	7	9	11	14
0,6	9—10	10—12	14—16	16—18	18—22
1,0	8—9	9—11	12—14	14—16	16—20

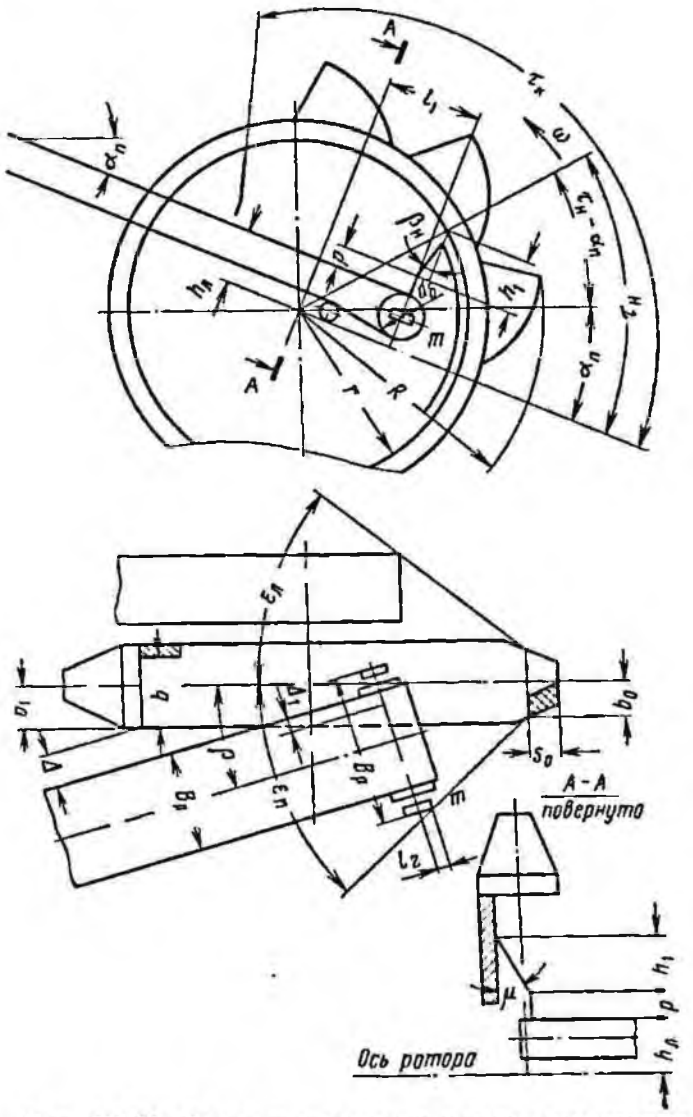


Рис. III-20. Схема к определению углов размещения оборудования

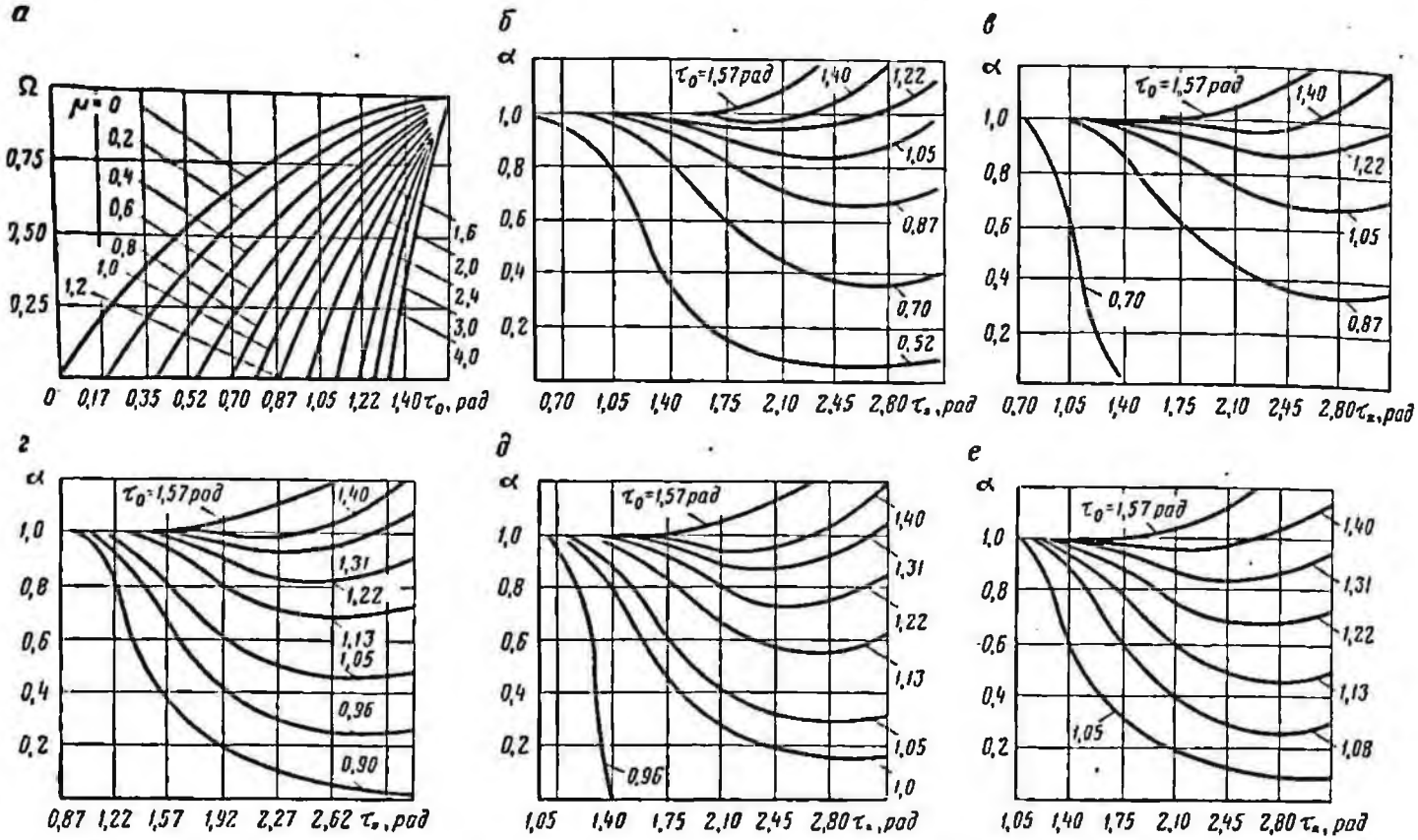


Рис. III-21. Зависимости для определения допускаемой угловой скорости ротора по условию разгрузки ковшей при горизонтальном положении стрелы

суглинков $\mu = 1{,}0 \div 2{,}5$; для жирных глин $\mu = 2{,}5 \div 4{,}0$.

2) По конструктивным соображениям в пределах приведенных выше значений принимаются численные значения α и $\tau_н$. При этом необходимо, чтобы $\tau_н < \tau_0$ (рис. III-20).

3) По графическим зависимостям, представленным на рис. III-21, по μ и τ_* определяется τ_0, а по ней Ω:

$$\Omega = \frac{\omega^2 R}{g} = \left(\frac{\omega}{\omega_{кр}}\right)^2 = \left(\frac{V}{V_{кр}}\right)^2. \quad \text{(III-28)}$$

Угловая координата конца разгрузочного сектора $\tau_к \geqslant \tau_*$ определяется по зависимостям, приведенным на рис. III-21.

Определяемая по графикам, представленным на рис. III-21, величина τ_0 характеризует максимально допустимую угловую координату разгрузочного сектора по условию, что порода полностью разгрузится из ковша в приемно-питающее устройство ротора при данных α и Ω.

4) По формуле

$$R = \frac{1}{39K(1-\alpha)} \sqrt{\frac{Q^2_{техн} K}{\Omega(1-\alpha)}}, \text{ м} \quad \text{(III-29)}$$

определяется внешний радиус ротора, где величина K зависит от коэффициента внутреннего трения породы f. При $f \leqslant 0{,}5$ $K = 0{,}7$, при $f > 0{,}5$ $K = 1{,}0$.

5) Допустимая угловая скорость вращения ротора определяется по формуле

$$\omega = \sqrt{\frac{g\Omega}{R}} = 3{,}13\sqrt{\frac{\Omega}{R}}, \text{ рад/сек.} \quad \text{(III-30)}$$

6) Углы конца разгрузки для нижнего и верхнего положений роторной стрелы определяются по формулам:

$$\begin{aligned} \tau_{к.н} &= \tau_{*н} = \tau_к - \alpha_н, \text{ рад;} \\ \tau_{к.в} &= \tau_{*в} = \tau_к + \alpha_в, \text{ рад.} \end{aligned} \quad \text{(III-31)}$$

У выполненных конструкций $\alpha_в \leqslant 0{,}44$ рад, $\alpha_н \leqslant 0{,}38$ рад.

Наиболее часто применяются значения $\alpha_в = 0{,}38 \div 0{,}42$ рад, а $\alpha_н = 0{,}32$ рад.

7) Определяются угловые скорости, при которых обеспечивается полная разгрузка ковшей при нижнем и верхнем положениях стрелы.

Для крайнего нижнего положения в соответствии с найденным значением $\tau_{к.н}$ по графическим зависимостям, приведенным на рис. III-21, для заданных μ и α находим новое значение τ_0. По этому значению τ_0 по графику, приведенному на рис. III-21, $а$, определяется величина $\Omega_н$ и далее:

$$\omega_н = 3{,}13\sqrt{\frac{\Omega_н}{R}}, \text{ рад/сек.} \quad \text{(III-32)}$$

Для крайнего верхнего положения определяется

$$\Omega_{в}=\frac{\alpha^2\cos\tau_{к.в}}{2\left[1-\alpha\sin\left(\tau_к+\frac{\alpha_в}{2}\right)\right]} \quad \text{(III-33)}$$

и соответственно

$$\omega_{в}=3{,}13\sqrt{\frac{\Omega_{в}}{R}},\ \text{рад/сек}. \quad \text{(III-34)}$$

8) Определяется необходимый по условиям разгрузки ковшей диапазон регулирования скорости вращения ротора для крайних верхнего и нижнего положений стрелы:

$$D_{\omega_{в}}=\frac{\omega}{\omega_{в}};\quad D_{\omega_{н}}=\frac{\omega}{\omega_{н}}. \quad \text{(III-35)}$$

9) Необходимая скорость поворота роторной стрелы на вылете центра тяжести поперечного сечения ленты определяется по формуле

$$V_{п}=\frac{Q}{60K_{р.к}S_0h}, \quad \text{(III-36)}$$

где h — расчетная высота слоя, м.

Если экскаватор рассчитывается на работу с различными значениями S_0 и h, то необходимая величина $V_{п}$ должна быть определена для каждого из значений произведения S_0h. Все необходимые величины должны охватываться диапазоном регулирования

$$V_{п\,max}=D_{V_{п}}V_{п}, \quad \text{(III-37)}$$

где $D_{V_{п}}$ — диапазон регулирования скорости поворота. При невыдвижной стреле $D_{V_{п}}=2\div3$, при выдвижной $D_{V_{п}}=1{,}2\div1{,}7$.

У роторных экскаваторов с невыдвижной стрелой толщина стружки в плане забоя изменяется по закону, близкому к косинусоидальному. Следовательно, для поддержания постоянной производительности скорость поворота необходимо увеличивать по такому же закону, т. е.

$$V_{пф}=V_{п}/\cos\varphi,\ \text{м/мин}. \quad \text{(III-38)}$$

Определение диаметра ротора по условию размещения приемно-питающего устройства. В настоящее время применяются приемно-питающие устройства более десяти типов. Одним из наиболее компактных и надежных в эксплуатации является однобарабанный цилиндрический питатель. В табл. III-19 приводятся значения r, b, $d_б$, $h_б$, K_d, K_h и $V_{пит}$ для двух отечественных экскаваторов, оборудованных барабанными питателями.

Таблица III-19

Значения r, b, $d_б$, $h_б$, K_d, K_h и $V_{пит}$ для экскаваторов, оборудованных барабанными питателями

Экскаватор	Радиус ротора r, м	Ширина ротора b, м	Диаметр барабана-питателя $d_б$, м	$K_d=\frac{d_б}{r}$	Расстояние между осями барабана и конвейера $h_б$, м	$K_h=\frac{h_б}{r}$	Окружная скорость барабана $V_{пит}$, м/сек
ЭРГ-400 $\frac{17}{1{,}5}$	2,38	0,89	0,95	0,40	0,97	0,41	2,50
ЭРШР-1600 $\frac{40}{4}$	6,12	1,77	1,60	0,26	3,75	0,61	2,13

Наружный радиус ротора, исходя из заданной производительности питателя, определяется по формуле

$$R=\frac{1}{\alpha(2\sin\tau_{н}-2K_h-K_d)}\times$$

$$\times\sqrt{\frac{\operatorname{tg}\alpha_{н}KQ}{450V_{пит}(1-\operatorname{tg}\alpha_{н}\operatorname{tg}\beta_{н})}}. \quad \text{(III-39)}$$

Для крайнего верхнего положения ротора в выражение (III-39) должны быть подставлены соответственно значения углов $\tau_к$, $\alpha_в$ и $\beta_к$.

В зависимости (III-39) при $\sin\tau_{н}\to K_h+\frac{K_d}{2}$ либо при $\sin\tau_к\to K_h+\frac{K_d}{2}$ $r\to\infty$. Отсюда вытекают ограничения, накладываемые величиной диаметра барабана питателя и положением его оси, на значения углов $\tau_{н}$ и $\tau_к$:

$$\tau_{н}>\arcsin\left(K_{н}+\frac{K_d}{2}\right),\ \text{рад},$$
$$\tau_к<\pi-\arcsin\left(K_{н}+\frac{K_d}{2}\right),\ \text{рад}. \quad \text{(III-40)}$$

Определение диаметра ротора с учетом компоновки узла ротора. Компоновка узла ротора характеризуется углами размещения оборудования в плане забоя (соответственно правым $\varepsilon_{п}$ и левым $\varepsilon_{л}$, см. рис. III-20), под которыми понимается угол между плоскостью вращения ротора и горизонтальной линией, проведенной из точки ротора, расположенной на радиусе $R-S_0$ в наиболее выступающую точку m, находящуюся на оборудовании.

От углов размещения оборудования зависит возможность отработки уступа с заданными высотой $H_{к.в}$ и углом откоса $\rho_у$. Уменьшение углов размещения оборудования позволяет уменьшить длину стрелы при сохранении заданных значений $H_{к.в}$ и $\rho_у$ и этим существенно улучшить весовые характеристики экскаватора.

Для обеспечения одинаковых технологических возможностей экскаватора при работе как левым, так и правым забоем углы $\varepsilon_п$ и $\varepsilon_л$ целесообразно выполнять такими, чтобы углы подхода к забою справа и слева были одинаковыми. Однако конструктивно это не всегда возможно обеспечить. Одной из распространенных компоновок роторного узла является такая, при которой привод и конвейер располагаются с разных сторон, а ось стрелы ротора проходит через центр ротора или в непосредственной близости от него. При компоновке с расположением ротора и привода с различных сторон конвейера ось роторной стрелы может совпадать с осью конвейера. Промежуточное положение занимает компоновка с выполнением редуктора по комбинированно-планетарной схеме. В этом случае первые ступени редуктора располагаются со стороны конвейера, последние — со стороны ротора.

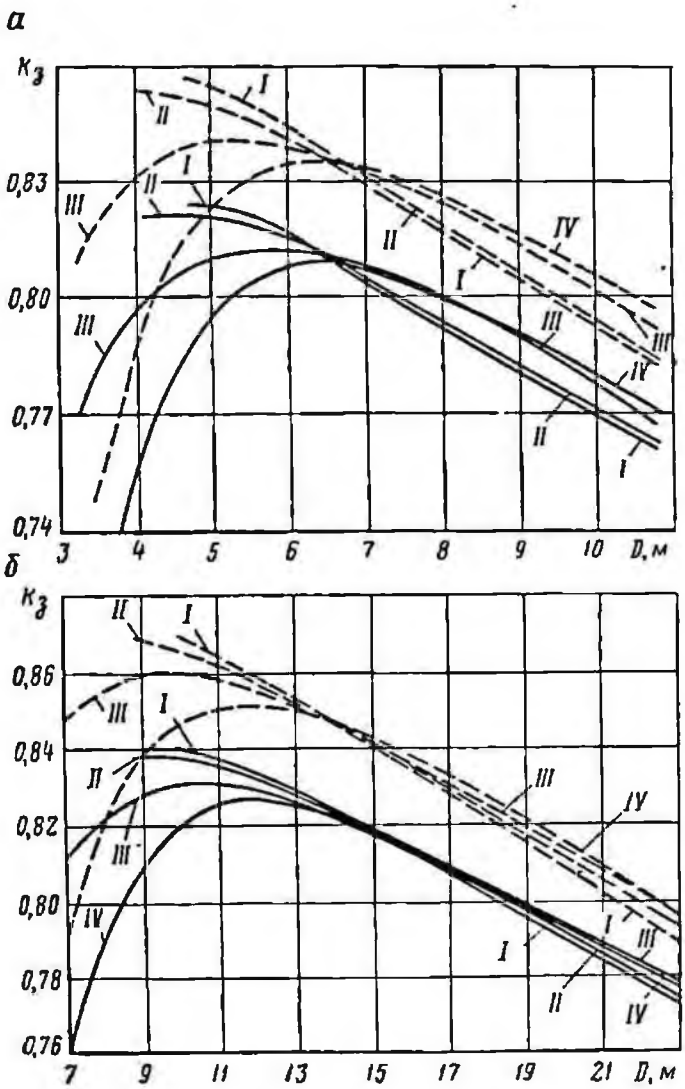


Рис. III-22. Графики зависимости коэффициента забоя от диаметра ротора:

а — при теоретической производительности 1250 м³/ч; б — при теоретической производительности 5000 м³/ч; I—IV — способы режимов экскавации

Анализ выполненных конструкций показал, что определяющим является угол размещения оборудования со стороны конвейера. В связи с этим в книге рассматриваются условия размещения оборудования только со стороны конвейера. На рис. III-20 приведена расчетная схема, соответствующая расположению ротора на подошве уступа. По данным существующих компоновок ротора средние значения углов $\alpha_п$, $\beta_н$ и μ равны соответственно 0,32; 0,21; 0,52 рад. Отношение ширины рамы конвейера к ширине ленты $\lambda = \frac{B_р}{B_л} = 1{,}5$. Величины Δ, Δ_1 и p равны соответственно 0,22; 0,1; 0,1 м. Относительные величины по ширине ротора $\alpha_1 = \frac{b_1}{R} = 0{,}16$, $\alpha_2 = \frac{b}{R} = 0{,}29$ и $\alpha_3 = \frac{b_0}{b_1} = 0{,}8$. Согласно рис. III-20

$$h_л = \frac{\alpha R(\sin\tau_н \operatorname{tg}\mu - \operatorname{tg}\rho) - b - \frac{\Delta+\Delta_1}{\cos\rho} - p\operatorname{tg}\mu}{\operatorname{tg}\mu}, \text{ м;} \quad \text{(III-41)}$$

$$l_1 = \alpha R(\cos\tau_н - \sin\tau_н \operatorname{tg}\beta_н) + (h_л + p)\operatorname{tg}\beta_н. \quad \text{(III-42)}$$

Совместное решение уравнений (III-41) и (III-42) позволяет получить зависимость внешнего радиуса ротора от угла размещения оборудования:

$$R = \frac{-q - \sqrt{q^2 - 4ac}}{2a}, \quad \text{(III-43)}$$

где

$$a = (\beta - D\operatorname{ctg}\varepsilon)^2 - (1 - A^2);$$

$$q = 2[(B + D\operatorname{ctg}\varepsilon)(E\operatorname{ctg}\varepsilon - Г) - АБ];$$

$$c = (E\operatorname{ctg}\varepsilon - Г)^2 + Б^2.$$

С учетом принятых выше значений $\alpha_п$, β_0, μ, λ, Δ, α_1, α_2, Δ_1, p и α_3 коэффициенты A, $Б$, B, $Г$, D, и E выражаются формулами:

$$A = \alpha[\sin(\tau_н - 0{,}1\pi) + 1{,}55\operatorname{tg}\rho] - 0{,}44;$$

$$Б = \frac{0{,}49}{\cos\rho} + 0{,}475d_з + 0{,}31[(1{,}25b_л - 0{,}1)]\sin\rho +$$

Таблица III-20

Усредненные значения $B_л$, $d_з$, l_2 и S_0 для экскаваторов различной производительности

Теоретическая производительность экскаватора в рыхлой массе, м³/ч	Значения величин, м			
	$B_л$	$d_з$	l_2	S_0
630	1,0	0,50	0,20	0,25
1 250	1,2	—	0,25	0,35
2 500	1,6	0,80	0,30	0,45
5 000	2,0	1,25	0,40	0,60
10 000	2,4	1,50	0,50	0,80

Таблица III-21

Параметры режимов экскавации при увеличении диаметра ротора до R_2, принятые при расчете коэффициента забоя

Номер способа изменения режимов экскавации	Радиус ротора R_2	Высота слоя h_2^*	Скорость вращения ротора V_{p2}	Скорость поворота стрелы V_{n2}	Расчетная толщина стружки S_{02}	Коэффициент толщины стружки $\lambda_{S_2}=\frac{S_{02}}{R_2}$
I	$>R_1$	$h_1\frac{R_2}{R_1}$	$V_{p1}\frac{R_2}{R_1}$	$V_{n1}\frac{R_2}{R_1}$	$S_{01}\left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2$	$\lambda_{S_1}\left(\frac{R_1}{R_2}\right)^3$
II				V_{n1}	$S_{01}\frac{R_1}{R_2}$	$\lambda_{S_1}\left(\frac{R}{R_2}\right)^2$
III				$V_{n1}\frac{R_1}{R_2}$	S_{01}	$\lambda_{S_1}\frac{R_1}{R_2}$
IV				$V_{n1}\left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2$	$S_{01}\frac{R_2}{R_1}$	λ_{S_1}

Примечание. h_1, V_{p1}, V_{n1}, S_{01}, λ_{S_1} — соответственно высота слоя, скорость вращения ротора, скорость поворота стрелы, толщина стружки и коэффициент толщины, соответствующие режиму работы при радиусе ротора, равном R_1.

$$+ l_2\cos\rho]+0{,}1;$$

$$B=\alpha[\cos(\tau_н-0{,}1\pi)+0{,}89\operatorname{tg}\rho]-0{,}26;$$

$$\Gamma=\frac{0{,}28}{\cos\rho}+0{,}155d_з-0{,}95[(1{,}25b_л-0{,}1)\sin\rho+$$

$$+ l_2\cos\rho]-S_0+0{,}03;$$

$$D=0{,}03+\operatorname{tg}\rho[0{,}11-\alpha(1+\cos\tau_н+0{,}37\operatorname{tg}\rho)];$$

$$E=\frac{1}{\cos\rho}(0{,}32-0{,}12\operatorname{tg}\rho)+(1{,}25b_л-0{,}1)\cos\rho-$$

$$- l_2\sin\rho.$$

В табл. III-20 приведены усредненные значения $B_л$, $d_з$, l_2 и S_0 для типового ряда карьерных роторных экскаваторов. Они получены на основании специальных расчетов и обработки статистических данных по машинам аналогичных типоразмеров.

Зависимость угла размещения оборудования от внешнего радиуса ротора выражается формулой

$$\varepsilon=\operatorname{arctg}\frac{DR+E}{\sqrt{R^2-(AR-B)^2}-BR-\Gamma},\ \text{рад.}\quad (III\text{-}44)$$

Влияние диаметра ротора D на величину коэффициента забоя $K_з$. Выполненные исследования показывают, что коэффициент забоя $K_з$ имеет максимум при некотором значении диаметра ротора. Это значение диаметра в свою очередь определяется производительностью экскаватора и реализуемыми режимами экскавации. На рис. III-22 для четырех наиболее целесообразных способов изменения режимов экскавации при изменении диаметра ротора показана зависимость $K_з=f(D)$. Параметры режимов приведены в табл. III-21. Общим для них является условие что $K_V=\frac{\omega}{\omega_{кр}}$, $K_h=\frac{h}{R}$ и $Q_{техн}$ постоянны. Кроме того, для первого способа постоянным является соотношение $\frac{V_{n1}}{V_{p1}}=\frac{V_{n2}}{V_{p2}}$, для второго $V_{n1}=V_{n2}$, для третьего $S_{01}=S_{02}$ и для четвертого $\lambda_{S_1}=\lambda_{S_2}$.

Для каждого способа изменения параметров экскавации принималось, что отработка блока состоит из следующих операций:

1) при отработке каждого слоя блока: поворотов роторной стрелы при экскавации лент; перемещения экскаватора на толщину стружки для экскавации следующих лент слоя;

2) при переводе ротора по окончании отработки слоя в исходное положение для отработки нижележащего слоя: холостого поворота стрелы, вызванного различием в углах поворота в сторону выработанного пространства при отработке этих слоев; отъезда экскаватора; опускания роторной стрелы;

3) при переводе ротора в исходное положение для отработки следующего блока: подъема роторной стрелы; подъезда экскаватора; холостого поворота стрелы, вызванного различием в углах поворота в сторону выработанного пространства при отработке верхнего и нижнего слоев.

Сплошные линии на рис. III-22 характеризуют значения $K_з$, полученные при отсутствии совмещения указанных операций, штриховые линии характеризуют значения $K_з$, полученные при совмещении элементов второй операции, элементов третьей операции, а также при совмещении момента окончания отработки ленты

со стороны выработанного пространства с перемещением экскаватора на толщину стружки. В качестве исходных данных для кривых, изображенных на рис. III-22, *а*, приняты: $H_{к.в} = 18$ м, $B = 32$ м, $l = 25$ м, $D = 6{,}5$ м, $h = 3{,}6$ м и $V_п = 12$ м/мин, а для кривых, изображенных на рис. III-22, *б*, — $H_{к.в} = 37{,}5$ м, $B = 70$ м, $l = 60$ м, $D = 14$ м, $h = 7{,}5$ м и $V_п = 12$ м/мин.

Выполненный анализ позволил установить факторы, влияющие при увеличении $Д$ на уменьшение и увеличение $K_э$. К первым относится увеличение доли углов поворота роторной стрелы на выполаживающемся участке каждого слоя забоя (углов поворота с постоянной скоростью и холостых поворотов стрелы в общем времени отработки блока). Ко вторым относится уменьшение числа слоев и, соответственно, суммарного времени вспомогательных операций, связанных с переводом ротора с одного слоя на другой.

4. **Длина стрелы.** Минимально необходимая длина роторной стрелы определяется совокупностью следующих условий: 1) отработкой блока по проектной технологии с заданными $H_{к.в}$ и $\rho_у$ (определяется размещением оборудования роторного узла); 2) обеспечением допустимых углов подъема $\alpha_в$ и наклона $\alpha_н$ рабочей ветви конвейера роторной стрелы при работе экскаватора; 3) обеспечением минимально необходимой глубины блока по условию допустимого приближения ходовой части экскаватора к откосу забоя; 4) обеспечением минимально необходимой глубины блока по условию сохранения зазора при отработке верхнего слоя между роторной стрелой и верхней бровкой нижележащего слоя; 5) соблюдением допустимого расстояния в плане между нижней бровкой откоса уступа и ходовой частью экскаватора. По каждому из этих условий определяется минимально необходимая длина стрелы и принимается наибольшее из полученных значений.

Экскаватор с невыдвижной стрелой. Выполненные исследования показали, что длина стрелы, рассчитанная с учетом условий, перечисленных в пунктах 4 и 5, значительно меньше, чем с учетом пунктов 1 и 3, которые, следовательно, являются определяющими.

По первому условию, если задана величина $\alpha_н$, то

$$l = \frac{B_1 + \sqrt{B_1^2 + A_1 D_1}}{2A_1}, \text{ м}, \qquad \text{(III-45)}$$

где $A_1 = (\sin\psi_в - \sin\psi_п)\left(1 - \frac{\sin^2\alpha_н}{2}\right)$;

$$B_1 = (H_{к.в.о} - R)(\operatorname{ctg}\rho_у - \sin\alpha_н \sin\psi_в) - (a + R + H_{к.н}\sin\alpha_н)(\sin\psi_в - \sin\psi_н);$$

$$D_1 = (H_{к.в.о} + H_{к.н} - R)^2 \sin\psi_в + H_{к.н}^2 \sin\psi_п.$$

При заданной величине c по первому условию

$$l = \frac{B_2 + \sqrt{B_2^2 + 2A_2 D_2}}{2A_2}, \text{ м}, \qquad \text{(III-46)}$$

где $A_2 = \sin\psi_в - \sin\psi_п$;

$$B_2 = (H_{к.в.о} - R)\operatorname{ctg}\rho_у - (a + R)(\sin\psi_в - \sin\psi_п);$$

$$D_2 = (H_{к.в.о} - c)^2 \sin\psi_в - (c - R)^2 \sin\psi_п;$$

по второму условию

$$l = \frac{H_{к.в.о} + H_{к.н} - R}{\sin\alpha_в + \sin\alpha_н}, \text{ м}; \qquad \text{(III-47)}$$

по третьему условию

$$l = \frac{H_{к.в.о} + H_{к.н} - R + \sqrt{(H_{к.в.о} + H_{к.н} - R)^2 + 2A_3^2(1 + \sin\alpha_н)}}{2(1 + \sin\alpha_н)}, \qquad \text{(III-48)}$$

где

$$A_3 = p + R\left(\operatorname{tg}\frac{\rho_3}{2} + \frac{1}{3\sin\rho_3}\right) + H_{к.в.о}\operatorname{ctg}\rho_3 - a.$$

Обозначения величин, входящих в формулы (III-45)—(III-48), приведены на рис. III-18.

Экскаватор с выдвижной стрелой. Для экскаватора с выдвижной стрелой применимы те же формулы, что и для экскаватора с невыдвижной стрелой, с некоторыми изменениями, характер которых зависит от схемы выполнения выдвижной стрелы.

Схема 1 (см. рис. III-19, *а*). По первому условию по формулам (III-45) и (III-46) определяется величина $l_п$, по второму условию по формуле (III-47) определяется величина l_{min}, по третьему условию по формуле (III-48) определяется величина $l_п$.

Схема 2 (см. рис. III-19, *б*). При определении l по первому условию вместо a и c следует представлять $a_в$ и $c_в$. Величина l по этому условию определяется по формулам (III-45) и (III-46).

По второму условию

$$l = \frac{H_{к.в.о} + H_{к.н}(c_п - c_в) - R}{\sin\alpha_в + \sin\alpha_н}. \qquad \text{(III-49)}$$

При сравнении формул (III-47) и (III-49) видно что по второму условию длина стрелы получается больше, чем у экскаватора с невыдвижной стрелой, на величину $(c_п - c_в)$.

По третьему условию величина l определяется по формуле (III-48), но при определении A_3 вместо a следует подставлять $a_п$.

Схема 3 (см. рис. III-19, *в*). По третьему условию l определяется по формулам (III-45)

и (III-46), при этом вместо a и c следует подставлять $a_в$ и $c_в$. По второму условию l определяется по формуле (III-49). По третьему условию величина l определяется по формуле (III-48), но при определении $A_з$ вместо a следует подставлять $a_п$.

5. Действующие усилия.

При расчете мощности приводов общепринятым в настоящее время является разложение суммарного сопротивления породы копанию на три составляющих: касательную $P_к$, боковую $P_б$ и нормальную $P_н$. Касательная составляющая действует в плоскости ротора навстречу его вращению, направлена по касательной к траектории вращения и преодолевается приводом ротора. Боковая составляющая действует в плоскости поворотного движения ротора навстречу ему, направлена по касательной к траектории поворота и преодолевается приводом поворота. Нормальная составляющая действует в плоскости ротора в пределах дуги копания и направлена по нормали к траектории вращения.

Окружное усилие. Окружное усилие на роторе расходуется на отделение породы от массива, включая трение режущих элементов о забой ($P_{р.з}$), заполнение ковша отделенной от массива породой ($P_{зап}$), сообщение породе в ковше кинетической энергии, т. е. разгон ее до скорости ковша ($P_{кин}$), трение породы в ковше о запирающий сектор в процессе подъема ковша до уровня разгрузки (только при бескамерных роторах) ($P_{тр}$), подъем породы в ковше до уровня разгрузки ($P_н$).

Составляющие $P_{зап}$, $P_{кин}$ и $P_{тр}$ малы по сравнению с $P_{рез}$. Для роторов с гравитационной разгрузкой они в сумме составляют (0,02—0,15) $P_{рез}$ (бо́льшие значения соответствуют мягким породам) и совместно с $P_{рез}$ рассматриваются как сопротивления копанию $P_к$ или касательное усилие. В этом случае выражения для окружного усилия можно записать в виде

$$P = P_к + P_п.$$

Усилие, необходимое для подъема породы до уровня разгрузки ковшей, определяется по формуле

$$P_п = \frac{Q_{сек}\gamma H}{KV_р}, \text{ т с},$$

где $Q_{сек}$ — секундная производительность ротора в рыхлой массе, м³/сек;

H — высота подъема породы ковшами до уровня разгрузки, м; при работе вертикальными стружками $H \approx \approx K\left(2R - \frac{h}{2}\right)$; при работе горизонтальными стружками $H \approx 2KR$. $K = 0{,}80 \div 0{,}90$. Так как этими формулами определяется максимальное значение H, то в расчетах можно принимать $K = 0{,}80$.

Определение касательного усилия производится по формуле

$$P_к = K_F \sum_1^{i=z_р} F_i = K_l \sum_1^{i=z_р} L_i, \text{ кгс},$$

где F_i и L_i — соответственно текущие значения площади стружки, срезаемой i-ым ковшом, и длины его режущего периметра;

$z_р$ — число режущих поясов, одновременно участвующих в резании;

K_F и K_l — соответственно удельные сопротивления копанию, кгс/см² и кгс/см.

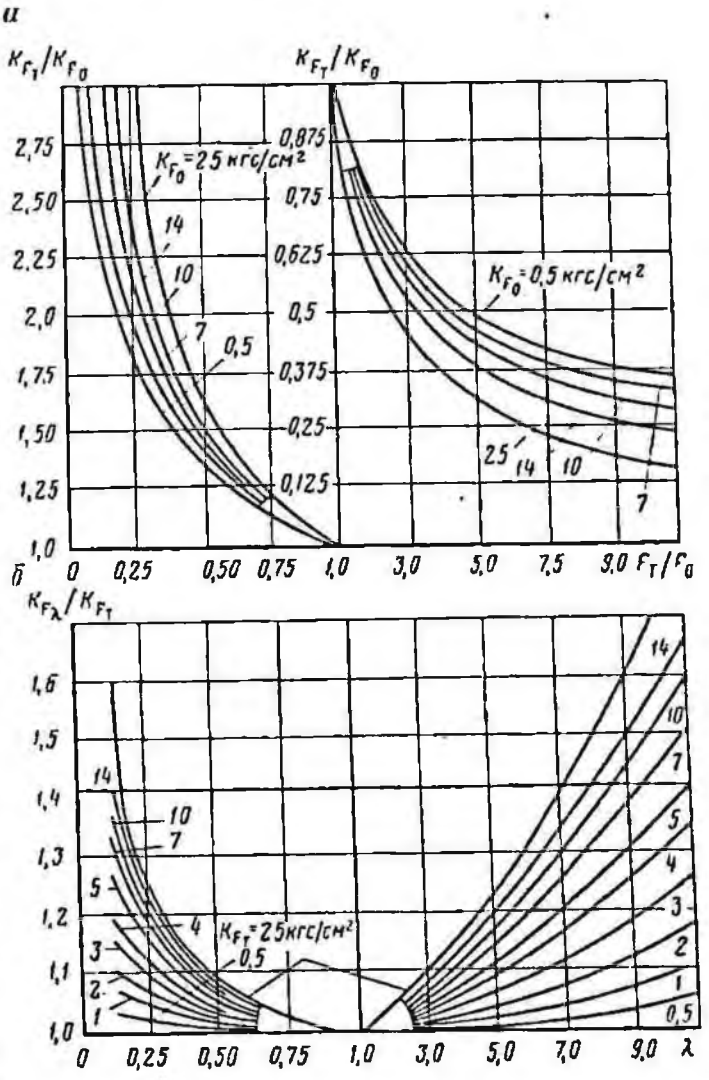


Рис. III-23. Графики зависимости изменения удельного сопротивления копанию от соотношения $F_т/F_в$ и λ, а также:

а — от площади сечения при постоянном отношении толщины стружки к ее ширине; б — от отношения толщины стружки к ее ширине при постоянном сечении

Таблица III-22

Ориентировочные значения средних удельных сопротивлений копанию различных пород применительно к роторным экскаваторам

Тип породы	Средние значения удельных сопротивлений копанию	
	K_F, кгс/см²	K_l, кгс/см
Песок	0,5—0,9	6—11
Лёсс	0,8—1,3	10—15
Песок кварцевый	0,8—1,6	9,5—19,0
Супесь	0,7—1,3	8,5—15,5
Суглинок	1,2—2,5	14—30
Суглинок пылеватый	2,2—3,5	25—40
Песчано-гравийная глина	2,5—3,5	30—45
Гравий крупный	2,6—3,6	30—45
Глина:		
пылеватая	1,9—3,6	25—45
песчаная	1,8—4,0	20—50
илистая	2,5—4,0	30—50
мергельная	3,2—5,8	40—70
сланцеватая	3,6—6,2	40—75
Мел:		
средней крепости	4,0—6,0	50—75
крепкий	8,0—12,0	95—145
Уголь:		
бурый (мерзлый)	5,0—7,0	60—85
каменный нарушенной структуры	6,0—10,0	75—120
каменный монолитный	12,0—18,0	145—220
Аргиллит средней крепости	14,0—24,0	170—290
Алевролит средней крепости	14,0—24,0	170—290
Песчаник слабый	14,0—26,0	170—310
Пропластки минерализованного конгломерата	16,0—30,0	190—360

При известных технических данных экскаватора пересчет удельного усилия копания от одного показателя к другому производится по формуле

$$K_L = \frac{100K_F \cos\delta}{(1-\cos\beta h)\frac{S_0}{b_0}+\beta h\cos\delta}\times$$

$$\times\sqrt{\frac{S_0 q K_н (1-\cos\beta h)}{b_0 R K_р}},\ \text{кгс/см}, \quad \text{(III-50)}$$

где δ — угол наклона боковой режущей кромки ковша к плоскости ротора, рад;

q — емкость ковша, м³;

βh — угол контакта ротора с забоем;

$K_н$ — коэффициент наполнения ковша;

S_0 и b_0 — соответственно расчетная толщина и ширина стружки, м.

Для случая, когда $\Sigma S/Z_р b = 1$

$$K_L = \frac{b}{\left(1+\frac{1}{\cos\delta}\right)}K_F. \quad \text{(III-51)}$$

На базе обобщения результатов исследования установлено, что K_F зависит не только от типа породы, конструкции и размеров рабочего органа, но и в значительной степени от площади срезов и соотношения толщины стружки S_0 к ее ширине b_0. Расчет текущего значения K_F может производиться по формулам:

$$K_{F_т} = K_{F_0}\left(\frac{1}{F_т/F_0}\right)^{\frac{45}{103,5-K_{F_0}}}; \quad \text{(III-52)}$$

$$K_{F_\lambda} = K_{F_т}\left[0,91+0,045\left(\lambda+\frac{1}{\lambda}\right)\right]^{\frac{K_{F_т}}{0,5K_{F_т}+2,35}}, \quad \text{(III-53)}$$

где K_{F_0}, $K_{F_т}$ — удельные сопротивления копанию соответственно при F_0 и $F_т$ и $\lambda = \frac{S}{b} = 1$;

K_{F_λ} — удельное сопротивление копанию при текущем значении λ. Графическая интерпретация этих выражений представлена на рис. III-23.

Величина удельного сопротивления копанию K_{F_0} применительно к разработке породы ковшом роторного экскаватора с параметрами среза, приходящимися на один зуб ($F_0 = 100$ см² и $\lambda = 1$), при автономной работе каждого зуба ориентировочно для различных пород приведена в табл. III-22.

Боковое усилие. Многочисленные исследования, выполненные на роторных экскаваторах в различных условиях, показали, что боковое усилие зависит от крепости разрабатываемой породы, площади среза и соотношения S/b. В табл. III-23 приведены расчетные значения $P_б/P_к$, рекомендуемые при проектировании роторных экскаваторов.

Нормальное усилие. Накопленных в настоящее время экспериментальных данных недостаточно для окончательных рекомендаций по определению нормального усилия. Предварительно величину нормальной составляющей сопротивления копанию рекомендуется принимать в следующем диапазоне в зависимости от крепости пород: для I и II групп — 0,4 $P_к$, для III группы — (0,6÷0,7) $P_к$, для IV и V групп — (0,8 ÷ 0,9) $P_к$.

Таблица III-23

Ориентировочные значения $P_б/P_к$

Группы пород по крепости разработки экскаватором	Значения $P_б/P_к$ при S/b		
	0,5—1,5	1,5—2,5	2,5—4,0
I—II	0,20	0,25	0,35
III	0,35	0,40	0,50
IV—V	0,50	0,60	0,70

6. **Мощность привода ротора.** Мощность, потребная для привода ротора, определяется по формуле

$$N_{д.р}=\frac{N_к+N_п}{\eta_р}, \qquad \text{(III-54)}$$

где $\eta_р$ — к. п. д. привода ротора. Для привода с редуктором, посаженным на вал ротора, $\eta_р = 0{,}85$; для привода с редуктором, жестко закрепленным на металлоконструкции роторной стрелы, $\eta_р = 0{,}75 \div 0{,}80$.

7. **Мощность привода механизма поворота.** В процессе экскавации мощность двигателей привода поворота затрачивается на преодоление моментов сопротивления от боковой составляющей усилия копания $M_б$, от неуравновешенности верхнего поворотного строения экскаватора при его повороте на уклоне $M_у$, от сил трения в опорно-поворотном устройстве и между ковшами и забоем $M_{тр}$, от ветровой нагрузки $M_в$, от сил инерции $M_и$. Момент $M_и$ учитывается только при выборе пусковых характеристик двигателей с учетом допускаемых для металлоконструкций угловых ускорений.

Необходимая мощность двигателей

$$N_{д.п}=\frac{(M_б+M_у+M_{тр}+M_в)\,\omega_и}{\eta_п}. \qquad \text{(III-55)}$$

К.п.д. механизма поворота $\eta_п$ зависит от степени загрузки привода. По данным исследований, для экскаваторов ЭРГ-1600 при расчетной производительности $\eta_п = 0{,}45 \div 0{,}65$. Большее значение $\eta_п$ соответствует большей загрузке привода.

Исследования, выполненные на экскаваторах ЭРГ-350, ЭРГ-1600 и др., показали, что $M_у + M_{тр} + M_в = (0{,}45 - 0{,}55)M_б$. В связи с этим с достаточной для практических расчетов точностью можно принимать

$$N_{д.п}=\frac{1{,}5M_б\omega_п}{\eta_п}, \text{ квт}. \qquad \text{(III-56)}$$

§ 3. Конструкция и техническая характеристика

В настоящее время отечественные карьеры оснащены значительным количеством роторных экскаваторов производительностью 500 ÷ 3750 м³/ч, выпускаемых Донецким машиностроительным заводом им. Ленинского комсомола Украины, Зуевским литейно-механическим заводом и Ново-Краматорским машиностроительным заводом (НКМЗ). Кроме того, в 1964—1969 гг. на карьеры СССР было поставлено несколько роторных экскаваторов из ФРГ (фирм «Лаухгаммер», LMG, «Крупп»), ГДР (объединенное предприятие «Такрафт»), ЧССР (Уничовски строприн). Техническая характеристика и линейные параметры этих экскаваторов приведены в табл. III-24, III-25 и III-26.

Экскаваторы ЭЭР-500-2, ЭРГ-350/1000, ЭРГ-400 $\frac{17}{1,5}$; ЭР-1250 $\frac{17}{1,5}$, ЭР-1250 $\frac{16}{1,5}$ Д

Роторные экскаваторы ЭЭР-500-2 (см. рис. III-10), ЭРГ-350/1000, ЭРГ-400 $\frac{17}{1,5}$ (см. рис. III-12), ЭР-1250 $\frac{17}{1,5}$ и ЭР-1250 $\frac{16}{1,5}$ Д (рис. III-24) являются многоковшовыми карьерными машинами непрерывного действия на гусеничном ходу и предназначены для ведения вскрышных работ, добычи полезных ископаемых, разработки выемок, удаления породы в отвал и погрузки сыпучих материалов верхним черпанием на породах малой и средней крепости (до IV категории включительно).

Экскаваторы следует применять при средней устойчивости бортов откосов (угол внутреннего трения $\rho \leqslant 30 \div 35°$) и отсутствии плывунов на разработке ископаемых, требующих удельного усилия резания не более 6 ÷ 8 кгс/см² (80 кгс/см), и на грунтах с несущей способностью основания, отвечающей коэффициенту сопротивления смятию не менее 0,2—0,4 кгс/см². Экскаваторы на вскрыше могут работать при температуре $-5 \div +35°$ С. При ведении добычных работ по углю и другим нелипким породам экскаваторы ЭР-1250 $\frac{17}{1,5}$ и ЭР-1250 $\frac{16}{1,5}$ Д могут эксплуатироваться при температуре $-40 \div +35°$ С.

Роторные экскаваторы ЭЭР-500-2, ЭРГ-350/1000 и ЭРГ-400 $\frac{17}{1,5}$ предназначены для работы в левом прямолинейном забое (отсчет ведется от направления отработки заходки), когда выработанное пространство располагается справа. В этом случае машины обеспечивают отработку забоя максимальной высоты и ширины при любом способе работы (вертикальной, горизонтальной и комбинированной стружками).

Роторные экскаваторы ЭР-1250 $\frac{17}{1,5}$ и ЭР-1250 $\frac{16}{1,5}$ Д могут одинаково эффективно работать вертикальной стружкой при полной высоте уступа как правой, так и левой заходками. Это обеспечивается новой конструктивной компоновкой установки ротора этих машин, выполненной с повернутыми в плане роторным колесом и его приводом.

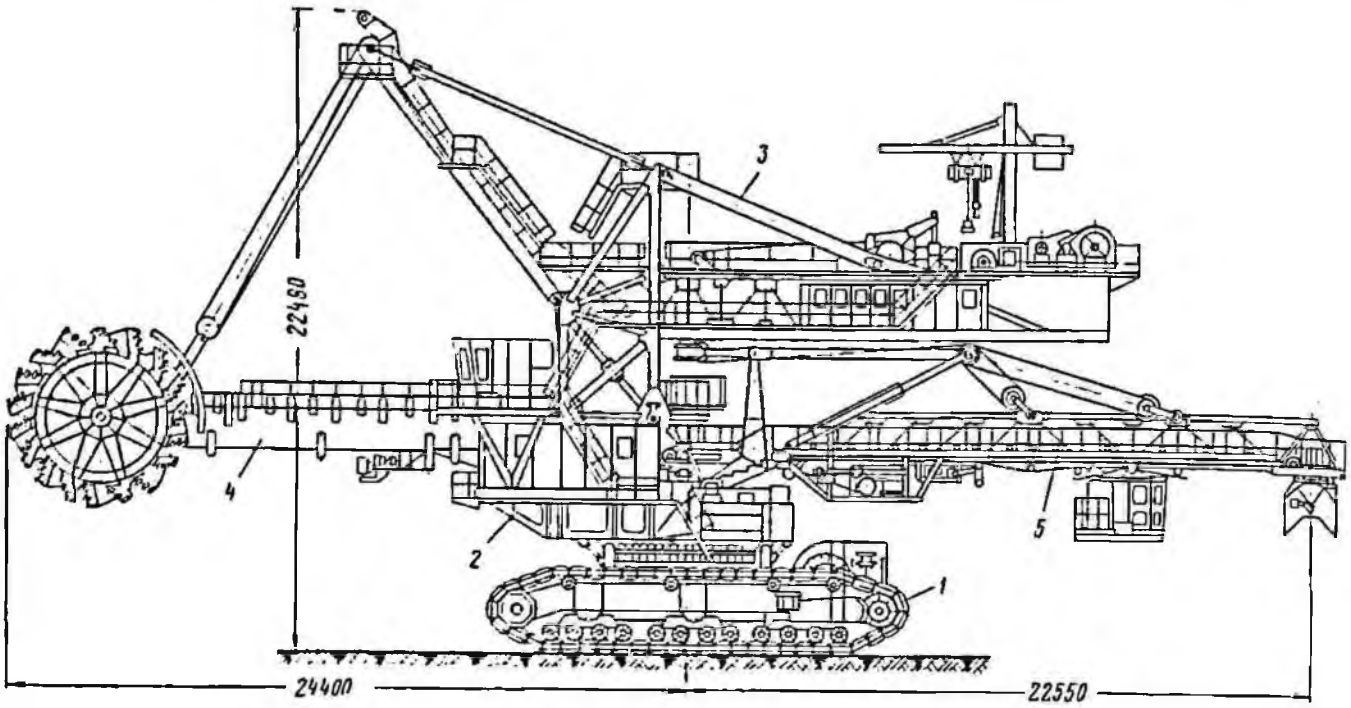


Рис. III-24. Роторный экскаватор ЭР-1250 $\frac{16}{1,5}$ Д:

1 — ходовая часть; *2* — поворотная платформа; *3* — надстройка; *4* — роторная часть; *5* — отвальная часть

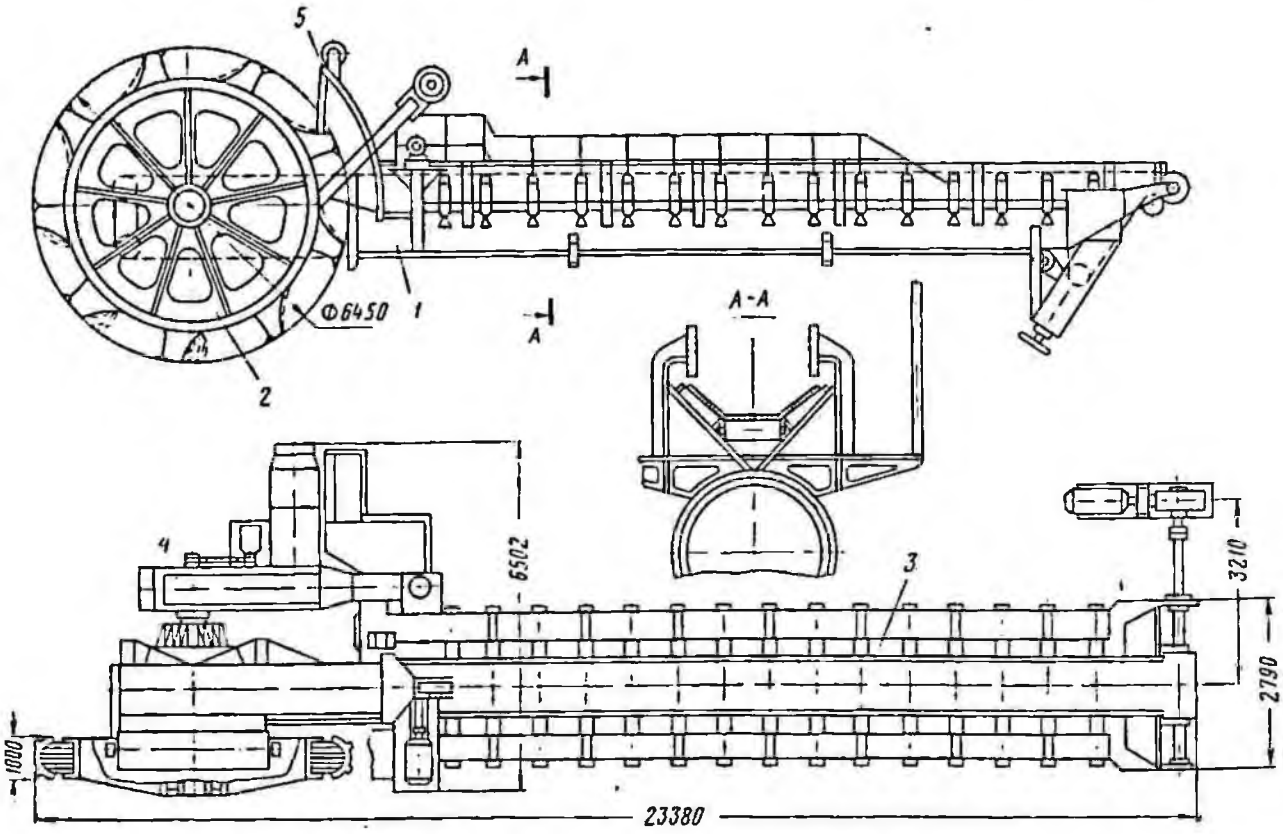


Рис. III-25. Роторная стрела с рабочим органом экскаватора ЭРГ-400 $\frac{17}{1,5}$:

1 — металлоконструкция; *2* — ротор; *3* — конвейер; *4* — привод ротора; *5* — ограждение питателя

Таблица III-24

Техническая характеристика роторных экскаваторов, выпускаемых Зуевским литейно-механическим и Донецким машиностроительным им. Ленинского комсомола Украины заводами

Показатели	Экскаватор				
	ЭЗР-500-2	ЭРГ-350/1000	ЭРГ-400 $\frac{17}{1,5}$	ЭР-1250 $\frac{17}{1,5}$	ЭР-1250 $\frac{16}{1,5}$ Д
Теоретическая * производительность в плотной массе при удельном усилии резания 8 кгс/см², м³/ч	500	1000	1000	1250 **	1250 **
Расчетное окружное усилие копания на роторе, тс	7	12	14,5	15	15
Расчетное удельное усилие резания:					
отнесенное к единице длины режущего периметра, кгс/см	80	80	80	80	80
отнесенное к единице сечения срезаемой стружки, кгс/см²	7—8	7—8	7—8	8—9	8—9
Емкость ковша, л	200	350	400	400	400
Емкость подковшовой камеры, л	50	120	100	100	100
Количество ковшей (промежуточных режущих кромок)	8	8	9	9 или 9/9	9/9
Число ссыпок в минуту	63,5	69,6	57	76,5	76,5
Диаметр ротора по зубьям ковшей, м	5,0	6,125	6,45	6,52	6,46
Скорость резания, м/сек	2,08	2,23	2,14	2,89	2,59
Допустимая влажность разрабатываемых пород не более, %	20—25	20—25	20—25	20—25	20—25
Мощность двигателя привода ротора, квт	160	250	250	320	320
Скорость поворота экскаватора (на максимальном радиусе резания), м/мин	12,3/16,3/25	3—33	3—33	3—35	3—35
Расчетное боковое усилие резания на роторе (максимальное), тс	2.0	3,5	3,5	4,5	4,5
Мощность электродвигателей привода поворота, квт	10/12, 5/14	2×14	2×14	2×18	2×18
Средняя скорость подъема—опускания стрелы ротора (по оси ротора), м/мин:					
I скорость	3	3	3	3	3
II скорость	—	6	6	6	6
Скорость поворота конца отвальной стрелы, м/мин	14,5	29,6	50	22,2	22,2
Скорость подъема—опускания конца отвальной стрелы, м/мин	0,43	1,1	2,7	2,4	2,4
Ширина ленты транспортера, мм	1200	1200	1200	1200	1200
Скорость ленты транспортера, м/сек:					
роторной стрелы	2,5	3.5	4,6	4,5	3,3
отвальной стрелы	2,7	3.8	4,8	4,7	3,5
Ширина гусеничного хода по осям гусениц (база), м	5,5	8,7	9	9.6	9,6
Опорная длина гусеницы, мм	6000—6200	10 400—11 050	10 400—11 050	10 950—11 600	10 950—11 600
Ширина гусеничного трака, м	1,5	2	2,5	2,5	2,5
Дорожный просвет, мм:					
под рамой гусеничного хода	610	670	1400	1000	1000
под редукторами привода хода	—	250	780	1200	1200
Удельное давление на грунт, кгс/см²:					
среднее	1,09	1,1	1,1	1,35	1,35
максимальное	—	2,2	2,0	2,5	2,5
Скорость передвижения, м/ч	144/348	520	350	375	375
Допустимый рабочий уклон при копании, градус	3	3	3	3	3
Максимальный преодолеваемый уклон при передвижении, градус	5	5	5	5	5
Допустимый угол схождения роторной и отвальной стрел, градус	100	95	105	105	105
Максимальная высота отрабатываемого уступа при угле откоса борта 60—65°, м:					
в левом забое	12,5	17	17	17	16
в правом забое	9	11	12	15	16
Глубина нижнего черпания, м	0,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Максимальный радиус резания (по режущим кромкам ковшей), м	17,77	24,2	24,2	24,4	24,4
Высота разгрузки по нижней кромке разгрузочной воронки, мм	3600—7630	2800—8600	4650—8250	5000—8500	3300—6500

* Теоретическая производительность определена без учета емкости подковшовой камеры.
** Теоретическая производительность приведена в разрыхленной массе.

Продолжение табл. III-24

Показатели	Экскаватор				
	ЭЭР-500-2	ЭРГ-350/1000	ЭРГ-400 $\frac{17}{1,5}$	ЭР-1250 $\frac{17}{1,5}$	ЭР-1250 $\frac{16}{1,5}$ Д
Радиус разгрузки отвальной стрелы относительно оси поворота верхнего строения экскаватора, м	15,5	23,75	23,5	22,6	22,55
Ширина заходки, отрабатываемая машиной при угле наклона бокового откоса 60—65°, м:					
при работе на конвейер без перегружателя	14—15	24	20—22	23	23
при работе на конвейер с перегружателем	20—22	27	27	27	27
Максимальная глубина блока, отрабатываемого машиной, при максимальной высоте уступа, м	2,7	4,3	4,3	4,4	4,4
Расчетный коэффициент использования рабочего оборудования машины во времени при ее работе на непрерывный транспорт в забое с параметрами, оговоренными характеристикой экскаватора	0,8—0,85	0,82—0,85	0,84—0,86	0,85—0,87	0,85—0,87
Напряжение питания, в:					
машины	6000	6000	6000	6000	6000
двигателей	380	380	380	380	380
освещения	127	127	127	127	127
Установленная мощность высоковольтного электрооборудования, ква	320	580	580	863	880
Потребляемая мощность (средняя), квт	225	490	425	750	750
Интервал температур, при которых возможна эффективная работа экскаватора, °С:	−5÷+35	−5÷ ÷+35	−5÷ ÷+35	−40÷ ÷+35	−40÷ ÷+35
Размеры, мм:					
высота	16 250	19 735	21 600	22 480	22 480
ширина	9500	10 680	14 200	15 930	15 930
длина	17 550	49 300	48 450	48 530	48 500
Масса экскаватора с противовесом, т	196	445	590	700	700

Таблица III-25

Техническая характеристика роторных экскаваторов конструкции ИКМЗ

Показатели	Экскаватор		
	ЭРГ-1600 $\frac{40}{10}$ 31	ЭРШР-1600 $\frac{40}{7}$	ЭРШРД-5000 $\frac{30}{3}$
Теоретическая производительность в рыхлой массе, м³/ч	4500	5000	5000
Расчетное удельное усилие резания, кгс/см²	4,6	8	15
Диаметр ротора по зубьям ковшей, м	11,3	16	13
Расчетная емкость ковша, л	1600	1600	1000
Количество ковшей	12	10	16
Число ссыпок в минуту	30—50	36—52	56—80
Мощность двигателей привода ротора, квт	700	1150	2×860
Скорость поворота машины (на режущей кромке), м/мин	20—12	26,5—6,5	34,6—10,5
Скорость подъема ротора (по центру ротора), м/мин	3,72	4,62	3,9
Ширина конвейерной ленты, м	1,8	2,0	2,0
Скорость движения лент, м/сек	3,5	3,95	3,95
Тип ходового оборудования	Гусеничное	Шагающе-рельсовое	
Скорость передвижения машины, м/ч	250	125	110
Минимальный радиус разворота, м	100	0	0
Среднее удельное давление на грунт, кгс/см²:			
при работе	1,15	1,3	1,4
при перемещении (под базой)	—	1,8	2,0
Наибольший допустимый уклон, градус:			
при работе	5	2	2
при перегоне	5	4	4

Продолжение табл. III-25

Показатели	Экскаватор		
	ЭРГ-1600 $\frac{40}{10}$ 31	ЭРШР-1600 $\frac{40}{7}$	ЭРШРД-5000 $\frac{30}{3}$
Мощность, квт:			
установленная	7100	10 400	13 430
потребляемая (средняя)	1700	2700	3617
Высота копания, м	40	40	32
Глубина копания, м	7	7	3
Радиус резания, м:			
наибольший	66	73,7	65,9
наименьший	33	71,3	63,3
Выдвижение стрелы, м	31	—	—
Угол размещения оборудования в плане, градус:			
правый	60	30	53
левый	30	30	30
Максимальная ширина заходки, м	60	80	90
Расстояние от оси машины до оси вращения разгрузочной консоли, м	17,5	14	14
Высота подвеса разгрузочной консоли, м	5,59	8,12	7,34
Длина разгрузочной консоли, м	37	45	45
Угол поворота разгрузочной консоли в плане, градус	±85	±80	±75
Угол наклона разгрузочной консоли, градус	+8 −4	+7 −8	±18
Ход перемещения по лыжам, м	—	8,5	8,5
Масса машины, т	3450	4250	4700

Таблица III-26

Техническая характеристика зарубежных роторных экскаваторов, работающих на карьерах СССР

Показатели	ФРГ		ГДР					ЧССР		
	«Лаухгаммер» SchRs500 $\frac{13}{3}$	LMG SchRs1500 $\frac{24}{6}$	SRs130 $\frac{9}{0,5}$	SRs(k)470 $\frac{17}{1,5}$	SRs1200 $\frac{22}{2}$	SRs(k)2000 $\frac{28}{3,5}$	SRs2400 $\frac{40}{4}$ 4R	K300 $\frac{17,2}{6}$ 6B	KU300 $\frac{19,3}{3,2}$ 8,5C	KU800 $\frac{32}{6,3}$ 16,5
Теоретическая производительность (в рыхлой массе), м³/ч	1850	5000	320—500	1120—1430	3450	3500—4500	6600	720—1000	1200—2250	4500—6600
Удельное усилие копания, кгс/см² / кгс/см	$\frac{10}{120}$	4,3	$\frac{2}{140}$ $\frac{6}{-36}$	$\frac{12-18}{140-190}$	$\frac{6,4}{110}$	$\frac{10-14}{130-180}$	$\frac{6,8}{110}$	$\frac{5,7-4,0}{140-100}$	$\frac{13,3-6,7}{120-64}$	$\frac{11,1-9,1}{144-120}$
Высота копания, м	13	24	9	17	22	28	40	17,2	19,3	32
Глубина копания, м	3	6	0,5	1,5	2	3,5	4	2	3,2	6,3
Величина выдвижения роторной стрелы, м	—	—	—	—	—	—	—	6	8,5	16,5
Внешний диаметр ротора, м	7,0	13	4	6,7	8,2	10	12,5	6,0	7,0	11
Максимальный вылет оси, м:										
ротора	28,0	45,0	9,3	23,2	29,5	37	58,5	19,4	26	48,3
разгрузочного барабана (разгрузочной воронки)	41	27	20	22,5	32	40,5	107,0 ÷ ÷ 75,0	20,5	31,8	74
Установленная мощность (без мощности агрегатов Г—Д), квт	1220	2584	145	1245	2060	3200	5170	702	—	—
Среднее давление на грунт, кгс/см²	1,0	1,1	0,84	1,34	1,28	1,25	1,14	1,13	1,18	1,13

Продолжение табл. III-26

Показатели	ФРГ		ГДР					ЧССР		
	«Лаухгаммер» SchRs500 $\frac{13}{3}$	LMG SchRs1500 $\frac{24}{6}$	SRs130 $\frac{9}{0,5}$	SRs(k)470 $\frac{17}{1,5}$	SRs1200 $\frac{22}{2}$	SRs(k)2000 $\frac{28}{3,5}$	SRs2400 $\frac{40}{4}$ 4R	K300 $\frac{17,2}{6}$ 6B	KU300 $\frac{19,3}{3,2}$ 8,5C	KU800 $\frac{32}{6,3}$ 16,5
Ротор:										
скорость вращения, об/мин	3,12—7,8	3,6—5,6	6—9,15	5,76	6	—	4,6	4,0—5,6	5,1—7,6	6—7,3
число разгрузок в минуту	25—62,5	36—56	42—64	81—91	48	78—101	46	40—55,5	51—76,4	60—73
скорость резания, м/сек	1,16—2,9	2,45—3,81	—	1,8—2,0	2,57	1,87—2,4	3,27	1,3—1,8	1,9—2,8	—
число ковшей	8	10	7	16	8	22	10	10	10	10
емкость ковшей, л	500	1500	130	470	1200	2000	2400	300	300	800
Мощность привода, квт:										
ротора	235×2	350×2	40	500	630	630×2	630×2	115	400	800×2
поворота	18×2	60×2	—	24×2	—	—	—	8×2	—	—
подъема стрелы ротора	60×2	180×2	—	95	—	—	—	—	—	—
подъема разгрузочной стрелы	37	22×2	—	9,5	—	—	—	—	—	—
конвейера стрелы ротора	92	200×2	—	125 (132)	—	—	—	—	—	—
конвейера разгрузочной стрелы	115	200	—	75	—	—	—	—	—	—
ходового оборудования	37×3	55×6	—	110×2	—	—	—	—	—	—
Скорость ленты, м/сек:										
конвейера на стреле ротора	3,3	4,2	—	3,55	3,8	4,0	3,6—4,0	2,5	4	—
отвального конвейера	3,3	4,2	—	3,95	—	—	3,6—4,0	2,7	—	—
Ширина лент, м	1,2	1,8	0,8	1,2	1,6	1,8	2,25	1,4	1,4	2,0
Тип ходового оборудования	Гусеничный									
Масса машины, т	836	2408	88	678	1200	1970	4330	620	1050	3350

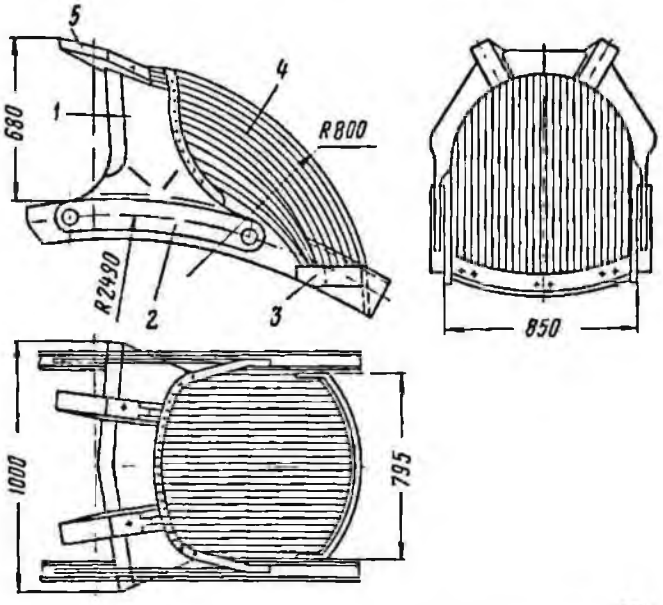


Рис. III-26. Ковш ротора экскаватора ЭРГ-400 $\frac{17}{1,5}$:

1 — режущий нож; *2* — опорные боковины; *3* — дуга; *4* — цепное днище; *5* — зубья

Все рассматриваемые роторные экскаваторы являются полноповоротными машинами с невыдвигаемой стрелой ротора и имеют двухгусеничные ходовые тележки со статически неопределимой схемой опирания на грунт. Оси поворота роторной и отвальной стрел совмещены. Стрелы имеют независимые приводы. Перегрузки с роторного конвейера на отвальный выполнены открытыми.

Расположение противовеса у машин верхнее. Отвальные стрелы помещены над опорно-поворотным устройством верхнего уравновешенного поворотного строения машин.

В качестве базовой машины для описания основных конструктивных решений принят роторный экскаватор ЭРГ-400 $\frac{17}{1,5}$ (см. рис. III-12).

Роторная стрела с рабочим органом (рис. III-25) крепится в проушинах поперечной связи надстройки с помощью П-образной подвески; подвешивается на двух независимых канатах механизма подъема, расположенного на консоли

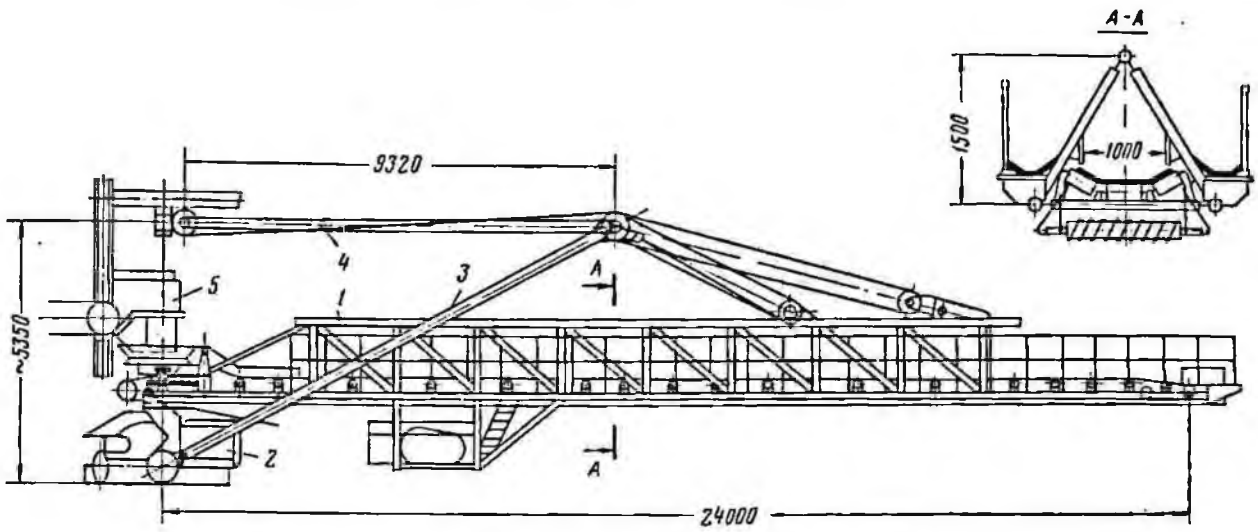


Рис. III-27. Отвальная часть экскаватора ЭРГ-400 $\frac{17}{1,5}$:

1 — металлоконструкция; *2* — опорно-поворотное устройство; *3* — подвеска; *4* — поддерживающие канаты; *5* — загрузочное устройство

противовеса. Схема запасовки канатов обеспечивает симметричную нагрузку пилона надстройки при обрыве одного из канатов. Металлоконструкция стрелы представляет собой сварную трубу диаметром 1400 мм.

Рабочий орган включает в себя роторное колесо бескамерного типа, ковши, запорный сектор, приводной вал с подшипниками, привод ротора и питатель.

Приводной вал на двух сферических роликоподшипниках крепится в расточках головной рамы металлоконструкции стрелы. На одном консольном конце вала крепится роторное колесо, а на другом — привод ротора.

Роторное колесо цельносварное. Крутящий момент на колесо передается с помощью шпонки.

Ковши ротора (рис. III-26) трапециевидного типа. Режущий нож литой, оснащен съемными зубьями. Режущая кромка и зубья армируются износостойкой наплавкой. Днище и боковые стенки ковша цепные. Режущий нож ковша крепится к роторному колесу с помощью четырех резьбовых валиков.

Привод ротора состоит из электродвигателя мощностью 250 квт, редуктора и муфты предельного момента.

Редуктор типа РНР-45 (трехступенчатый цилиндрический) ступицей последнего зубчатого колеса насаживается на консольный конец приводного вала ротора. Специальным хвостовиком корпус редуктора через пружинную подвеску двухстороннего действия крепится к стреле ротора.

Муфта предельного момента фрикционного типа установлена между электродвигателем и редуктором. Номинальный крутящий момент муфты 4700 кгс·м.

Запорный сектор закрывает разгрузочные проемы ковшей в зоне резания и ограничивает угол разгрузки. Рабочая поверхность разгрузочного сектора футерована сменными стальными полосами.

Барабанный питатель предназначен для перегрузки породы из полости ротора на приемный конвейер. Барабан диаметром 950 мм приводится во вращение специальным приводом через карданную передачу.

Отвальная часть (рис. III-27) состоит из металлоконструкции стрелы и опорно-поворотного устройства.

Отвальная стрела специальными цапфами опирается на кронштейны платформы опорно-поворотного устройства и в двух точках подвешивается к пилону. Пилон опирается на платформу и крепится к вертлюгу надстройки оттяжкой.

Опорно-поворотное устройство представляет собой сварную платформу, которая стаканом с бронзовой втулкой центрируется на центральной цапфе и четырьмя катками опирается на кольцевой рельс на поворотной платформе экскаватора. Независимый поворот отвальной стрелы относительно роторной обеспечивается связью ее платформы через центральную цапфу и механизм поворота с рамой ходовой части.

Механизм поворота состоит из электродвигателя, тормоза и четырехступенчатого конически-цилиндрического редуктора КЦЧ-120, установленных на поворотной платформе и

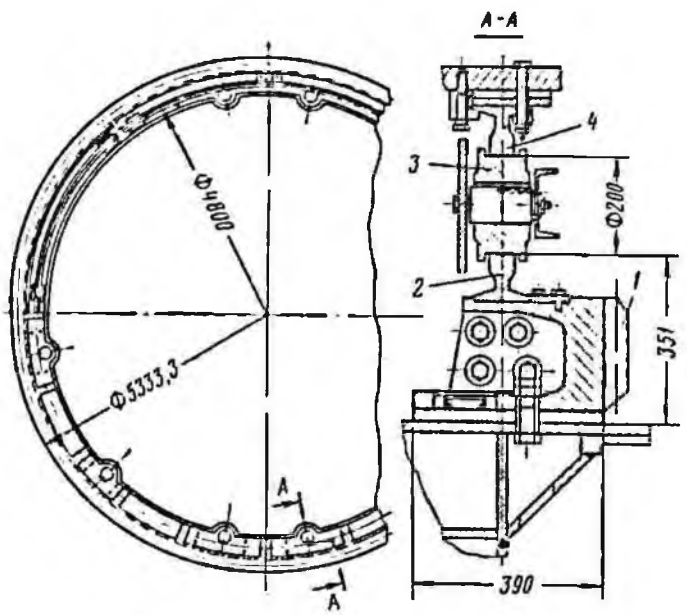


Рис. III-28. Опорно-поворотное устройство экскаватора ЭРГ-400 $\frac{17}{1,5}$:

1 — зубчатый венец; *2* — нижний кольцевой рельс; *3* — роликовый круг; *4* — верхний кольцевой рельс

укрепленных на центральной цапфе зубчатого колеса.

Надстройка крепится на поворотной платформе и состоит из нижней части, пилона и консоли противовеса, шарнирно соединенных между собой. На консоли противовеса установлены лебедки подъема стрел, электрическое и вспомогательное оборудование.

Лебедка подъема роторной стрелы — двухбарабанная с механизмом перестановки барабанов. Лебедка подъема отвальной стрелы — однобарабанная.

По оси вращения надстройки под консолью противовеса укреплен вертлюг для подвески отвальной стрелы.

Поворотная платформа является базой верхнего строения и состоит из собственно платформы с подхватами, кабин низковольтного и высоковольтного оборудования, кабины управления и механизма поворота.

Механизм поворота расположен в хвостовой части платформы и состоит из двух приводов. Каждый привод состоит из четырехступенчатого цилиндрического редуктора типа РПЭ, двигателя постоянного тока и пневматического тормоза.

Ходовая часть включает в себя ходовую тележку с двумя гусеничными ходовыми механизмами, опорно-поворотное устройство экскаватора, центральную цапфу и кабельный барабан.

Ходовой механизм двухдорожечного типа монтируется на коробчатой балке, которая опирается на три балансирные тележки, каждая из которых опирается на восемь опорных катков. Конструкция балансирной тележки обеспечивает равномерную передачу нагрузки на все катки. Каждая гусеница оборудована двумя симметричными приводами. Каждый привод включает редуктор типа РЦ-60 с приводным электродвигателем и тормозом и одну ветвь одноступенчатого двухветвевого редуктора, встроенного в балку ходового механизма.

Опорно-поворотное устройство (рис. III-28) состоит из зубчатого венца, нижнего и верхнего кольцевых рельсов и роликового круга. Зубчатый венец с нижним кольцевым рельсом крепится к опорной раме ходовой тележки. Верхний кольцевой рельс крепится к поворотной платформе экскаватора. Роликовый круг состоит из 60 роликов в сепараторе.

Центральная цапфа представляет собой полый вал, жестко закрепленный в раме ходовой тележки. Она служит для взаимного центрирования опорной рамы гусеничной тележки, поворотной платформы

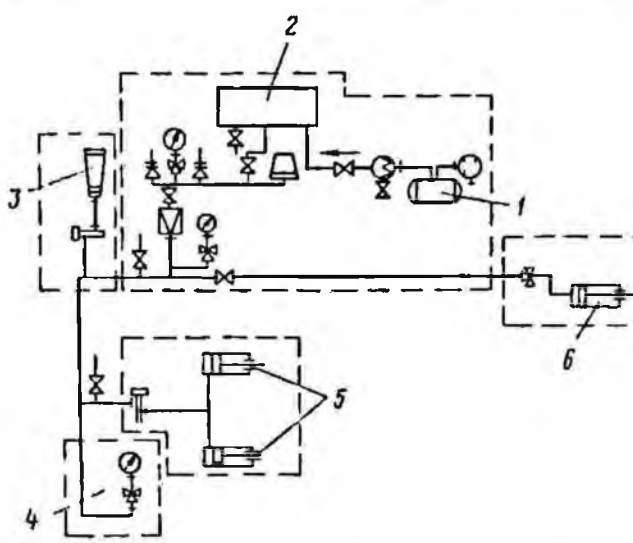


Рис. III-29. Принципиальная схема пневмосистемы экскаватора ЭРГ-400 $\frac{17}{1,5}$:

1 — компрессорная установка; *2* — воздухосборник; *3* — тифон; *4* — кабина управления; *5* — привод тормозов механизма поворота; *6* — привод механизма перестановки барабанов

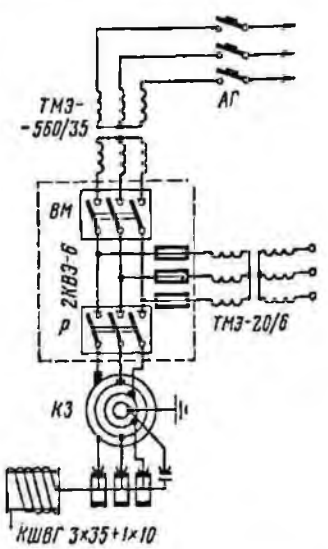


Рис. III-30. Схема энергоснабжения экскаватора ЭРГ-400 $\frac{17}{1,5}$

экскаватора и отвальной стрелы. На центральной цапфе смонтированы два низковольтных и один высоковольтный токосъемники.

На раме ходовой части смонтирован кабельный барабан, обеспечивающий механизацию и автоматизацию раскладки и подборки питающего высоковольтного кабеля.

Пневмосистема экскаватора (рис. III-29) служит для растормаживания тормозов механизмов поворота, привода механизма перестановки барабанов лебедки подъема роторной стрелы, подачи звукового сигнала, ремонтных работ и очистки экскаватора.

Пневмосистема состоит из компрессорной установки, воздухосборника и панели с контрольно-распределительной аппаратурой. Аппаратура управления пневмоприводами размещена непосредственно у соответствующих механизмов. Контрольный манометр находится в кабине машиниста.

Смазка основных механизмов осуществляется централизованно — экскаватор оборудован централизованными системами жидкой и густой смазки. Смазка некоторых вспомогательных механизмов производится вручную.

Электрооборудование — сложная и ответственная часть экскаватора. Питание экскаватора осуществляется от воздушной сети трехфазного тока напряжением 6 кв гибким кабелем марки КШВГ $3\times35+1\times10$ через кабельный барабан (рис. III-30). Через токосъемник кабельного барабана и высоковольтный токосъемник экскаватора напряжение подается на высоковольтное распределительное устройство 2КВЭ-6. Для понижения напряжения установлены осветительный трансформатор ТЭМ-20/6 (20 ква, 6000/230 в) и силовой трансформатор ТМЭ-560/35 (560 ква, 6000/400 в). Оба трансформатора имеют экскаваторное исполнение.

Электропривод поворота роторной стрелы — постоянного тока по системе Г—Д с управлением от электромашинного усилителя с поперечным полем (рис. III-31). Привод позволяет регулировать скорость поворота в пределах 3—33 м/мин по режущим кромкам при горизонтальной стреле. Для сохранения постоянной производительности предусмотрено автоматическое регулирование скорости поворота по косинусоидальному закону.

На приводе поворота установлены два двигателя П-81 мощностью по 14 квт, соединенных последовательно, что обеспечивает их равномерную загрузку. Привод имеет экскаваторные механические характеристики.

Все остальные приводы выполнены на асинхронных двигателях на напряжение 380 в. Электропривод роторного колеса оборудован

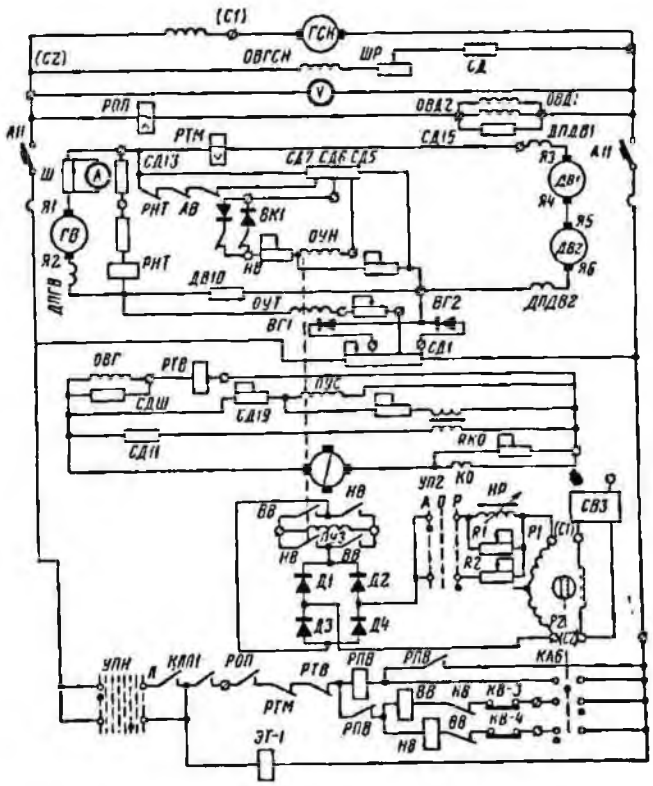


Рис. III-31. Элементная схема управления приводом поворота роторной стрелы экскаватора ЭРГ-400 $\frac{17}{1,5}$

электродвигателем А114-8 мощностью 250 квт. Схема управления приводом ротора (рис. III-32) обеспечивает дистанционное автоматическое управление двигателем с одной ступенью пускового сопротивления в цепи статора и защиту от длительных перегрузок и коротких замыканий.

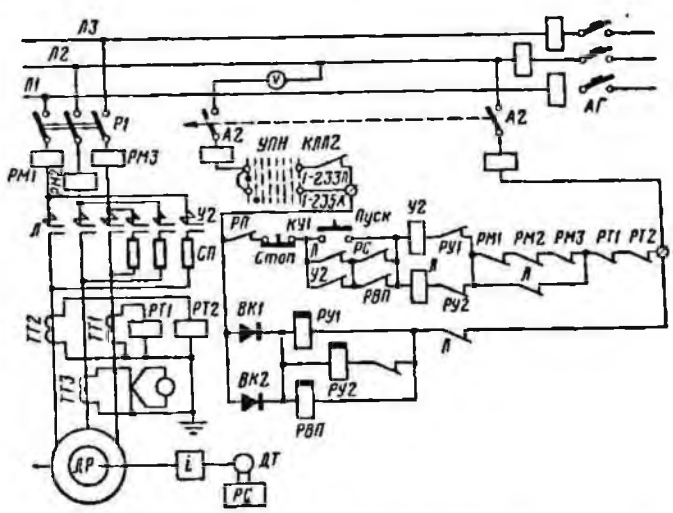


Рис. III-32. Элементная схема управления приводом роторного колеса экскаватора ЭРГ-400 $\frac{17}{1,5}$

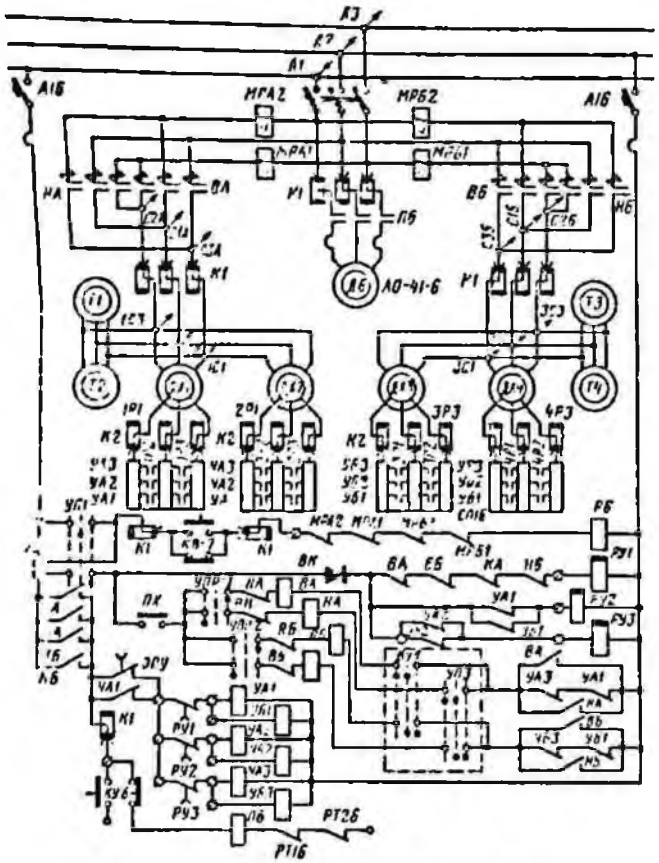


Рис. III-33. Элементная схема управления приводами хода экскаватора ЭРГ-400 $\frac{17}{1.5}$

Электропривод подъема и опускания роторной стрелы оборудован двумя электродвигателями АП-81/4 с фазным ротором мощностью по 40 квт. При подъеме стрелы оба двигателя работают в двигательном режиме. При опускании стрелы работает один двигатель в режиме противотока.

Электропривод хода оборудован четырьмя двигателями с фазным ротором кранового типа МТВ-611/10 мощностью по 45 квт каждый. Схема управления приводом хода (рис. III-33) обеспечивает дистанционное управление и регулирование скорости хода.

Электроприводы конвейеров оборудованы электродвигателями типа А101-6 мощностью 100 квт (конвейер роторной стрелы) и АО 83-6 мощностью 55 квт (конвейер отвальной консоли).

Все электроприводы экскаватора связаны блокировками, обеспечивающими необходимую последовательность включения и отключения механизмов.

Общими конструктивными особенностями узлов рассматриваемых роторных экскаваторов являются:

консольное расположение роторного рабочего колеса и его привода;

трубчатое (балочное) исполнение стрел рабочего органа;

применение барабанных питателей для перегрузки материала из полости роторного колеса на конвейер роторной стрелы;

подвеска стрел рабочего оборудования на двух независимых канатах по симметричной схеме;

применение роликов конвейеров на осях унифицированной конструкции (кроме экскаватора ЭЭР-500-2);

наличие независимого привода у каждой гусеницы ходовой тележки;

левое расположение кабины управления машиной:

применение муфт предельного момента в ответственных приводах, подверженных перегрузкам (привод ротора);

пружинные подвески редукторных приводов, подверженных воздействию переменных динамических нагрузок;

применение регулируемых по высоте подхватов, удерживающих верхнее поворотное строение машин;

применение для всех основных силовых металлоконструкций низколегированной стали 09Г2С;

использование в приводах закрытых отъемных редукторов, как правило, со стальными корпусами и цилиндрическими либо коническими зубчатыми передачами;

использование в приводах пружинно-гидравлических тормозов ТКТГ (у моделей ЭР-1250 $\frac{17}{1.5}$ и ЭР-1250 $\frac{16}{1.5}$ применены тормоза ТКП);

применение групповой смазки с помощью ручных станций СРГ-8 через питатели ПД;

применение электродвигателей закрытого и обдуваемого исполнения.

Экскаватор ЭРГ-1600 $\frac{40}{10}$-31

Роторный экскаватор ЭРГ-1600$\frac{40}{10}$31 (рис. III-34) представляет собой машину на гусеничном ходу с выдвижной стрелой. Выдвижение осуществляется за счет перемещения напорной тележки, на которой шарнирно закреплена хвостовая часть стрелы, по рельсам, проложенным вдоль консоли противовеса. Ход перемещения напорной тележки 31 м.

Верхняя поворотная часть экскаватора включает в себя стрелу ротора с рабочим органом, надстройку, к которой с помощью *V*-образной полиспастной системы подвешена головная часть стрелы, консоль противовеса, поворотную платформу с расположенными на ней механизмами.

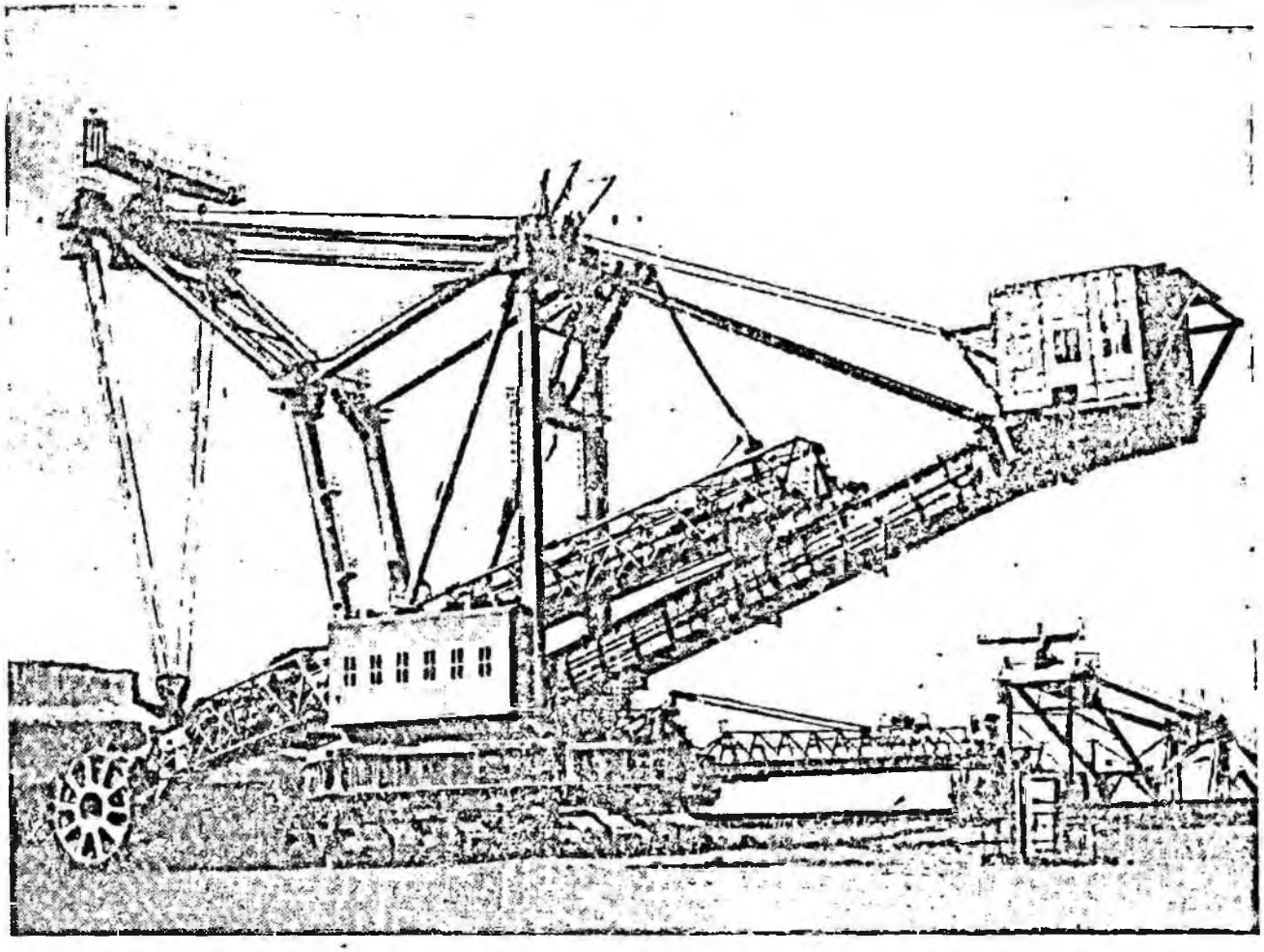


Рис. III-34. Роторный экскаватор ЭРГ-1600 $\frac{40}{10}$ 31

Рабочий орган экскаватора состоит из колеса бескамерного типа, ковшей, обечайки, приводного вала с подшипниками (рис. III-35) и привода ротора. Привод осуществляется двигателем постоянного тока мощностью 700 квт через трехступенчатый цилиндрический редуктор с передаточным числом 32, жестко закрепленный на оголовке стрелы, открытую зубчатую пару с передаточным числом 5,15 и приводной вал ротора. В приводе установлена фрикционная муфта предельного момента. Для удержания ротора от вращения под действием веса породы в ковшах при отключенном двигателе установлен колодочный пневматический тормоз. Кинематическая схема привода представлена на рис. III-36.

Рабочий орган может оснащаться ковшами двух конструкций: двухзубыми с трапецеидальной режущей кромкой, обеспечивающей минимальную энергоемкость процесса резания (рис. III-37), либо шестизубыми косого резания с трапецеидальной режущей кромкой, отклоненной в сторону, обратную направлению вращения колеса на угол 40°, обеспечивающей минимальную кусковатость экскавируемого материала (рис. III-38). Днища ковшей цепные, прикрепленные к корпусу.

Механизм поворота установлен на поворотной платформе и состоит из двух четырехступенчатых цилиндрических редукторов с вертикальными валами и открытой зубчатой передачи (рис. III-39) с общим передаточным числом 10 388. Двигатели механизма — постоянного тока, каждый по 25 квт. На механизме установлен пневматический колодочный тормоз.

Механизм выдвижения стрелы ротора установлен на поворотной платформе и состоит из двух спаренных лебедок мощностью по 100 квт, имеющих жесткую синхронизирующую связь по моторным валам. На каждый барабан лебедки запасованы 2 конца канатов (один на намотку, другой на сматывание) трехкратных полиспастов напора, перемещающих напорную тележку.

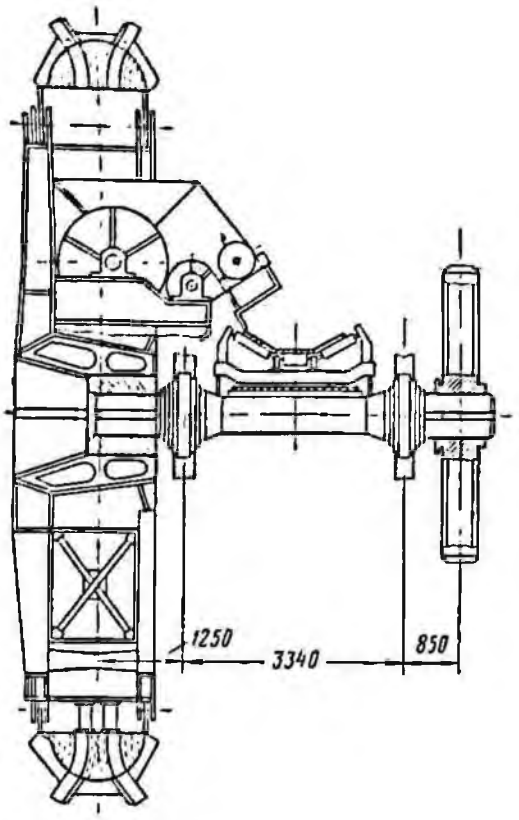


Рис. III-35. Рабочий орган экскаватора ЭРГ-160 $\frac{40}{10}$ 31

В хвостовой части консоли противовеса расположен механизм подъема стрелы ротора, предназначенный для перемещения рабочего органа в вертикальной плоскости, который состоит из двух спаренных лебедок, имеющих жесткую синхронизацию по зубчатым венцам барабанов. На каждый барабан лебедки запасованы 2 конца канатов спаренных четырехкратных полиспастов, образующих *V*-образную подвеску, обеспечивающую горизонтальную жесткость стрелы ротора.

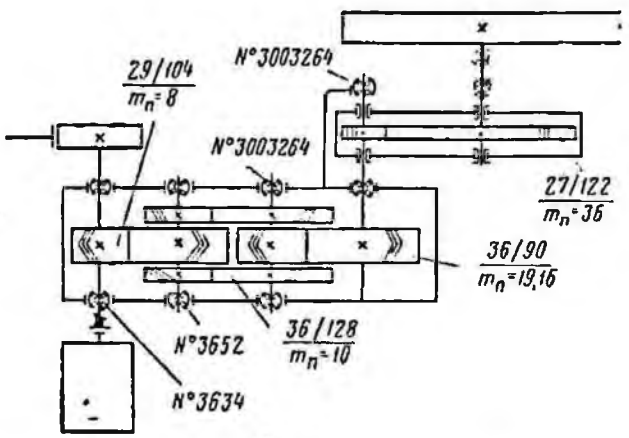


Рис. III-36. Кинематическая схема привода ротора экскаватора ЭРШР-1600 $\frac{40}{7}$

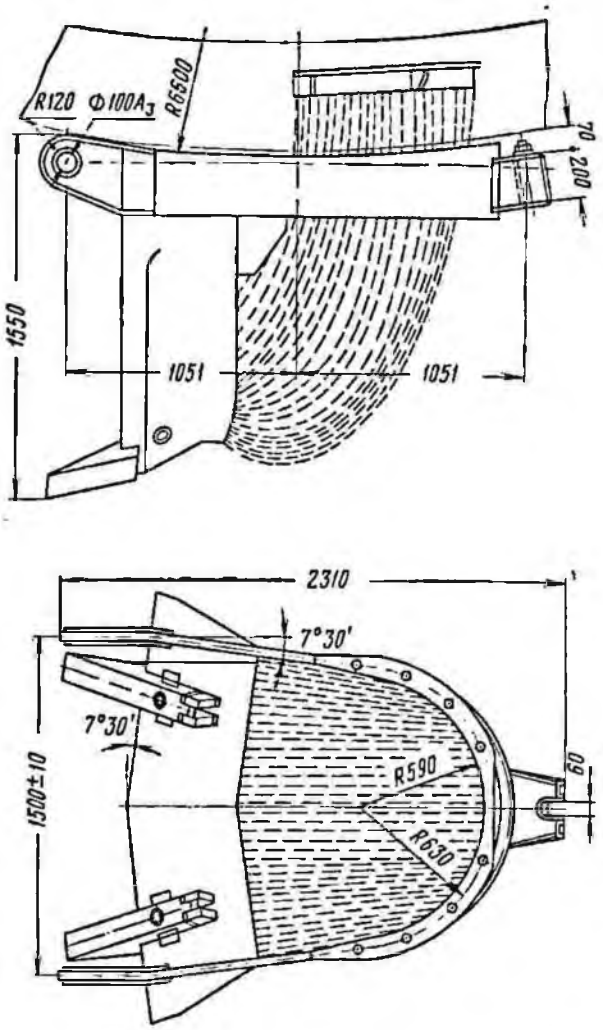


Рис. III-37. Ковш экскаватора ЭРШР-1600 $\frac{40}{7}$

С целью компенсации большого разбега равнодействующей веса машины при выдвижении стрелы ротора, на консоли противовеса установлен подвижной противовес, связанный канатной системой с напорной тележкой и движущийся в направлении, обратном движению напорной тележки.

На поворотной платформе установлено и электрооборудование, расположенное в специальных помещениях.

Верхняя поворотная часть экскаватора опирается на нижнюю раму через роликовый круг диаметром 15 м и центрируется пустотелой центральной цапфой. На нижней раме установлены: механизм разворота, гидравлическая система выравнивания, кабины с электрооборудованием и специальные рабочие помещения (диспетчерский пульт, пульт управления ходом, комната механиков и т. д.). Электрическая связь между нижней рамой и поворот-

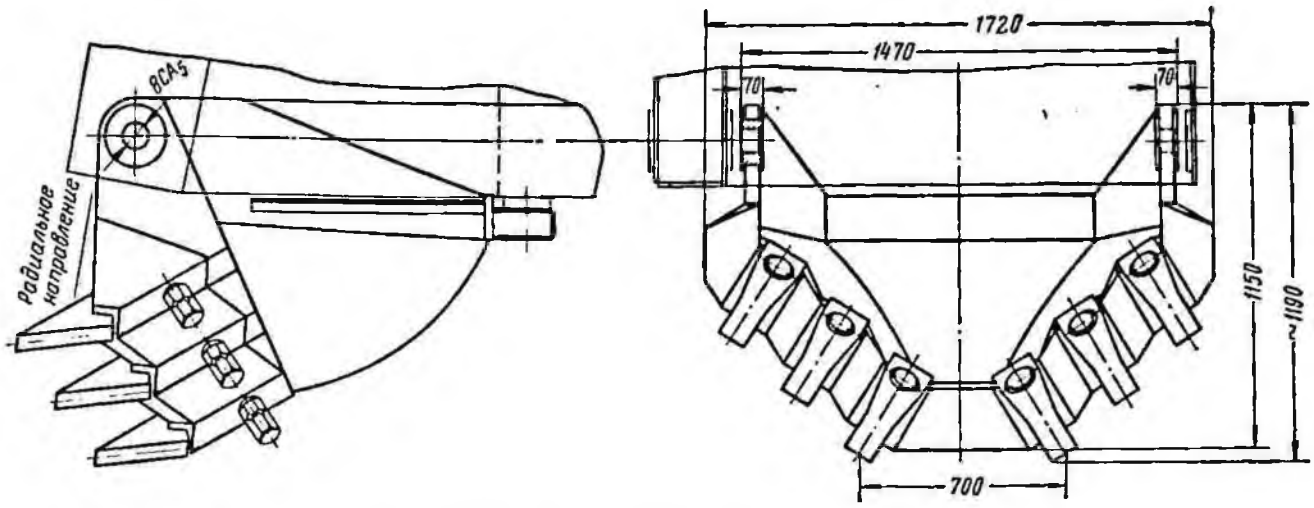


Рис. III-38. Ковш экскаватора ЭРШРД-5000 $\frac{30}{3}$

ной платформой осуществляется с помощью высоковольтного и низковольтного токосъемников.

Механизм разворота — канатного типа, включает в себя две лебедки, которые через четыре десятикратных полиспаста разворачивают гусеничные тележки, попарно связанные жесткими тягами. Предельный угол разворота каждой тележки — 7,5°. Возможность подтяжки канатов каждого полиспаста обеспечивается наличием разрезных барабанов и расцепных устройств.

По углам нижней рамы в ее металлоконструкцию заделаны 4 гидравлических домкрата, через которые машина опирается на гусеничные тележки ходового оборудования. Такая схема опирания позволяет осуществлять выравнивание машины и обеспечивать горизонтальное положение плоскости поворота вне зависимости от рельефа местности. Кроме этого, за счет двух сообщающихся гидродомкратов при передвижении машины (создание гидравлического балансира) обеспечивается статическая определимость опирания на грунт четырех гусеничных тележек ходового оборудования экскаватора.

Гидродомкраты плунжерного типа, одностороннего действия. Диаметр плунжера 870 мм, рабочий ход 1350 мм. Наибольшее рабочее давление — 185 кгс/см². Цилиндр гидродомк-

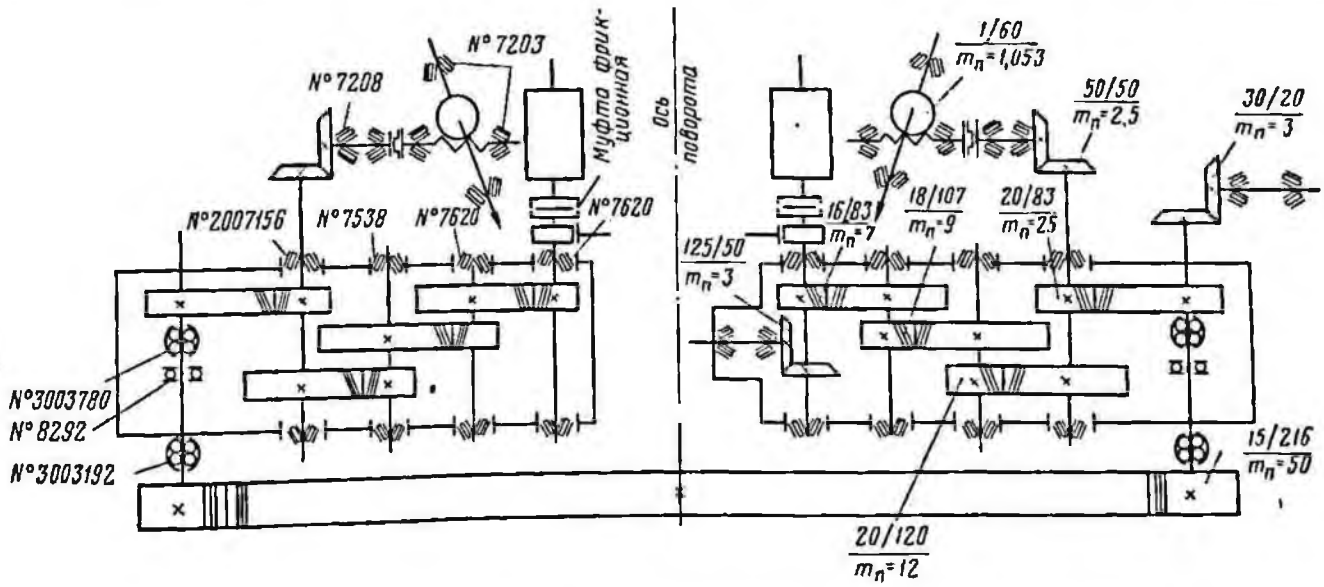


Рис. III-39. Кинематическая схема механизма поворота экскаватора ЭРШР-1600 $\frac{40}{7}$

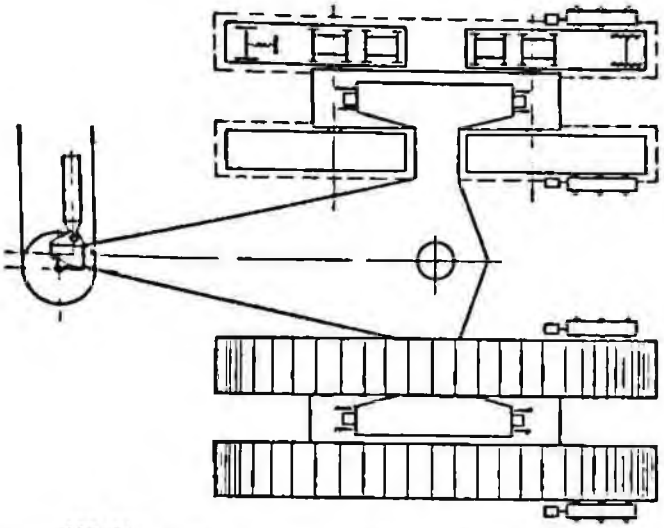


Рис. III-40. Схема гусеничной тележки экскаватора ЭРГ-1600 $\frac{40}{10}$ 31

рата опирается сверху на сферическое седло нижней рамы, а снизу раскрепляется двумя тягами. Нижняя сферическая часть плунжера сочленяется с гусеничной тележкой.

Ходовое оборудование состоит из четырех гусеничных тележек. Каждая тележка (рис. III-40) имеет четыре гусеничные цепи, приводящиеся в движение двигателями постоянного тока мощностью 32 квт через коническо-цилиндрические редукторы, насаженные на валы звездочек. Гусеничные цепи набраны из сварных двухдорожечных траков шириной 2000 мм. Нагрузка от каждого гидродомкрата, опирающегося на поперечную балку с хоботом, передается через продольные балки на четыре приводных и четыре натяжных балансира, снабженных малыми балансирами, несущими 20 опорных катков. Для поддержания холостой ветви гусеничной цепи на балансирах закреплены поддерживающие ролики. Равномерное распределение нагрузки на все опорные катки достигается за счет шарнирного сочленения балансиров тележки друг с другом. Натяжение гусеничной цепи осуществляется встроенным в балансир гидроцилиндром.

На специальном кронштейне, прикрепленном к нижней раме, закреплена разгрузочная консоль со своим опорно-поворотным устройством и механизмом подъема, за счет которых осуществляется поворот разгрузочной консоли в плане и ее подъем и опускание.

Транспортирование пород вскрыши от роторного колеса к месту погрузки на последующую машину комплекса осуществляется системой конвейеров экскаватора, включающей в себя конвейер стрелы ротора, конвейер консоли противовеса, конвейер нижней рамы и конвейер разгрузочной консоли (табл. III-27).

Таблица III-27

Технические данные конвейеров экскаватора ЭРГ-1600

Конвейер	Длина конвейера, м	Угол наклона к горизонту, градус	Передаточное число редуктора	Мощность привода, квт	Тип натяжки
Стрелы ротора . .	73	+18 * —19	18,68	2×380	Лебедочная
Консоли противовеса	42	—18	12,1	200	Винтовая
Нижней рамы . .	18	+5	9,35	2×75	Гидравлическая
Разгрузочной консоли	36	+8—4	12,1	320	»

* «+» — на подъем грунта, «—» — на спуск грунта.

В местах перегрузки с большим перепадом высот и резким изменением направления движения грунта установлены барабанные питатели (табл. III-28). Конструкция питателей отличается большой простотой.

Экскаватор оснащен консольным краном грузоподъемностью 22 т, мостовыми кранами грузоподъемностью 18 т, террик-кранами грузоподъемностью 5 т и другими грузоподъемными средствами для обслуживания и ремонта узлов экскаватора.

Управление экскаватором осуществляется из кабины машиниста, подвешенной на специальном устройстве к головной части стрелы ротора. Для улучшения обзора кабина имеет возможность перемещаться относительно стрелы ротора в вертикальной плоскости. Специальный механизм качания обеспечивает вертикальное положение кабины вне зависимости от угла наклона стрелы ротора.

Электрическое оборудование экскаватора, работающее в тяжелых условиях значительных колебаний нагрузок приводов, вибраций, резко меняющейся температуры внешней среды, повышенной влажности и значительной запыленности, поставляется в специальном экскаваторном исполнении.

Таблица III-28

Технические данные барабанных питателей экскаватора ЭРГ-1600

Питатель	Диаметр барабана, мм	Передаточное число редуктора	Мощность двигателя, квт	Линейная скорость на окружности барабана, м/сек
Ротора	1600/840	23,34	40	1,76/1,85
Напорной тележки	800	15,85	28	2
Центральной перегрузки	800	23,34	40	1,76

Основные энергетические данные экскаватора ЭРГ-1600 $\frac{40}{10}$ 31 приведены в табл. III-29.

На рис. III-41 приведена однолинейная схема питания высоковольтного оборудования. Питание к экскаватору подводится по гибкому кабелю КШВГ сечением $3\times150+1\times50$ мм². Кабель подключается к карьерной высоковольтной сети через передвижное распределительное устройство типа КРУН.

Для укладки и транспортирования кабеля карьерной сети могут быть использованы специально созданные для роторных экскаваторов самоходные кабельные передвижчики с емкостью наматываемого кабеля до 1300 м.

Таблица III-29

Сводные энергетические данные роторных экскаваторов

Показатели	Экскаватор ЭРГ-1600 $\frac{40}{10}$ 31	ЭРШР-1600 $\frac{40}{7}$	ЭРШРД-5000 $\frac{30}{3}$
Питающее напряжение, кв	6	6	10
Напряжение питания:			
высоковольтных токоприемников, кв	6	6	10
низковольтных токоприемников, в	380	380	380
Напряжение освещения, в;			
рабочего	127	220	220
аварийного	—	48	48
ремонтного	12	12	12
цепей управления	—110 ~127— 380	—110 ~127— 380	—110 ~127— 380
Количество вращающихся машин	124	136	151
Установленная мощность электрических машин, квт	7100	10 400	13 430
в том числе:			
высоковольтных двигателей	2360	4410	5120
машин постоянного тока	2950	4790	6390
Установленная мощность высоковольтных трансформаторов, ква	1720	1320	1680
Среднепотребляемая мощность (расчетная), квт	1700	2700	3617
Максимально-потребляемая мощность (расчетная), квт	2135	3200	4068
Средневзвешенный cos φ при перевозбуждении синхронных двигателей	0,93	0,93	0,93

Напряжение 6 кв от кольцевого токосъемника кабельного барабана *К1* подается на распредустройство нижней рамы, которое состоит из комплектного распредустройства РВНО-6 и выключателей нагрузки ВН-16 и ВНП-16. Через выключатель ВН-16 напряжение 6 кв подается на распредустройство поворотной платформы, аналогичное распредустройству нижней рамы.

Для подключения двигателей транспортера стрелы ротора применяется малогабаритный контактор КВМ-150.

Питание гонных двигателей агрегатов приводов ротора и хода и двигателей транспортера стрелы ротора осуществляется напряжением 6 кв. Питание низковольтных токоприемников осуществляется от понижающих трансформаторов ТМЭ-420/6 напряжением 380 в.

Управление приводами осуществляется из трех кабин — на стреле ротора, на нижней раме и на разгрузочной консоли.

Из кабины управления стрелы ротора осуществляется управление всеми главными приводами экскаватора: ротора, поворота, подъема, хода, а также вспомогательными приводами поворотной платформы.

Из кабины управления нижней рамы осуществляется управление приводом хода (при переездах машины), разворотом и гидросистемой выравнивания экскаватора, а также вспомогательными приводами нижней рамы.

Из кабины управления разгрузочной консолью осуществляется управление приводами поворота, подъема и опускания разгрузочной консоли.

Станции управления и преобразовательные агрегаты установлены в отдельных помещениях.

Для нормальной работы в кабинах и электромашинных помещениях в летнее время предусматривается вентиляция, а в зимнее время — обогрев при помощи электрических печей.

Для двигателей ротора и поворота, имеющих независимую вентиляцию, для очистки воздуха предусматривается установка циклонов.

Для предупреждения увлажнения во время стоянки изоляции электрических машин главных преобразовательных агрегатов, двигателей ротора, транспортера стрелы ротора и разгрузочной консоли в электрических машинах предусматривается установка подогревателей.

Большое внимание на экскаваторах уделено удобству управления, а также созданию благоприятных условий для работы машинистов.

Телефонная и громкоговорящая связь обеспечивает связь между обслуживающим персоналом, звуковая сигнализация — подачу предупредительных звуковых сигналов.

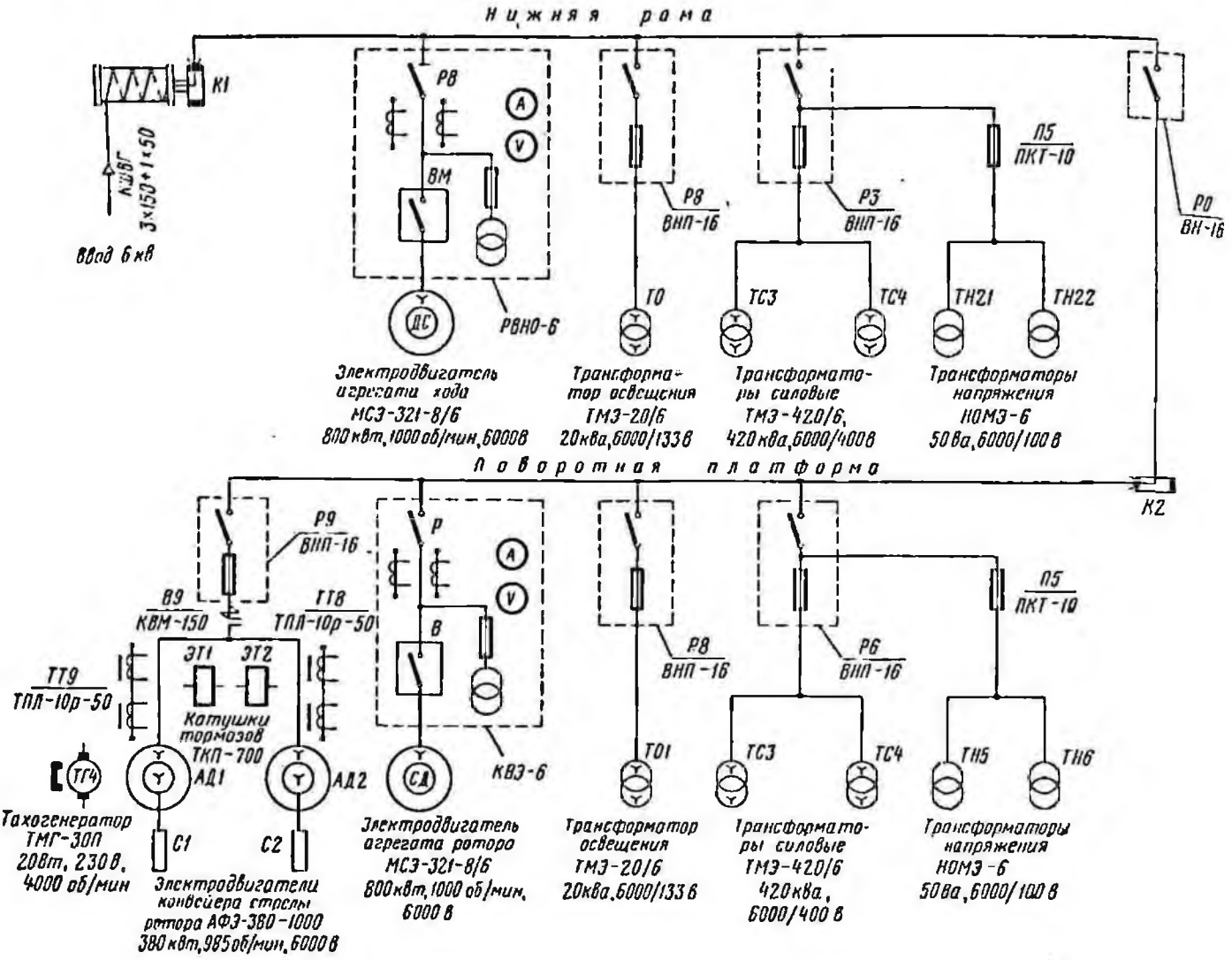


Рис. III-41. Однолинейная схема питания высоковольтного оборудования экскаватора ЭРГ-1600 $\frac{40}{10}$ 31

Предусмотренное на экскаваторах освещение обеспечивает возможность нормальной работы в ночное время.

В целях повышения производительности на роторных экскаваторах предусматривается система автоматического регулирования (САР), которая, с одной стороны, поддерживает скорость ротора на возможно высоком уровне, а с другой, — осуществляет регулирование скорости поворота на постоянство коэффициента заполнения ковшей.

САР состоит из двух регуляторов: регулятора мощности двигателя роторного колеса, работающего на принципе поддержания постоянства тока двигателя ротора $I_{дв} = \text{const}$ при постоянном напряжении генератора, и регулятора ширины стружки, работающего на сравнении скоростей ротора и поворота.

Экскаватор ЭРШР-1600 $\frac{40}{7}$

Роторный экскаватор ЭРШР-1600 $\frac{40}{7}$ (рис. III-42) представляет собой машину на шагающе-рельсовом ходу с невыдвижной стрелой.

Верхняя поворотная часть экскаватора состоит из стрелы ротора с рабочим органом, надстройки, к которой с помощью перекрестной полиспастной системы подвешена головная часть стрелы, консоли противовеса с механизмом подъема стрелы на хвостовой части и помещениями для электрооборудования и для обслуживающего персонала (мастерская, комната отдыха и т. д.), поворотной платформы.

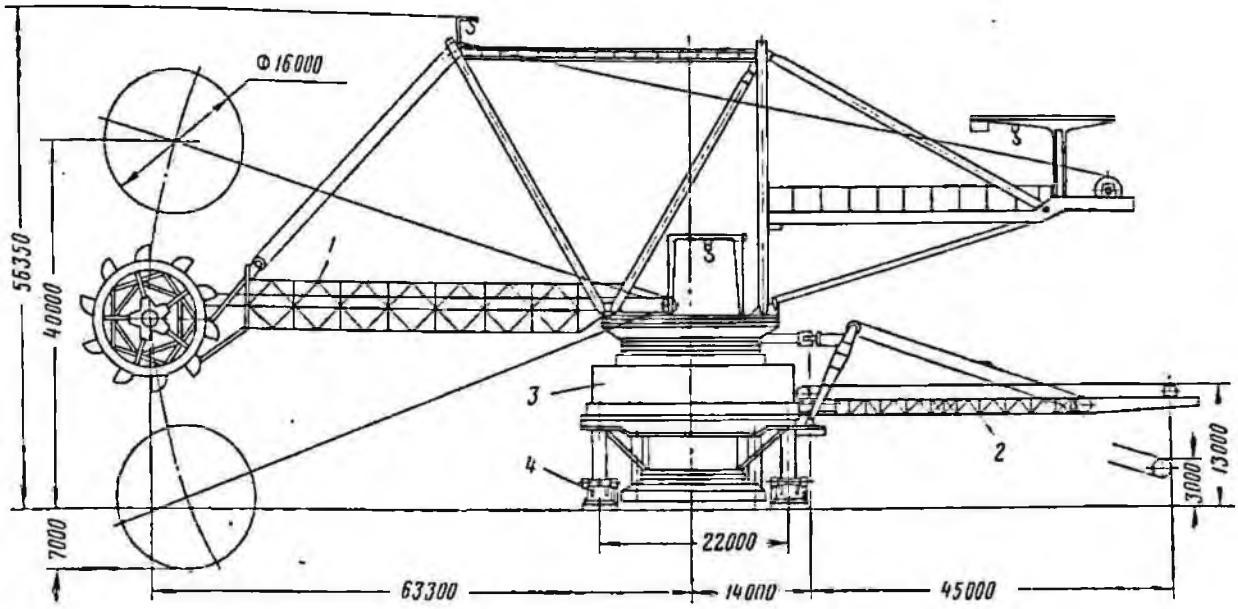


Рис. III-42. Роторный экскаватор ЭРШР-1600 $\frac{40}{7}$:

1 — роторная часть; *2* — отвальная часть; *3* — поворотная платформа; *4* — ходовая часть

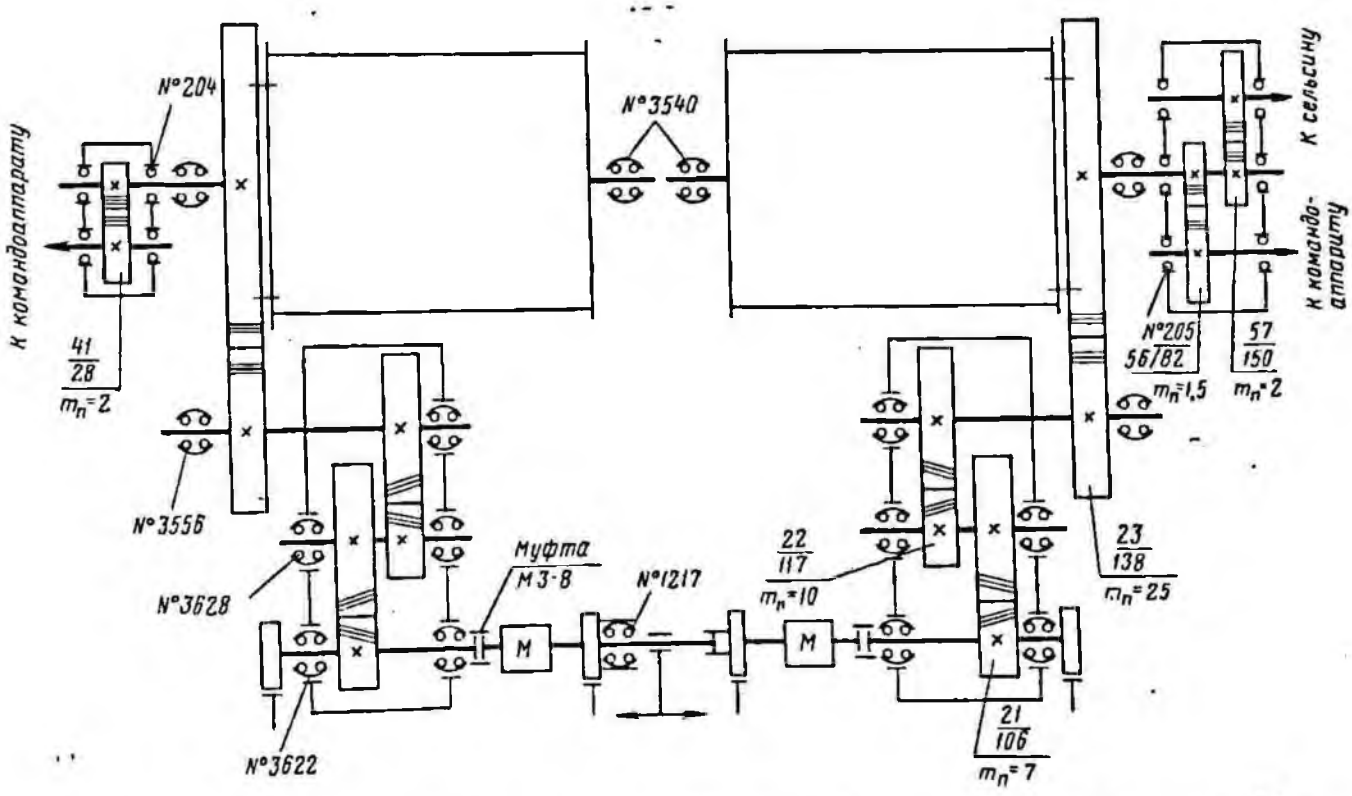


Рис. III-43. Кинематическая схема механизма подъема стрелы ротора экскаватора ЭРШР-1600 $\frac{40}{7}$

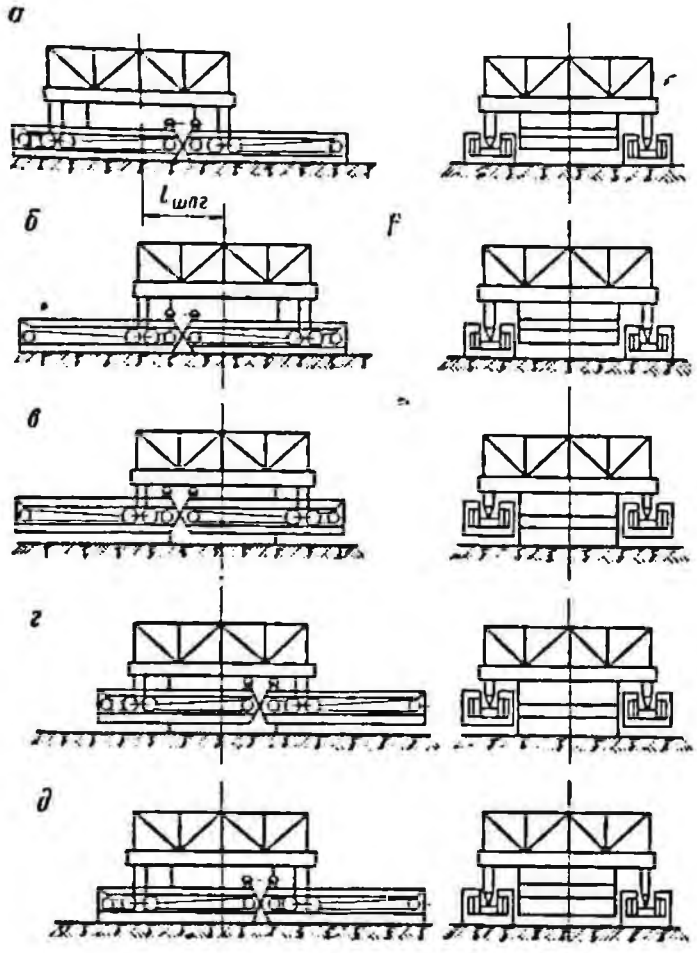


Рис. III-44. Шагающе-рельсовое ходовое оборудование:

а — начало рабочего хода (исходное положение); *б* — конец рабочего хода; *в* — начало передвижки лыж); *г* — конец передвижки лыж; *д* — начало рабочего хода (исходное положение)

Рабочий орган экскаватора конструктивно выполнен аналогично описанному ранее рабочему органу на экскаваторе ЭРГ-1600 $\frac{40}{10}$ 31. Привод роторного колеса осуществляется от двигателя постоянного тока мощностью 1150 квт через трехступенчатый редуктор с передаточным числом 4,52 (см. рис. III-36). Ковши двухзубые, по конструкции аналогичны ковшу ЭРГ-1600 $\frac{40}{10}$ 31 (см. рис. III-37), но цепи днища закреплены не на ковше, а внутри роторного колеса.

Механизм подъема стрелы ротора (рис. III-43) состоит из двух спаренных лебедок, имеющих жесткую синхронизацию по валам двигателей. На барабаны лебедок запасовываются канаты двух одиннадцатикратных полиспастов, образующих вместе с блоками надстройки и стрелы перекрестные подвески. Вторые концы канатов прикреплены к гидроцилиндрам одностороннего действия, полости которых сообщаются трубой и образуют гидробалансир, выравнивающий нагрузку между канатами обоих полиспастов.

На поворотной платформе экскаватора установлены механизм поворота верхней части экскаватора с пневмосмазочными системами, а также опоры, на которые шарнирно опирается хвостовая часть стрелы ротора и которые воспринимают боковые нагрузки от стрелы ротора.

Механизм поворота экскаватора ЭРШР-1600 $\frac{40}{7}$ аналогичен механизму поворота экскаватора ЭРГ-1600 $\frac{40}{10}$ 31 (см. рис. III-39).

Поворотная часть экскаватора опирается на нижнюю раму через роликовый круг диаметром 15 м и центрируется специальными катками, перекатывающимися по дорожке на зубчатом венце, закрепленном на нижней раме.

Электрическая связь между нижней рамой и поворотной платформой осуществляется с помощью высоковольтного и низковольтного токосъемников.

Механизм разворота полностью унифицирован с механизмом поворота.

В специальные фермы нижней рамы заделаны четыре гидродомкрата, через которые машина опирается на тележки ходового оборудования. Наличие гидродомкратов позволяет осуществлять выравнивание машины и обеспечивать горизонтальность плоскости поворота вне зависимости от рельефа местности, а также позволяет за счет сообщающихся между собой двух домкратов (гидробалансира) обеспечивать постоянную статическую определимость опирания четырех тележек ходового оборудования на рельсы лыж. С помощью этих же гидродомкратов осуществляется также подъем машины либо лыж при передвижении машины.

Гидродомкраты двухстороннего действия, поршневые. Диаметр цилиндра 980 мм, ход поршня 2200 мм, рабочее давление 165 кгс/см^2.

К нижней раме гидродомкраты крепятся при помощи колец со сферическими поверхностями, а с тележкой ходового оборудования сочленяются сферической головкой нижней части штока.

Ходовое оборудование экскаватора (рис. III-44) представляет собой четыре лыжи, попарно связанные сферическим шарниром и буферными устройствами. Перемещение машины по лыжам и переброска лыж осуществляется четырьмя лебедками, расположенными по концам лыж. На внутренних концах лыж закреплены гидравлические натяжные устройства полиспастов передвижения каждой тележки.

Ходовая тележка (рис. III-45) состоит из литого корпуса и четырех колес. Для гарантии

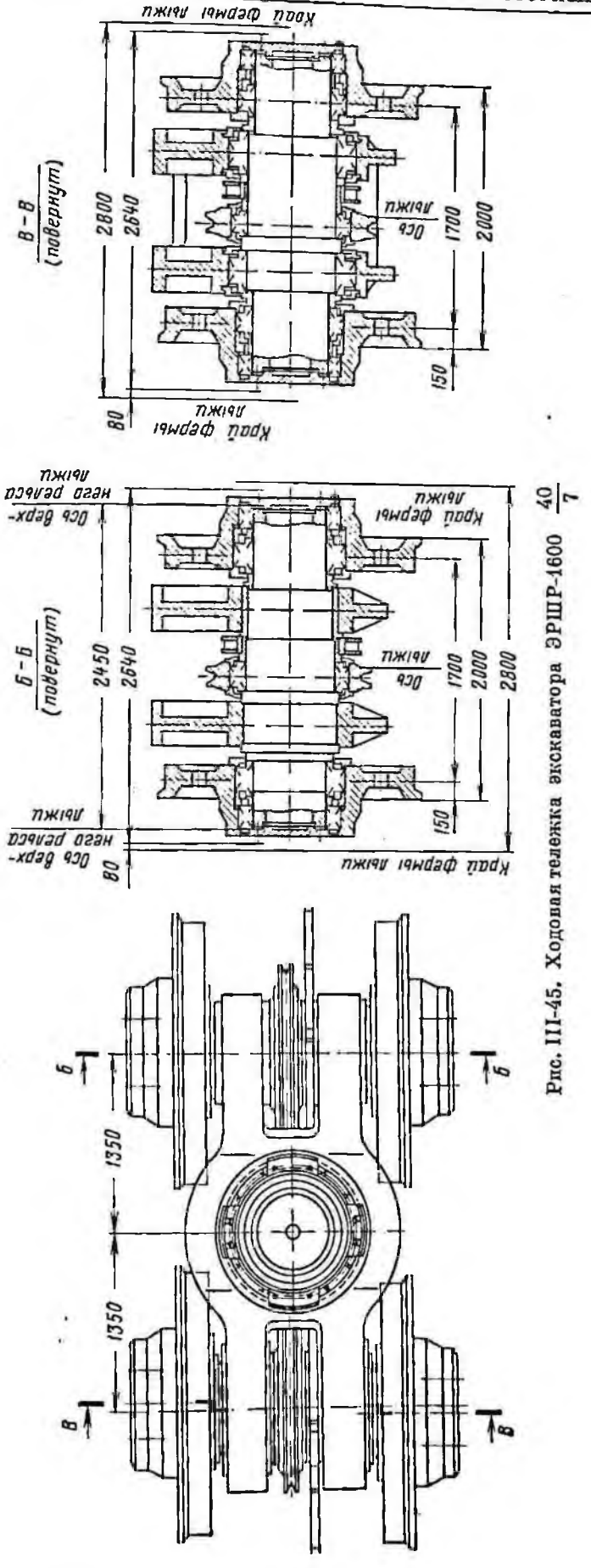


Рис. III-45. Ходовая тележка экскаватора ЭРШР-1600 $\frac{40}{7}$

Таблица III-30

Технические данные конвейеров экскаватора ЭРШР-1600 $\frac{40}{7}$

Конвейер	Длина конвейера, м	Угол наклона к горизонту, градус	Передаточное число редуктора	Мощность привода, квт	Тип натяжки
Стрелы ротора . .	65,6	—19° 40′	12,73	2×400	Гидравлическая
Нижней рамы . .	14,6	0°	8,07	125	Винтовая
Разгрузочной консоли	47,2	—8° * +7°	8,07	2×125	Гидравлическая

* «+» — на подъем грунта, «—» — на спуск грунта.

контакта с рельсом два колеса сидят на эксцентриковой оси, свободно вращающейся в подшипниках корпуса. На оси колес насажены блоки и коуши полиспастов перемещения тележек.

Применение шагающе-рельсового ходового оборудования для роторных экскаваторов позволило с новых принципиальных позиций подойти к выбору общей конструктивной схемы машины и создать принципиально новую машину, обладающую преимуществами машин без выдвижения стрелы ротора и в то же время лишенную основных недостатков, присущих этому типу машин с гусеничным ходовым оборудованием.

На кронштейнах нижней рамы смонтирована разгрузочная консоль с опорно-поворотным устройством и механизмом подъема, при помощи которых осуществляется поворот консоли в плане и ее подъем—опускание. К нижней раме при помощи подхватов и центральной цапфы подвешена база, на которую машина опирается при переброске лыж и развороте.

Транспортирование пород вскрыши от роторного колеса к месту передачи на последующую машину комплекса осуществляется системой конвейеров экскаватора, включающей конвейер стрелы ротора, конвейер нижней рамы и конвейер разгрузочной консоли (табл. III-30).

Таблица III-31

Технические данные барабанных питателей экскаватора ЭРШР-1600 $\frac{40}{7}$

Питатель	Диаметр барабана, мм	Передаточное число редуктора	Мощность двигателя, квт	Линейная скорость на окружности барабана, м/сек
Ротора	1600	29	55	2,13
Центральной перегрузки	1532	20,49	55	2,9

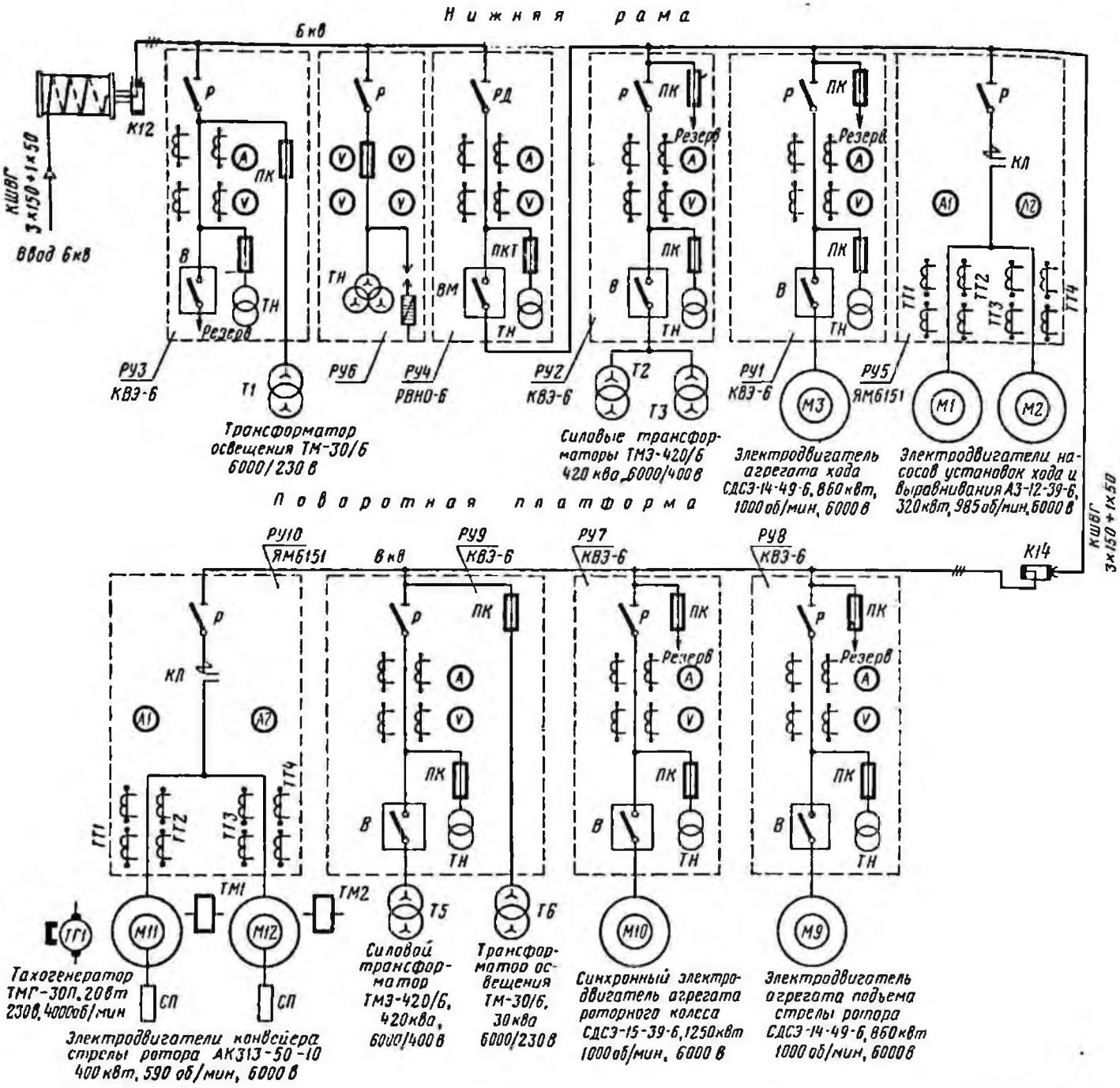


Рис. III-46. Однолинейная схема питания высоковольтного оборудования экскаватора ЭРШР-1600 $\frac{40}{7}$

Все конвейеры оборудованы подборщиками для удаления просыпавшегося материала. В местах перегрузок с большими перепадами высот установлены барабанные питатели (табл. III-31).

Экскаватор оснащен консольным краном грузоподъемностью 20 т и другими грузоподъемными средствами, применяемыми при обслуживании и ремонте узлов.

Управление экскаватором осуществляется из кабины машиниста, перемещающейся по специальной ферме, закрепленной у головной части стрелы в направлении, поперечном стреле ротора. Перемещение кабины производится с помощью канатного полиспаста и лебедки. Специальный механизм качания обеспечивает вертикальное положение кабины вне зависимости от угла наклона стрелы ротора.

Электрооборудование экскаватора поставляется в специальном экскаваторном исполнении. Основные технические данные конвейеров

экскаватора ЭРШР-1600 $\frac{40}{7}$ приведены в табл. III-30.

На рис. III-46 приведена однолинейная схема питания высоковольтного оборудования.

Питание к экскаватору подводится по гибкому кабелю КШВГ сечением $3 \times 150 + 1 \times 50$ мм².

Кабель подключается к карьерной высоковольтной сети через распределительное устройство типа КРУН.

Для укладки и транспортирования кабеля карьерной сети могут быть использованы самоходные кабельные передвижчики с емкостью наматываемого кабеля до 1300 м.

Напряжение 6 кв от кольцевого токосъемника кабельного барабана *К12* подается на вводное распредустройство нижней рамы *РУ4*, от которого напряжение питания подается на все распредустройства потребителей как нижней рамы, так и поворотной платформы, за исключением распредустройства *РУ3*, от которого питается трансформатор освещения *Т1* нижней рамы, и распредустройства *РУ6*, которое осуществляет контроль опасного снижения общего сопротивления изоляции сети 6 кв.

Распредустройства *РУ3* и *РУ6* подключаются непосредственно на вводные шины ячейки *РУ4*. Напряжение 6 кв на распредустройства поворотной платформы *РУ7—РУ10* поступает через кольцевой токосъемник *К14*.

В качестве распредустройства на экскаваторе устанавливаются высоковольтные ячейки типа КВЭ-6 и РВНО-6.

Для подключения на напряжение 6 кв двигателей насосных установок гидродомкратов и двигателей транспортера стрелы ротора устанавливаются моторные ящики *РУ5* и *РУ10* типа ЯМ6151 с высоковольтными контакторами.

Низковольтные приводы экскаватора получают питание напряжением 380 в от силовых трансформаторов *Т2*, *Т3* нижней рамы и от трансформатора *Т5* поворотной платформы.

Управление приводами и системы обеспечения комфортных и безопасных условий работы аналогичны экскаватору ЭРГ-1600.

Для обеспечения максимальной производительности экскаватора предусматривается САР, которая осуществляет поддержание постоянства производительности в функции сигнала системы определения весовой или объемной загрузки транспортера стрелы ротора с коррекцией скорости поворота стрелы по закону $V_0/\cos\alpha$ с целью компенсации выклинивания стружки.

Система определения весовой производительности представляет собой вычислительное устройство, которое автоматически определяет и контролирует режим работы экскаватора путем непрерывного вычисления текущего и интегрального значения весовой производительности.

Кроме указанной САР на ЭРШР-1600 $\frac{40}{7}$ имеется автоматическая система управления подачей экскаватора на толщину стружки, автоматическая система управления выравниванием машины, полуавтоматическая система управлением транспортерами с контролем скорости транспортерной ленты во время пуска транспортера.

Экскаватор ЭРШРД-5000 $\frac{30}{3}$

Роторный экскаватор ЭРШРД-5000 $\frac{30}{3}$ (рис. III-47) создан на базе вскрышной машины ЭРШР-1600 $\frac{40}{7}$ и предназначен для разработки углей и крепких пород при круглогодичной эксплуатации в районах как с умеренным, так и с суровым климатом, при колебании температуры окружающей среды от +35 до —40° С.

При одинаковой с ЭРШР-1600 $\frac{40}{7}$ конструктивной схеме экскаватор ЭРШРД-5000 $\frac{30}{3}$ обладает повышенным усилием резания и более высокой динамической жесткостью. Это достигнуто благодаря повышенной мощности привода ротора и поворота и укороченной до 57 м стреле ротора.

Поворотная часть машины состоит из стрелы ротора с рабочим органом, надстройки, поворотной платформы с механизмом поворота и пневмосмазочными системами, консоли противовеса с механизмом подъема стрелы ротора, помещением для электрооборудования и спецпомещениями.

Рабочий орган экскаватора (рис. III-48) имеет не ленточное, как у экскаваторов ЭРГ-1600 $\frac{40}{10}$ 31 и ЭРШР-1600 $\frac{40}{7}$, а дисковое роторное колесо, снабженное в целях уменьшения кусковатости экскавируемого материала шестнадцатью ковшами косого резания (см. рис. III-38), каждый из которых снабжен шестью зубьями.

Привод не стационарный, как у экскаваторов ЭРГ-1600 $\frac{40}{10}$ 31 и ЭРШР-1600 $\frac{40}{7}$, а подвесной конструкции; выполнен в виде сдвоенного коническо-цилиндрического редуктора с передаточным числом 112,7, на котором установлены два двигателя постоянного тока мощностью 860 квт каждый.

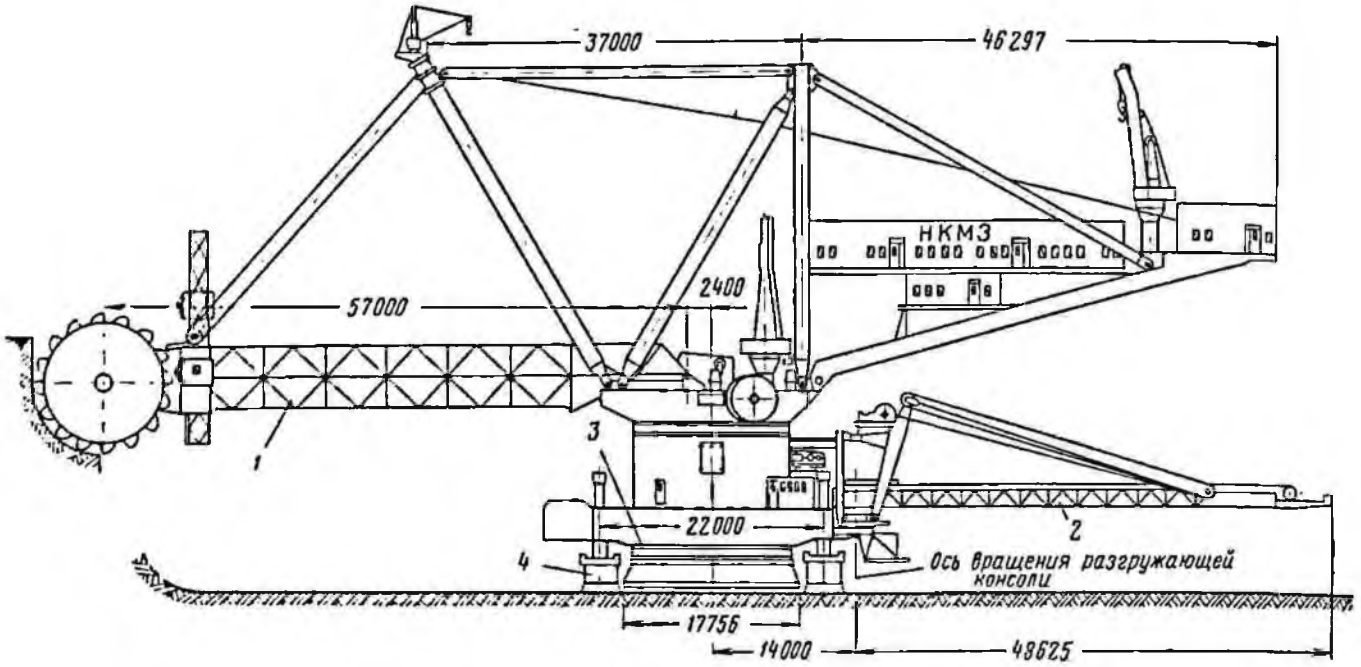


Рис. III-47. Роторный экскаватор ЭРШРД-5000 $\frac{30}{3}$:

1 — роторная часть; *2* — отвальная часть; *3* — поворотная платформа; *4* — ходовая часть

Механизм поворота имеет три редуктора с двигателями постоянного тока мощностью 85 квт, работающие в зацеплении с одним зубчатым венцом. Общее передаточное число механизма — 5760.

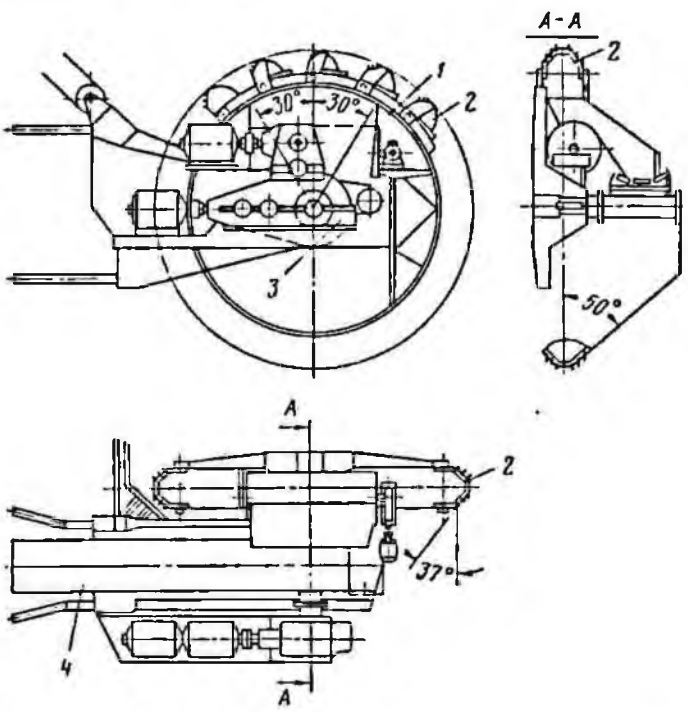


Рис. III-48. Рабочий орган экскаватора ЭРШРД-5000 $\frac{30}{3}$:

1 — роторное колесо; *2* — ковш; *3* — редуктор роторного колеса; *4* — конвейер роторной стрелы

Нижняя рама в отличие от рамы экскаватора ЭРШР-1600 $\frac{40}{7}$ имеет снаружи только помещение для электрических машин и высоковольтной аппаратуры. Все же остальное электрооборудование, а также механизм разворота и гидросистема размещены внутри рамы. Диспетчерская и пульт хода расположены в отдельных помещениях, установленных на фермах нижней рамы, предназначенных для заделки гидродомкратов.

В отличие от экскаватора ЭРШР-1600 $\frac{40}{7}$ на экскаваторе ЭРШРД-5000 $\frac{30}{3}$ применены гидродомкраты плунжерного типа с раздельными цилиндрами для подъема машины и лыж. На ходовом оборудовании применены новые по конструкции, кованые ходовые тележки. Управление разгрузочной консолью происходит не из кабины машиниста, как на экскаваторе ЭРШР-1600 $\frac{40}{7}$, а из кабины хода или из кабины машиниста бункера погрузочного устройства.

Экскаватор оснащен консольными кранами грузоподъемностью 20 т, деррик-краном грузоподъемностью 5 т и другими грузоподъемными средствами для обслуживания и ремонта узлов.

Управление всеми движениями экскаватора осуществляется из кабины машиниста, расположенной справа у головной части стрелы ро-

тора. Кабина с помощью полиспаста и лебедки перемещается в вертикальной плоскости, а также благодаря шарнирной подвеске и тормозному механизму постоянно находится в вертикальном положении вне зависимости от угла наклона стрелы ротора.

В связи с наличием в атмосфере при разработке углей большого количества пыли на главных приводах экскаватора установлены двигатели закрытого исполнения, а на приводе ротора и поворота — специальные устройства для очистки воздуха, подаваемого в двигатель для его охлаждения.

Все помещения с электрооборудованием и спецпомещения обслуживающего персонала оборудованы теплоизоляцией, отопительными приборами, вытяжной вентиляцией и системами очистки воздуха, поступающего в них, а также системами, создающими в помещениях избыточное давление, противостоящее проникновению в них пыли. Кабины машинистов оснащены кондиционирующими установками.

Транспортирование экскавируемого материала осуществляется системой конвейеров (табл. III-32). Узлы конвейеров аналогичны примененным на экскаваторе ЭРШР-1600 $\frac{40}{7}$.

В местах перегрузки грунта установлены барабанные питатели (табл. III-33).

Экскаватор оборудован специальным погрузочным устройством, которое предназначено для загрузки железнодорожных составов, подаваемых к забою роторного экскаватора ЭРШРД-5000 $\frac{30}{3}$ по двум параллельным путям. Погрузочное устройство состоит из бункера накопительной емкости, обеспечивающей в определенных пределах компенсацию разности между расходом и поступлением материала, цепных затворов с приводами, обеспечивающих пересмену вагонов под точкой погрузки, и дозировочных желобов с приводами, обеспечивающих объемную дозировку при погрузке.

Наличие указанных элементов погрузочного устройства в сочетании с использованием подпора и последующей саморегулировки истекающего материала за счет соотношения скоростей поступающего материала и движения загружаемого состава позволяет исключить просыпи материала через борта вагона, снизить высоту падения материала в вагон, формировать «шапку» материала над вагоном строго определенной формы и размеров, свести к минимуму влияние неопытности машиниста при управлении процессом погрузки.

Рабочий орган консольно прикреплен к нижнему строению поворотной платформы, на которой расположены механизм поворота, помещения с электрооборудованием, гидросистемой выравнивания и шагания, системы вентиляции и очистки воздуха, кабины машиниста погрузки. Кабина машиниста, контролирующего загрузку бункера и управляющего разгрузочной консолью экскаватора ЭРШРД-5000 $\frac{30}{3}$, расположена над бункером.

Таблица III-32

Технические данные ленточных конвейеров экскаватора ЭРШРД-5000 $\frac{30}{3}$

Конвейер	Длина конвейера, м	Угол наклона к горизонту, градус	Переключаемое число редуктора	Мощность привода, квт	Тип натяжки
Стрелы ротора . .	59.3	+18° * −18° 30′	12.73	2×400	Гидравлическая
Нижней рамы . .	14.6	0°	8.07	125	Винтовая
Разгрузочной консоли	45.2	±18	8.05	400	Гидравлическая

* «+» — на подъем грунта, «—» — на спуск грунта.

В поворотную платформу заделаны гидродомкраты плунжерного типа, которые опираются нижней частью плунжера на тележки ходового оборудования.

Ходовое оборудование по конструкции аналогично примененному на экскаваторе ЭРШР-1600 $\frac{40}{7}$, но вместо четырех лыж имеет только две неразрезные.

Экскаватор ЭРШРД-5000 $\frac{30}{3}$ приспособлен для работы в условиях сильной запыленности атмосферы при колебаниях температуры окружающей среды от +35 до −40° С. Для предотвращения заштыбовки и замерзания на бункере установлены специальные пневмовстряхиватели и система обогрева.

Таблица III-33

Технические данные барабанных питателей экскаватора ЭРШРД-5000 $\frac{30}{3}$

Питатель	Диаметр барабана, мм	Переключаемое число редуктора	Мощность двигателя, квт	Линейная скорость на окружности барабана, м/сек
Ротора	2000	29	55	2.65
Центральной перегрузки	1532	20.49	55	2.9

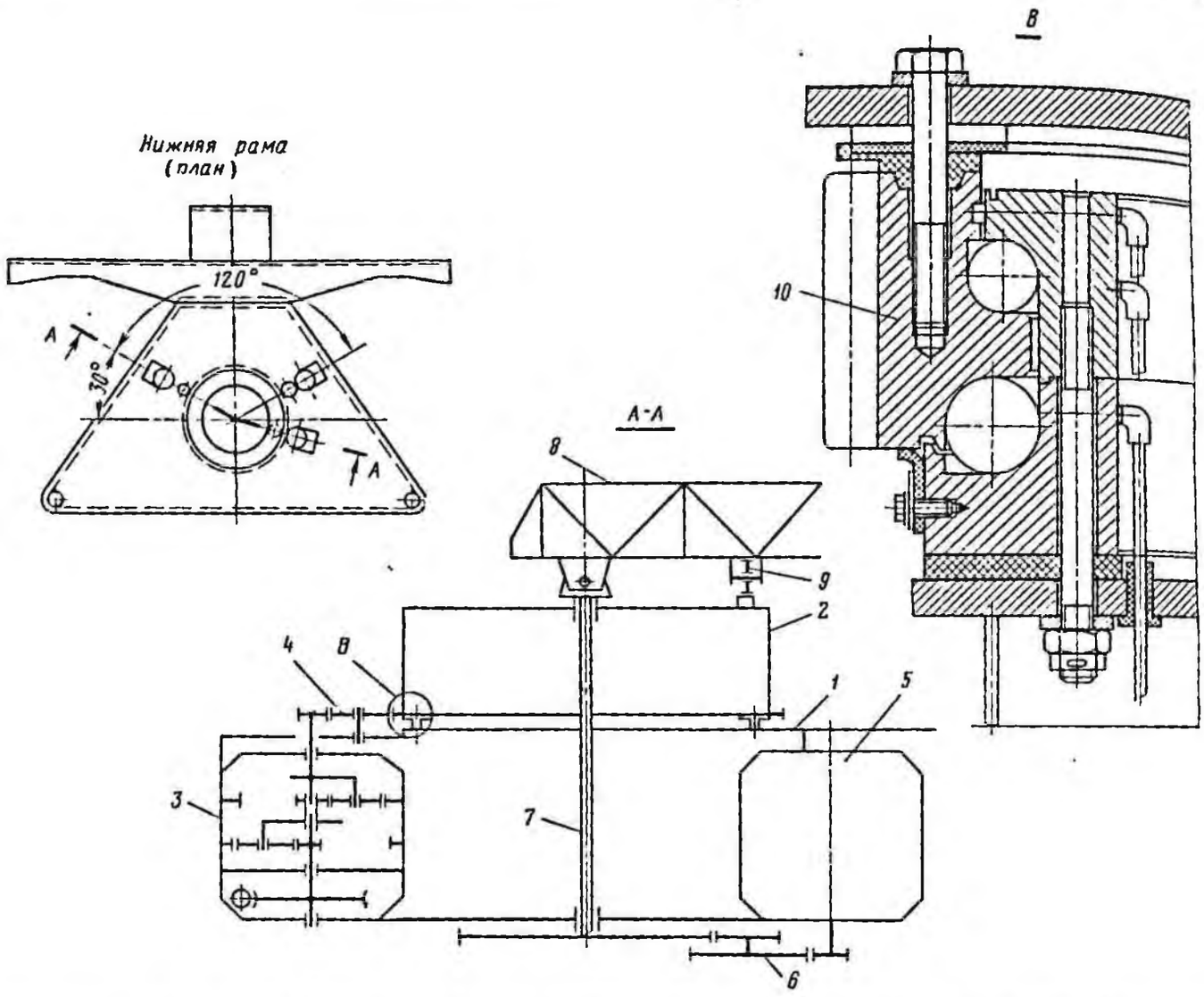


Рис. III-52. Компоновка механизмов поворота верхнего строения и стрелы разгрузочного конвейера экскаватора SchRs 500 $\frac{13}{3}$:

1 — нижняя рама; *2* — поворотная платформа; *3* — унифицированный червячно-планетарный редуктор механизма поворота верхнего строения; *4* — открытая передача механизма поворота верхнего строения; *5* — червячно-планетарный редуктор механизма поворота стрелы разгрузочного конвейера; *6* — открытая передача механизма поворота стрелы разгрузочного конвейера; *7* — поворотная колонка; *8* — стрела разгрузочного конвейера; *9* — опорный каток стрелы разгрузочного конвейера; *10* — зубчатый венец опорно-поворотного шарикового круга

бане лебедки, другой через систему блоков присоединен к предохранительному устройству на стреле противовеса, которое отключает все приводы экскаватора в случае изменения усилия в канате. Крайние (верхние и нижние) положения стрелы ротора ограничены конечными выключателями, отключающими приводы лебедок.

Поворотная платформа экскаватора опирается на треугольную раму ходового оборудования через двухрядный шариковый круг (рис. III-52). Поворотная платформа вращается двумя независимыми механизмами, состоящими из комбинированного червячно-планетарного редуктора и открытой передачи. От перегрузки поворотные механизмы защищаются электромагнитными муфтами предельного момента. Ограничение поворота роторной стрелы обеспечивается рычажными конечными выключателями.

Стрела разгрузочного конвейера выполнена в виде пространственной сквозной решетчатой фермы с параллельными поясами. За контуром поворотной платформы стрела разгрузочного конвейера имеет шарнир, вокруг которого конец стрелы может опускаться ниже горизонтального положения. При подъеме стрелы выше горизонтального положения шарнир ее замыкается и стрела представляет собой цельную жесткую конструкцию.

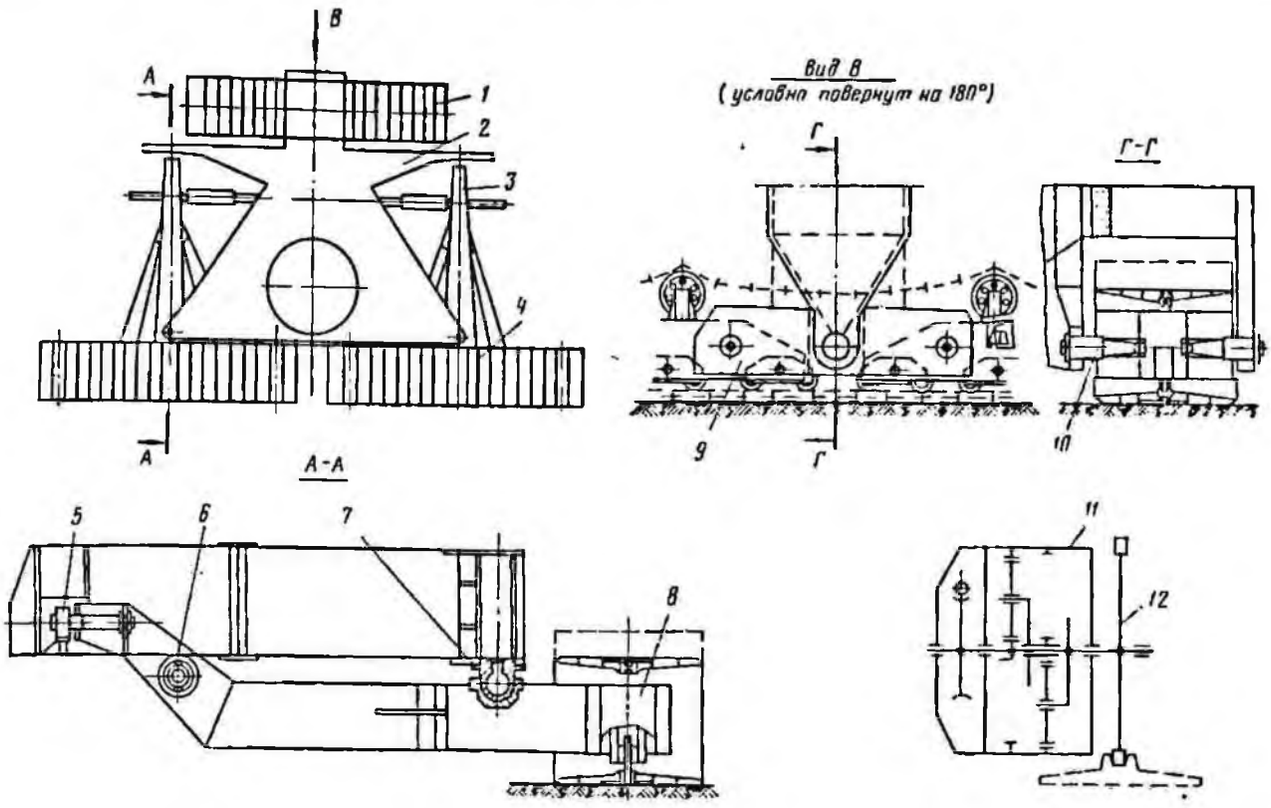


Рис. III-53. Ходовое оборудование экскаватора SchRs 500 $\frac{13}{3}$:

1 — неуправляемая гусеница *2* — нижняя рама; *3* — рычаг разворота гусеницы; *4* — управляемая гусеница; *5* — опорный каток рычага разворота; *6* — винтовая пара механизма разворота; *7* — шаровая опора; *8* — главный балансир гусеницы; *9* — система балансиров; *10* — опорные цапфы неуправляемой гусеницы; *11* — червячно-планетарный редуктор привода гусеницы; *12* — приводная звездочка

Механизм подъема стрелы разгрузочного конвейера состоит из полиспастной канатной подвески с крестообразным расположением ветвей и двухбарабанной лебедки, расположенной на уравновешивающей стреле. Лебедка смонтирована на качающейся раме, благодаря чему натяжение канатов фиксируется специальным прибором. Крайнее верхнее и нижнее положения стрелы разгрузочного конвейера ограничены конечными выключателями. Контроль за скоростью подъема осуществляется центробежным выключателем, встроенным в редуктор лебедки.

Механизм поворота стрелы разгрузочного конвейера состоит из червячно-планетарного редуктора, унифицированного с редуктором механизма поворота верхнего строения, и зубчатой передачи, приводящей во вращение поворотную колонну, которая проходит внутри опорно-поворотного круга и своей верхней частью жестко связана с поворотной платформой разгрузочного транспортера.

Транспортирующими устройствами экскаватора являются приемный и разгрузочный конвейеры, на которых установлено по одной центрирующей роликоопоре. Натяжение ленты производится вручную с помощью винтовых устройств, расположенных у натяжных барабанов. Конвейеры оборудованы предохранительными устройствами от схода и проскальзывания ленты.

Ходовое оборудование выполнено трехгусеничным (рис. III-53). Рама опирается на гусеницы в трех точках (под каждой точкой одна гусеница). Две опорные точки (шаровые опоры) установлены на рычагах разворота управляемых гусениц, расположенных по ходу движения экскаватора, третья — при помощи вилочной конструкции опирается на две консольные полуоси, жестко соединенные с несущей балкой неуправляемой гусеницы. Все три гусеницы приводные и одинаковые по габаритам. Схема опирания — трехступенчатая однодорожечная. Гусеничные траки сварные.

Натяжение цепи производится вручную при помощи винта и одноступенчатой зубчатой передачи. Привод гусеницы состоит из электродвигателя, тормоза и червячно-планетарного редуктора.

Механизм разворота гусениц состоит из общего привода, винтов управления и рычагов, жестко соединенных с несущими балками соответствующих управляемых гусениц. Вторые концы рычагов перемещаются по направляющим нижней рамы на катках. Угол разворота гусениц ограничивается конечными выключателями.

На экскаваторе имеются две кабины управления. Первая (главная) кабина расположена на консольной части металлоконструкции надстройки со стороны, противоположной приемно-питающему устройству ротора. Из нее управляются все механизмы экскаватора, за исключением разгрузочного транспортера. Вторая кабина установлена на стреле разгрузочного транспортера. Из нее производится управление лебедкой подъема и поворотным механизмом стрелы разгрузочного транспортера.

Оборудование экскаватора рассчитано на эксплуатацию при температуре не ниже —25° С и промерзании грунта на глубину не более 30 см.

Энергоснабжение экскаватора осуществляется при помощи кабеля 6 кв, сечением $3\times120 + 1\times120$ мм², длиной 500 м, наматываемым на кабельный барабан экскаватора.

Экскаватор SchRs 1500—$\frac{24}{6}$

Роторный экскаватор SchRs 1500 $\frac{24}{6}$ (рис. III-54) представляет собой машину верхнего и нижнего копания на гусеничном ходу с невыдвижной роторной стрелой, с частичным уравновешиванием. Разгрузочная стрела противовеса не имеет. Оси вращения поворотной платформы и разгрузочного устройства (стрелы)

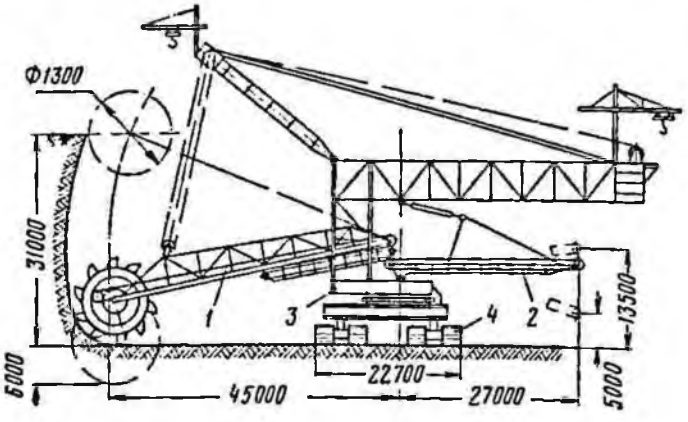


Рис. III-54. Роторный экскаватор SchRs 1500 $\frac{24}{6}$ (ФРГ):

1 — роторная часть; *2* — отвальная часть; *3* — поворотная платформа; *4* — ходовая часть

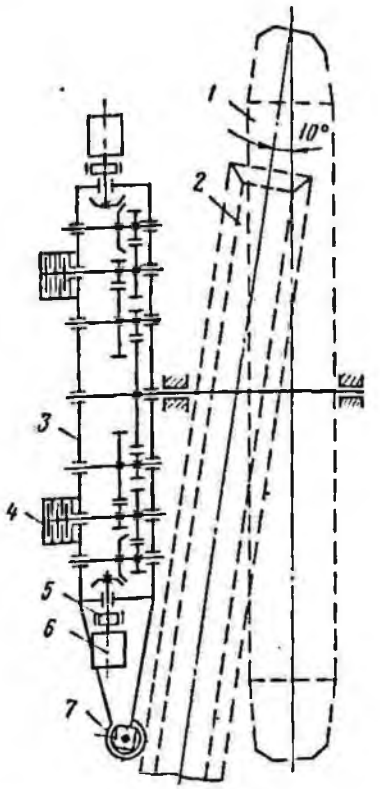


Рис. III-55. Принципиальная схема механизма привода ротора экскаватора SchRs 1500 $\frac{24}{6}$:

1 — ротор; *2* — конвейер; *3* — коническо-цилиндрический редуктор; *4* — муфта предельного момента с электрогидравлическим управлением; *5* — тормоз; *6* — электродвигатель; *7* — упругая подвеска редуктора

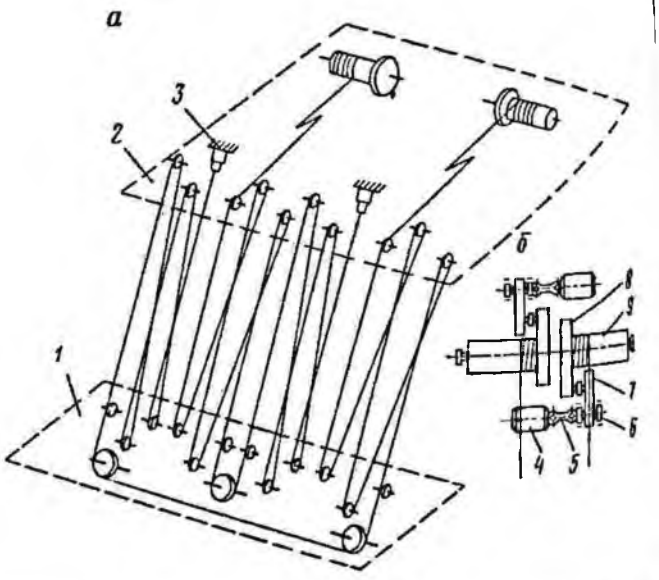


Рис. III-56. Механизм подъема (опускания) стрелы ротора экскаватора SchRs 1500 $\frac{24}{6}$:

а — схема запасовки канатов; *б* — схема компоновки лебедок подъема; *1* — головка стрелы ротора; *2* — стрела противовеса; *3* — устройство для контроля натяжения канатов; *4* — электродвигатель; *5* — карданная передача; *6* — тормоз; *7* — цилиндрический редуктор; *8* — открытое зацепление; *9* — канатный барабан

совмещены. Опирание — статически определимое на три гусеничные тележки.

Ротор бескамерного типа с боковой разгрузкой установлен по отношению к приемному конвейеру под углом 10° в вертикальной плоскости. Приемная часть конвейера частично введена внутрь ротора.

Приемно-питающее устройство представляет собой неподвижный лоток, поверхность которого армирована съемными износостойкими пластинами. Нижняя часть приемного лотка непосредственно у конвейера выполнена в виде подвижного подкрылка, что позволяет изменять угол падения материала на конвейер.

Ковши сварные, с асимметричным контуром режущих кромок. Днища ковшей имеют прямоугольные окна, закрытые цепями. Режущие кромки армированы специальными пластинами.

Привод ротора (рис. III-55) осуществляется двумя электродвигателями через пятиступенчатый коническо-цилиндрический редуктор, тихоходная шестерня последней ступени которого закреплена на консольной части вала ротора. Корпус редуктора при помощи упругой подвески крепится к металлоконструкции стрелы ротора. Фрикционные пластинчатые муфты с электрогидравлическим управлением защищают механизм привода ротора от перегрузок и отключаются конечными выключателями, установленными на упругой подвеске. Двойные колодочные тормоза срабатывают с некоторым запаздыванием и препятствуют обратному ходу ротора.

Механизм подъема стрелы ротора состоит из двух лебедок с независимыми канатными системами (рис. III-56). Каждая лебедка имеет параллельную запасовку каната в десять нитей и способна самостоятельно выдерживать рабочую нагрузку. Каждая лебедка имеет рабочий и аварийный тормоза. Специальное автоматическое устройство контролирует натяжение канатов. В случае изменения усилий в канатах приводы лебедок отключаются. Крайние положения стрелы ограничиваются рычажными конечными выключателями.

Верхнее строение экскаватора состоит из поворотной платформы и надстройки, которая в свою очередь состоит из средней части (шахты), стрелы противовеса и пилона с жесткими оттяжками. На платформе расположено независимое поворотное устройство стрелы разгрузочного конвейера с горизонтальным шарниром.

На стреле противовеса размещены машинные помещения, а также электрораспределительное устройство, лебедки подъема стрелы ротора, балласт и грузоподъемное устройство. На нижнем поясе расположены горизонтальный

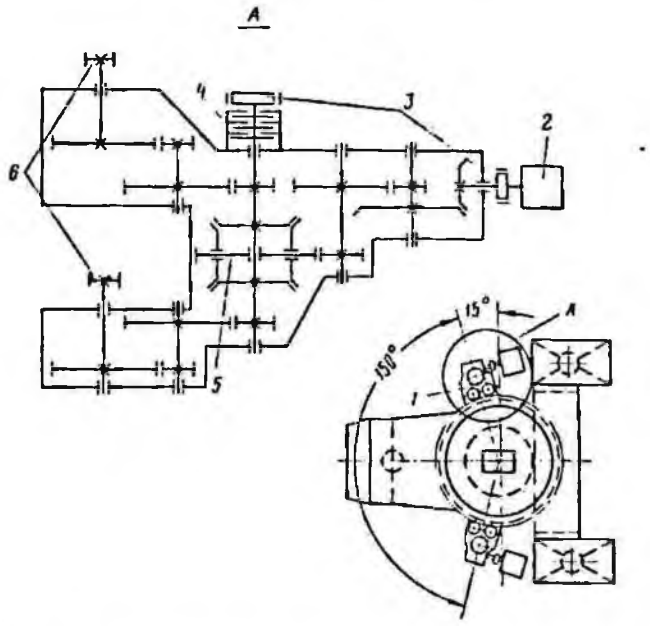


Рис. III-57. Механизм поворота верхнего строения экскаватора SchRs $1500\frac{24}{6}$:

1 — редуктор; *2* — электродвигатель; *3* — тормоз; *4* — муфта предельного момента; *5* — дифференциал; *6* — ведущие шестерни зубчатого венца опорно-поворотного шарикового круга

и вертикальный шарниры поворота разгрузочной стрелы и подъемное устройство.

Поворот верхнего строения осуществляется двумя независимыми поворотными механизмами (рис. III-57), расположенными на нижнем неповоротном строении экскаватора. Каждый

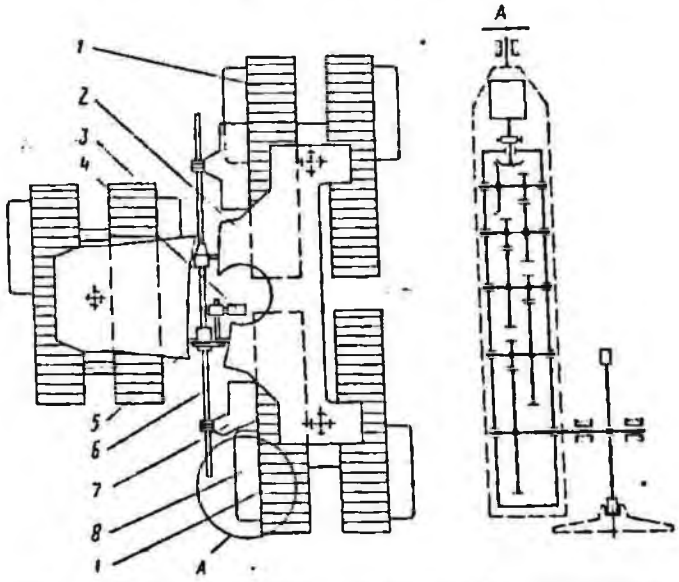


Рис. III-58. Ходовое оборудование экскаватора SchRs $1500\frac{24}{6}$:

1 — управляемая гусеничная тележка; *2* — нижняя рама; *3* — неуправляемая гусеничная тележка; *4* — привод механизма разворота гусениц; *5* — упорный подшипник механизма разворота; *6* — винтовая тяга; *7* — рычаг разворота гусеничной тележки; *8* — привод гусеничного хода

механизм оборудован двумя тормозными устройствами и фрикционной муфтой предельного момента. Специальные блокировочные устройства ограничивают поворот верхнего строения в зависимости от положения стрелы разгрузочного конвейера.

Верхнее поворотное строение опирается на нижнюю раму через шариковый двухрядный поворотный круг диаметром 9 м с подхватами.

Поворотный механизм стрелы разгрузочного конвейера состоит из коническо-цилиндрического редуктора с неполным зубчатым венцом, жестко связанным с поворотной платформой, на которую через горизонтальный шарнир опирается приемная часть стрелы. Поворотная платформа опирается на шариковый двухрядный опорно-поворотный круг. Поворот стрелы разгрузочного конвейера по отношению к верхнему поворотному строению ограничен конечными выключателями. Перемещение стрелы в вертикальной плоскости осуществляется гидродомкратом.

Транспортирующими устройствами экскаватора являются приемный и разгрузочный конвейеры. Конвейер стрелы ротора имеет два привода, разгрузочный — один.

Нижняя рама экскаватора — треугольной формы, сварная, коробчатой конструкции, опирается на сдвоенные гусеничные тележки в трех точках через шаровые опоры (рис. III-58). На раме расположены механизмы поворота верхнего строения, а также компрессорная установка и устройства смазки. Опирание производится на поперечную балку, соединяющую обе гусеницы в гусеничную тележку. Помимо этого, гусеницы одной тележки связаны трубчатыми поперечинами. Две гусеничные тележки поворотные, третья гусеничная тележка — неповоротная.

Привод механизма разворота гусениц общий и осуществляется от электродвигателя через цилиндрический редуктор, винтовую систему и рычаги, жестко связанные с верхним балансиром внутренней гусеницы соответствующей поворотной тележки. Экскаватор может двигаться по кривой с минимальным радиусом 50 м относительно центра машины. Углы разворота гусеничных тележек ограничиваются конечными выключателями. Две три гусеничные тележки одинаковы по габаритам. Система опирания — трехступенчатая однодорожечная. Гусеничные траки — сварные. Натяжение гусениц — гидравлическое с ручным приводом.

Каждая гусеница имеет индивидуальный привод, установленный на общей раме. Шестерня последней ступени редуктора посажена на консольную часть вала приводной звездочки.

Управление экскаватором производится из кабины машиниста, подвижно установленной на головке стрелы ротора со стороны его привода.

Оборудование экскаватора рассчитано на эксплуатацию при температуре от -25 до $+40°$ С.

Электроснабжение экскаватора осуществляется при помощи кабеля 6 кв сечением 4×185 мм², наматываемого на самоходные кабельные барабаны.

Экскаватор SRs (k) $470\frac{17}{1,5}$

Роторный экскаватор SRs (k) $470\frac{17}{1,5}$ (рис. III-59) верхнего копания на гусеничном ходу с невыдвижной стрелой ротора. Ось вращения поворотной платформы и стрелы разгрузочного конвейера совмещены.

Ротор бескамерного типа с боковой разгрузкой наклонен в горизонтальной плоскости на угол 8°.

Приемно-питающее устройство выполнено в виде вращающегося конуса и примыкающего к нему неподвижного лотка, армированного износостойкими пластинами.

Ковши сварные с козырьком арочной формы, с шестью зубьями. Днища ковшей сплошные.

Привод ротора наружного исполнения расположен со стороны, противоположной конвейеру. Привод ротора осуществляется одним электродвигателем через пятиступенчатый цилиндрический редуктор (рис. III-60), тихоходная шестерня последней ступени которого установлена на консольной части вала ротора. Корпус редуктора через буферные пружины опирается на металлоконструкцию стрелы ротора. Механизм привода снабжен двойным колодочным тормозом и фрикционной муфтой предельного момента.

Верхнее строение состоит из поворотной платформы и надстройки, состоящей из шахты и стрелы противовеса. На поворотной платформе расположены опорное устройство стрелы разгрузочного конвейера и механизм поворота. На стреле противовеса расположены распределительные устройства, механизм подъема роторной стрелы, кабина машиниста и грузоподъемные устройства.

Механизм подъема стрелы ротора (рис. III-61) состоит из лебедки и канатной системы с полиспастом. На стреле противовеса расположено устройство контроля натяжения каната, которое при помощи конечного выключателя отключает лебедку подъема стрелы в случае изменения усилия в канатах. Помимо этого,

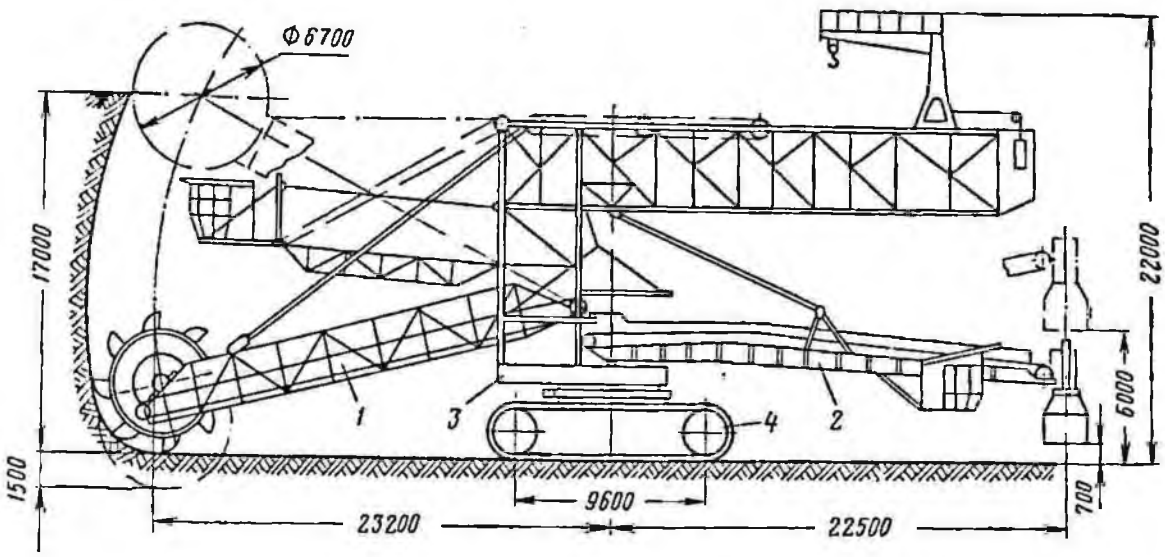


Рис. III-59. Роторный экскаватор SRs (k) 470 $\frac{17}{1,5}$:

1 — роторная часть; *2* — отвальная часть; *3* — поворотная платформа; *4* — ходовая часть

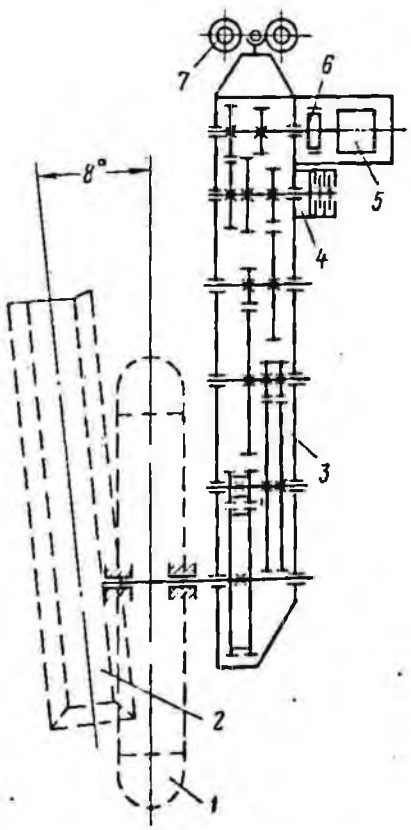


Рис. III-60. Схема механизма привода ротора экскаватора SRs (k) 470 $\frac{17}{1,5}$:

1 — ротор; *2* — конвейер; *3* — редуктор; *4* — фрикционная муфта; *5* — электродвигатель; *6* — тормоз; *7* — упругая подвеска редуктора

имеются конечные выключатели, ограничивающие подъем и опускание стрелы ротора. Поворот верхнего строения осуществляется двумя независимыми поворотными механизмами, расположенными на поворотной платформе. Поворотный механизм представляет собой многоступенчатую передачу, снабженную муфтой предельного момента. Верхнее поворотное строение полноповоротное, опирается на нижнюю раму через шариковый поворотный круг диаметром 5500 мм. Специальные блокировочные устройства ограничивают поворот верхнего строения в зависимости от положения стрелы разгрузочного конвейера.

Поворот стрелы разгрузочного конвейера осуществляется при помощи многоступенчатого поворотного механизма, состоящего из унифицированного коническо-цилиндрического редуктора, закрытых цилиндрических пар и тихоходной шестерни, находящейся в зацеплении с зубчатым колесом, установленным на нижней поворотной опоре стрелы.

Механизм подъема стрелы разгрузочного конвейера (рис. III-62) — винтовой, подъем осуществляется электродвигателем с редуктором и ходовым винтом.

Транспортирующими устройствами экскаватора являются приемный и разгрузочный конвейеры.

Ходовое оборудование представляет собой двухгусеничную систему с общей рамой. Рама опирается на четыре балансира. Каждый балансир имеет шестиколесную тележку с парным

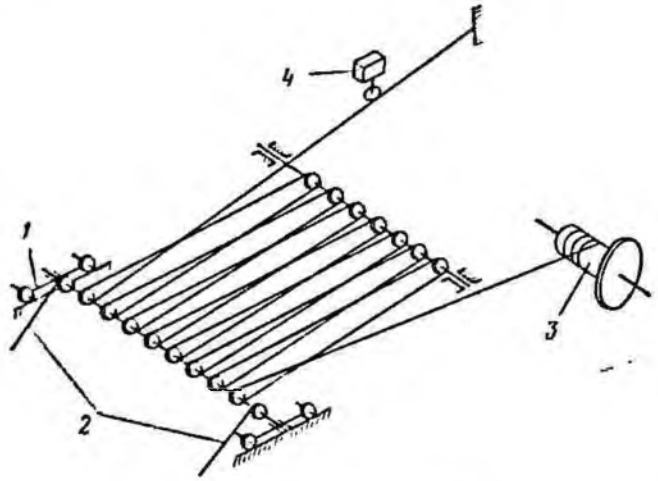


Рис. III-61. Механизм подъема стрелы ротора экскаватора SRs (k) 470 $\frac{17}{1,5}$:

1 — тележка с системой блоков; *2* — жесткие оттяжки стрелы ротора; *3* — барабан лебедки подъема стрелы ротора; *4* — устройство контроля натяжения

комбинированным опиранием. Гусеничная лента — однодорожечная. Натяжение гусеничной ленты осуществляется гидродомкратами. Траки — сварные. Обе гусеницы — приводные.

На поворотной платформе экскаватора в месте перегрузки с приемного конвейера на разгрузочный установлена валковая дробилка для дробления негабарита породы с выходом фракций не более 300 мм. Дробилка представляет собой два расположенных параллельно барабана с набранными на них в шахматном порядке дробящими билами. Барабаны имеют встречное вращение и индивидуальный привод от двух электродвигателей при помощи клиноременной передачи.

Кабина машиниста экскаватора расположена на специальной стреле со стороны конвейера. Параллелограммная система крепления кабины машиниста позволяет сохранять постоянное ее ориентирование относительно горизонта при подъеме и опускании.

Электроснабжение экскаватора осуществляется с помощью кабеля 6 кв, который наматывается на кабельный барабан экскаватора.

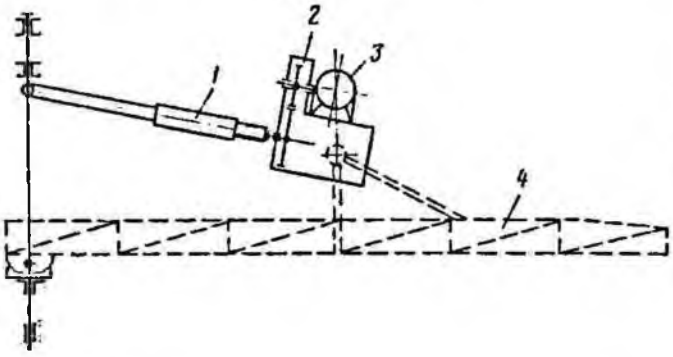


Рис. III-62. Механизм подъема стрелы разгрузочного конвейера экскаватора SRs (k) 470 $\frac{17}{1,5}$:

1 — винтовая пара; *2* — редуктор привода ходового винта; *3* — электродвигатель; *4* — стрела разгрузочного конвейера

Экскаватор К-300 $\frac{17,2}{2}$ 6В

Роторный экскаватор К-300 $\frac{17,2}{2}$ 6В (рисунок III-63) представляет собой машину верхнего копания на гусеничном ходу с выдвижной стрелой ротора, уравновешенным верхним строением и одной центральной поворотной платформой. Разгрузочный конвейер установлен на нижней неповоротной раме.

Ротор — камерного типа, не имеет приемно-питающего устройства, экскавируемый материал непосредственно из камер попадает на приемный конвейер стрелы ротора. Ковши — сварные с козырьком арочной формы и шестью зубьями, расположенными симметрично. Днища ковшей имеют прямоугольные окна, закрытые цепями.

Привод ротора — наружного исполнения, расположен со стороны, противоположной конвейеру. Привод ротора осуществляется от двигателя переменного тока через четырехступенчатый коническо-цилиндрический редуктор. На выходном валу тихоходной ступени редуктора посажена шестерня, которая находится в зацеплении с зубчатым венцом, жестко закрепленным на ободе ротора.

Верхнее строение состоит из поворотной платформы и расположенных на ней стрелы противовеса и П-образного пилона. На верхних поясах стрелы противовеса уложены пути, по которым перемещается напорная тележка стрелы ротора. Продольное перемещение стрелы ротора осуществляется при помощи напорного механизма, состоящего из электродвигателя

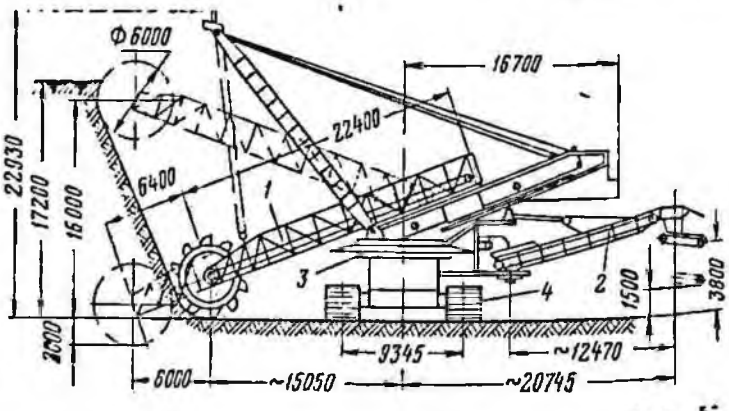


Рис. III-63. Роторный экскаватор К-300 $\frac{17,2}{2}$ 6В:

1 — роторная часть; *2* — отвальная часть; *3* — поворотная платформа; *4* — ходовая часть

с редуктором и реечного зацепления. Зубчатые рейки закреплены на верхних поясах стрелы противовеса. Внутри рамы стрелы противовеса находится подвижный балласт, связанный с напорной тележкой выдвижения канатной системой и перемещающийся в направлении, обратном выдвижению стрелы.

Механизм подъема (опускания) стрелы ротора состоит из лебедок и системы канатных полиспастов.

Поворотная платформа опирается на нижнюю неповоротную раму через однорядный шариковый опорно-поворотный круг. Вращение поворотной платформы осуществляется двумя независимыми поворотными механизмами, расположенными на неповоротной раме.

Стрела разгрузочного конвейера выполнена в виде пространственной фермы, на верхнем поясе которой расположен разгрузочный конвейер. Конец стрелы и ее средняя часть поддерживаются канатными оттяжками, связанными через блок и жесткую тягу с шарниром, ось которого совмещена с осью поворотного устройства. Поворот разгрузочного конвейера осуществляется при помощи поворотного механизма, состоящего из двигателя и редуктора.

Транспортирующими устройствами экскаватора являются конвейеры: приемный, возвратный на стреле противовеса, передаточный на нижней неповоротной раме экскаватора и разгрузочный.

Ходовое оборудование — двухгусеничное с общей рамой коробчатой конструкции. Опирание рамы — трехступенчатое. Гусеничная лента имеет одну опорную дорожку. Натяжение гусениц винтовое. Обе гусеницы приводные.

ЦЕПНЫЕ МНОГОКОВШОВЫЕ ЭКСКАВАТОРЫ

§ 1. Классификация

Технические возможности цепных многоковшовых экскаваторов обеспечивают им достаточно большую область применения. Так, производительность цепных экскаваторов достигает 11500 м³/ч, суммарная высота отрабатываемых уступов (для полноповоротных экскаваторов) — 66 м. Усилия резания, реализуемые цепными многоковшовыми экскаваторами при коэффициенте заполнения $K_з = 1$, находятся в пределах 4,1 — 22 кгс/см², или 33 — 202 кгс/см.

Производство цепных многоковшовых экскаваторов сосредоточено в ГДР, ЧССР и ФРГ. Отечественной промышленностью выпускаются только траншейные многоковшовые экскаваторы.

Цепные многоковшовые экскаваторы имеют различное назначение, различную конструкцию основных узлов и различные области применения. По этим признакам проведена классификация экскаваторов (табл. III-34).

На рис. III-64 приведена конструктивная схема карьерного цепного многоковшового экскаватора средней мощности поперечного верхнего и нижнего черпания, с боковой разгрузкой через ленточный конвейер, на рельсовом ходу, поворотного, с многозвенной рамой, с промежуточными ленточными конвейерами и полностью направляемой цепью, предназначенного для вскрышных и добычных работ.

На рис. III-65 приведена конструктивная схема карьерного цепного многоковшового экскаватора большой мощности поперечного верхнего и нижнего черпания, с боковой разгрузкой через ленточный конвейер, на гусеничном ходу, поворотного, с многозвенной рамой, без промежуточных ленточных конвейеров и с полностью направляемой цепью, предназначенного для вскрышных и добычных работ.

На рис. III-66 приведена конструктивная схема карьерного цепного многоковшового экскаватора большой мощности поперечного верхнего и нижнего черпания, двухпортального, на рельсовом ходу, полноповоротного, с многозвенной рамой, с промежуточными ленточными конвейерами с полностью направляемой цепью, предназначенного для вскрышных работ.

На карьерах СССР применяются цепные многоковшовые экскаваторы с ковшами емкостью от 100 до 1500 л, производительностью до 2100 м³/ч, со всеми способами черпания и разгрузки, на рельсовом и гусеничном ходу, поворотные и неповоротные, с жесткой и многозвенной невыдвижной рамой с полностью направляемой цепью, на добычных и вскрышных работах.

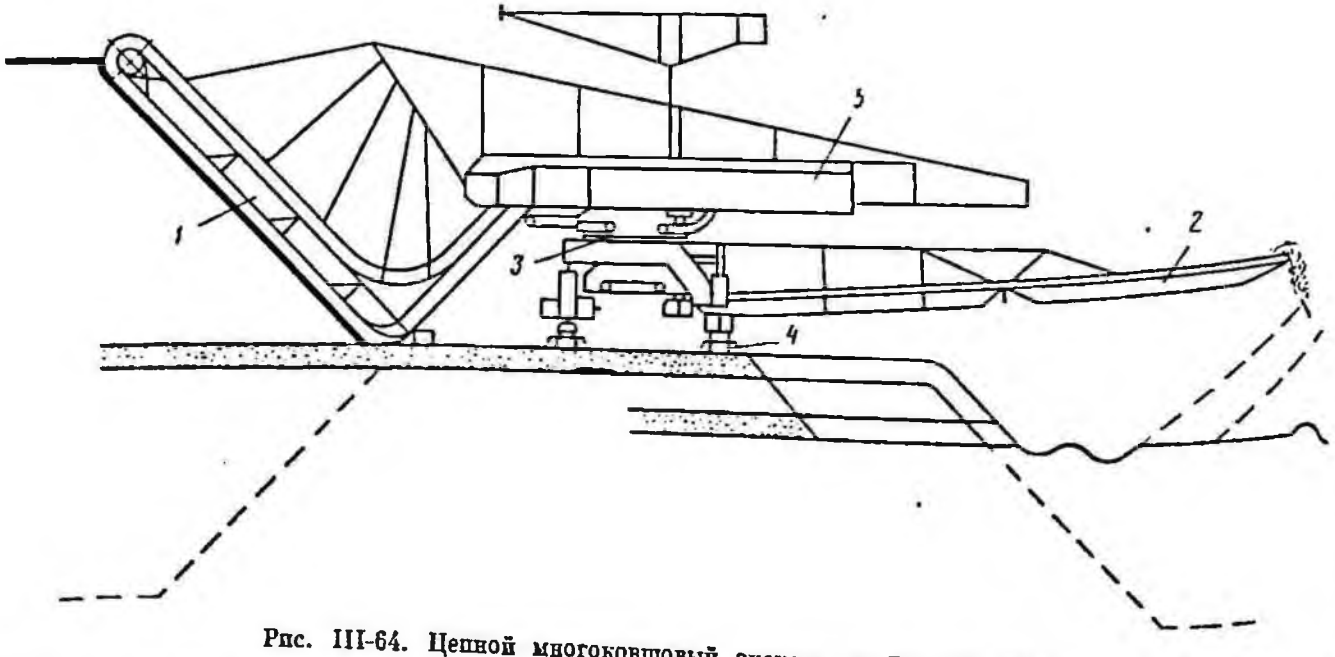


Рис. III-64. Цепной многоковшовый экскаватор ЕС 400 (ГДР):

1 — многочерпаковый рабочий орган; *2* — отвальная часть; *3* — поворотная платформа; *4* — ходовая часть; *5* — подстройка

Таблица III-34

Классификация цепных многоковшовых экскаваторов

Группа признаков	Признаки	Тип (классы)	№ рисунков
Технологические	Направление рабочего хода	Поперечного черпания	III-64 ÷ III-66
		Продольного черпания	—
	Способы черпания	Верхнего черпания	—
		Нижнего черпания	—
		Нижнего и верхнего черпания	III-64 ÷ III-66
	Способ разгрузки	Однопортальные	—
		Двухпортальные	III-66
		С боковой разгрузкой через люк	—
		С разгрузкой ленточным конвейером	III-64, III-65
Назначение	Отрасль промышленности Виды работ	Для открытых горных работ	III-64 ÷ III-66
		Для строительных работ	—
		Для добычных работ	III-64 ÷ III-65
		Для вскрышных работ	III-64 ÷ III-66
		Для строительства карьеров	—
		Для прокладки траншей	—
		Для прокладки каналов	—
		Для складов насыпных грузов	—
Конструктивные	Ходовая часть	Рельсовые	III-64, III-66
		Гусеничные	III-65
		Рельсо-гусеничные	—
		Шагающие	
	Конструкция верхней части	Неповоротные	—
		Поворотные	III-64, III-65
		Полноповоротные	III-66
	Конструкция ковшовой рамы	С жесткой рамой	III-64 ÷ III-66
		С многозвенной рамой	—
		С выдвижной рамой	III-64 ÷ III-66
		С невыдвижной рамой	
Конструктивные	Конструкция перегрузочных устройств	С промежуточными ленточными конвейерами	III-64, III-66
		Без промежуточных ленточных конвейеров	III-65
	Емкость черпаков	Малой мощности (15—150 л)	—
		Средней мощности (200—450 л)	III-64
		Большой мощности (500—3000 л)	III-65, III-66
	Конструкция цепи	Со свободно провисающей цепью	—
		С частично направляемой цепью	—
		С полностью направляемой цепью	III-64 ÷ III-66

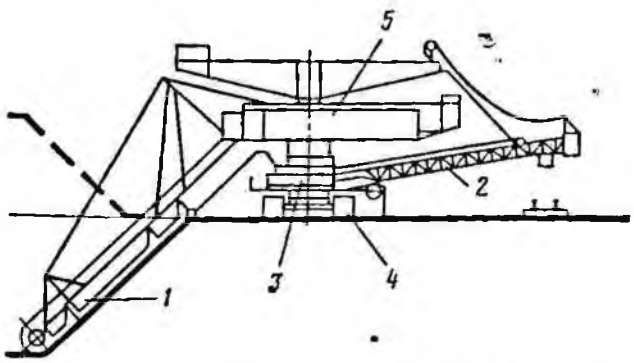


Рис. III-65. Цепной многоковшовый экскаватор РС 500 (ГДР):

1 — многочерпаковый рабочий орган; *2* — отвальная часть; *3* — поворотная платформа; *4* — ходовая часть; *5* — надстройка

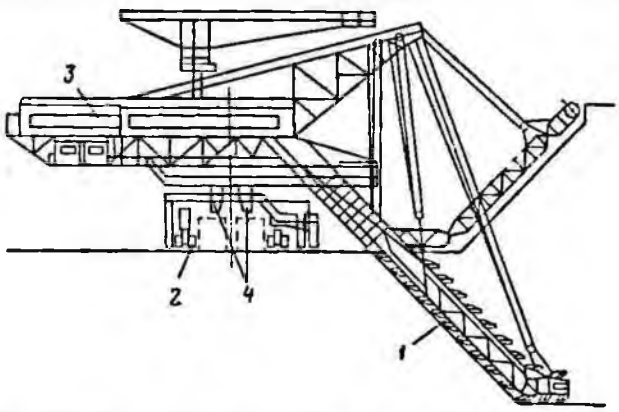


Рис. III-66. Цепной многоковшовый экскаватор ДС 1120:

1 — многочерпаковый рабочий орган; *2* — ходовая часть; *3* — надстройка; *4* — разгрузочная часть

§ 2. Определение основных параметров

Теоретическая производительность (в рыхлом теле)

$$Q = 0{,}06qn = 3{,}6q\frac{v_к}{t_к},\ м^3/ч,$$

где q — емкость ковша, л;
n — скорость разгрузки, ковш/мин;
$v_к$ — скорость движения цепи, м/сек;
$t_к$ — шаг ковшей, м.

Техническая производительность (в плотном теле)

$$Q_т = QK_т\frac{K_н}{K_р} = 3{,}6qK_т\frac{K_н v_к}{K_р t_к},\ м^3/ч,$$

где $K_т$ — коэффициент, учитывающий трудность экскавации (табл. III-35);
$K_н$ — коэффициент наполнения ковша; в общем случае $K_н \leqslant 1$ (см. табл. III-35);
$K_р$ — коэффициент разрыхления породы в ковше (см. табл. III-35).

Эксплуатационная производительность

$$Q_э = Q_т K_и = 3{,}6qK_т K_и\frac{K_н v_к}{K_р t_к},\ м^3/ч,$$

где $K_и = 0{,}7 \div 0{,}9$ — коэффициент использования экскаваторов во времени.

Коэффициент $K_т$ зависит от объекта разработки (породы) и разрабатывающего объекта (конструкции машины); может быть увеличен путем конструктивного усовершенствования экскаватора и его рабочего органа. Коэффициент $K_р$ зависит от объекта разработки (механических свойств породы). Коэффициент $K_п$ зависит от субъекта управления машиной (машиниста экскаватора); может быть увеличен (до предельных значений, допускаемых конструкцией экскаватора — $1{,}1 \div 1{,}2$) правильным выбором режима работы экскаватора — скорости подачи, толщины стружки, высоты и угла откоса уступа.

Таблица III-35

Коэффициенты наполнения $K_н$, разрыхления $K_р$, трудоемкости разработки $K_т$ и общий коэффициент влияния породы $K_п$ (по Н. Г. Домбровскому)

Категория пород по $И$ и $Р$	$K_н$	$K_р$	$K_т$	$K_п = K_т\frac{K_н}{K_р}$
I	1,05	1,15	1,0	0,91
II	1,0	1,20	0,95	0,79
III	0,90	1,25	0,80	0,58
IV	0,85	1,30	0,70	0,46

Коэффициент наполнения определяется следующим образом:

при работе с опусканием рамы (треугольные стружки)

$$K_н = \frac{albK_р}{2q \cdot 10^{-3}};$$

при работе без опускания рамы (параллельные стружки)

$$K_н = \frac{albK_р}{10^{-3}q},$$

где a — толщина стружки; измеряется перпендикулярно ковшовой раме (величина подачи ковшовой рамы в направлении, перпендикулярном рабочему ходу экскаватора), м;
l — длина стружки; измеряется параллельно ковшовой раме, м;
b — ширина стружки; измеряется параллельно рабочему ходу экскаватора, м

$$b = \frac{v_п t_к}{60V_к},$$

где $V_п$ — скорость подачи экскаватора, м/мин.

Таким образом, выбирая правильные соотношения скорости подачи экскаватора, величины подачи ковшовой рамы и параметров уступа при неизменной скорости разгрузки ковшей, можно максимально использовать теоретическую производительность экскаватора.

При проектировании экскаваторов их основные параметры определяются в обратном порядке, по заданной теоретической производительности Q:

$$q = 16{,}7\frac{Q}{n} = 0{,}278\frac{Qt_к}{v_к},\ л.$$

Скорость движения цепи ограничивается условиями разгрузки и динамикой нагрузок цепи. В настоящее время принимается $V_к = 1{,}25 \div 1{,}5$ м/сек. Введение в трансмиссию привода цепи упругих звеньев оптимальной жесткости позволяет повысить скорость цепи на 25%.

При скорости цепи $1{,}25 \div 1{,}5$ м/сек шаг ковшей определяется выражением

$$t_к = (56 \div 74)\sqrt[3]{q}.$$

§ 3. Конструкция и техническая характеристика

Основными узлами многоковшовых экскаваторов являются: рабочий орган, ходовая часть, поворотный и подъемный механизмы, разгрузочные устройства и электрооборудование.

Рабочий орган состоит из цепи с ковшами, привода цепи, ковшовой рамы и ее подвески, породного желоба и разгрузочных устройств.

Цепь состоит из средних и наружных звеньев, соединенных пальцами на втулках. Звенья могут быть штампованными, литыми или сварными. Пальцы и втулки изготовляются из высокомарганцовистой стали.

Ковши крепятся к одной паре звеньев, называемых ковшовыми. Обычно шаг ковшей составляет четыре звена, а при работе на плотных грунтах он увеличивается до шести звеньев. Это позволяет реализовать повышенные усилия резания. Уменьшение шага ковшей ограничивается условиями разгрузки.

Привод цепи осуществляется одним асинхронным электродвигателем с фазным ротором, а у мощных экскаваторов — двумя электродвигателями. На ведущий барабан момент передается через редуктор, а у мощных экскаваторов (D-1500, DS-3150 и др.) — через два последовательных редуктора. Второй редуктор (обычно планетарный) совмещается с предохранительной муфтой. Приводы имеют муфты предельного момента. В экскаваторах малой мощности применяются многодисковые фрикционные муфты, а в мощных экскаваторах — ролико-пневматические или ролико-пружинные муфты.

Последнее время намечается тенденция повышения скорости цепей многоковшовых экскаваторов. При этом в привод вводятся упругие звенья, сглаживающие динамические нагрузки.

Тяговое усилие на цепи передается барабаном с двумя ведущими звездочками. Звездочки обычно выполняются шестигранными (у экскаваторов малой мощности) и восьмигранными (у мощных экскаваторов). На звездочках устанавливаются направляющие кулаки, которые входят в зазор между наружными звеньями цепи. Звездочки выполняются разборными, что облегчает их монтаж, демонтаж и ремонт.

Ковшовая рама предназначена для направления движения цепи и передачи ковшам боковых усилий. В последнее время рамы всех экскаваторов снабжаются специальными направляющими для рабочей ветви цепи (цепными коридорами). Ковшовые рамы со свободно провисающей цепью в настоящее время применяются только на экскаваторах с малой производительностью и высотой черпания не более 10 м. Ковшовая рама состоит из двух (жесткая) или более (многозвенная) звеньев, шарнирно соединенных между собой. На ковшовой раме устанавливаются поддерживающие ролики для холостой ветви цепи и отклоняющие и оборотные барабаны. Оборотный барабан в конце рамы служит одновременно и для натяжения цепи.

Подвеска рамы представляет собой канатные системы с полиспастами. Каждая система канатов имеет свою независимую лебедку. Такая система подвески позволяет не только поднимать и опускать раму, но и изменять относительное положение звеньев. Это дает возможность в широких пределах изменять высоту черпания и угол откоса и осуществлять планировку площадки.

Специальные схемы подвески с перекрестной запасовкой канатов воспринимают и ограничивают боковые нагрузки рамы. Для этой же цели в некоторых экскаваторах рама снабжается боковыми оттяжками. Некоторые экскаваторы выпускаются с выдвижной рамой. В этих экскаваторах ковшовая рама имеет подачу до 6 м в направлении, перпендикулярном направлению движения экскаватора.

Породный желоб служит для поддержания ковшовой цепи, перемещения материала от выхода груженых ковшей из забоя до места разгрузки и защиты экскаваторных путей от загрязнения. В нижней части породного желоба устанавливают специальные отвалы для планировки бровки уступа. Проходное сечение желоба выполняется по форме ковша с зазорами 30 — 50 мм на сторону.

Разгрузочное устройство представляет собой воронку (бункер) с углом наклона стенок не менее 60°. Воронка устанавливается под приводным барабаном и принимает весь груз из ковшей.

Ходовая часть обеспечивает рабочие и холостые перемещения экскаватора и равномерную передачу нагрузок от веса экскаватора на грунт. Скорость перемещения современных экскаваторов колеблется в пределах 1,8 — 16 м/мин.

Экскаваторы средней и большой мощности имеют рельсовый ход (двухрельсовый, трехрельсовый и четырехрельсовый). Передача веса экскаватора на ходовую часть осуществляется с помощью многоступенчатой балансирной трехточечной подвески. Средняя нагрузка на колеса допускается до 15 — 20 тс. Количество колес у экскаватора колеблется от четырех (экскаваторы малой мощности) до 256 (мощные экскаваторы). Колеса монтируются на ходовых тележках по 2—8 шт. Тележки бывают приводные и неприводные. В качестве привода применяются в основном двигатели постоянного тока по системе Г—Д. Приводы ходовых тележек оснащаются автоматическими тормозами. Кроме того, ходовая часть экскаваторов на рельсовом ходу снабжается специальными рельсозахватами различной конструкции, кото-

рые должны обеспечивать 1,5-кратный запас тормозной силы против угона экскаватора ветром. Экскаваторы на рельсовом ходу могут преодолевать уклоны до 1 : 50—1 : 30.

Экскаваторы на гусеничном ходу могут иметь от двух (у экскаваторов малой мощности) до восьми (у мощных экскаваторов) гусениц. У экскаваторов с двумя гусеницами обе гусеницы приводные, а у экскаваторов с большим числом гусениц часть из них могут быть и не приводными. Поворот экскаватора с двухгусеничной ходовой частью осуществляется изменением скоростей гусениц. Поворот остальных экскаваторов осуществляется специальными устройствами управления гусеницами. Действие всех этих устройств основано на повороте одной или более гусениц. Гусеничный ход обычно рассчитывается на давление на грунт в пределах 1,2—1,5 кгс/см². Привод гусениц осуществляется двигателями постоянного тока по системе Г—Д. Экскаваторы на гусеничном ходу могут преодолевать уклоны до 1 : 10—1 : 15 и имеют радиус поворота до 50 м.

Рельсово-гусеничный ход представляет собой комбинацию гусеничного и рельсового хода. Гусеничное полотно представляет собой рельсовое полотно, укладываемое под колеса (катки), часть которых является приводными. Поворот экскаватора осуществляется поворотом направляющих колес за счет зазоров между элементами гусениц. Преимуществами этого хода являются меньший вес по сравнению с гусеничным и уменьшение разрушения почвы. Рельсово-гусеничный ход позволяет преодолевать уклоны до 1 : 30. Минимальный радиус поворота экскаватора на рельсово-гусеничном ходу около 100 м.

Шагающее ходовое устройство (экскаваторы RK400 и RK450) состоит из кольцевой платформы, на которой размещен поворотный круг верхнего строения экскаватора, и внутренней подъемной и перемещающейся опоры. Перемещается экскаватор без вращения верхней части. Удельное давление на грунт—0,8 кгс/см².

Поворотный механизм состоит из поворотного круга и привода поворота. У экскаваторов малой мощности поворотный круг опирается на кольцевой рельс равномерно расположенными катками; осевые нагрузки воспринимаются центральной цапфой. Привод поворота осуществляется через зубчатый венец. У экскаваторов средней мощности опирание на кольцевой рельс осуществляется через роликовый круг. Привод также осуществляется через зубчатый венец. У экскаваторов большой мощности поворотное устройство представляет собой группу приводных тележек, которые перемещаются по кольцевым рельсовым путям, уложенным в верхней части неповоротной конструкции.

Подъемный механизм состоит из одной или нескольких подъемных лебедок (в зависимости от конструкции рамы), которые осуществляют подъем и опускание ковшовой рамы, и системы канатной подвески. Лебедки обычно размещаются в задней части верхнего строения экскаватора.

Разгрузочное устройство в общем случае состоит из разгрузочного конвейера и группы питателей различной конструкции. Простейшее разгрузочное устройство имеет однопортальный экскаватор, работающий в комплексе с транспортно-отвальным мостом. Материал непосредственно из приемного бункера поступает на поперечный конвейер моста. У однопортальных экскаваторов и экскаваторов с боковой разгрузкой без разгрузочного транспортера материал из бункера ковшовой цепи поступает на приемный ленточный конвейер. С конвейера материал поступает на продольный реверсивный ленточный питатель, который распределяет груз вдоль вагона и обеспечивает переход между вагонами без просыпей. У двухпортальных экскаваторов между приемным конвейером и продольными питателями установлен поперечный реверсивный ленточный питатель. Он обеспечивает перевод погрузки с одного железнодорожного пути на другой без просыпей. Экскаваторы с боковой разгрузкой и с разгрузочным конвейером имеют приемный конвейер, с которого материал поступает на разгрузочный конвейер. Последний поворачивается вокруг вертикальной оси и может изменять высоту разгрузки. На конце разгрузочного конвейера обычно устанавливаются специальные управляемые желоба, обеспечивающие равномерное распределение материала по вагону и переход между вагонами без просыпей.

Электрооборудование. Электроэнергия к экскаватору подводится по гибкому кабелю, намотанному на кабельный барабан, который может быть установлен либо на неповоротной части экскаватора, либо на самостоятельной самоходной тележке. Кабельный барабан обеспечивает равномерную намотку и размотку кабеля при движении экскаватора в обе стороны. Емкость кабельных барабанов в настоящее время превышает 1000 м. В некоторых моделях экскаваторов применяется подвод электроэнергии с помощью контактных проводов. Энергия подводится к распределительным устройствам высокого и низкого напряжений.

На мощных приводах (привод рабочего органа, подъемных конвейеров и др.) устанавли-

Таблица III-36

Техническая характеристика цепных многоковшовых экскаваторов

Показатели	Марка экскаватора						
	R-300	R-500	RS-500	D-400	D-850	DS-800	DS-1000
Производительность, м³/ч	380 т/ч	400	720	600	840	750	1100
Емкость ковша, л	300	500	500	400 (620) *	850	800	1000
Число ковшей	26/38	26/39	27/39	23/26	49/49	37/37	39
Глубина черпания, м	8	10	18	10	22	28	20—23
Высота черпания, м	10	10	18	—	—	28	20
Ход	Гусеничный			Рельсовый			
Поворотность	Неповоротный		Полноповоротный	Неповоротный		Полноповоротный	
Установленная мощность, квт	272	475	872	463	—	1320	1293
Масса экскаватора, т	270	350	885	350	475	993	—
Завод-изготовитель	Буккау	ЛМГ	Буккау	Буккау	Буккау	Крупп	Крупп
Год ввода в эксплуатацию на ГОКе	1958	1952	1964	1952	1956	1964	1966

* В скобках приведены параметры после реконструкции.

ваются высоковольтные асинхронные двигатели с фазным ротором. Для приводов ходовых устройств и поворотных механизмов с плавной регулировкой скорости применяют электродвигатели постоянного тока с независимым возбуждением по системе Г—Д с электромашинным усилителем. Высоковольтная аппаратура (масляные, автогазовые и воздушные выключатели, разъединители различных типов) монтируется в комплектных ячейках.

Управление всеми механизмами дистанционное, сосредоточено на пультах управления. На этих же пультах сосредоточены измерительные приборы, осуществляющие контроль за состоянием всех главных механизмов экскаватора. В цепях управления современных экскаваторов предусмотрены блокировки, обеспечивающие заданную последовательность включения и выключения механизмов, предохранение от механических повреждений и от столкновения отдельных узлов, ограничение крайних положений механизмов и экскаватора в целом, ограничение перекосов коромысел подвески, контроль обрыва и пробуксовки конвейерных лент, контроль расширения и продольного уклона путей, ограничение максимальной скорости хода экскаватора, ветровую защиту.

Экскаваторы оснащаются звуковой и световой сигнализацией и двухсторонней телефонной и громкоговорящей связью.

Техническая характеристика цепных многоковшовых экскаваторов, работающих на железорудных карьерах СССР, приведена в табл. III-36.

ОТВАЛООБРАЗОВАТЕЛИ

§ 1. Классификация

По технологическому назначению отвалообразователи делятся на машины, работающие в составе транспортных комплексов, и на машины, работающие в составе транспортно-отвальных комплексов.

При работе отвалообразователей в составе транспортных комплексов они принимают породы вскрыши с отвального конвейера и укладывают их во внутренние или внешние отвалы. При работе отвалообразователей в составе транспортно-отвальных комплексов породы вскрыши передаются на них непосредственно от роторного экскаватора (иногда через перегружатель) и укладываются ими во внутренние отвалы.

Технологическое назначение отвалообразователей накладывает свой отпечаток на выбор их линейных параметров и общую конструктивную схему машины.

Ввиду расположения отвалообразователей, работающих в составе транспортных комплексов непосредственно на отвале, технологические схемы их использования обычно строятся с укладкой пород вскрыши в два яруса: нижний, расположенный ниже уровня установки отвалообразователя, и верхний, расположенный выше уровня установки отвалообразователя.

При использовании отвалообразователя по транспортно-отвальной системе, как правило, подавляющая часть пород вскрыши укладывается в отвалы, расположенные выше уровня установки отвалообразователя.

Указанные технологические особенности укладки отвалов для двух рассматриваемых систем разработки предопределяют значительно бо́льшие вылеты отвальных консолей и высоты разгрузки у отвалообразователей, работающих в составе транспортно-отвальных комплексов, чем у отвалообразователей, работающих в составе транспортных комплексов. Вылеты отвальных консолей отвалообразователей, работающих в составе транспортно-отвальных комплексов, достигают у выпускаемых машин 190 м и у проектируемых машин — 220 м. Вылеты отвальных консолей отвалообразователей, работающих в составе транспортных комплексов, не превышают 100 м.

Для комплексов производительностью 5000 м³/ч для транспортно-отвальных систем разработки освоен выпуск отвалообразователей ОШР-5000/190 с вылетом отвальной консоли 190 м, для транспортных систем разработки — отвалообразователь ОШР-5000/95 с вылетом отвальной консоли 95 м. Для комплексов производительностью 1500 м³/ч для транспортно-отвальных и транспортных систем разработки созданы соответственно отвалообразователи ОШ-1500/105 и ОГ-1500/54. Однако практически освоен выпуск только отвалообразователей ОШ-1500/105, которые используются как для транспортноотвальных, так и для транспортных систем разработки.

Одной из разновидностей отвалообразователей с точки зрения их технологического назначения при транспортной системе разработки является так называемый компенсатор высоты, устанавливаемый в линии конвейеров комплекса и предназначенный для подъема пород вскрыши с нижележащего на вышележащий горизонт.

В настоящее время осваивается выпуск компенсатора высоты на шагающе-рельсовом ходу производительностью 5000 м³/ч, обеспечивающего подъем пород вскрыши на отметку +25 м.

Следует отметить, что на практике в качестве компенсаторов высоты широкое распространение находят обычные типы отвалообразователей.

По типу ходового оборудования отвалообразователи делятся на рельсовые, гусеничные, шагающие и шагающе-рельсовые. Рельсовое ходовое оборудование в настоящее время находит весьма ограниченное применение в конструкциях отвалообразователей и используется только для некоторых типов компенсаторов высоты.

Гусеничное ходовое оборудование является практически единственным типом ходового оборудования, применяемого для отвалообразователей в ГДР и ФРГ. Однако значительный вес отвалообразователей на гусеничном ходу и его серьезные эксплуатационные недостатки, особенно при работе на слабых грунтах отвалов, привели к попыткам (в СССР и ЧССР) использования для отвалообразователей других типов ходового оборудования, в частности шагающего хода, широко применяемого для одноковшовых экскаваторов-драглайнов, работающих в условиях, аналогичных работе отвалообразователей.

Большим преимуществом шагающего хода являются простота конструкции, относительно небольшой вес, возможность получения низких удельных давлений на грунт при работе машины. Шагающий ход обеспечивает высокую маневренность — разворот машины осуществляется на месте. Шагающее оборудование отличается значительной простотой в изготовлении и обслуживании, не требует частой замены изнашиваемых деталей.

Однако шагающий ход обладает рядом недостатков:

1) при передвижении машины по слабым грунтам часты случаи пробуксовки лыж, что значительно ухудшает проходимость машины;

2) специфика шагающего хода определяет возможность передвижения машины только в направлении продольной оси машины в сторону, противоположную стреле.

Для экскаваторов-драглайнов такое направление движения не вызывает технологических неудобств. Для отвалообразователей, принимающих грунт от конвейеров и установленных, как правило, перпендикулярно продольной оси конвейеров, при технологическом передвижении машины вдоль оси конвейера требуется предварительное отцепление от конвейера, поворот машины и обратное повторение этих операций после передвижения машины. При этом происходит разрыв технологической цепочки, остановка всего комплекса на время передвижения отвалообразователя и, как следствие, потеря производительности комплекса на 6—8%.

В силу отмеченных недостатков шагающего хода этот тип ходового оборудования широкого распространения для отвалообразователей не получил. В настоящее время на шагающем ходу выпускается только один тип отвалообразователей — ОШ 1500/105.

В главе «Роторные экскаваторы» было дано описание нового типа ходового оборудования — шагающе-рельсового. Там же приведены основные преимущества этого типа ходового оборудования по сравнению с гусеничным.

Применительно к отвалообразователям отмеченные преимущества шагающе-рельсового хода — маневренность, высокая проходимость, простота конструкции, уменьшенная ремонтоемкость и др. — увеличиваются значительным сокращением веса отвалообразователя на шагающе-рельсовом ходу по сравнению с отвалообразователями на гусеничном ходу за счет отсутствия у первого типа машин тяжелой нижней рамы. Преимущества шагающе-рельсового ходового оборудования особенно сильно проявляются для машин большой производительности с относительно большими вылетами отвальных консолей.

Выпускаемые в Советском Союзе отвалообразователи производительностью 5000 м³/ч и выше изготовляются и проектируются только на шагающе-рельсовом ходу (ОШР-5000/95, ОШР-5000/190, ОШР-12500/220).

Отвалообразователи могут быть классифицированы по типу приемного устройства. Большинство конструкций отвалообразователей в целях обеспечения приема грунта при различных положениях в плане отвальной консоли оборудованы приемным устройством, имеющим возможность осуществлять независимый поворот относительно поворотной платформы с закрепленной на ней отвальной консолью. Отвалообразователи, в которых отсутствует независимый поворот приемного устройства, встречаются довольно редко (например, отвалообразователь ОШ-1500/105).

Возможны два принципиальных подхода к осуществлению поворота приемной консоли. В первом случае ось поворота приемной консоли совмещается с осью поворота отвалообразователя, и точка погрузки, расположенная на приемной консоли, имеет возможность оставаться неподвижной в пространстве при повороте отвальной консоли вместе с поворотной платформой (отвалообразователь ОШР-4500/90). Во втором случае оси поворота машины и приемного устройства не совпадают, и при повороте отвальной консоли точка погрузки меняет свое положение в пространстве (отвалообразователи ОШР-5000/95, ОШР-4500/180, ОШР-5000/190). Анализ обеих конструктивных схем показывает, что совмещение осей поворота отвальной и приемной консолей вызывает увеличение веса отвалообразователя и уменьшает общую жесткость его конструкции в силу значительного сокращения расстояния между вертикальными поясами надстройки отвалообразователя. Конструктивные проработки показали, что для отвалообразователя ОШР-5000/95 совмещение осей поворота консолей приводит к увеличению веса верхней поворотной части машины на 5—7%, а для отвалообразователя ОШР-5000/190 на 8—10%, вызывая и соответствующее увеличение веса всей машины.

В силу сказанного для мощных отвалообразователей более предпочтительной является схема с разнесением осей поворота приемной и отвальной консолей. Для компенсации неизбежного в этом случае перемещения в пространстве точки погрузки на отвалообразователь должна быть несколько увеличена длина зоны погрузки на приемном устройстве. Опыт эксплуатации отвалообразователей ОШР-4500/180, ОШР-5000/95 и др. подтвердил целесообразность выполнения машины по такой схеме.

В существующих конструкциях отвалообразователей приемное устройство выполняется либо в виде приемной консоли, когда оно подвешивается к надстройке отвалообразователя (ОШР-5000/100, ОШР-4500/180), либо в виде приемного моста, когда оно опирается на специальную передвижную опору, расположенную на удалении от отвалообразователя (ОШР-4500/90, ОШР-5000/95).

Выбор того или иного типа опирания приемного устройства определяется длиной этого устройства и технологической схемой работы отвалообразователя.

§ 2. Общие компоновочные схемы, конструкция основных узлов и техническая характеристика

Техническая характеристика отвалообразователей и их рабочие размеры приведены в табл. III-37 и III-38.

Таблица III-37

Техническая характеристика отвалообразователей

Показатели	Отвалообразователь ОШ-1500/105	ОШР-4500/90	ОШР-4500/180	ОШР-5000/95	ОШР-5000/180
Производительность в рыхлом теле, м³/ч	1500	4500	4500	5000	5000
Весовая производительность, т/ч	2000	6100	6100	6750	6750
Скорость передвижения машины, м/ч	115	50	100	90	100
Ширина конвейерных лент, м	1,2	1,8 и 1,6	1,8 и 1,6	1,8	1,8
Скорость конвейера, м/сек:					
приемного	4,25	4,5	5	5	5,35
отвального	4,5	5	6	6	6,1
Скорость поворота машины, об/мин	0,108	0,088	0,05	0,044	0,05
Наибольший допустимый уклон трассы движения, градус:					
при перегоне	4	4	4	4	4
при работе	2	2	2	2	2
Среднее удельное давление на грунт, кгс/см²:					
под базой	0,82	0,9	1,33	0,83	1,6
под лыжами	1,35	0,92	0,77	1,0	1,1
Подводимое напряжение, в	6000	6000	6000	6000	6000
Установленная мощность вращающихся электромашин, квт	970	1865	3800	2430	3880
Наибольшая потребляемая мощность, квт	540	1200	2500	1800	2850
Масса машины, т	570	940	2350	1400	2710

Таблица III-38

Рабочие размеры отвалообразователей (рис. III-67)

Показатели	Обозначение	Отвалообразователь ОШ-1500/105	ОШР-4500/90	ОШР-4500/180	ОШР-5000/95	ОШР-5000/180
Наибольший радиус отсыпки грунта, м	А	110	91	192	95	190
Наибольшая высота от уровня установки машины до оси сбрасывающего барабана, м	Б	37	33	65	33	63
Высота точки приема грунта, м:						
наибольшая	В	6	5	16	5	21
наименьшая	Г	4	5	8,5	5	8,5
Расстояние от оси машины до точки закрепления приемной консоли, м	Д	10,4	0	10	7	10
Длина приемной консоли, м	Е	35	35	62	47	62
Длина зоны погрузки на приемной консоли, м	Ж	7	3	18	10	18
Угол поворота приемной консоли в плане, градус	α	0	±65	±30	±105	±45

Отвалообразователь ОШ-1500/105

Шагающий отвалообразователь ОШ-1500/105 выполнен на базе шагающего экскаватора ЭШ-6/60. Отвалообразователь состоит из базы, поворотной платформы с механизмами и надстройкой, отвальной и приемной консолей.

Поворотная платформа через роликовый круг опирается на базу и центрируется относительно нее центральной цапфой. На поворотной платформе устанавливается надстройка с кабинами станций управления электроприводами и машиниста. На площадке надстройки размещены две лебедки подъема приемной консоли и вспомогательная лебедка.

Непосредственно на поворотной платформе размещены: механизм шагания, механизм поворота, привод отвального конвейера, лебедки подъема отвальной консоли, компрессорная установка, конвейер, кольцевой токоприемник, кабины электрооборудования и шахты грузового механизма натяжения ленты отвального конвейера. Механизм шагания такой же, как у экскаватора ЭШ-6/60.

На головную часть поворотной платформы опирается отвальная консоль, состоящая из жесткого пояса, выполненного из трубы диаметром 1220 мм, пилона и двух вантовых ферм (вертикальной и горизонтальной). Ванты выполнены из канатов закрытого типа.

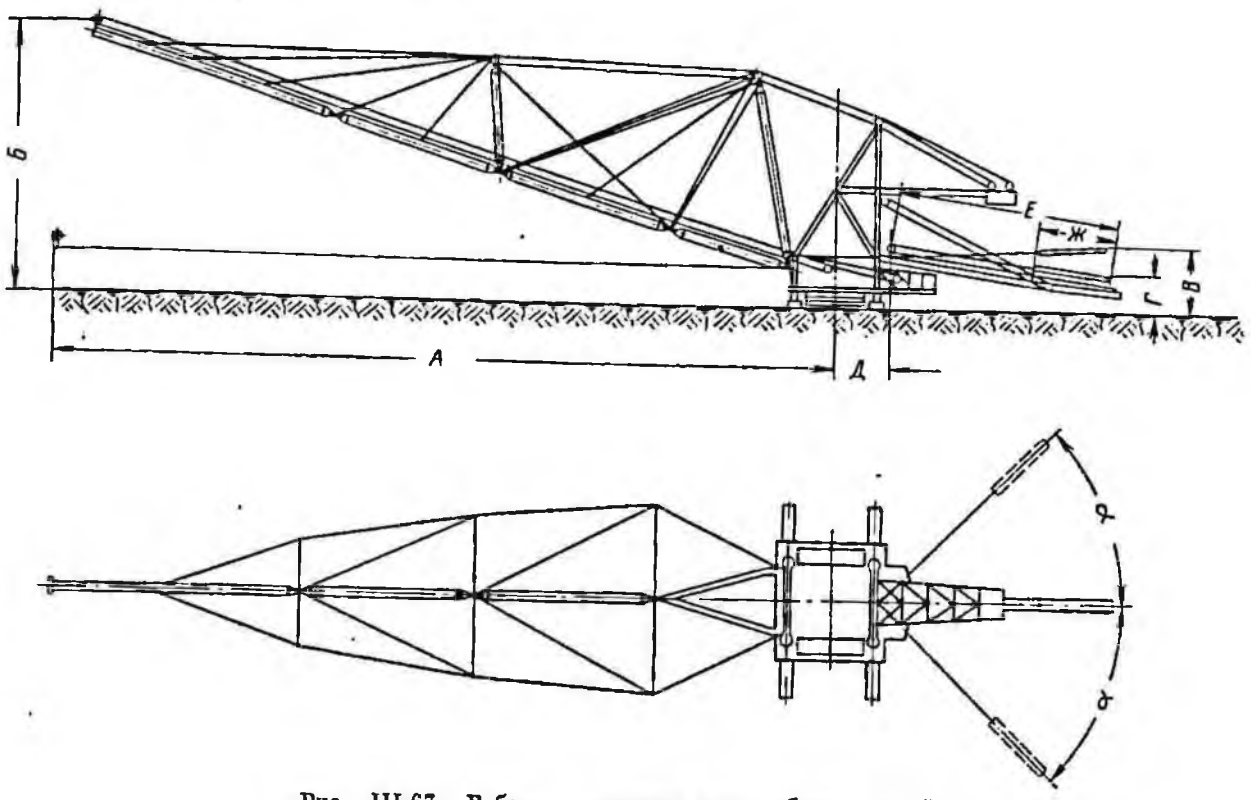


Рис. III-67. Рабочие размеры отвалообразователей

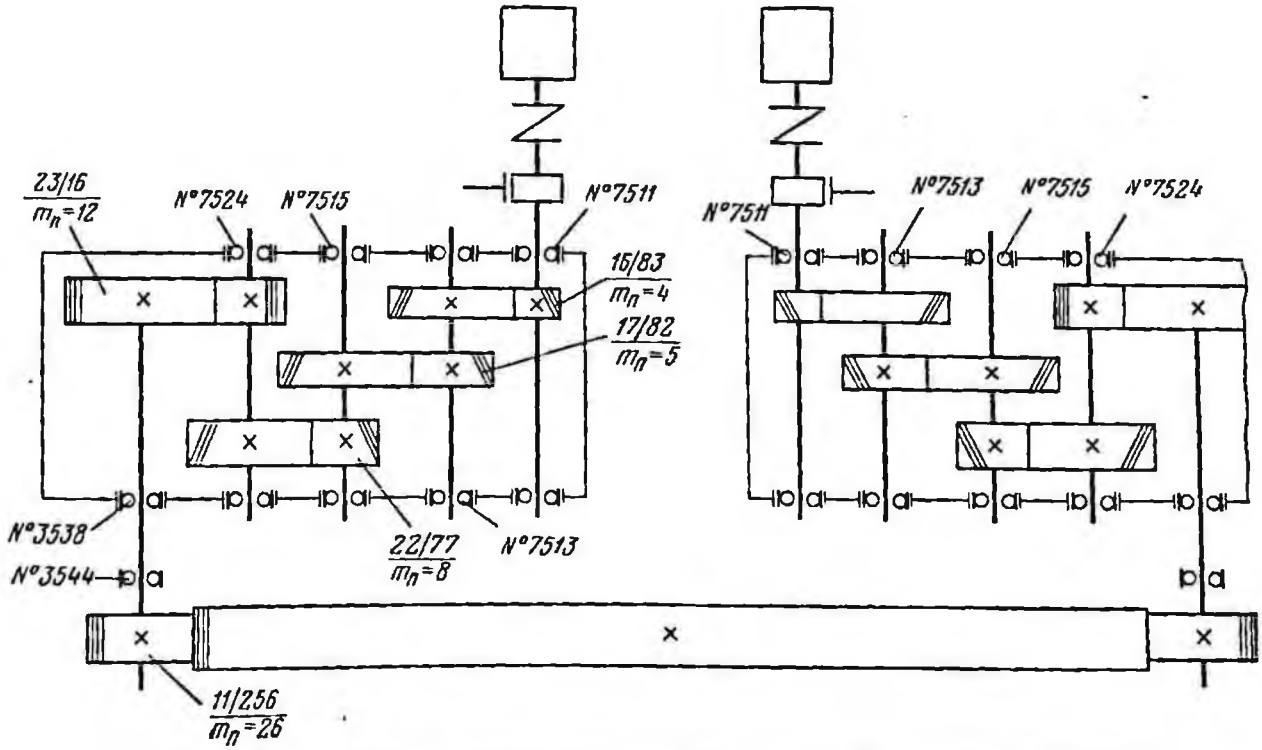


Рис. III-68. Кинематическая схема механизма поворота отвалообразователя ОШ-1500/105

На отвальной консоли установлен отвальный конвейер. Привод конвейера — однобарабанный, от высоковольтного двигателя мощностью 400 квт через цилиндрический редуктор. Натяжение ленты конвейера — грузовое. Рабочая ветвь ленты имеет трехроликовые опоры с углом наклона боковых роликов к горизонту 30° и шагом 1250 мм. В месте погрузки грунта на конвейер установлены обрезиненные роликоопоры (с шагом 260 мм) с усиленными подшипниковыми узлами. Роликоопоры для нижней ветви ленты оснащены резиновыми кольцами специального профиля, способствующими очистке ленты от налипшего грунта. Для предотвращения поперечного схода ленты на конвейере установлены самоцентрирующие роликоопоры, а все холостые барабаны имеют такую конструкцию опор, которая позволяет регулировать положение барабанов в плане.

Приемная консоль отвалообразователя выполнена в виде двух двутавровых балок, связанных между собой горизонтальными решетками. С поворотной платформой приемная консоль соединяется с помощью проушин, и поворотности в плане по отношению к машине не имеет. В концевой части приемной консоли размещается противовес, предназначенный для уравновешивания машины.

На приемной консоли (и частично на поворотной платформе) расположен приемный конвейер. Привод приемного конвейера — однобарабанный, от двигателя мощностью 75 квт через цилиндрический редуктор. Натяжное устройство транспортера — винтовое. Конструкция роликоопор и принцип центрирования ленты — аналогичны отвальному конвейеру.

Для улавливания и удаления из района поворотной платформы просыпей с приемного и отвального конвейеров на поворотной платформе установлены два конвейера-подборщика.

Поворот отвалообразователя вокруг вертикальной оси осуществляется с помощью двух приводов поворота (рис. III-68), установленных на поворотной платформе. Каждый из указанных приводов состоит из цилиндрического редуктора с вертикально расположенными валами, электродвигателя постоянного тока мощностью 14 квт и пневматического колодочного тормоза. Консольные шестерни редукторов поворота зацепляются с зубчатым венцом, закрепленным на базе.

Подъем и опускание отвальной консоли производится с помощью двух шестнадцатикратных полиспастов и двух лебедок с многослойной навивкой каната на барабан. Канаты полиспастов имеют запасовку, при которой выключение из работы одного из них не приводит к появлению существенных крутящих моментов на металлоконструкциях машины (перекрестная схема запасовки). Наибольший угол подъема отвальной консоли — 18°.

Подъем и опускание приемной консоли осуществляется двумя десятикратными полиспастами с перекрестной запасовкой канатов и двумя лебедками, аналогичными по конструкции лебедкам подъема отвальной консоли. Наибольший угол подъема приемной консоли при неработающем приемном конвейере — 15°.

Отвалообразователь ОШР-4500/90

Отвалообразователь ОШР-4500/90 (рис. III-69) состоит из базы, поворотной платформы с механизмами и кабинами, приемной и отвальной консолей, надстройки, консоли противовеса и ходового оборудования.

База отвалообразователя имеет диаметр опорной поверхности 11,6 м. Поворотная платформа опирается на базу через роликовый круг и центрируется относительно нее центральной цапфой. На поворотной платформе размещены: нижнее и верхнее строения надстройки, механизм поворота машины, привод отвального конвейера, компрессорная установка, станция густой смазки, кабины электрооборудования и гидрооборудования, шахта грузов натяжного устройства отвального конвейера. На горизонтальной решетке нижнего строения надстройки установлено опорно-поворотное устройство приемной консоли с механизмом ее поворота и кабина машиниста. Ось поворота приемной консоли совмещена с осью поворота машины. На передней балке нижнего строения надстройки размещены опорные проушины отвальной консоли.

Отвальная консоль длиной 83 м состоит из трех секций, выполненных в виде пространственных ферм (концевая ферма — четырехгранная, две остальные — трехгранные), пилона и вертикальной вантовой фермы. Секции отвальной консоли соединены с поворотной платформой и между собой цилиндрическими шарнирами. Ванты отвальной консоли выполнены из канатов открытого типа.

На отвальной консоли установлен отвальный конвейер. Привод отвального конвейера — однобарабанный, от высоковольтного электродвигателя мощностью 800 квт через цилиндрический редуктор. Рабочая ветвь ленты опирается на трехроликовые лотковые роликоопоры с углом наклона боковых роликов относительно горизонтали 30°, установленных с шагом 750—1250 мм.

В месте погрузки грунта установлены обрезиненные лотковые роликоопоры с усиленными

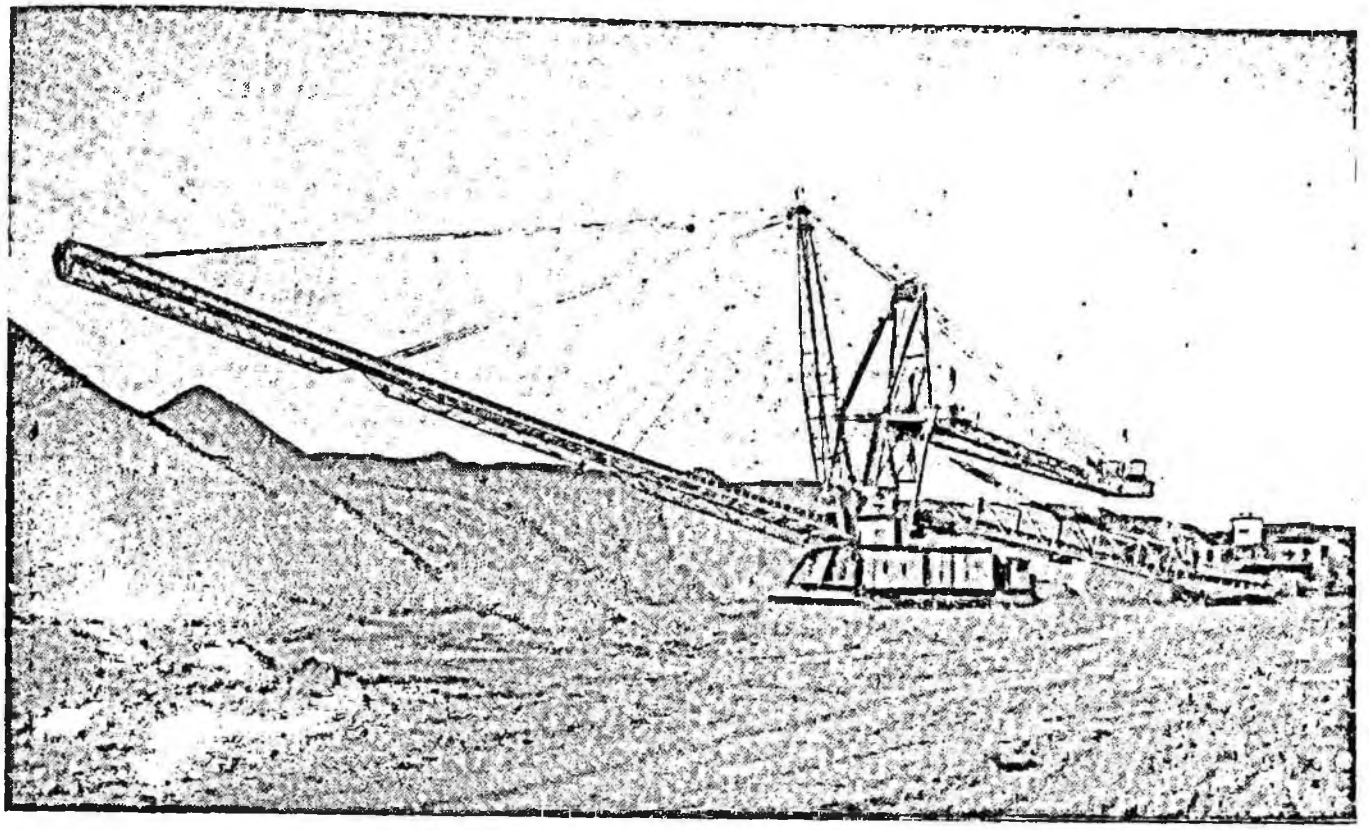


Рис. III-69. Отвалообразователь ОШР-4500/90

подшипниковыми узлами. Шаг их установки равен 250—270 мм. Нижняя ветвь ленты опирается на роликоопоры, рабочая поверхность которых выполнена из прутка в виде цилиндрической спирали, что способствует очистке рабочей стороны ленты от грунта. Принцип центрирования ленты — такой же, как на отвалообразователе ОШ-1500/105. Натяжное устройство транспортера — грузовое.

Приемная консоль отвалообразователя выполнена в виде трехгранной пространственной фермы, внутри которой размещен приемный конвейер. Опорные проушины приемной консоли цилиндрическими шарнирами соединены со стойками поворотной платформы приемной консоли, опирающейся на нижнее строение надстройки через шариковый круг.

Привод приемного конвейера — однобарабанный от двух двигателей мощностью 125 квт через коническо-цилиндрические редукторы. Натяжное устройство приемного конвейера — гидравлическое. В месте погрузки грунта установлены обрезиненные подпружиненные роликоопоры с усиленными подшипниковыми узлами, с шагом установки 250 мм. Конструкция остальных роликоопор и принцип центрирования ленты — аналогичны отвальному конвейеру. Для улавливания и удаления из района поворотной платформы просыпей на поворотной платформе установлен конвейер-подборщик.

Консоль противовеса выполнена в виде четырехгранной пространственной фермы, шарнирно соединенной с верхним строением надстройки опорными проушинами. Подвеска консоли противовеса выполнена из канатов открытого типа.

Поворот отвалообразователя вокруг вертикальной оси осуществляется аналогично повороту отвалообразователя ОШ-1500/105. Мощность электродвигателей приводов поворота — 14,5 квт.

Поворот приемной консоли в плане производится одним приводом поворота. Мощность электродвигателя привода поворота — 8,5 квт.

Подъем и опускание отвальной консоли производится с помощью двух восьмикратных полиспастов с перекрестной подвеской и двух лебедок с многослойной навивкой каната на барабан.

Лебедки подъема отвальной консоли установлены на коробе консоли противовеса. Наибольший угол подъема отвальной консоли —18°.

Подъем и опускание приемной консоли осуществляется двумя восьмикратными полиспастами с перекрестной подвеской и двумя лебедками, по конструкции аналогичными лебедкам

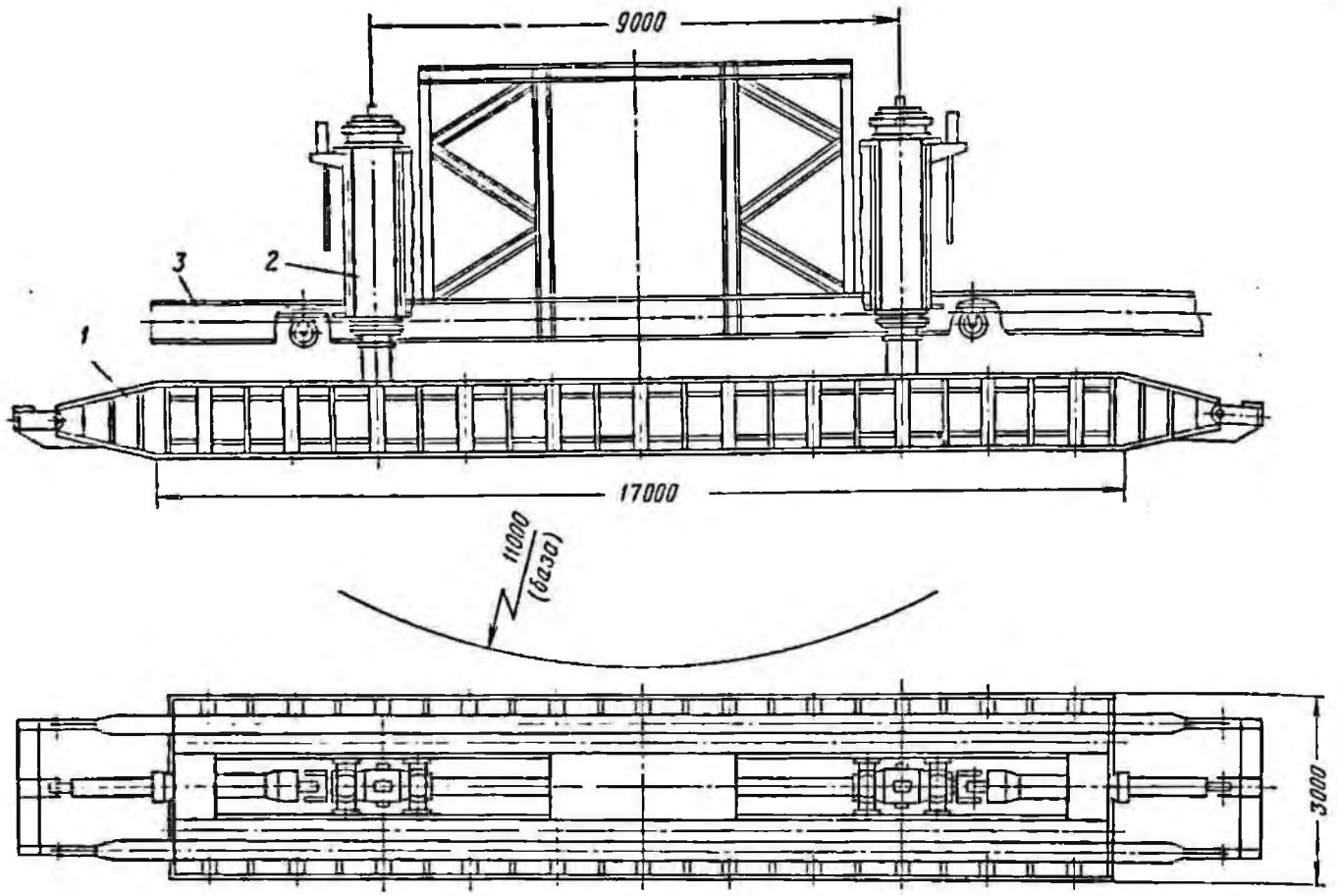


Рис. III-70. Ходовое оборудование отвалообразователя ОШР-4500/90:
1 — лыжа; *2* — гидродомкрат; *3* — поворотная платформа

отвалообразователя ОШ-1500/105. Лебедки установлены на приемной консоли. В рабочем положении машины приемная консоль опирается своим концом на опорную тележку, расположенную на рельсовых путях магистрального конвейера. Подвеска консоли при этом ослаблена и включается в работу только при обходе мертвых зон магистрального конвейера.

Ходовое оборудование отвалообразователя (рис. III-70) — шагающе-рельсовое. Отвалообразователь имеет две лыжи балочного типа. По отношению к машине лыжи расположены таким образом, что машина может передвигаться в обе стороны в направлении, перпендикулярном оси отвальной консоли. На лыжах установлены верхние и нижние рельсовые пути, а также концевые упоры, ограничивающие ход машины по лыжам при отказе конечных выключателей. На каждой из лыж находятся две тележки, состоящие из продольной траверзы и двух поперечных балансиров, насаженных на цапфы траверзы. На цапфах балансиров установлены ходовые колеса с подшипниками качения. Статическая определимость в распределении нагрузок по колесам обеспечивается за счет покачивания балансиров относительно цапф продольной траверзы тележки.

Траверзы соединены цилиндрическими шарнирами со штоками гидродомкратов и имеют возможность покачиваться в продольной плоскости, что обеспечивает равенство нагрузок на балансиры.

Гидравлический механизм передвижения машины состоит из четырех цилиндров плунжерного типа (по два в каждой лыже). Два из них служат для передвижения машины в одном направлении, а два — для передвижения в обратном направлении.

Гидравлические домкраты, служащие для подъема и опускания машины и лыж, выполнены поршневыми с уплотнениями шевронного типа из прорезиненной ткани. Для обслуживания уплотнений поршней верхние днища гидродомкратов выполнены съемными.

Отвалообразователь ОШР-4500/180

Отвалообразователь ОШР-4500/180 (рис. III-71) состоит из базы, поворотной платформы с механизмами и кабинами, приемной

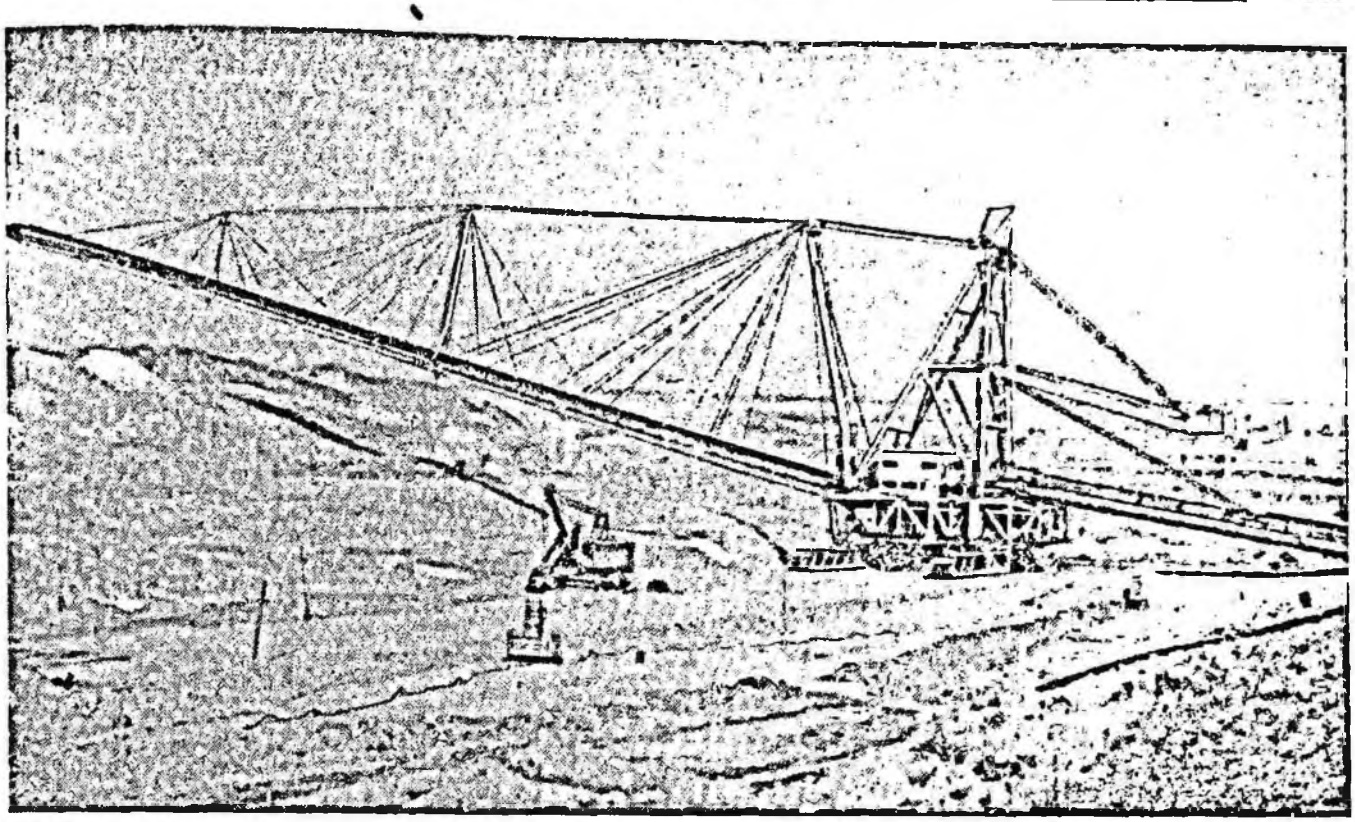


Рис. III-71. Отвалообразователь ОШР-4500/180

и отвальной консолей, надстройки, консоли противовеса и ходового оборудования.

База отвалообразователя имеет диаметр опорной поверхности 15 м. Поворотная платформа опирается на базу через роликовый круг и центрируется центральной цапфой. На поворотной платформе размещены: нижнее и верхнее строения надстройки, механизм поворота машины, привод отвального транспортера, гидросистема ходового оборудования, пневмосистема, кабина машиниста, кабины высоковольтной электроаппаратуры и натяжное устройство отвального конвейера. На горизонтальной решетке нижнего строения надстройки установлены: опорно-поворотное устройство приемной консоли, перегрузочный транспортер, кабина электрооборудования и мастерская.

Отвальная консоль состоит из семи секций, выполненных из труб, главного, промежуточного и концевого пилонов, вертикальной и горизонтальной вантовых ферм. Кроме того, отвальная консоль имеет ряд вант, препятствующих ее закручиванию от действия боковых нагрузок. Секции отвальной консоли соединены между собой сферическими шарнирами. Первая (опорная) секция опирается на нижнее строение надстройки отвалообразователя через два сферических подпятника.

На отвальной консоли располагается отвальный конвейер. Привод отвального конвейера — двухбарабанный, установлен на поворотной платформе.

Натяжное устройство отвального конвейера — грузовое. В месте погрузки грунта на конвейере установлены обрезиненные усиленные роликоопоры с малым шагом. Шаг установки роликоопор рабочей ветви ленты вдоль отвальной консоли — переменный (от 750 до 1250 мм), что объясняется переменной величиной усилия натяжения в ленте по длине конвейера (при меньшем натяжении ленты роликоопоры должны стоять с меньшим шагом во избежание сильного провисания ленты в пролете между роликоопорами). Роликоопоры нижней ветви имеют резиновую футеровку специальной формы, способствующую очистке рабочей стороны ленты от налипшего грунта. Центрирование хода ленты производится с помощью самоцентрирующих и регулируемых роликоопор, а также путем регулировки положения барабанов.

Грунт на отвальный конвейер поступает с перегрузочного конвейера, являющегося соединительным звеном между приемным и отвальным конвейерами. Привод перегрузочного конвейера однобарабанный, от двигателя мощностью 125 квт через цилиндрический редуктор.

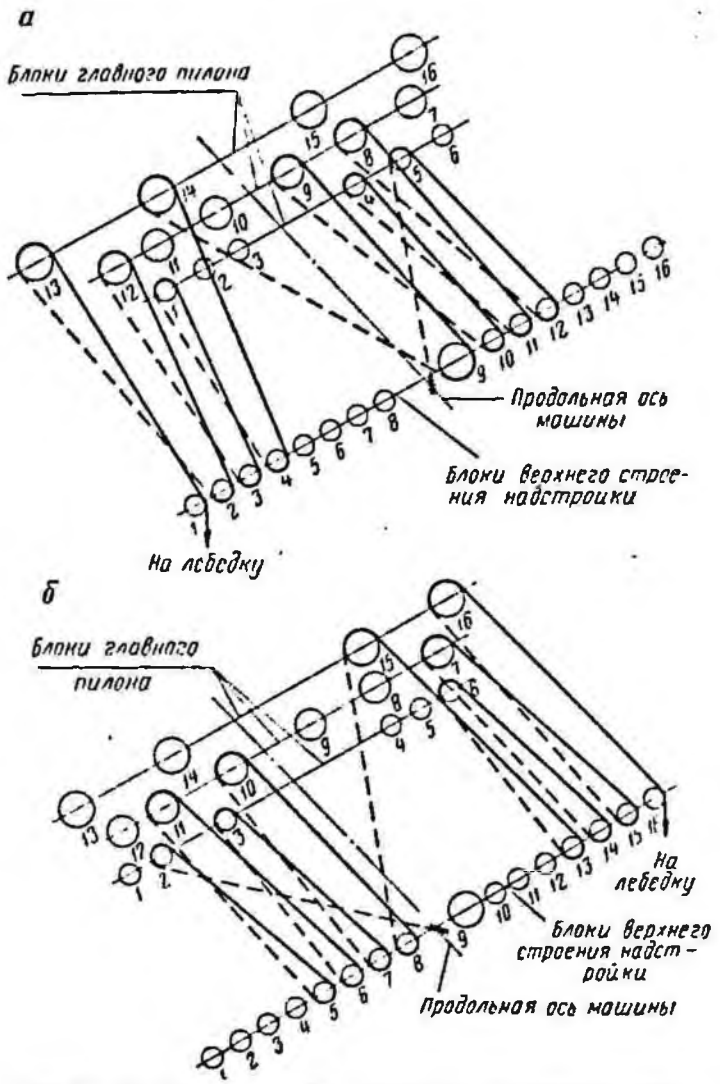


Рис. III-72. Схема запасовки канатов механизма подъема отвальной консоли отвалообразователя ОШР-4500/180:

а — канат левой лебедки; *б* — канат правой лебедки

Натяжное устройство — гидравлическое. В месте погрузки грунта на транспортер установлены обрезиненные подпружиненные роликоопоры. Конструкция остальных роликоопор и принцип центрирования ленты — обычные.

В месте перегрузки грунта с приемного на перегрузочный конвейер установлен отбойный щит, обеспечивающий вертикальное направление потока грунта, падающего на перегрузочный конвейер.

Приемная консоль отвалообразователя выполнена из трубы диаметром 2000 мм, которая в опорной части раздваивается. На концах раздвоенной части имеются проушины, которыми консоль соединяется с поворотной платформой опорно-поворотного устройства приемной консоли. Поворотная платформа через шариковый круг опирается на нижнее строение надстройки.

На приемной консоли установлен приемный конвейер, имеющий однобарабанный привод от двух двигателей мощностью 200 квт через конически-цилиндрические редукторы. Натяжное устройство приемного конвейера — грузовое. В зоне погрузки грунта на конвейер установлены обрезиненные роликоопоры с шагом 500 мм. Конструкция остальных роликоопор и принцип центрирования ленты на конвейере — обычные. На поворотной платформе, на приемной консоли и под перегрузочным конвейером установлены конвейеры — подборщики просыпей.

Консоль противовеса своими опорными проушинами крепится к верхнему строению надстройки. Пролетная часть консоли противовеса выполнена в виде двух балок, связанных между собой горизонтальными решетками. Подвеска консоли противовеса выполнена из канатов открытого типа. На коробе консоли противовеса установлены лебедки подъема приемной консоли. Лебедки имеют нарезные барабаны с однослойной навивкой каната. Подъем и опускание приемной консоли осуществляется с помощью двух девятикратных полиспастов, имеющих перекрестную схему запасовки. Верхнее положение приемной консоли — горизонтальное, нижнее — 8° к горизонту. Лебедки подъема отвальной консоли установлены на площадке верхнего строения надстройки. Барабаны лебедок имеют многослойную навивку каната. Подъем и опускание отвальной консоли производится двумя шестнадцатикратными полиспастами с перекрестной запасовкой каната (рис. III-72). Наибольший угол подъема отвальной консоли — 17°.

Механизмы поворота машины и приемной консоли в принципе аналогичны соответствующим механизмам отвалообразователя ОШР-4500/90, только механизм поворота приемной консоли состоит из двух приводов. Мощности электродвигателей: механизма поворота машины — 25 квт, механизма поворота приемной консоли — 8,6 квт.

Ходовое оборудование отвалообразователя — шагающе-рельсовое. Отвалообразователь имеет четыре лыжи. Нижняя часть лыжи выполнена в виде коробчатого понтона, боковые стенки лыжи представляют собой фермы. На понтоне лыжи установлены нижние рельсы. Верхние рельсы располагаются на специальных продольных балках, имеющихся на боковых фермах. Лыжи отвалообразователя попарно соединены сферическими шарнирами. В верхней части лыж вблизи сферических шарниров установлены опорные катки, опирающиеся о металлоконструкцию поворотной платформы при подъеме лыж. В лыжах расположены узлы механизма передвижения.

Механизм передвижения состоит из лебедок, тележек, натяжных устройств и канатных полиспастов. Лебедка имеет нарезной барабан с однослойной навивкой каната, приводимый во вращение от электродвигателя переменного тока мощностью 60 квт через цилиндрический редуктор и открытую зубчатую пару. Натяжное устройство служит для натяжения канатов в полиспастах механизма передвижения. Натяжение производится с помощью гидравлических цилиндров от переносной насосной установки. Тележка ходового механизма имеет раму и две оси с насаженными на них ходовыми колесами на подшипниках качения. Одна ось — прямая, закреплена в раме тележки жестко. Вторая ось выполнена коленчатой и установлена в раме тележки на подшипниках качения (для уравнивания нагрузок на ходовые колеса).

В центральном стакане рамы ходовой тележки установлен сферический подпятник, в который упирается шток гидравлического домкрата. Гидродомкрат — одностороннего действия, используется только для подъема и опускания машины. Подъем и опускание лыж осуществляется с помощью дополнительных гидравлических цилиндров плунжерного типа, установленных над основными гидравлическими домкратами. Шток каждого из цилиндров подъема лыж через траверзу канатами соединен с рамой соответствующей ходовой тележки. Ход цилиндров подъема лыж и положение опорных катков, ограничивающих высоту подъема лыж в районе сферических шарниров, выбран таким образом, что дальние от оси машины концы лыж поднимаются над грунтом на несколько бо́льшую высоту, чем концы лыж в районе сферических шарниров. Это предотвращает опускание на грунт удаленных от оси машины концов лыж при некотором наклоне машины, стоящей на базе.

Отвалообразователь ОШР-5000/190

Отвалообразователь ОШР-5000/190 является модернизированным вариантом отвалообразователя ОШР-4500/180. Основные усовершенствования, внесенные в конструкцию отвалообразователя при его модернизации, сводятся к следующему.

Производительность отвалообразователя увеличена до 5000 м³/ч за счет увеличения ширины ленты отвального конвейера и повышения скорости приемного и отвального конвейеров. На конвейерах установлены усиленные барабаны. Холостые барабаны конвейеров выполнены со встроенными подшипниками. Усилены подшипниковые узлы всех роликоопор конвейеров. На холостой ветви конвейеров установлены лотковые двухроликовые опоры, что способствует лучшей центровке холостой ветви ленты и повышает ее срок службы. Алюминиевые балки роликоопор заменены стальными, что повышает их ремонтоспособность. Грузовое натяжное устройство приемного конвейера заменено гидравлическим.

На отвалообразователе ОШР-5000/190 отсутствует перегрузочный конвейер. В месте перегрузки грунта с приемного конвейера на отвальный установлены самоочищающаяся вращающаяся воронка и барабанный питатель, защищающий ленту и роликоопоры места погрузки отвального конвейера от ударов глыб грунта. Для предотвращения попадания просыпей грунта с приемного конвейера на лыжи ходового оборудования увеличена длина конвейера-подборщика приемной консоли.

В месте погрузки грунта на отвальный конвейер установлен качающийся роликовый стол, облегчающий замену вышедших из строя амортизированных роликоопор.

Расширены возможности по сочленению отвалообразователя с роторным экскаватором путем увеличения высоты подъема приемной консоли (до +5°).

Для предотвращения скопления просыпей грунта с конвейеров на металлоконструкциях консолей приемная консоль выполнена в виде двух двутавровых балок, связанных горизонтальными решетками, а секции отвальной консоли выполнены из двух параллельных труб, связанных между собой перемычками. Упрощены вертикальная и горизонтальная вантовые фермы отвальной консоли (количество вант уменьшено почти в два раза).

Применена новая конструкция узлов заделки вантовых канатов, упрощающая регулировку длины вант, а узлы заделки герметически уплотнены во избежание попадания в них влаги. Усилены металлоконструкции базы, поворотной платформы, надстройки и лыж. Боковые стенки лыж вместо ферменных выполнены балочными.

Стальные трущиеся пары сферических шарниров лыж, сочленения штоков гидродомкратов с ходовыми тележками, опорных проушин приемной и отвальной консолей заменены антифрикционными парами сталь—бронза.

Подшипники скольжения в узлах барабанов лебедок подъема приемной консоли и в ходовых лебедках заменены подшипниками качения.

В механизмах подъема отвальной и приемной консолей подшипники скольжения блоков заменены подшипниками качения. Лебедки подъема отвальной консоли имеют нарезные барабаны с однослойной навивкой каната. Увеличен диаметр каната механизма подъема прием-

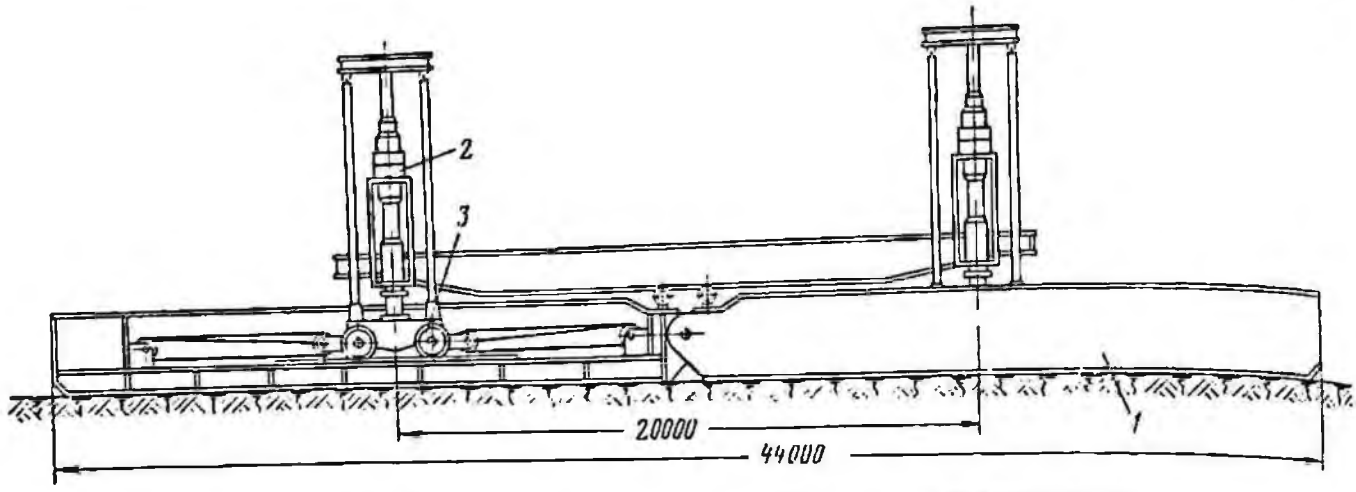


Рис. III-73. Ходовое оборудование отвалообразователя ОШР-5000/190:
1 — лыжа; *2* — гидродомкрат; *3* — ходовая тележка

ной консоли. Повышена надежность лебедок подъема отвальной и приемной консолей, а также лебедки ходового оборудования путем ликвидации в них консольно расположенных шестерен.

В ходовом оборудовании (рис. III-73) применены плунжерные гидродомкраты, а канаты, соединяющие траверсы цилиндров подъема лыж с тележками, заменены жесткими тягами. Корпуса гидродомкратов и плунжеры выполнены не из углеродистой стали, как у отвалообразователя ОШР-4500/180, а из легированной, более прочной и менее склонной к образованию задиров. Изменена конструкция ходовых тележек. Сварная рама с осями заменена системой из продольной траверсы и двух поперечных балансиров, выполненных из поковок. Усилены подшипниковые узлы ходовых колес. Ходовые колеса тележек оснащены специальными конусами, обеспечивающими центрирование лыж в поднятом положении. С той же целью опорные катки, установленные в районе сферических шарниров лыж и служащие для ограничения подъема лыж, имеют конические реборды, а на поворотной платформе установлены рельсы, которые являются направляющими при передвижении лыж и предохраняют их от перекоса. С целью улучшения проходимости машины высота подъема лыж при шагании увеличена с 400 до 900 мм.

Гидравлическая система ходового механизма оборудована фильтровальной установкой для очистки масла. Вся гидравлическая аппаратура управления и насосные установки размещены в закрытом помещении. Для улучшения условий обслуживания электрооборудования и электрической аппаратуры управления увеличены размеры помещений, в которых они находятся. На машине установлен кабельный барабан.

Отвалообразователь ОШР-5000 95

Отвалообразователь ОШР-5000/95 (рис. III-74) состоит из базы, поворотной платформы с механизмами и кабинами, приемного моста, отвальной консоли, надстройки, консоли противовеса и ходового оборудования.

База отвалообразователя имеет диаметр опорной части 15 м. Поворотная платформа опирается на базу через роликовый круг и центрируется относительно нее центральной цапфой. На поворотной платформе размещены: надстройка, механизм поворота машины, привод отвального транспортера, кабины электрооборудования и гидрооборудования, натяжное устройство отвального конвейера.

Отвальная консоль отвалообразователя состоит из четырех секций и вертикальной вантовой фермы. Секции отвальной консоли выполнены из двух параллельных труб, связанных между собой перемычками. Между собой секции соединяются с помощью проушин с цилиндрическими шарнирами. Вертикальная вантовая ферма выполнена из канатов открытого типа.

На отвальной консоли установлен отвальный конвейер. Привод отвального конвейера — однобарабанный, от двух высоковольтных электродвигателей мощностью 500 квт через конически-цилиндрические редукторы. Приводы отвального конвейера — подвесные, унифицированы с приводами магистральных конвейеров комплекса.

Конструкция барабанов и роликоопор отвального и приемного конвейеров отвалообразователя аналогична соответствующим узлам остальных машин комплекса. Натяжное устройство отвального конвейера — грузовое. Для удобства обслуживания роликоопор нижней ветви ленты отвального конвейера под каждой из

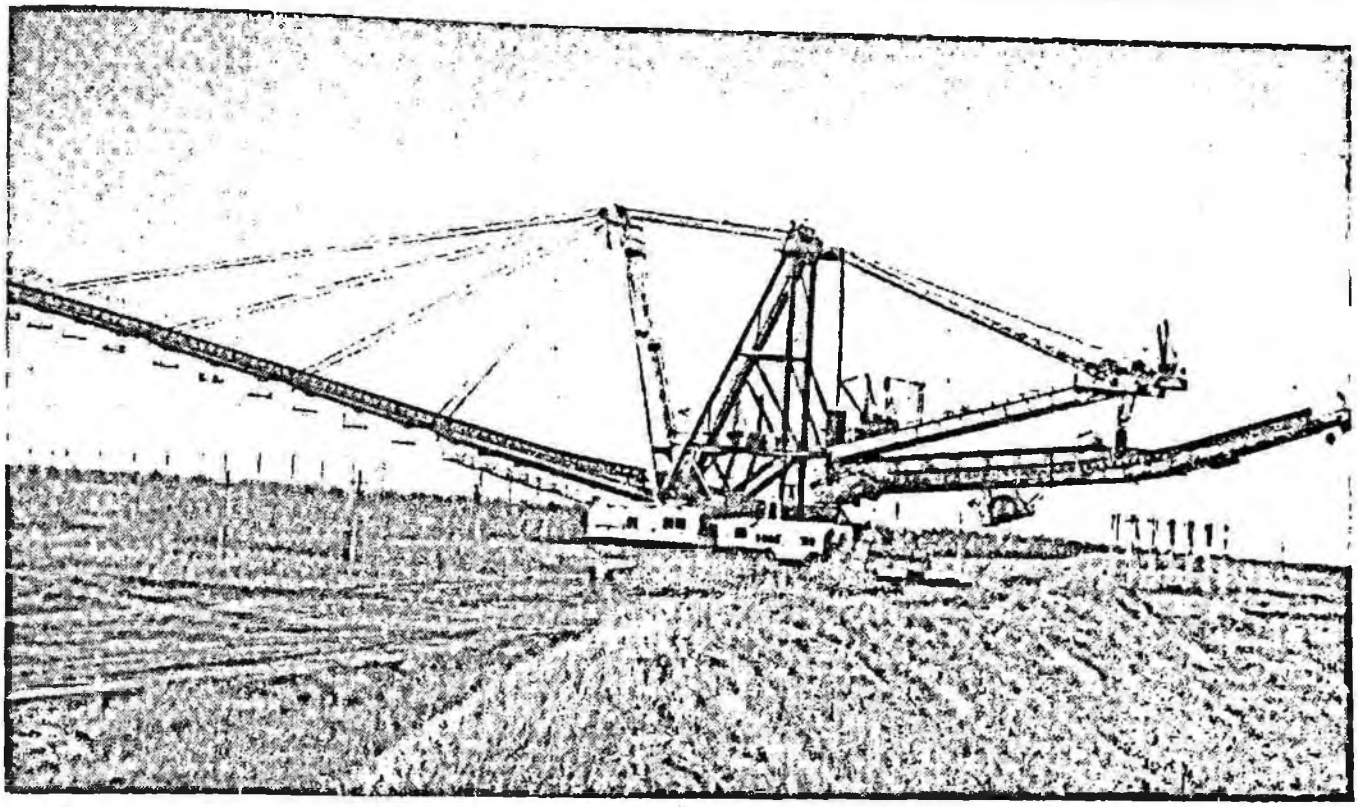


Рис. III-74. Отвалообразователь ОШР-5000/95

указанных роликоопор установлены специальные площадки с выходами на продольные площадки отвальной консоли.

К надстройке отвалообразователя с помощью цилиндрического шарнира крепится траверса опорного устройства приемного моста, поворачивающаяся относительно машины в горизонтальной плоскости. С этой траверсой двумя проушинами соединен приемный мост. Таким образом, соединение приемного моста с машиной позволяет мосту поворачиваться относительно машины в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

На втором конце приемного моста имеется малая опорная тележка, опирающаяся через сферический шарнир на большую опорную тележку, установленную на рельсовых путях магистрально-отвального конвейера. Большая опорная тележка имеет привод передвижения, с помощью которого она перемещается вдоль магистрального конвейера. Малая опорная тележка имеет возможность перемещения вдоль концевой части приемного моста, за счет чего обеспечивается телескопичность соединения отвалообразователя с большой опорной тележкой. При холостых перегонах отвалообразователя приемный мост может быть поднят. При этом машина должна быть повернута в такое положение, чтобы консоль противовеса находилась над приемным мостом. На консоли противовеса расположен механизм подъема моста, подвеска которого соединяется с мостом только при необходимости подъема последнего. Для сочленения элементов сферического шарнира малой и большой опорных тележек при укладке приемного моста малая опорная тележка имеет привод передвижения, позволяющий осуществлять подстроечное движение ее вдоль моста. При работе отвалообразователя указанный привод отключается.

На приемном мосту установлены приемный конвейер и кабельный барабан.

Приемный конвейер имеет однобарабанный привод и гидравлическое натяжное устройство. Конструкция роликоопор и барабанов аналогична конструкции соответствующих узлов остальных транспортеров комплекса.

Подъем и опускание отвальной консоли производится механизмом подъема, состоящим из двух лебедок и двух восьмикратных полиспастов с перекрестной подвеской. Наибольший угол подъема отвальной консоли — 18°.

Лебедки механизма подъема отвальной консоли унифицированы с лебедками подъема моста. Ходовое оборудование отвалообразователя ОШР-5000/95 по конструкции подобно ходовому оборудованию отвалообразователя ОШР-4500/90 и отличается от последнего нали-

чием двух пар шарнирно сочлененных лыж (вместо двух жестких лыж на ОШ-4500/90) и несколько увеличенной длиной хода машины по лыжам.

Механизм поворота машины в принципе аналогичен механизмам поворота остальных отвалообразователей.

§ 3. Электрооборудование отвалообразователей

Отвалообразователи комплектуются в основном электрооборудованием в экскаваторном исполнении.

В табл. III-39 приведены энергетические показатели отвалообразователей.

Питающее напряжение к отвалообразователям подводится по высоковольтным гибким экскаваторным кабелям КШВГ-6 сечением: для ОШ-1500/105 — $3\times25+1\times10$ мм²; для ОШР-4500/90 и ОШР-5000/95 — $3\times95+1\times25$ мм²; для ОШР-4500/180 и и ОШР-5000/190 — $3\times150+1\times50$ мм².

Таблица III-39

Сводные энергетические показатели отвалообразователей

Показатели	ОШ-1500/105	ОШР-4500/90	ОШР-4500/180	ОШР-5000/95	ОШР-5000/190
Напряжение питания, в:					
высоковольтных токоприемников	6000	6000	6000	6000	6000
низковольтных токоприемников	380	380	380	380	380
Напряжение, в:					
рабочего освещения	220	127	127	220	220
аварийного освещения	—	—	—	—48	—48
ремонтного освещения	12—110	12—110	12—110	12—110	12—110
Напряжение цепей управления, в	127—380	127—380	127—380	127—380	127—380
Количество вращающихся электрических машин	22	64	59	68	71
Установленная мощность электрических машин, квт:					
высоковольтных	720	1060	2530	2040	2930
постоянного тока	66	106	170	97	223
Установленная мощность высоковольтных трансформаторов, ква	160	660	460	440	440
Максимальная потребляемая мощность, квт	540	1200	2500	1800	2850
Средневзвешенный cos φ	0,87	0,87	0,87	0,87	0,88

Питающий кабель подключается к карьерной сети через передвижное распределительное устройство КРУН, содержащее аппаратуру защиты и контроля изоляции кабеля.

На рис. III-75 и III-76 показаны однолинейные схемы питания электрооборудования отвалообразователей ОШ-1500/105 и ОШР-5000/190.

Однолинейная схема питания электрооборудования отвалообразователя ОШР-4500/90 аналогична однолинейной схеме питания отвалообразователя ОШ-1500/105, а схема питания отвалообразователей ОШР-4500/180 и ОШР-5000/90 — схеме питания отвалообразователя ОШР-5000/190. Отличие заключается в количественном составе высоковольтного электрооборудования.

Питающее напряжение на поворотную платформу отвалообразователя ОШ-1500/105 (см. рис. III-75) подается при помощи высоковольтного кольцевого токоприемника *КТ* через центральную цапфу машины.

Высоковольтное распредустройство машины выполнено на базе выключателей нагрузки *П1*, *П2* (типа ВНП-16) с ручным приводом.

Оперативное включение высоковольтных двигателей привода отвального конвейера *М4* и механизма шагания *М3* осуществляется высоковольтными контакторами реверсора *П3* (типа КВМ-150).

Низковольтные потребители получают питание от силового трансформатора *Тр1*, осветительные приборы — от трансформатора *Тр2*.

Питающее напряжение на отвалообразователь ОШР-5000/190 (см. рис. III-76) подается через кольцевой токоприемник *КТ* кабельного барабана, наличие которого облегчает обслуживание питающего кабеля и улучшает маневренность машины.

Подвод напряжения к высоковольтным потребителям машины осуществляется масляным выключателем ячейки *П3* (типа РВНО-6).

Контроль изоляции со стороны высокого напряжения осуществляется ячейкой *П1* (типа КАН-23), включение трансформатора освещения *ТС2* и силового трансформатора *ТС1* — масляными выключателями ячеек *П2* и *П4* (типа КВЭ-6).

Оперативное включение высоковольтных двигателей производится контакторами ячеек *П5—П8* (типа КВО-6).

Низковольтные потребители машины получают питание от трансформатора *ТС1*.

Комплектные устройства, станции управления и преобразовательные агрегаты размещены в кабинах машины.

Кабины отвалообразователей ОШР-5000/95 и ОШР-5000/190 оборудованы калориферным

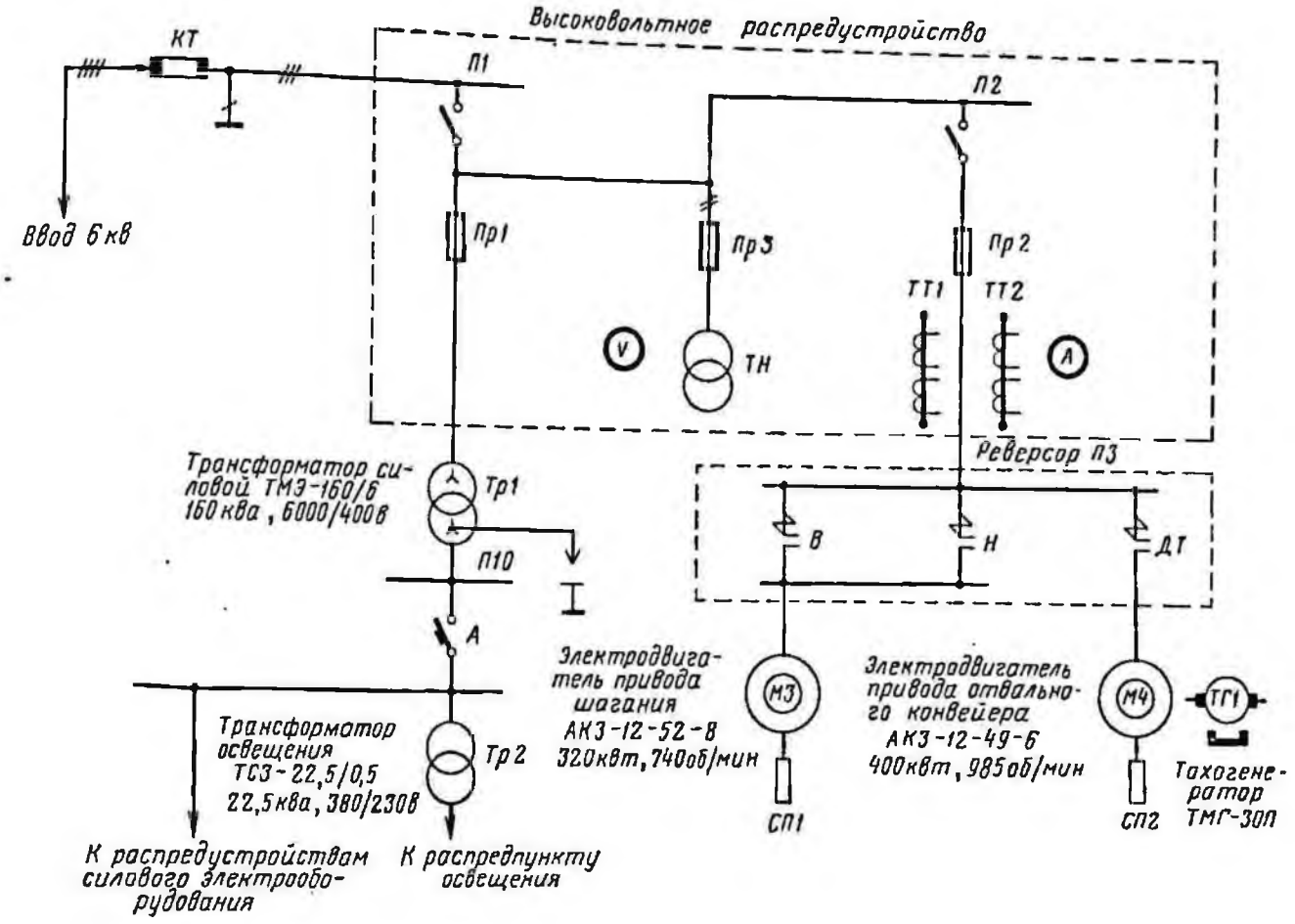


Рис. III-75. Однолинейная схема питания электрооборудования отвалообразователя ОШ-1500/105

обогревом и вентиляцией. На отвалообразователях ОШ-1500/105, ОШР-4500/90, ОШР-4500/180 для обогрева применяются электропечи ПТ-8-2.

Управление электроприводами отвалообразователей осуществляется с пультов управления, размещающихся в кабинах оператора.

Для удобства обслуживания отдельных механизмов, управление которыми производится с пультов, а также механизмов, требующих непосредственного присутствия оператора по условиям технологии ведения работ, на машинах предусмотрены посты местного управления.

Связь между производственными помещениями и кабинами управления машин (за исключением отвалообразователя ОШ-1500/105) осуществляется при помощи приборов громкоговорящей связи ПГСП-120.

Предусмотрена также громкоговорящая и телефонная связь отвалообразователей с другими машинами комплекса.

Рабочее освещение машин обеспечивает возможность работы в ночное время.

Отвалообразователи ОШР-5000/95 и ОШР-5000/190 имеют аварийное освещение для безопасного выхода обслуживающего персонала с машины при отключении питающего напряжения.

Электроприводы конвейеров отвалообразователей оборудуются системой полуавтоматического управления.

Применяемое на отвалообразователях ОШР-5000/190 и ОШР-5000/95 устройство контроля скорости конвейерной ленты позволяет сократить время пуска конвейерной линии машин.

Схема управления конвейерами отвалообразователей ОШ-1500/105, ОШР-4500/90 и ОШР-4500/180 позволяет включить их конвейерные линии в систему диспетчеризации, принятую на конкретном землеройном комплексе.

Схемы управления конвейеров отвалообразователей ОШР-5000/95 и ОШР-5000/190 позволяют оборудовать машины как для работы в системе диспетчерского управления типа АУКТ (в составе «длинного» комплекса), так

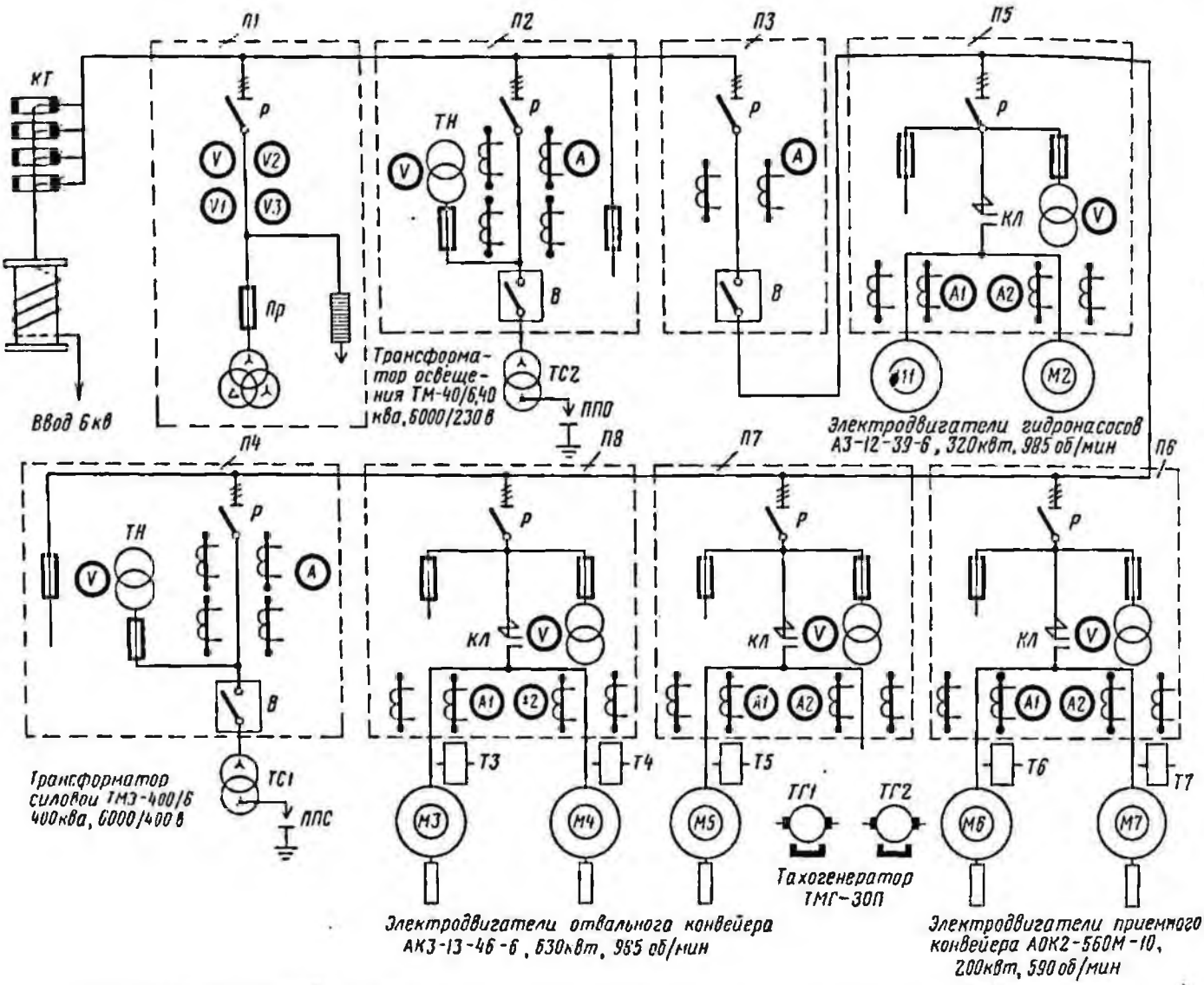


Рис. III-76. Однолинейная схема питания электрооборудования отвалообразователя ОШ-5000/190

и в системе с пультом управления типа ПДМК на головной машине (в составе «короткого» комплекса).

Отвалообразователи снабжаются приборами, обеспечивающими визуальный контроль скорости ветра.

ТРАНСПОРТНО-ОТВАЛЬНЫЕ МОСТЫ

§ 1. Классификация

Основными технологическими признаками для классификации и оценки мостовых установок являются: типы и количество работающих на мост экскаваторов, их расположение и способ соединения с мостом, расположение и тип ходовых устройств, наличие телескопичности и поворотности моста в плане, расположение зимних запасов полезного ископаемого, способ отсыпки породы в отвал. Классификация мостовых установок по этим признакам приведена в табл. III-40.

Наиболее распространенными в настоящее время являются мостовые установки с отдельно стоящими цепными (одним или несколькими) экскаваторами.

На Шевченковском марганцевом карьере работает мостовая установка с одним отдельно стоящим роторным экскаватором.

Мостовые установки с цепными экскаваторами в большинстве случаев работают узкими, а с роторными — широкими заходками.

При работе на мост нескольких экскаваторов возможны следующие основные схемы их примыкания (рис. III-77):

с односторонним расположением экскаваторов, жестко связанных с мостом * (рис. III-77, *а*);

с двухсторонним расположением экскаваторов, жестко связанных с мостом (рис. III-77, *б*);

с двумя экскаваторами, один из которых связан с мостом жестко, а второй имеет некоторую свободу перемещения (рис. III-77, *в*);

с одним экскаватором, имеющим некоторую свободу перемещения относительно экскаваторной опоры (рис. III-77, *г*);

с двумя экскаваторами, имеющими некоторую свободу перемещения (рис. III-77, *д*);

с четырьмя экскаваторами (рис. III-77, *е*), два из которых расположены симметрично и связаны с мостом жестко, а два имеют некоторую свободу перемещения относительно моста, но между собой связаны жестко.

При выборе схемы расположения вскрышных экскаваторов необходимо учитывать следующее:

а) мостовые установки с одним, максимум двумя, экскаваторами (верхнего и нижнего копания) более просты и надежны в эксплуатации;

б) технологически «гибкое» сочленение экскаваторов с мостом несколько усложняет конструкцию, но в эксплуатации более удобно, так как сокращает взаимозависимость при перемещении моста и экскаваторов и дает возможность более равномерно разместить вскрышные породы в отвалах;

в) при веерном перемещении фронта удобнее одностороннее расположение экскаваторов со стороны торца карьера; при этом крайний экскаватор должен быть полноповоротным и должен обеспечивать возможность работы как по верхнему, так и по нижнему уступам;

г) при параллельном перемещении фронта наиболее благоприятным является двухстороннее расположение экскаваторов, каждый из которых полноповоротный и имеет возможность отработки и верхнего и нижнего уступов;

д) длина соединительных транспортеров (от экскаватора к мосту) определяется условиями

Таблица III-40

Классификация транспортно-отвальных установок

Признаки классификации	Разновидности установки
Типы экскаваторов	Цепные, роторные
Расположение экскаваторов и схема присоединения к мосту	Встроенные в мост, отдельно стоящие
Расположение опор:	
экскаваторной	На полезном ископаемом, на вскрышном уступе
отвальной	На полезном ископаемом, на почве пласта, на предотвале
Тип хода моста	Рельсовый, гусеничный, комбинированный
Наличие телескопичности и поворотности моста в плане	Без телескопичности, с поворотностью и конструктивной телескопичностью, с поворотностью и технологической телескопичностью
Расположение зимних запасов полезного ископаемого	Под пролетом, под консолью, под пролетом и под консолью
Способ отсыпки породы в отвал	С одной точкой отсыпки в конце отвальной консоли, с промежуточными точками отсыпки, с использованием отдельного отвалообразователя

* Здесь и далее имеется в виду жесткая технологическая, а не конструктивная связь.

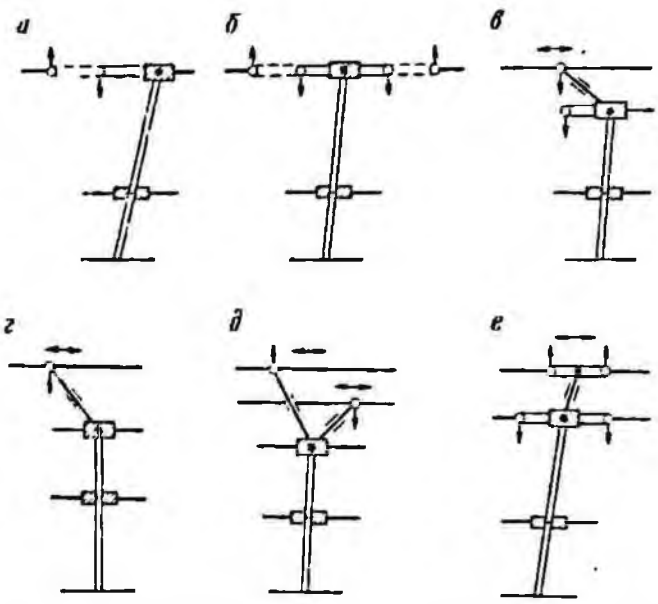


Рис. III-77. Принципиальные схемы примыкания вскрышных экскаваторов к мосту

отработки торцовых участков фронта и должна быть увязана с величиной поворотности моста. Однако при мостовых установках с двумя (или более) экскаваторами желательно сокращать расстояния между ними с целью уменьшения длительности работы в торцовых участках фронта только одним экскаватором.

Большинство изготовленных до настоящего времени мостовых установок имеют рельсовые ходовые устройства, достоинством которых являются более равномерная передача давления на основание и относительно малый износ ходовых устройств. В отдельных конструкциях мостов (например, мост Бандуровского буроугольного карьера) применяется гусеничный ход, обладающий большей маневренностью, однако более подверженный износу. На мостовой установке одного из Часов-Ярских карьеров одна опора моста имеет гусеничный, а вторая — шагающий ход.

Место расположения опор моста определяется горнотехническими условиями месторождения, типом и количеством экскаваторов, предназначенных для работы на мост, а также схемой компоновки моста, размером и весом его отдельных узлов.

При мостовых установках с ценными экскаваторами и устойчивых породах вскрыши экскаваторная опора располагается обычно на верхней площадке нижнего вскрышного уступа.

При слабых породах вскрыши, а также при мостах с роторными экскаваторами верхнего черпания экскаваторная опора располагается либо на кровле, либо в пределах пласта полезного ископаемого.

Отвальная опора (как правило, более нагруженная) чаще располагается в пределах пласта полезного ископаемого, хотя это и приводит к большей длине отвальной консоли.

Расположение отвальной опоры на предотвале уменьшает длину отвальной консоли (с одновременным увеличением пролета моста), создает предпосылки для уменьшения общего угла заложения откоса отвалов и уменьшения опасности выдавливания их основания, упрощает сопряжение путей в районе поворотного пункта, упрощает организацию добычных работ, особенно при наличии в пласте прослоек. Однако такое расположение отвальной опоры возможно только при отсыпке предотвала из устойчивых пород с достаточной фильтрацией. В ряде случаев применяется специальная укатка предотвала.

Наибольшей гибкостью в эксплуатационном отношении обладают мосты, имеющие телескопичность и поворотность в плане. При этом значительно упрощается отработка торцовых участков фронта, обеспечивается возможность наращивания его длины, улучшаются условия размещения вскрыши в отвалах.

Размещение зимних запасов полезного ископаемого наиболее рационально под пролетом моста при расположении отвальной опоры на предотвале или (реже) на почве пласта.

В этом случае организация добычных работ наиболее удобна, а общие рабочие размеры моста — минимальны.

При расположении зимних запасов под пролетом, а отвальной опоры — на уступе полезного ископаемого высоту нижнего добычного уступа стремятся принять минимальной (1,5—2,5 м). Достоинством этой схемы является наличие более устойчивого основания для отвальной опоры. К недостаткам данной схемы следует отнести: увеличение длины отвальной консоли; прекращение зимой добычи по нижнему уступу; изменение качества выдаваемой продукции в зимний и летний периоды (при неоднородном строении и различной качественной характеристике отдельных пачек пласта); увеличение высоты отвальной опоры.

Размещение зимних запасов только под консолью моста при расположении отвальной опоры в пределах пласта полезного ископаемого увеличивает длину отвальной консоли и предопределяет необходимость принятия максимальной высоты нижнего добычного уступа. При этом уменьшается высота отвальной опоры, а остальные факторы сохраняются, как и в предыдущем случае.

Расположение зимних запасов под пролетом и под консолью приводит к существенному увеличению общих размеров моста (размер

полосы зимних запасов входит в размер моста дважды). Однако при этом достигаются равномерная загрузка оборудования, постоянная качественная характеристика продукции и безопасность работы моста по условиям устойчивости отвалов.

Для обеспечения устойчивого угла откоса внутренних отвалов отсыпка их при высоте более 30—40 м должна производиться раздельно в несколько ярусов с укладкой в основании наиболее устойчивых пород с хорошими фильтрационными свойствами. Это приводит к необходимости раздельной разработки отдельных разновидностей пород вскрыши и устройства на отвальной консоли промежуточных точек сбрасывания. Наиболее удобны для этой цели мостовые установки с роторным экскаватором.

§ 2. Конструкция и техническая характеристика

Современные транспортно-отвальные мосты в большинстве случаев состоят из следующих основных конструктивных элементов (рис. III-78): пролетного строения, состоящего из пролетной (междуопорной) части и отвальной консоли, и опор — экскаваторной (со стороны вскрышных экскаваторов) и отвальной (со стороны отвальной консоли). Помимо этого, в комплекс транспортно-отвального моста входят соединительные мосты или стрелы, служащие для передачи породы непосредственно от вскрышных экскаваторов на главный мост.

Существуют транспортно-отвальные мосты, в которых соединительные мосты отсутствуют и вскрышной экскаватор встроен в транспортно-отвальный мост (рис. III-79). В этом случае достигается экономия в весе мостовой установки как за счет отсутствия соединительных мостов, так и за счет уменьшения веса ходовых устройств (нет отдельного ходового устройства экскаватора).

Опрокидывающий момент, создаваемый отвальной консолью, чаще всего уравновешивается весом пролета самого транспортно-отвального моста. Но если этого оказывается недостаточно, то уравновешивание консоли осуществляется за счет противовеса на отвальной опоре (см. рис. III-78), специальной стрелы с противовесом (рис. III-80), приемной консоли и соединительного моста (рис. III.81) или конструкцией встроенного экскаватора (см. рис. III-79).

Основным технологическим оборудованием транспортно-отвальных установок являются конвейеры, располагаемые по всей длине главного и соединительных мостов. Кроме того,

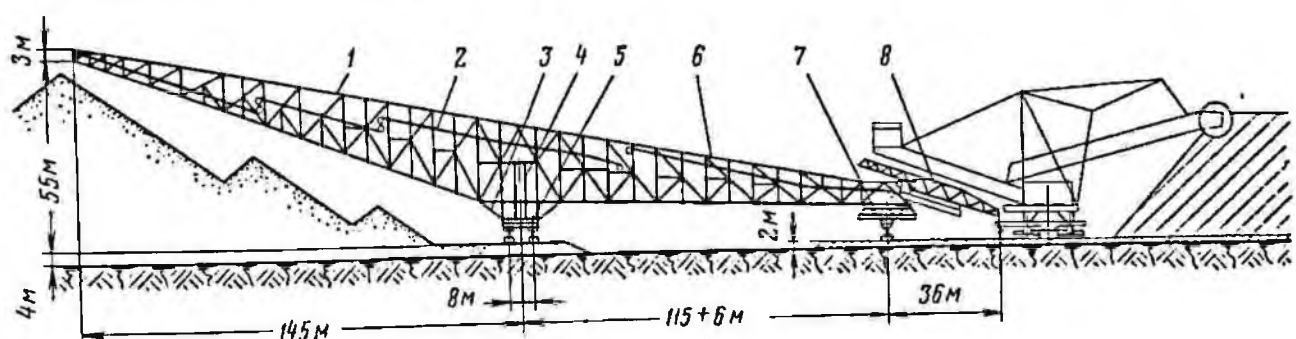


Рис. III-78. Транспортно-отвальный мост Шевченковского карьера:

1 — отвальная консоль; *2* — ленточные конвейеры; *3* — шахта (корзина); *4* — треугольная опорная ферма; *5* — отвальная опора; *6* — пролетная часть; *7* — экскаваторная опора; *8* — соединительный телескопический мост

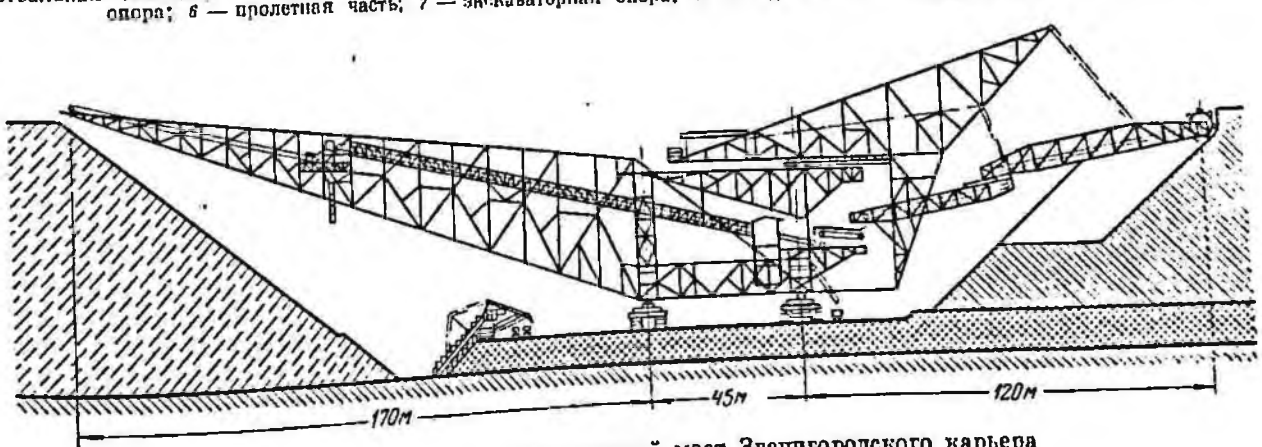


Рис. III-79. Транспортно-отвальный мост Звенигородского карьера

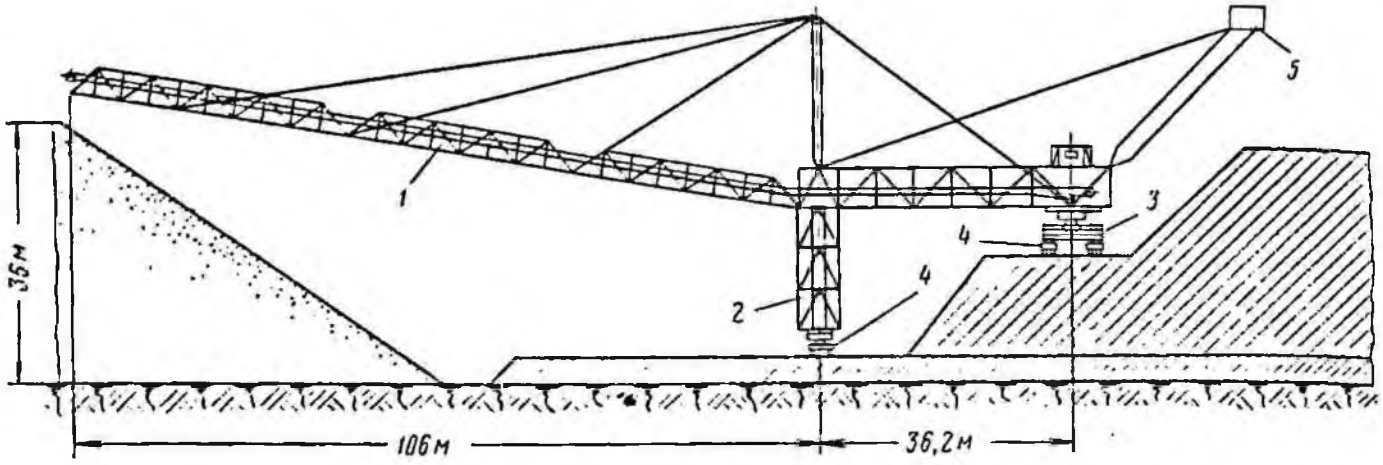


Рис. III-80. Транспортно-отвальный мост Стрижевского карьера:

1 — отвальная стрела; *2* — отвальная опора; *3* — забойная опора; *4* — ходовое оборудование; *5* — противовес

Таблица III-41

Техническая характеристика транспортно-отвальных мостов

Наименование моста	Пролет, м	Длина отвальной консоли, м	Поворотность в плане, градус	Телескопичность главного пролета, м	Сочленение с экскаваторами	Тип ходового устройства	Число ходовых колес: отвальной опоры	Число ходовых колес: экскаваторной опоры	Производительность, м³/ч	Ширина конвейерных лент, мм	Скорость конвейеров (max.), м/сек	Масса моста, т	Установленная мощность, квт
Стрижевский	36,2	106	±22	+1	Поперечным соединительным мостом	Рельсовый	32	16	810	1200	3,7	817	523
Шевченковский	115	145	±17	+6	Телескопическим поворотным соединительным мостом	То же	128	24	3750	1800	5,4	2420	3646
Карьера Западный-Формовочный	50	58	—	—	Поворотным соединительным мостом	Гусеничный, шагающий	—	—	500	1200	—	110	—
Карьера Камыш-Бурунского	175	140	±22	+15	Поперечным и поворотным соединительными мостами	Рельсовый	144	42	3300	1800	3,8	3000	1060
Бергниц	170	90	±25	+20	То же	То же	80	48	1300	1600	3	2200	980
Морозовский	170	113	±25	+20	Поперечным и загрузочным соединительными мостами	»	80	48	5200 *	1800	4,78	2947	3067
Семеновско-Головковский	160	134	±22	+13	Поперечными соединительными мостами	»	192	48	3300	1600	4	4165	2220
Бандуровский	25	90 **	0	0	Поперечными и телескопическим поворотным соединительными мостами	Гусеничный	2 спаренные гусеницы	1 спаренная гусеница	3400	1800	5	2250	2000
Звенигородский	45	170	—	±0,3	Встроенный экскаватор	Рельсовый	160	256	2100	1800	4	7600	3000
Эспенхайн	230	170	—	+20	Поперечными и продольными соединительными мостами	То же	288	128	5500	2200	4,25	9500	4000
AFB-34 (ГДР)	180	75	±20	±6	Поперечными соединительными мостами	»	64	48	7600 *	1600	7,25	2650	—
AFB-45 (ГДР)	225	125	±22	±7,5	То же	»	—	—	8800 *	1800 *	7,25	5600	—

* Производительность в разрыхленной массе.
** Длина консоли до реконструкции.

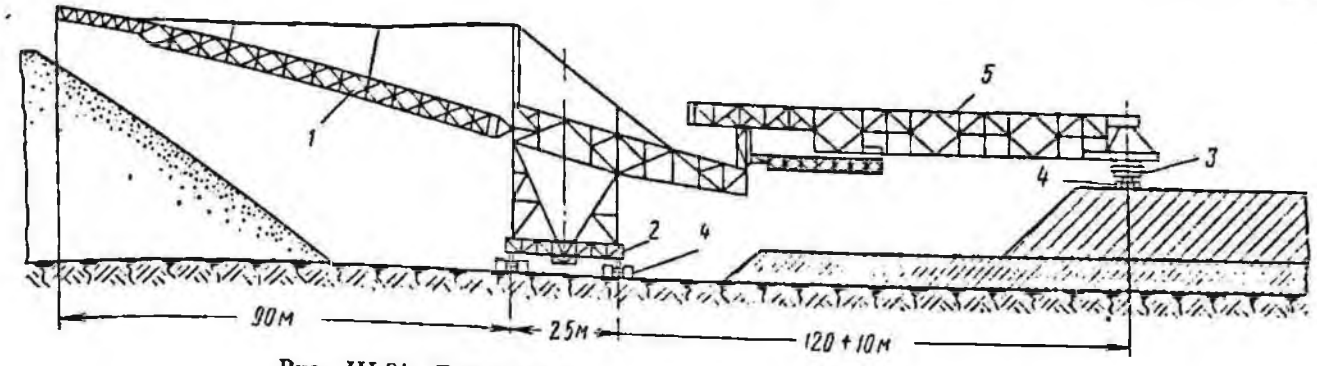


Рис. III-81. Транспортно-отвальный мост Бандуровского карьера:
1 — отвальная стрела; *2* — отвальная опора; *3* — забойная опора; *4* — ходовое оборудование; *5* — стрела с противовесом

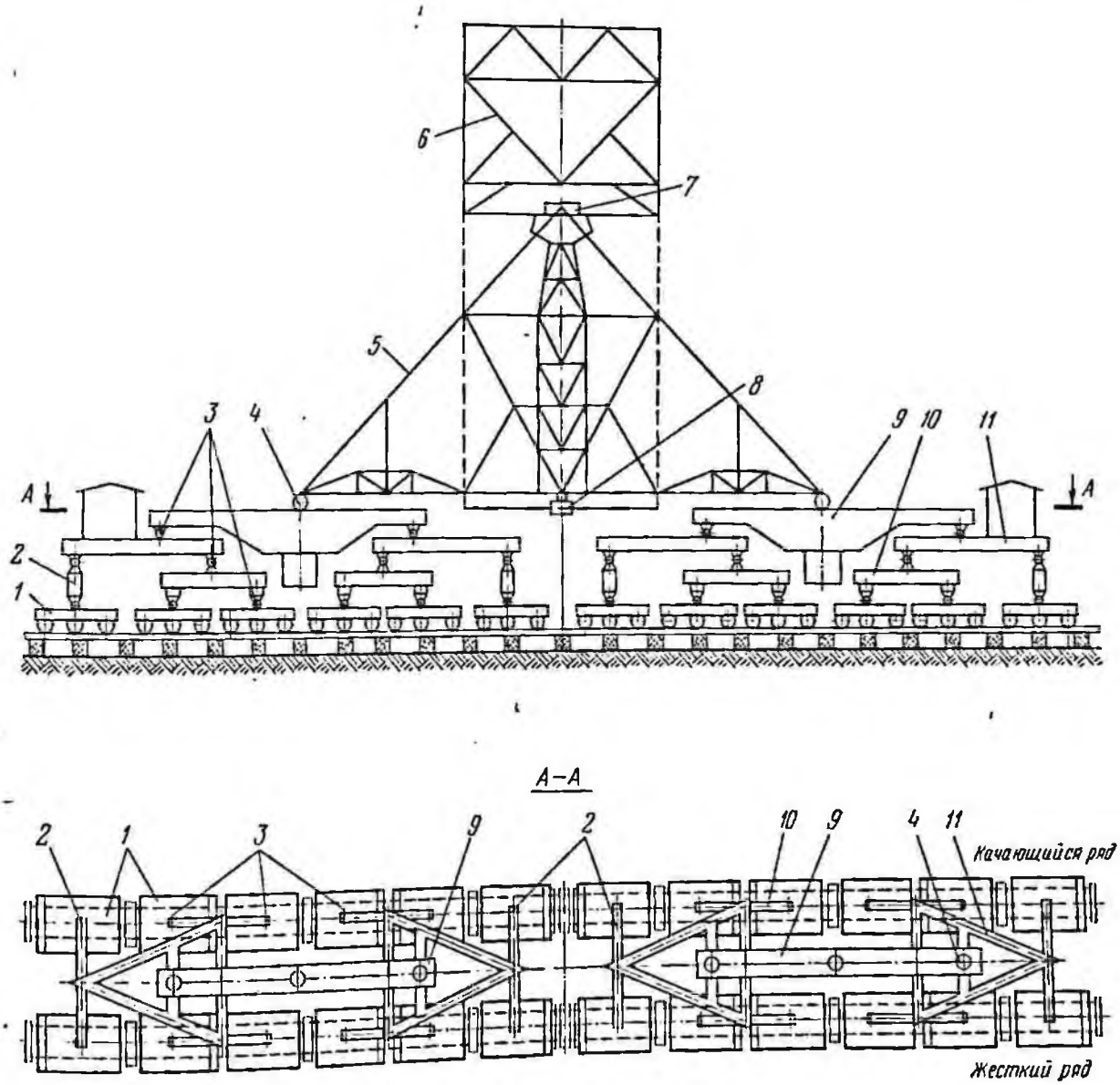


Рис. III-82. Отвальная опора:
1 — тележки; *2* — поперечное коромысло; *3* — шаровые опоры; *4* — шаровая опора треугольной опорной фермы; *5* — треугольная опорная ферма; *6* — опорные поперечные связи главных ферм; *7* — верхний центральный подшипник; *8* — нижний центральный подшипник; *9* — большое продольное коромысло; *10* — малое продольное коромысло; *11* — треугольное коромысло

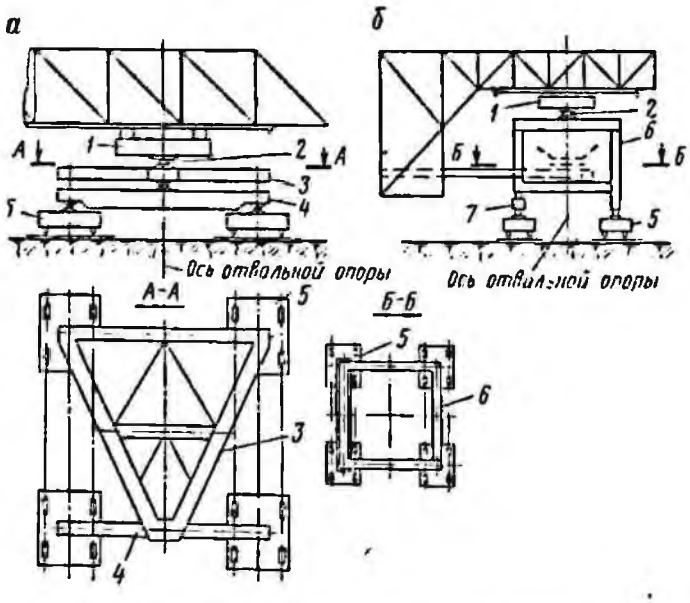


Рис. III-83. Экскаваторная опора:

а — с опиранием на треугольное коромысло; б — то же, на портал: 1 — телескопическая тележка; 2 — шаровая опора; 3 — треугольное коромысло; 4 — поперечное коромысло; 5 — ходовые тележки; 6 — портал; 7 — продольное коромысло

мосты оснащены оборудованием для передвижения вдоль карьера, а также электрическим оборудованием. Управление механизмами автоматизировано.

Техническая характеристика некоторых транспортно-отвальных мостов приведена в табл. III-41.

Основной нагрузкой транспортно-отвальных мостов является собственный вес металлоконструкций и вес оборудования. Поэтому во всех конструкциях и механизмах транспортно-отвальных мостов стремятся максимально снизить вес; это тем более необходимо, что уменьшение веса какого-либо узла на определенную величину уменьшает вес моста на величину, значительно бо́льшую, так как при этом снижается вес несущих металлоконструкций, а также и вес ходовых устройств и упрощается их конструкция. Применение статически определимых сопряжений взаимно подвижных частей также приводит к уменьшению веса мостовой установки.

Особенности эксплуатации транспортно-отвальных мостов как подвижных сооружений (неровности путей и неточность их укладки, возможные просадки грунта основания и невозможность осуществления абсолютной точности синхронизации движения отвальной и экскаваторной опор) обусловливают возможность разворота мостов в плане. Так как при повороте моста в плане происходит изменение (удлинение) его пролета, то поворотные мосты имеют обязательно телескопические устройства. Очень часто телескопические устройства имеются и в местах сочленения вспомогательных мостов с главными или вспомогательных мостов и экскаваторов. Для осуществления необходимой подвижности в сопряжениях главного моста и опор используются различные шарниры.

Обычно транспортно-отвальные мосты передвигаются по рельсовым путям; применяется также гусеничный и шагающий ход (см. рис. III-81). При рельсовом ходе под каждой из опор моста укладываются по два пути, но встречаются опоры, перемещающиеся по одному пути (см. рис. III-78, III-80).

Обычно главный мост опирается на отвальной опоре на две точки, а на экскаваторной — на одну. На отвальной опоре опирание осуществляется (рис. III-82) с помощью треугольной опорной фермы, которая сопрягается с главным мостом верхним и нижним центральными подшипниками, располагаемыми на одной вертикали. Вертикальные нагрузки от главной фермы моста передаются на верхний центральный подшипник через мощные опорные поперечные связи, а горизонтальные нагрузки — через продольные связи. Нижний центральный подшипник воспринимает только горизонтальные силы, передающиеся через горизонтальные связи, расположенные внизу шахты (корзины). Шахта жестко связана с главным мостом. Благодаря такому устройству главный мост может поворачиваться в плане относительно треугольной опорной фермы, которая вместе с ходовой частью все время остается в плоскости путей. На нижних углах треугольной опорной фермы расположены два шаровых шарнира, опирающихся на систему коромысел, распределяющих нагрузки на ходовые тележки.

На экскаваторной опоре (рис. III-83) телескопическая тележка, по каткам которой главный мост может перемещаться вдоль своей оси, опирается через шаровой шарнир на систему коромысел или на портал. Портал опирается непосредственно на ходовые тележки или через систему коромысел.

Равномерное распределение вертикальных нагрузок на каждое колесо и необходимая приспособленность ходовых частей к неровностям путей достигается опиранием в трех точках всех элементов ходовой системы.

В случае расположения двух путей под одной опорой моста для ее перемещения при неточном соблюдении расстояния между двумя путями система коромысел одного из путей выполняется качающейся, а другая — жесткой. Жесткое сопряжение достигается установкой вспомогательных боковых катков с минимальными зазорами (до 2 мм), а покачивание — с зазорами расчетной величины, ограничивающими величину покачивания в зависимости от величины

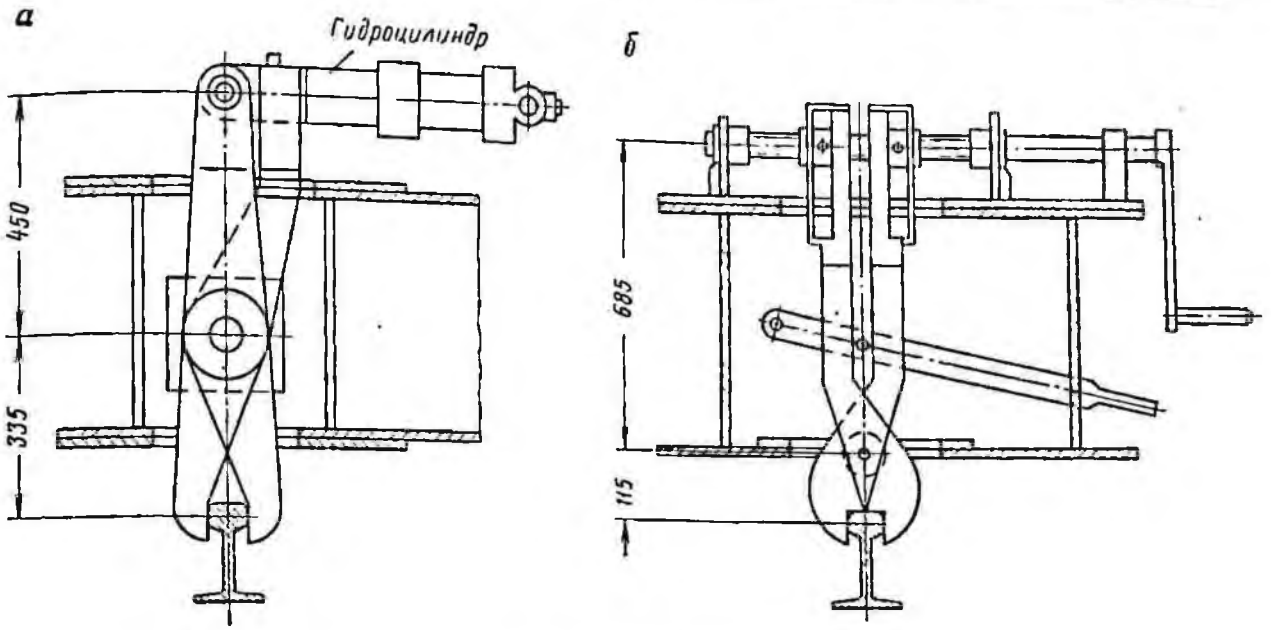


Рис. III-84. Рельсозахваты:
а — автоматический; б — ручной

допуска в расстоянии между путями (обычно допуск не превышает ±100 мм).

Ходовые тележки (приводные и неприводные) имеют 4, 6 или 8 колес, причем на приводных тележках приводными могут быть все колеса или только часть из них. Приводные тележки снабжаются электротормозами и рельсозахватами (ручными или автоматическими) (рис. III-84). Рабочая скорость рельсового хода обычно 3—6 м/мин, а угонная достигает 12 м/мин. Количество ходовых тележек определяется расчетом исходя из несущей способности рельсового пути и грунтового основания, а также по соображениям периодичности ремонтов изнашивающихся деталей ходовой части. При этом учитывается, что при челночной работе мостовой установки износ больше, чем при блочной. Обычно считается, что на одно колесо не следует передавать давление более 16—20 тс при челночной работе и более 24 тс — при блочной.

Для уменьшения нагрузки от конвейеров и перемещаемой породы ленточные конвейеры, располагаемые на транспортно-отвальных установках, имеют значительные скорости лент — до 7,25 м/сек. При скоростях лент 6 м/сек и более необходимо производить динамическую балансировку поддерживающих роликов. Для облегчения несущих металлоконструкций приводные и натяжные станции конвейеров располагаются по возможности над опорами или вблизи от них, поэтому часто, в особенности на отвальных консолях, привод конвейеров располагается у места их загрузки.

На пересыпках с конвейера на конвейер, в особенности когда они сопрягаются под углом, иногда применяются короткие разгонные конвейеры, имеющие несколько меньшую скорость, чем последующий конвейер. При наличии точки промежуточной отсыпки в месте сопряжения двух конвейеров обычно применяется подвижной бункер (воронка), направляющий в зависимости от своего положения поток породы в отвал или на последующий конвейер.

В основном же конструкция конвейеров на транспортно-отвальных мостах не отличается от конструкции обычных конвейеров для открытых разработок.

При необходимости устройства промежуточных точек отсыпки на длине отвальной консоли отвальный конвейер разделяют на два или более конвейера, и в местах их сочленения устраиваются точки промежуточной отсыпки. Тогда на консоли, на значительном расстоянии от опоры, должна быть установлена приводная станция, что значительно утяжеляет отвальную консоль и весь мост. Более совершенное решение применено в мосте Шевченковского карьера (см. рис. III-78), где отвальный конвейер имеет по длине консоли две петли для промежуточной отсыпки предотвалов. Это значительно облегчило отвальную консоль, весь мост и ходовую часть отвальной опоры и дало возможность значительно упростить ее конструкцию.

Теоретическая производительность транспортно-отвального моста (пропускная способность) считается равной производительности

системы его конвейеров. При этом теоретическая производительность конвейеров при роторных или цепных экскаваторах, если их производительность определена при коэффициенте наполнения ковшей $K_в = 1{,}1-1{,}4$, должна быть больше производительности всех экскаваторов на величину коэффициента перегрузки $K_п = 1{,}1-1{,}2$. При исчислении коэффициента наполнения ковшей цепных экскаваторов $K_н = 1{,}7$ и более коэффициент перегрузки следует принимать равным единице.

Металлоконструкции транспортно-отвальных мостов состоят из основных несущих, вспомогательных и опорных конструкций, конструкций встроенных экскаваторов и конструкций соединительных мостов.

Несущие металлоконструкции состоят из главных ферм и системы продольных и поперечных связей, основные из которых обычно располагаются над опорами. Главные фермы имеют в пролете всегда жесткую конструкцию; на отвальных консолях конструкция кроме жесткой бывает и в виде одной или нескольких сочлененных балок жесткости, поддержанных гибкой нитью или вантами из стальных канатов.

Вспомогательные металлоконструкции служат для поддержания конвейеров и другого оборудования и передачи нагрузок от них на главные фермы. К вспомогательным конструкциям также относятся лестницы, трапы и площадки для обслуживания оборудования и помещений (распредустройств, приводных станций и т. п.).

Металлоконструкции соединительных мостов выполняются обычно двухопорными, без консолей.

Металлоконструкции встроенных экскаваторов выполняются в виде сквозных пространственных систем и в некоторых частях повторяют схемы металлоконструкций экскаваторов.

К опорным металлоконструкциям относятся: на отвальной опоре — треугольная опорная ферма, на экскаваторной опоре — портал (если он есть), системы коромысел на обеих опорах. Для уменьшения высоты опорных конструкций коромысла (продольные, поперечные, треугольные) выполняются в виде балок сплошного сечения.

Для уменьшения собственного веса основные несущие металлоконструкции изготовляются из низколегированных сталей.

До пятидесятых годов все металлоконструкции транспортно-отвальных мостов были клепаные. В настоящее время металлоконструкции изготовляются сварными с клепаными основными монтажными соединениями. На Моровском транспортно-отвальном мосту для некоторых монтажных соединений впервые применены высокопрочные болты.

В дополнение к основным вертикальным нагрузкам наиболее существенное влияние на мост оказывает горизонтальная нагрузка от ветра. На транспортно-отвальном мосту обязательно устанавливается аппаратура для измерения скорости ветра. Эксплуатация мостовых установок допускается при скорости ветра, не превышающей 20 м/сек (25 кгс/м²). Если скорость ветра достигнет 20 м/сек, все механизмы установки должны автоматически останавливаться, а на ходовые устройства должны автоматически накладываться тормоза; сразу же должны быть наложены все рельсозахваты и обслуживающий персонал должен быть выведен с моста.

Для питания электроэнергией транспортно-отвальных мостов используется напряжение 3,6, 10, 25 и 35 кв. Электроэнергия подводится, как правило, по кабелям, намотанным на кабельные барабаны; намотка и размотка кабелей при движении осуществляется автоматически.

Мосты снабжаются следующими электрическими защитными устройствами:

1) ветрозащитной установкой;

2) конечными выключателями, ограничивающими: угол поворота моста в плане, изменение расстояния между опорами моста (телескопичность), угол поворота в плане соединительных конвейеров, изменение расстояния между экскаватором (экскаваторами) и мостом (или соединительными конвейерами), продольный уклон путей обеих опор, обычно не превышающий 1,5%, расстояние между путями каждой из опор, изменение колеи, длины разматывания кабеля на кабельном барабане, наклон маятниковых опор и пр.;

3) ограничителями скорости перемещения в механизмах;

4) защитами, действующими на отключение приводов конвейеров при сходе, порывах и пробуксовке конвейерных лент;

5) электрическими защитами, действующими при коротких замыканиях и при перегрузках двигателей;

6) защитой при недопустимом приближении отвальной консоли к отвалам. При соприкосновении электродов датчика с отвалом автоматически отключаются ходовые механизмы и конвейеры.

Все основные механизмы моста снабжаются предупредительной звуковой сигнализацией и сигнализацией аварийных отключений.

КОНВЕЙЕРНЫЕ УСТАНОВКИ И ПЕРЕГРУЖАТЕЛИ

§ 1. Классификация

Ленточные конвейеры классифицируются по следующим признакам.

По роду транспортируемого материала: для мягких пород; для скальных пород.

По назначению: применяемые при вскрыше и добыче.

По месту установки: конвейеры комплексов горнотранспортных машин; конвейеры экскавирующих и отвалообразующих машин. Первые в свою очередь подразделяются на забойные, передаточные, наклонные, торцовые, отвальные, магистральные.

Конвейеры экскавирующих и отвалообразующих машин могут быть приемные, промежуточные, разгрузочные, промежуточные мостовые, главные (мостовые), отвальные.

По способу передвижки: стационарные, передвижные, самоходные.

По углу наклона к горизонту: горизонтальные, наклонные (до 22°), крутонаклонные (свыше 22°).

По конструкции ставов: жесткие с жесткими роликоопорами; жесткие с гибкими шарнирными роликоопорами; с канатным ставом и гибкими шарнирными роликоопорами.

По типу приводов: однобарабанные с одним или несколькими электродвигателями и многобарабанные с двумя и более приводными электродвигателями.

Стационарные конвейеры на карьерах используются как:

передаточные — обеспечивающие транспортирование вскрышных пород от забойных конвейерных линий к пунктам перегрузки на сборочные конвейеры;

наклонные сборочные — передающие вскрышу и уголь на магистральные конвейеры;

магистральные — транспортирующие уголь на электростанции или к пунктам перегрузки на железнодорожный транспорт; транспортирующие вскрышные породы к отвалам;

промежуточные, наклонные или горизонтальные — передающие вскрышные породы от пунктов перегрузки с магистральных конвейеров на отвальные конвейеры.

Стационарные конвейеры (рис. III-85) устанавливаются в виде отдельно стоящих секций на бетонных фундаментах или шпалах.

Магистральные конвейеры транспортируют груз от подъемного конвейера к отвальному. Длина транспортирования достигает нескольких километров. При использовании высокопрочных лент магистральные конвейеры изготовляют максимальной длины, для чего применяют мощные двух- и трехбарабанные приводы в головной части и однобарабанные — в конце конвейера.

Передвижные конвейеры применяются на забойных, отвальных уступах и в торцах конвейеров (продольно-передвижные конвейеры) — для соединения забойных (рис. III-86) и отвальных (рис. III-87) конвейеров. Продольно-передвижные конвейеры используются также для соединения внутрикарьерных и магистральных конвейеров.

Забойный и отвальный конвейеры должны быть приспособлены для передвижки в направлении, перпендикулярном их продольной оси. Загрузка забойного конвейера производится по всей его длине при помощи загрузочного устройства, передвигающегося вдоль става конвейера. Разгружается забойный конвейер через головной барабан. Его привод и натяжное устройство, как правило, монтируются на головной станции. Реже такой конвейер оборудуется головным и концевым приводами.

Длины забойных конвейеров и их количество в линии на одном уступе определяются технологией ведения горных работ и технико-экономическими показателями, при которых стоимость единицы транспортируемого груза будет минимальной. Наличие «мертвых зон» в тех местах конвейера, где не может быть использовано загрузочное устройство, приводит к необходимости применения перегружателя.

Передаточные конвейеры, в особенности те, которые предназначаются для передачи породы в торце карьера на внутренние отвалы, передвигаются вдоль своей оси. С этой целью приводная и натяжная станции устанавливаются на приводных ходовых тележках, а секции конвейера, выполненные в виде ферм длиной 15—20 м и соединенные шарнирно, — на тележках, опирающихся на рельсовый путь.

Наклонные подъемные конвейеры устанавливаются под углом не более 18° к горизонту. Их подразделяют на стационарные и передвижные (как правило, мостового типа). Крутона-

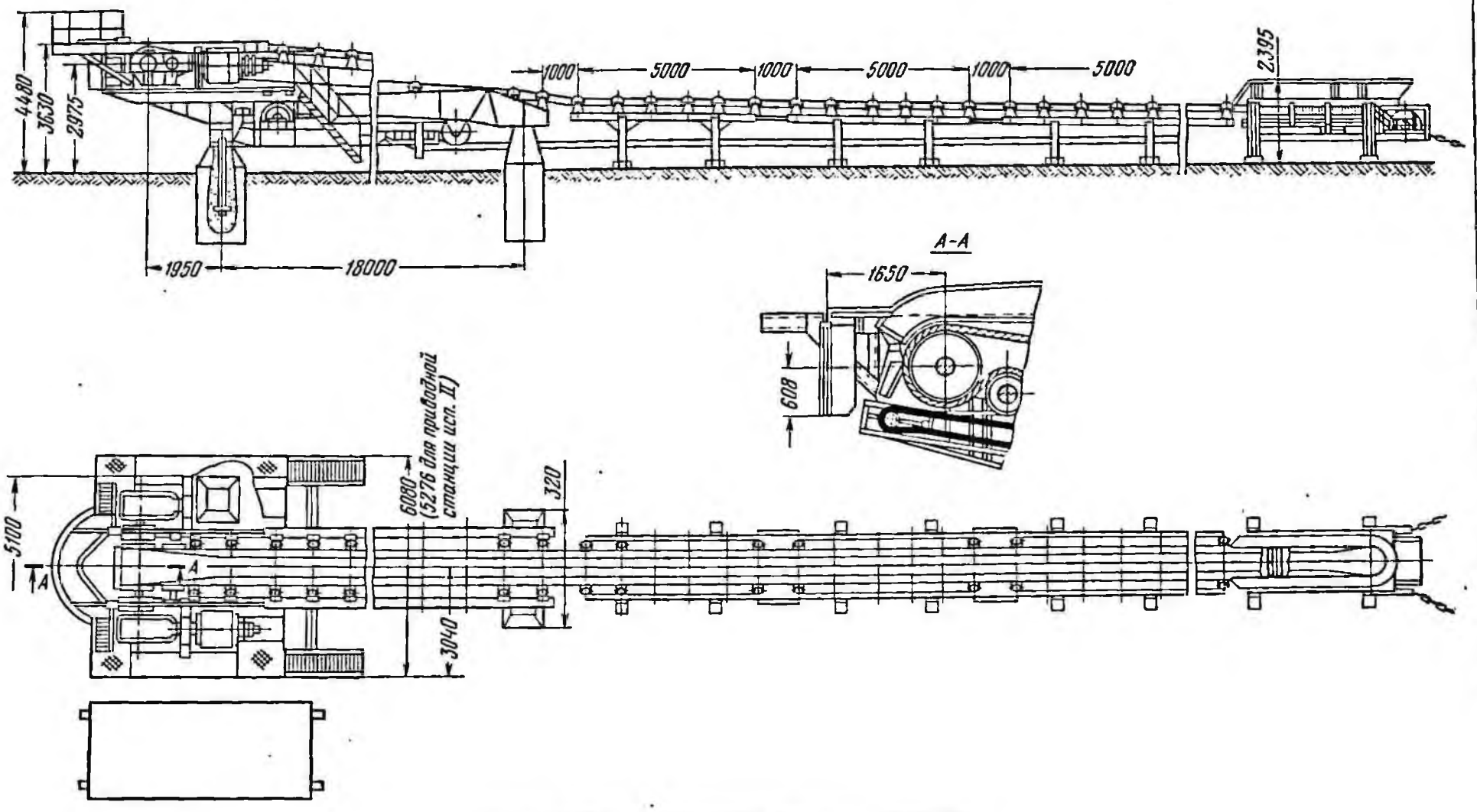


Рис. III-85. Стационарный ленточный конвейер

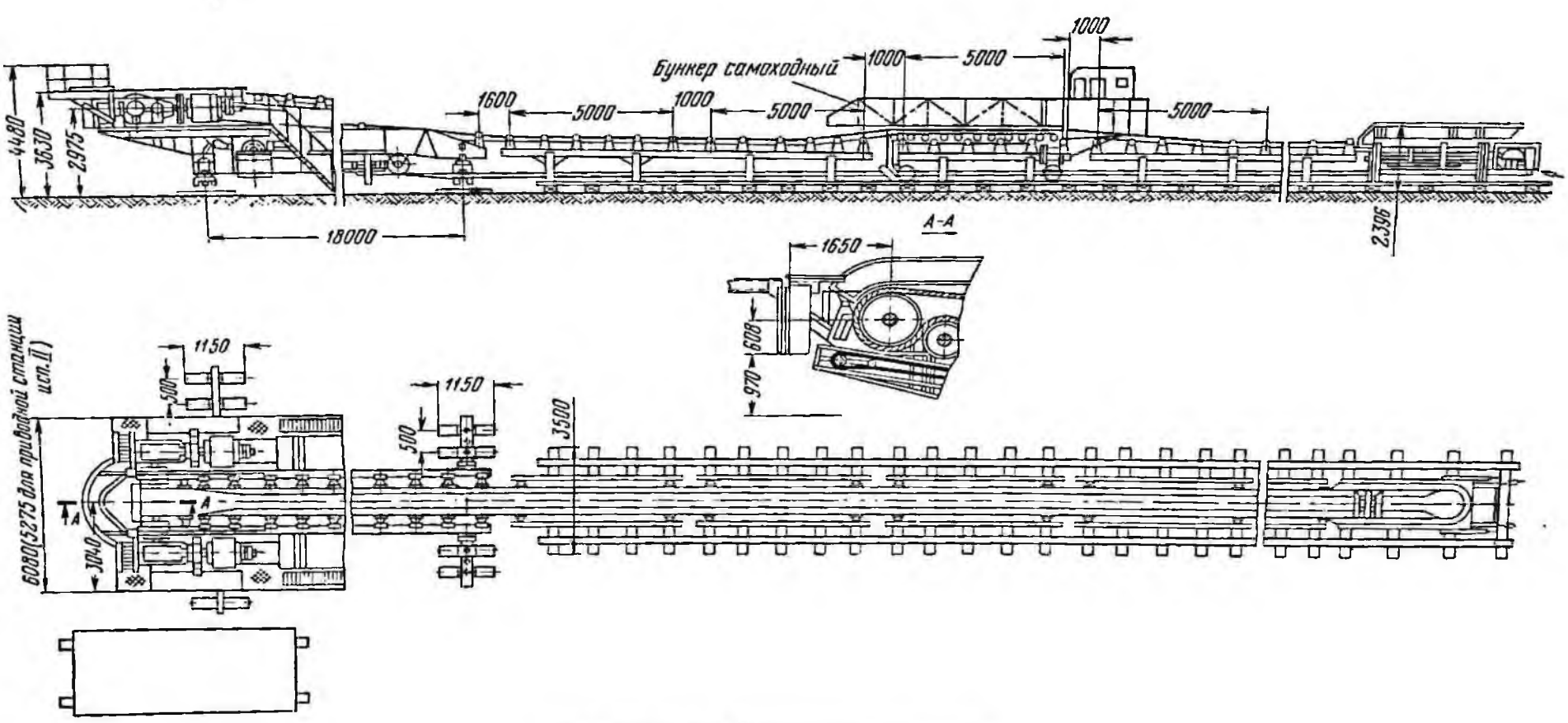


Рис. III-86. Забойный ленточный конвейер

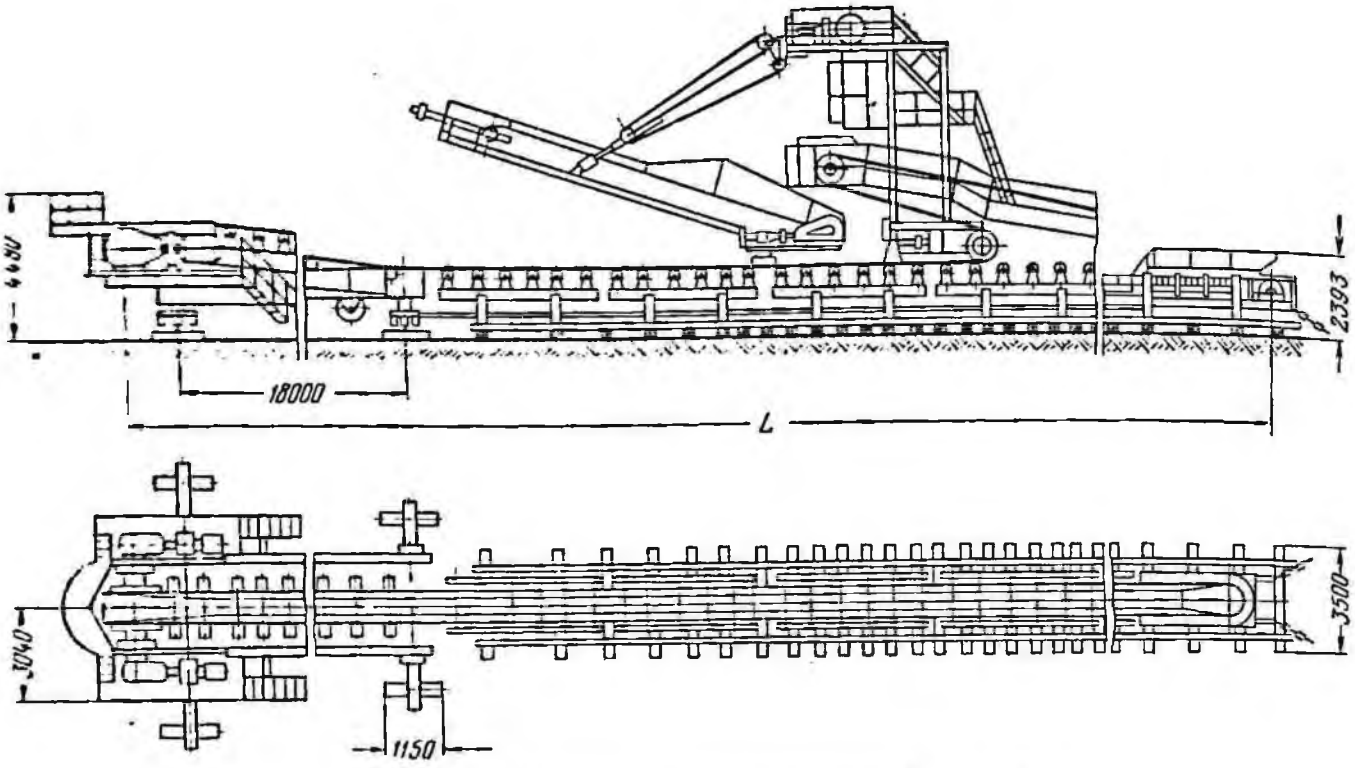


Рис. III-87. Отвальный ленточный конвейер

клонные конвейеры с углами установки до 45—60° предназначаются для передачи вскрышных пород или полезного ископаемого с уступа на уступ с целью сокращения числа откаточных горизонтов и упрощения транспортных коммуникаций карьеров.

§ 2. Конструкция основных узлов

Приводные и натяжные устройства. Приводные устройства ленточных конвейеров очень разнообразны как по конструктивному исполнению, так и по типам.

Наиболее распространенными являются однобарабанные приводы с одним или несколькими двигателями, расположенными в голове или хвосте конвейера.

На высокопроизводительных мощных конвейерах применяются два и более приводных барабана.

Принципиальные схемы размещения приводных барабанов приведены на рис. III-88.

В двухбарабанных приводах применяются три основные схемы связи приводов с барабанами:

а) общий привод двух барабанов, расположенных непосредственно друг за другом;

б) индивидуальный привод двух барабанов, расположенных непосредственно друг за другом;

в) индивидуальный привод головного и концевого барабанов или головного и расположенного вблизи от него другого барабана.

Наиболее распространена связь двигателей с барабаном по схемам *б* и *в*.

По принципам связи приводных барабанов между собой приводы делятся на:

общий привод:

с жесткой связью барабанов;

с механическим дифференциалом;

индивидуальный привод:

с электрическим дифференциалом,

с гидравлическим дифференциалом.

Мощности двухбарабанных приводов ленточных конвейеров достигают 3000 квт и более, что заставляет делить установленную мощность двигателей между несколькими электрическими машинами с целью облегчения веса редукторов, а также упрощения монтажных работ. Двухбарабанный привод по сравнению с однобарабанным имеет следующие преимущества:

снижается максимальное натяжение в ленте, что позволяет уменьшить число прокладок и применить более легкую и дешевую ленту;

снижается максимальное усилие в ленте, что позволяет уменьшить диаметр головного барабана. Это в свою очередь снижает высоту падения транспортируемого материала на ленту и приводит к повышению срока ее службы;

значительно сокращается число типоразмеров приводных электродвигателей;

появляется возможность применения легких и небольших по габаритам приводных узлов.

К недостаткам двухбарабанного привода следует отнести:

определенную сложность в создании систем согласования скоростей приводов и соотношения нагрузок на барабанах;

некоторое снижение надежности за счет увеличения количества оборудования (приводов);

усложнение обслуживания;

более высокую стоимость электрооборудования, вызванную наличием большого количества электродвигателей и аппаратуры управления. Однако это не вызывает существенного повышения стоимости конвейера, так как стоимость электрооборудования составляет около 10% стоимости всего конвейера.

Приводные станции стационарных конвейеров (см. рис. III-85) монтируются на легких решетчатых или балочных конструкциях, устанавливаемых на бетонных фундаментах. Приводные станции передвижных ленточных конвейеров относительно небольшого веса (при ширине ленты до 1400—1600 мм) выполняются на понтонах для передвижки их с помощью тракторов или других устройств. Более мощные передвижные конвейеры (при ширине ленты больше 1400—1600 мм) оборудуются приводными станциями на рельсовом либо гусеничном ходу (рис. III-86, III-87, III-89).

Приводные станции оборудуются унифицированными узлами, включающими в себя электродвигатель, муфту, редуктор и тормоз. Одна приводная станция может иметь от одной до четырех таких узлов.

На приводных станциях конвейеров устанавливаются обогреваемые кабины управления с электрооборудованием и устройствами связи.

На приводных станциях монтируются натяжные устройства. По принципу действия современные натяжные устройства разделяются на три группы:

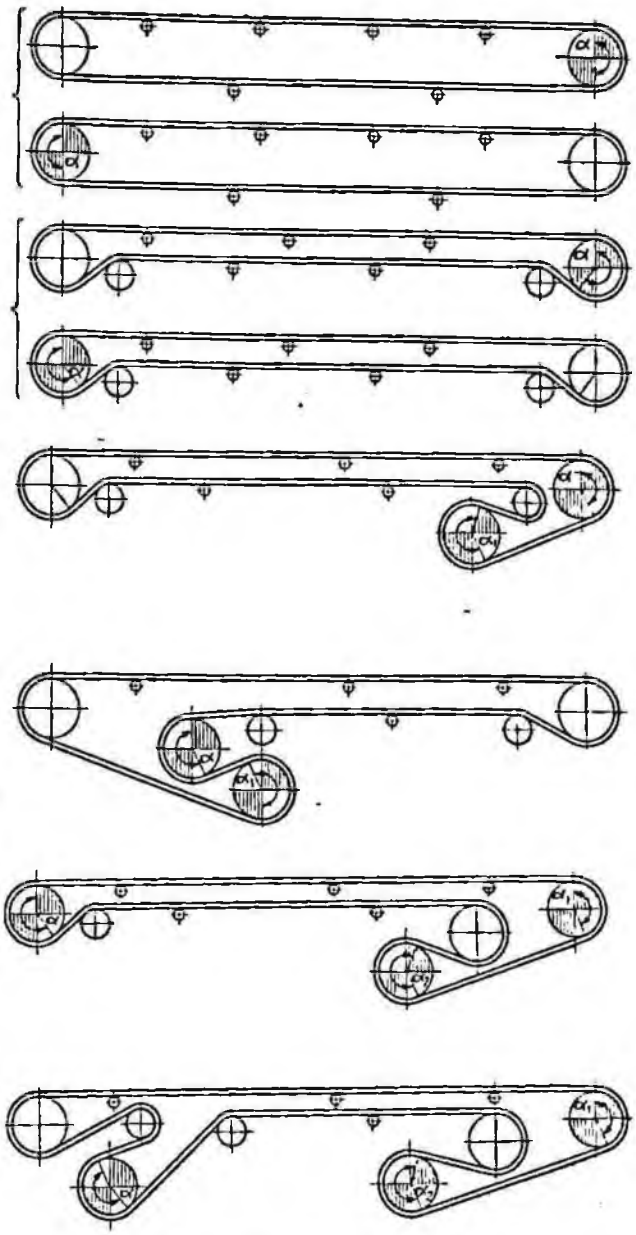


Рис. III-88. Принципиальные схемы размещения приводных барабанов

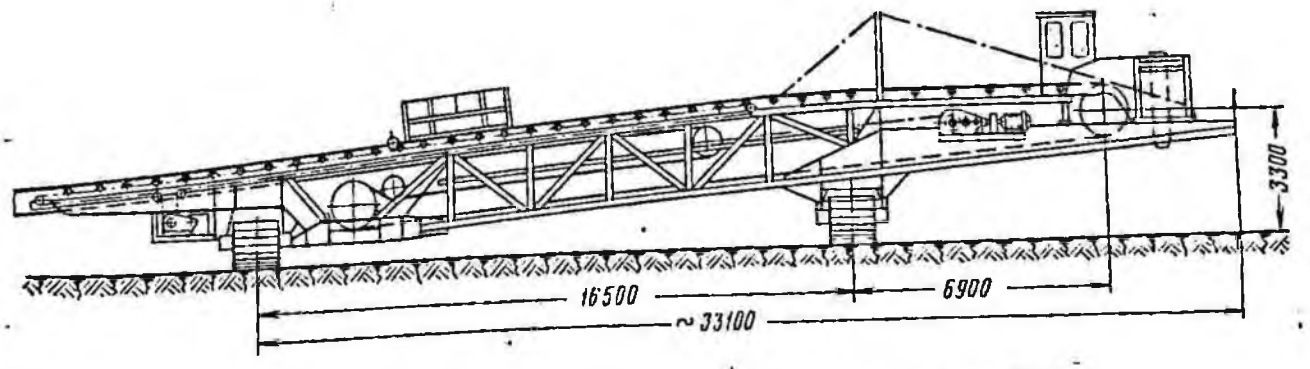


Рис. III-89. Приводная станция передвижного ленточного конвейера

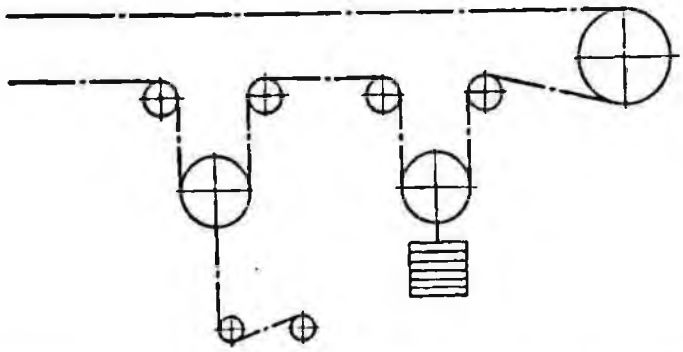


Рис. III-90. Схема непосредственного грузового натяжения

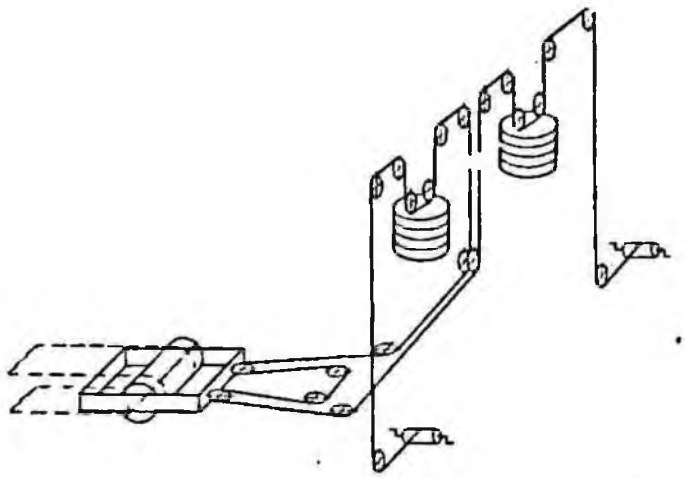


Рис. III-91. Схема грузового натяжения с горизонтально перемещающейся тележкой

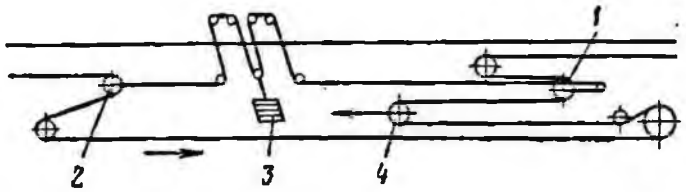


Рис. III-92. Схема двухстороннего грузового натяжения

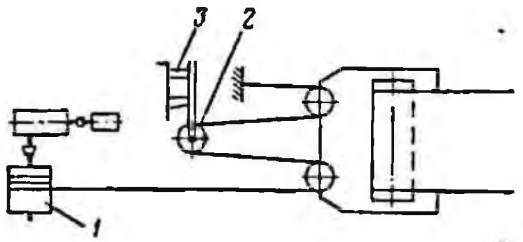


Рис. III-93. Автоматическое натяжное устройство:

1 — натяжная лебедка; *2* — натяжной канат; *3* — датчик натяжения

1) поддерживающие устойчивое положение натяжного барабана (винтовые, лебедочные);

2) поддерживающие постоянное натяжение ленты (грузовые, лебедочно-грузовые);

3) изменяющие натяжение в зависимости от величины тягового усилия на ленте (автоматические). Эти устройства размещены в конце конвейера, приводной станции или посредине конвейера.

Натяжные устройства, поддерживающие постоянное положение натяжного барабана, являются наиболее простыми. Однако их недостатком является неоправданная перегрузка ленты. Этот механизм не позволяет регулировать натяжение в ленте во время пуска и вследствие своей жесткости легко приводит как к проскальзыванию на приводном барабане, вызванному продольными колебаниями ленты, так и к перегрузкам. Этот тип натяжения применяется в коротких конвейерах.

К этой же группе относятся натяжные устройства, представляющие собой лебедочные системы, работой которых управляют вручную. Эти устройства оборудованы типовыми лебедками, приводимыми в движение электродвигателем. Ручное управление лебедкой не дает должного эффекта, так как трудно приспособить натяжение в ленте к различным режимам работы конвейеров.

Одной из разновидностей натяжных устройств, поддерживающих постоянное натяжение ленты, является грузовое натяжное устройство, представленное схематически на рис. III-90.

Такое устройство удобно для применения в коротких конвейерах (длиной до 150 м). Наиболее удобное место размещения такого устройства — вблизи приводной станции конвейера, учитывая необходимость быстрого выбора ленты, сбегающей с приводного барабана, особенно во время пуска.

Недостатком системы с непосредственно нагруженным натяжным барабаном является необходимость применения высокой башни и операций при регулировании натяжения. По этим причинам в более длинных конвейерах применяются конструкции с натяжной тележкой (рис. III-91). Такое устройство сокращает длину направляющих груза, а тем самым и высоту башни, но обладает значительной инерционностью, что затрудняет пуск конвейера.

Для конвейеров, работающих вначале под уклон, а затем на подъем, когда лента нагружена только на определенном участке, применяется двухстороннее натяжение, схематически изображенное на рис. III-92. Система состоит из двух передвижных барабанов *1* и *2*, натягиваемых грузом *3*. Предварительное натяжение ленты достигается с помощью передвижного

барабана *4*, приводимого в движение при помощи натяжной лебедки. Один из передвижных барабанов, находясь на стороне ленты с самым высоким натяжением, передвигается вплоть до опоры. Другой, находясь на стороне, нагруженной в данный момент, работает в это время как ведущий барабан. В случае смены направления натяжения изменяются также роли барабанов, обеспечивающих всегда правильную работу натяжного устройства.

Применение тяжелого груза в упомянутых выше схемах натяжения не всегда приемлемо в передвижных конвейерах, где важно получить наиболее легкую конструкцию. В этих случаях тележка с натяжным барабаном натягивается непосредственно заторможенной натяжной лебедкой, создающей постоянный момент.

Одним из решений автоматической системы натяжения может быть лебедочная система, двигатель которой управляется автоматически с помощью динамометра, постоянно измеряющего натяжение в ленте.

Автоматическое натяжное устройство (рис. III-93) позволяет работать с наименьшим допустимым натяжением, устанавливающимся соответственно передаваемому тяговому усилию. Это позволяет, с одной стороны, предотвращать буксование ленты на барабане, а с другой стороны, возможно меньше нагружать ленту.

Применяются также гидравлические натяжные устройства, действующие автоматически. Натяжное устройство приводится в движение гидродвигателем, управляемым приспособлением, измеряющим натяжение в ленте. Повышение или понижение натяжения в ленте (набегающей и сбегающей ветвей) немедленно автоматически выравнивается.

Одним из решений автоматической системы натяжения является лебедочное натяжение с автоматическим устройством, управляющим работой лебедки в функции натяжения (система с магнитноэластичным датчиком и система с гидравлическим датчиком), изображенное схематично на рис. III-94.

В табл. III-42 приведено сравнение величин натяжения в лентах, возникающих при различных системах натяжения.

Следует указать, что только грузовые системы с висящим натяжным барабаном правильно реагируют на изменение соотношения сил в ленте конвейера. Натяжные тележки, движущиеся в горизонтальной плоскости, несмотря на конструктивное удобство, в результате больших сопротивлений (особенно при подшипниках скольжения) и незначительной чувствительности, не гарантируют необходимого (заданного) закона натяжения. Лебедочные

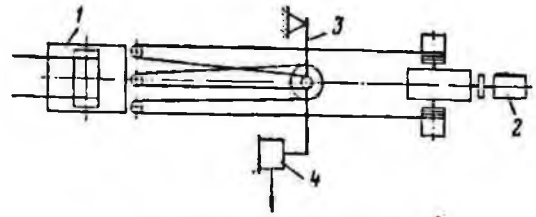


Рис. III-94. Система лебедочного натяжения с автоматическим устройством:

1 — натяжная лебедка; *2* — двигатель лебедки; *3* — траверса; *4* — датчик

устройства с автоматическим управлением, несмотря на сложность конструкции, наиболее полно обеспечивают заданную программу натяжения.

Для улучшения работы натяжных грузовых устройств с натяжной тележкой необходимо:

регулирование высоты подвешивания груза и нагрузки ленты во время простоя конвейера. Для этой цели можно применять вспомогательную электролебедку с ручным или автоматическим управлением;

уменьшение до минимума сопротивлений на трение, обеспечение большей устойчивости элементов регулировки положения оси натяжного барабана;

применение легких натяжных тележек, выполняемых в соответствии с требованиями динамики процесса натяжения;

повышение надежности работы деталей устройства;

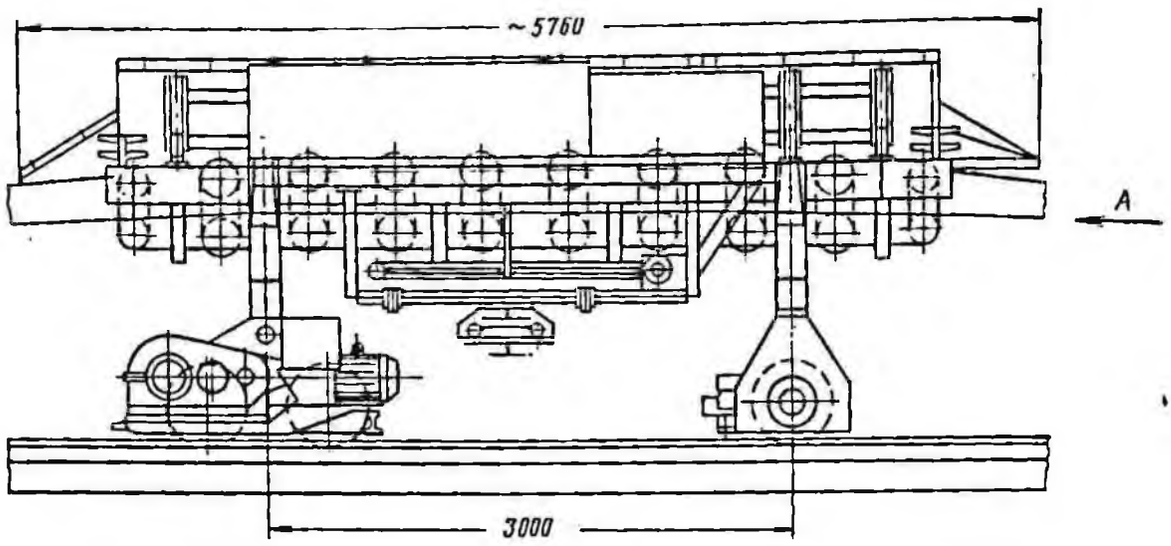
внедрение в устройствах аппаратуры, контролирующей величины натяжения ленты для корректирования веса груза.

Таблица III-42

Величина натяжений в лентах при различных режимах работы, тс

Тип натяжного устройства	Пуск		Рабочий ход		Состояние бездействия	
	T_1	T_2	T_1	T_2	T_1	T_2
Автоматическое натяжение при приводном барабане	24	6	16	4	4	4
Натяжение грузом при приводном барабане . .	24	6	18	6	6	6
Натяжение грузом при концевом барабане . . .	24	6	19	7	9	9
Натяжение с постоянной расстановкой барабанов	24	6	20	8	12	12

Примечание. T_1 и T_2 — натяжения соответственно в набегающей и сбегающей ветвях, тс.



Вид А

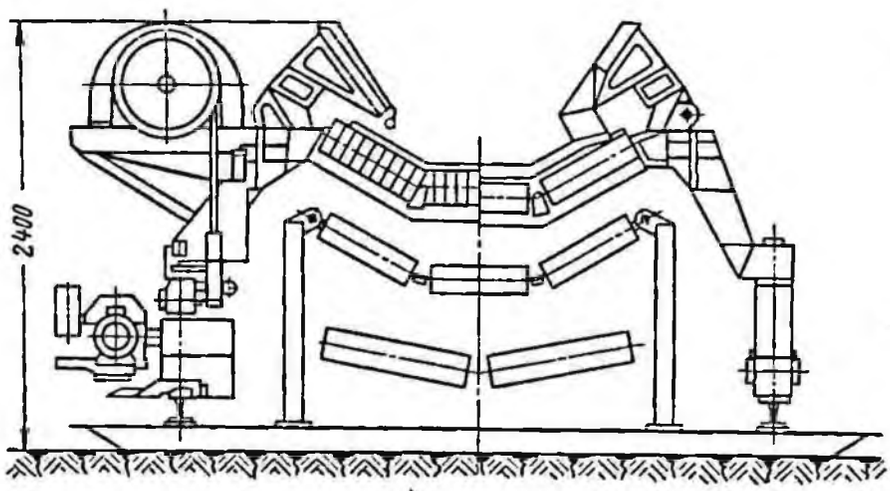


Рис. III-95. Передвижное загрузочное устройство забойных конвейеров

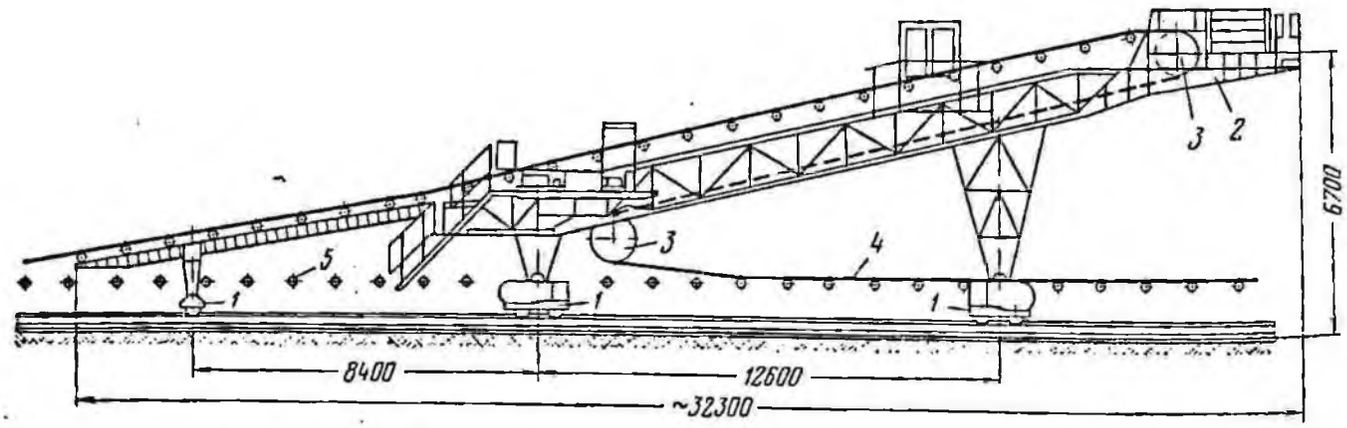


Рис. III-96. Разгрузочные тележки (автостеллы) отвальных конвейеров:

1 — ходовая тележка; *2* — разгрузочное устройство; *3* — барабаны; *4* — лента конвейера; *5* — ролики

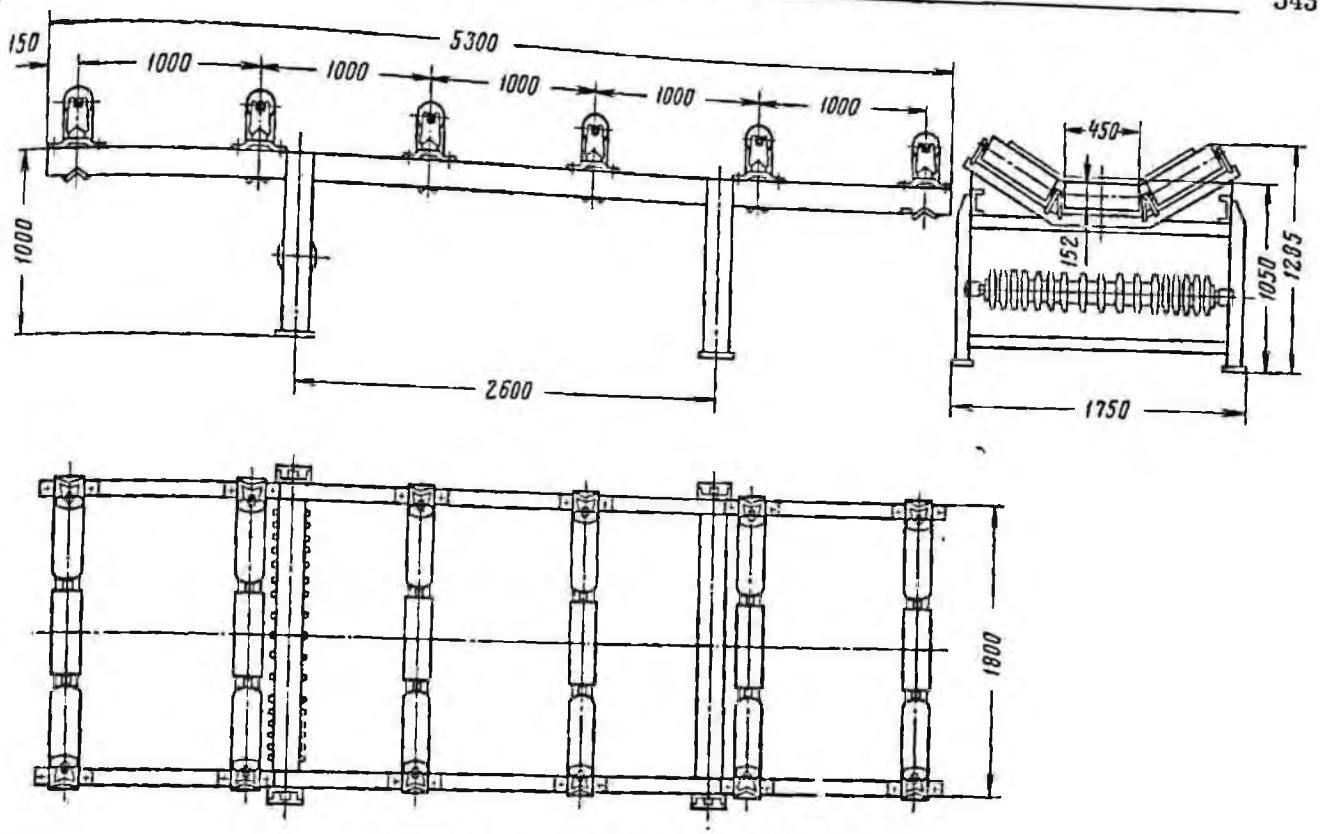


Рис. III-97. Линейные секции конвейерных ставов

Винтовые и лебедочные устройства с ручным управлением не рекомендуется применять для длинных конвейеров из-за ряда недостатков, основными из которых являются: отсутствие контроля натяжения ленты и определения его величины, что часто способствует возникновению больших перегрузок.

Автоматические натяжные устройства должны применяться во всех тех случаях, где невозможно применение грузовых систем, где требуется малогабаритная конструкция, т. е. для передвижных и перемещающихся конвейеров. Для улучшения работы этих устройств надо, чтобы:

программа натяжения была как можно проще;

натяжное устройство имело предохранение от перегрузки и допускало возможность легкой регулировки параметров системы управления;

натяжное устройство допускало управление работой лебедки вручную в случае повреждения системы автоматического управления;

натяжное устройство имело возможность уменьшения нагрузки на ленту при длительных простоях.

Концевые станции ленточных конвейеров обычно составляют одно целое с пунктами загрузки. В этом случае они снабжаются амортизирующими роликоопорами и боковыми листами. В длинных конвейерах концевые станции иногда оборудуются дополнительными приводными устройствами. Концевые станции передвижных конвейеров имеют рельсовые ходовые устройства или понтоны. Для предупреждения сдвига конвейера в процессе работы концевые станции крепятся с помощью специальных креплений.

Загрузочные и разгрузочные устройства. Передвижные устройства для загрузки забойных конвейеров снабжаются обрезиненными амортизирующими роликоопорами и боковыми листами (рис. III-95). В конструкциях конвейеров малой и средней производительности загрузочные устройства (роликовые столы) устанавливаются на обрезиненных полозьях, которые передвигаются по верхним несущим роликам конвейеров по мере передвижения экскаватора.

Загрузочные устройства высокопроизводительных конвейеров выполняются также в виде самоходных бункеров на колесном ходу, оборудованных ленточными питателями с плоскими лентами. Лента таких питателей с нерабочей стороны имеет привулканизированные гребенки, которые помещаются в кольцевые выточки натяжного и приводного барабанов. Таким образом, исключается сход ленты в сторону при работе питателя.

Разгрузочные тележки (автостеллы) отвальных конвейеров, как правило, имеют собствен-

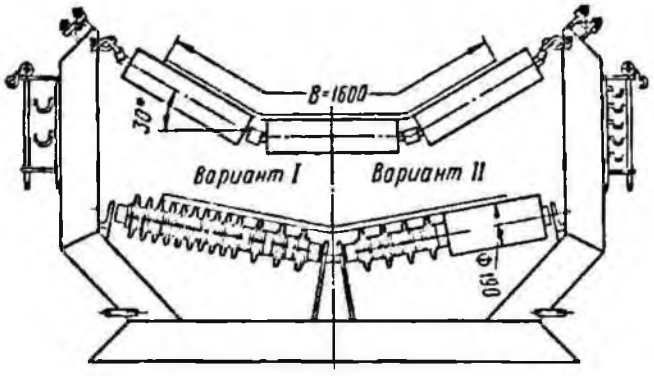


Рис. III-98. Подвеска шарнирных роликоопор к продольным канатам става

ные приводные механизмы для передвижения по рельсам, уложенным на шпалах конвейерных секций (рис. III-96).

Разгрузочные тележки часто выполняются соединенными в одной конструкции с тележками, поддерживающими приемные конвейеры отвалообразователей.

Имеется конструкция отвального конвейера, разгрузочная тележка которого снабжена опускающейся консолью. При опущенной консоли материал нормально транспортируется по всей длине конвейера. Это позволяет применять типовые приводные станции вместо специальных низких конструкций и дополнительных промежуточных конвейеров в местах пересыпок на следующий конвейер при длинных фронтах отсыпки отвалов.

Конвейерные ставы комплектуются линейными секциями (рис. III-97), изготовленными из профильной прокатной стали. В мощных конвейерах для секций используют трубчатые элементы. Секции устанавливаются на фундаментах, металлических понтонах или брусьях (шпалах). Секции к шпалам крепятся в трех точках. В двух точках секция крепится костылями или болтами, а в третьей — с помощью шарнира второго рода, позволяющего продольное перемещение и поворот секции относительно шпалы. По такой схеме выполнены

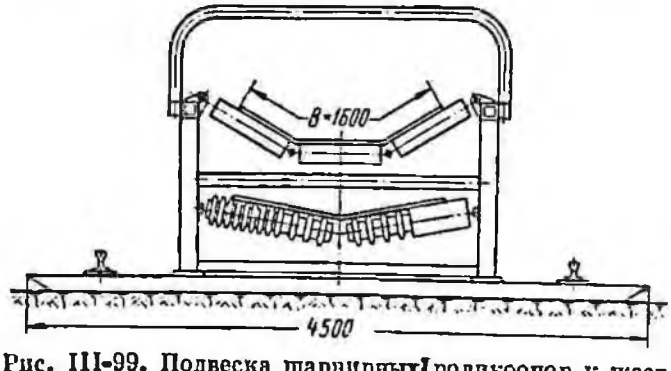


Рис. III-99. Подвеска шарнирных роликоопор к жесткой конструкции секции

линейные секции конвейеров, выпускаемых заводами им. Ленинского комсомола Украины и Ново-Краматорским машиностроительным.

Одна секция имеет 5—6 роликоопор для поддержания верхней ветви и 1—2 роликоопоры для нижней ветви ленты. В зависимости от ширины и конструкции ленты применяются трех- и пятироликовые опоры с углом установки боковых роликов 30—45°. Нижние роликоопоры — прямые или V-образные.

Для обеспечения прямолинейного хода ленты одна роликоопора секции может иметь наклон вперед. На нижней ветви для этих же целей устанавливают с определенным шагом (30—50 м) самоцентрирующие роликоопоры.

Жесткие роликоопоры опираются на кронштейны поперечных балок из труб или профильной стали. Шарнирные, гибкие роликоопоры подвешиваются к продольным канатам канатного става (рис. III-98), либо к жесткой конструкции секции (рис. III-99).

Секция канатного става передвижного конвейера имеет длину 50—120 м и комплектуется поддерживающими стойками и двумя продольными канатами. Крайние стойки секции оборудуются устройствами для анкеровки канатов. В стационарных канатных ставах анкеры заделываются в фундаменты.

Роликоопоры делятся на линейные и специальные. К линейным относятся рядовые роликоопоры для грузовой и нижней ветвей конвейера, к специальным — амортизирующие, центрирующие, переходные и подвесные (гибкие и шарнирные).

Основным видом роликоопор линейных секций конвейерных установок, используемых на открытых разработках, продолжает оставаться жесткая роликоопора с металлическими роликами равной длины. В жестких трехроликовых опорах боковые ролики устанавливаются под углами: при ширине лент до 800 мм — 20°; при ширине лент 1000—1800 мм — 30°; при ширине лент свыше 2000 мм — 35—45°.

Расстояние между роликоопорами на рабочей ветви принимается в соответствии с данными табл. III-43.

Таблица III-43

Расстояния между роликоопорами при различной ширине ленты (для мягких пород)

Ширина ленты, мм	Расстояние между роликоопорами верхней ветви не более, м
До 800	1,3
1000	1,1
1200	1,0
1600 и больше	0,9

Таблица III-44

Диаметры роликов при различной ширине ленты

Ширина ленты, мм	Диаметр ролика, мм
До 650	102
800—1200	127
1400	152—159
1800 и больше	194

Диаметры роликов имеют значения, указанные в табл. III-44.

Ролики роликоопор на открытых разработках обычно работают в условиях большой запыленности и подвержены непосредственному воздействию атмосферы. Поэтому подшипниковые узлы роликов должны снабжаться надежными уплотнениями.

Многочисленные попытки создания эффективных уплотнительных устройств подшипниковых узлов конвейерных роликов способствовали созданию большого многообразия конструкций этих узлов.

Институт УкрНИИпроект разработал конструкцию и провел многолетние промышленные испытания конвейерных роликов (рис. III-100), способных работать без смены и пополнения смазки (типа БНЗ-3) в течение трех и более лет.

В пунктах загрузки и перегрузки конвейеров устанавливаются амортизирующие роликоопоры с обрезиненными роликами. Конструкции роликов амортизирующих роликоопор рассчитываются на бо́льшую динамическую нагрузку, а потому существенно отличаются от роликов линейной части конвейеров. Они оборудуются более мощными подшипниковыми узлами, прочными обечайками и осями.

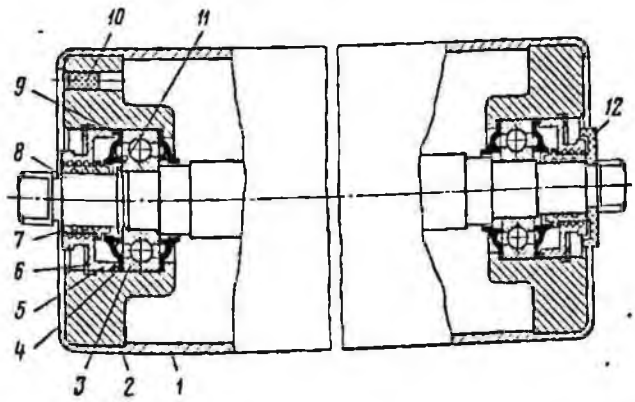


Рис. III-100. Ролик конструкции института УкрНИИпроект:

1 — труба; *2* — корпус подшипника; *3* — подшипник; *4* — кольцо уплотнительное капроновое; *5* — крышка подшипника; *6* — кольцо запорное; *7* — втулка скользящая; *8* — ось; *9* — кольцо уплотнительное резиновое; *10* — сапун; *11* — кольцо стопорное; *12* — шайба запорная

Амортизация удара достигается применением резиновых амортизирующих колец, насаживаемых с натягом на металлическую обечайку ролика. В соответствии с практическими требованиями амортизационное кольцо изготовляется из двух разных резиновых смесей. Более твердый материал, используемый во внутренней части, придает кольцу, надетому с предварительным натяжением, более прочную и надежную посадку на оси. Во внешней части используется более мягкий, износостойкий и эластичный материал, при помощи которого достигается желаемая амортизация. Так как очень часто динамическая нагрузка на резиновое кольцо слишком велика, то комбинированное изготовление кольца из двух видов материала является необходимым.

В последние годы в местах загрузки конвейеров стали применять подвесные шарнирные и гибкие роликоопоры (рис. III-101).

Подвесные роликоопоры отличаются от обычных меньшим весом; глубина лотка ленты при их использовании возрастает с увеличением нагрузки, что наряду с повышением производительности конвейера исключает просыпи материала и обеспечивает устойчивый ход ленты.

Нижние роликоопоры выполняются прямыми, желобчатыми, а также шарнирного типа.

Часто нижние роликоопоры оборудуются опорными резиновыми кольцами, способствующими уменьшению залипания роликов и частичному очищению ленты от прилипшей породы.

Таблица III-45

Расположение резиновых опорных колец по длине обечайки ролика

Ширина ленты, мм	Расстояние между роликами, мм			Количество колец		Диаметр трубы, мм	Диаметр наружного кольца, мм
	крайними	наружными	внутренними	на каждом конце ролика	всего		
400	425	25	108	3	8	51	120
500	530	30	137	3	8	57	133
650	680	30	140	3	9	57	133
800	880	30	130	5	14	63,5	150
1000	1090	30	122	5	16	63,5	150
1200	1305	35	128	5	17	88,9	180
1400	1505	35	136	5	18	88,9	180
1600	1800	40	140	6	21	108	180 215
1800	2000	40	145	6	22	108	180 215
2000	2200	40	156	7	24	108	180 215

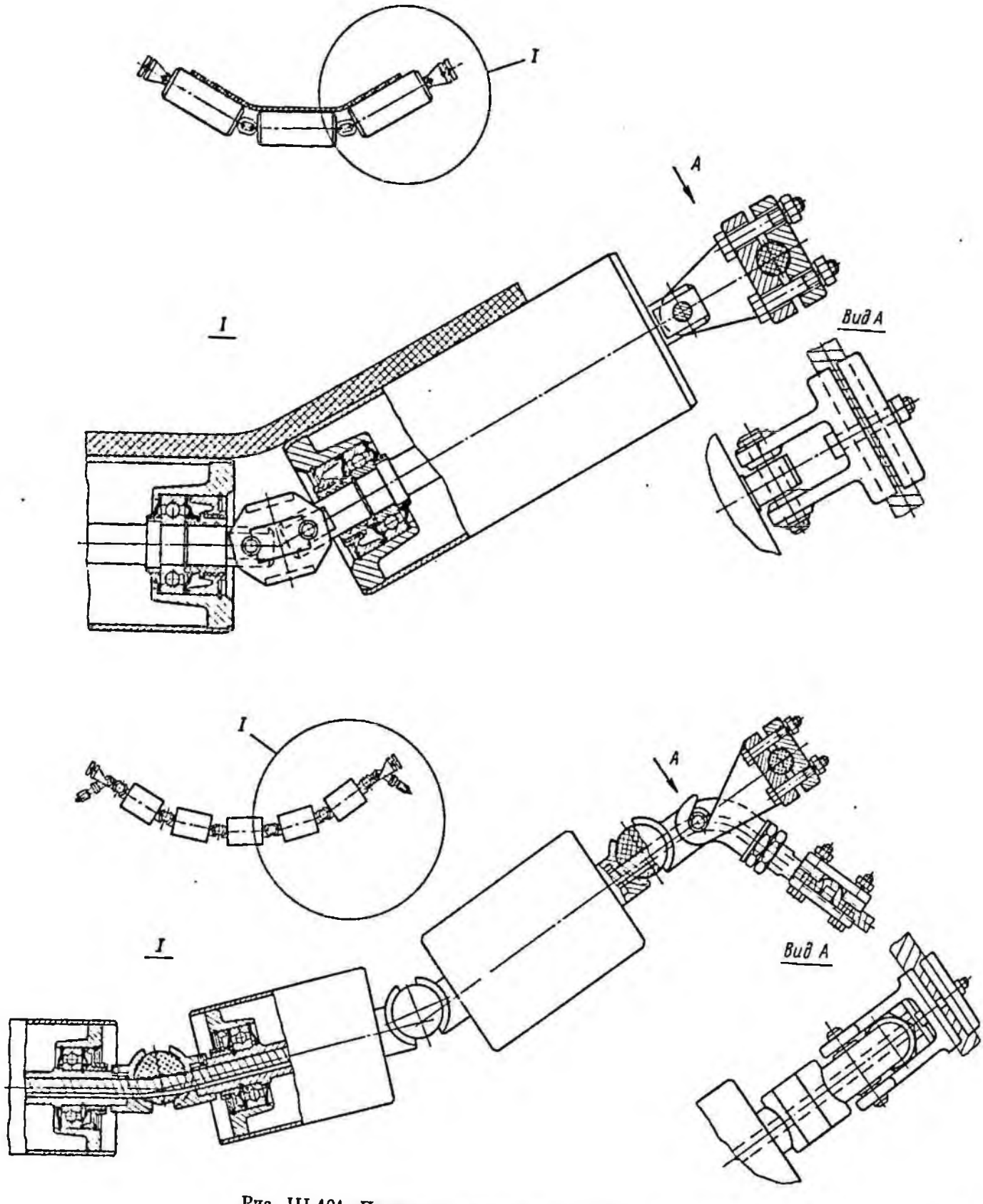


Рис. III-101. Подвесные шарнирные и гибкие роликоопоры

Аналогично резиновым кольцам амортизирующих роликов опорные кольца нижних роликоопор выполняются также двухслойными. Внутренние (посадочные) диаметры опорных колец делаются такими, чтобы можно было обеспечить посадку их на трубу с натягом.

Помимо посадки с натягом на трубу ролика опорные кольца с целью предотвращения от проворачивания и сползания дополнительно раньше приклеивались специальным клеем. Однако, как показал опыт, это оказалось малоэффективным средством, и в последнее время между опорными кольцами устанавливаются распорные резиновые кольца.

Так как нижняя ветвь ленты легко отклоняется в сторону, то большое значение имеет правильное расположение опорных резиновых колец по длине обечайки ролика. В табл. III-45 приведено их рекомендуемое расположение в зависимости от ширины ленты.

В конструкциях нижних роликоопор в последнее время стали применяться «качающиеся» опорные кольца. Они отличаются от обычных только тем, что их диски расположены под углом к ступицам. При вращении диск как бы выполняет качающееся движение и оставляет на ленте синусоидальный след. Очистные и центрирующие свойства таких опорных колец выше. Внешний диаметр их такой же как у обычных опорных колец, но ширина по ступице несколько больше. Они изготовляются также из двухслойной резины различной твердости.

Барабаны ленточных конвейеров, работающих на карьерах, различаются многообразием видов, типов и размеров. Они делятся на приводные и неприводные.

Приводные барабаны могут быть: приспособленными к подвеске редуктора на конце

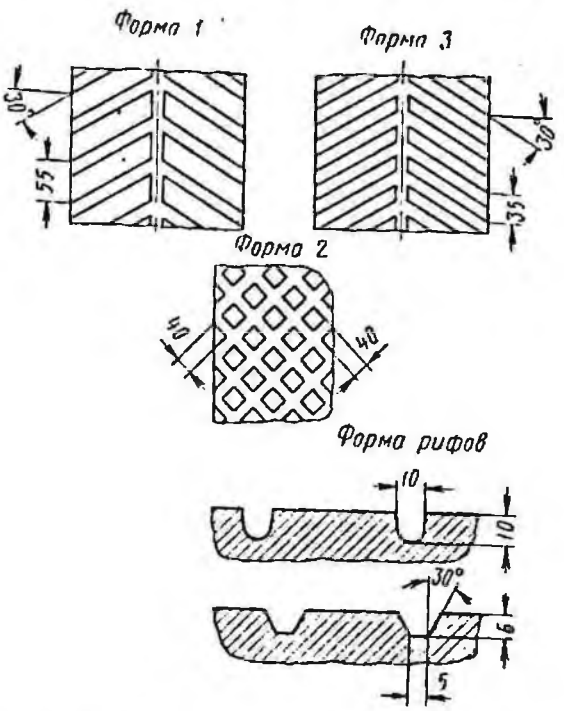


Рис. III-102. Футеровка приводных барабанов

вала и соединяемыми с редуктором через муфту. Приводные барабаны, приспособленные к подвеске редуктора на конце вала, могут быть:

в зависимости от числа концов: односторонние и двухсторонние;

в зависимости от вида конца вала: с цилиндрическо-шпоночным, цилиндрическо-шпоночно-двухконусным, цилиндрическо-шлицевым и цилиндрическо-ступенчатым концом;

в зависимости от типа оболочки: футерованные и нефутерованные.

Приводные барабаны, приспособленные к подвеске редуктора на конце вала, соеди-

Таблица III-46

Рекомендуемые значения коэффициентов трения для расчета

Условия работы	Барабан чистый, гладкий	Резиновая шевронная футеровка $H_{шор}$ = = 60 А. Поверхность гладкая. Толщина обкладки 8 мм	Резиновая шевронная футеровка. 2%-ное скольжение. $H_{шор}$ = 60 А. Поверхность гладкая. Толщина обкладки 8 мм	Полиуретан нанесен набрызгом, $H_{шор}$ = 75 А. Поверхность слегка волнистая. Толщина обкладки 11 мм	Керамика пористая, шевронная. Толщина обкладки 11 мм
Сухие, чистые	0,5—0,6	0,6—0,7	0,6—0,7	0,5—0,7	0,6—0,7
Слегка влажная среда (воды на поверхности ленты 1—2 г/м²	0,1—0,15	0,4	0,5	0,4	0,6
Сильно влажная среда (воды 50 г/м)²	0.1	0,25—0,3	0,3—0,4	0,3—0,35	0,5—0,6
Сильно загрязненная среда (воды 30%, грязи 300 г/м²)	0,05	0,2—0,25	0.25—0,3	0,15	0.3—0,35
Исключительно грязная среда (глины 150 г/м², воды 40%	0,05	0,15—0,2	0,2—0,25	0,1—0,15	0,25—0,3

няются с ним посредством шпонок, шлицевых соединений и конусных втулок.

Неприводные барабаны в зависимости от расположения подшипников могут быть с внешним и с внутренним расположением подшипников.

Приводные барабаны конвейеров, в особенности при влажных условиях работы, во избежание повреждения ленты футеруются резиной или полиуретаном. Футеровка для таких барабанов выполняется рифленой, способствующей выходу влаги и мелких частиц по пазам в стороны (рис. III-102).

Кроме того, как показали исследования, такие футеровки улучшают адгезию между приводным барабаном и лентой.

Рекомендуемые значения коэффициентов трения между приводным барабаном и лентой в зависимости от выбранных типов футеровок

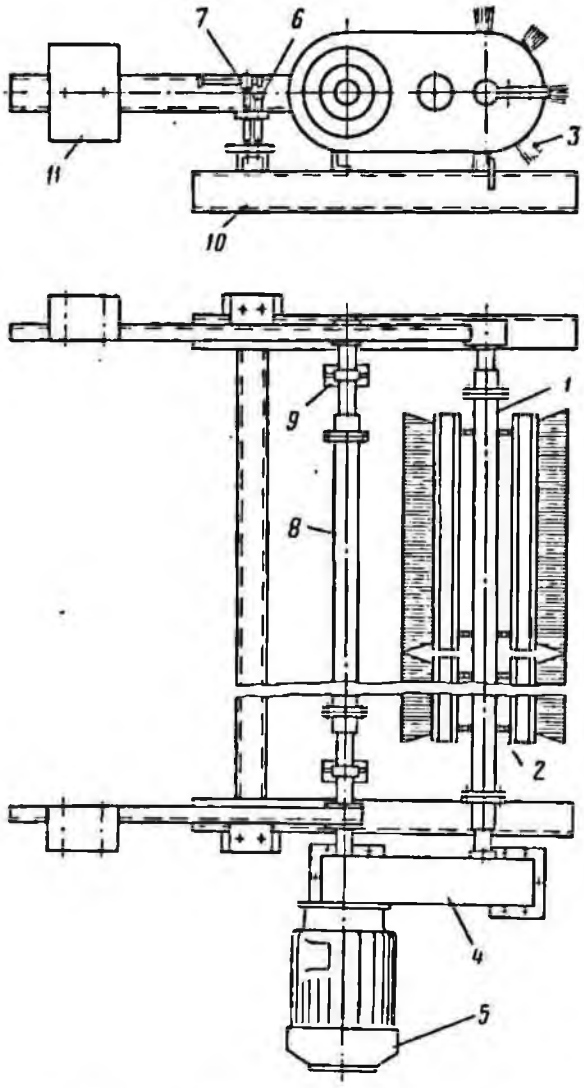


Рис. III-103. Лопастная вращающаяся щетка:

1 — вал щетки; *2* — диафрагмы; *3* — лопасть щетки; *4* — редуктор; *5* — электродвигатель; *6*, *7* — регулировочные болты; *8* — вал вращения рамы; *9* — подшипники; *10* — рама щетки; *11* — противовес

и среды (влажности, загруженности и т. д.) приведены в табл. III-46.

Выбор основных размеров барабанов. Диаметр приводного барабана выбирается как функция числа прокладок для резинотканевых лент

$$D \geqslant (80 \div 150)\, i$$

и как функция диаметра проволоки для резинотросовых лент

$$D \geqslant 1000\delta.$$

Диаметр неприводных барабанов рекомендуется определять в зависимости от диаметра приводного барабана путем снижения последнего на определенный процент.

Ширину обечайки барабана, как правило, рекомендуется брать на 150 мм больше ширины ленты. При натяжении ленты менее 13,5 кгс/см на одну прокладку обод барабана должен быть бочкообразным. При бо́льших натяжениях рекомендуется прямой обод.

Расчетная долговечность подшипников качения барабанов принимается в настоящее время в пределах от 30 000 до 40 000 часов работы. Большое значение имеет жесткость валов и осей барабанов. Рекомендуется принимать допустимый прогиб вала в пределах 0,0005 — для приводных и 0,0008 — для неприводных барабанов.

Очистные устройства. Очистка лент. На отечественных конвейерах в подавляющем большинстве применяются очистные устройства в виде качающихся скребков. Опыт их применения показывает, что они достаточно надежны при транспортировании относительно сухих сыпучих материалов. Качающийся скребок, установленный на холостой ветви непосредственно под разгрузочным барабаном, прижимается к конвейерной ленте в месте сбегания ее. Применяются одинарные и двойные скребки, имеющие грузовое или пружинное прижатие. Рабочий элемент скребка рекомендуется изготовлять из протекторной резины марок 4-Э-308 и 4-Э-117, которая имеет повышенную износостойкость. Недостатком резиновых скребков является неравномерный, относительно быстрый их износ. При транспортировании влажных, липких материалов скребки работают неудовлетворительно.

Одним из наиболее эффективных очистных устройств для конвейерных лент являются вращающиеся щетки, которые за последнее время получают все большее распространение. Щетки могут приводиться во вращение от индивидуального привода или от барабана конвейера через ускоряющую передачу.

Таблица III-47

Расход воды и воздуха для смыва материала с нижней ветви ленты

Показатели	Ширина ленты, мм				
	800	1000	1200	1400	1600
Расход воды, м³/ч . . .	6,5	8,5	10,0	11,5	13,0
Количество отверстий для подачи воды	16	20	25	28	33
Расход воздуха, м³/ч .	33	44	55	60	70

Вращающиеся щетки устанавливаются под холостой ветвью у разгрузочного барабана. На отечественных конвейерах применяются вращающиеся капроновые щетки и спиральные резиновые шнеки. Хорошо зарекомендовала себя лопастная вращающая щетка конструкции УкрНИИпроект (рис. III-103).

Очистные устройства, у которых рабочим органом для механического отделения прилипшего к ленте материала является вода или воздух, широкого распространение не получили из-за снижения тягового усилия при смачивании ленты и необходимости в устройстве специального трубопровода для подвода воды и каналов для пульпы.

В ряде случаев для очистки ленты применяется комбинация двойных скребков и гидросмыва. Эффективность работы такого устройства обеспечивается за счет напора струи воды под давлением 3—4 кгс/см², направленных под углом к конвейерной ленте. Рабочий трубопровод располагается поперек нижней ветви ленты, снизу.

После гидросмыва осуществляется подсушка ленты подводом воздуха под давлением 0,1 кгс/см² по трубопроводу со щелевыми отверстиями. Рабочий трубопровод также располагается поперек нижней ветви ленты, снизу. Расход необходимого количества воды и воздуха для смыва материала с нижней ветви ленты конвейера в зависимости от ширины ленты приведен в табл. III-47.

Схема применения пневматической очистки конвейерной ленты аналогична гидравлической. Очистка сжатым воздухом применяется при транспортировании сухих и пылевидных материалов, а также может быть успешно использована для очистки ленты от мелкого влажного угля. Использование очистки сжатым воздухом при транспортировании сухих или пылевидных материалов создает необходимость установки пылеотсасывающего устройства для удаления пыли.

В поисках эффективных средств очистки ленты от налипающего материала при транспо-

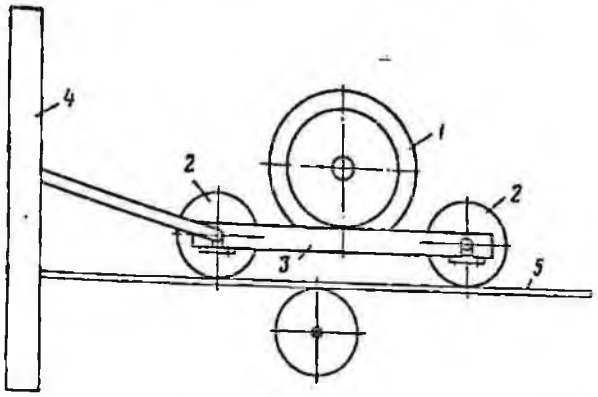


Рис. III-104. Схема вибрационного очистителя конвейерной ленты:

1 — вибратор; *2* — ролик; *3* — роликовая рама; *4* — стойка; *5* — лента

ртировании влажных глин и других вязких материалов в последние годы появилась тенденция к использованию вибрации. Для этого используют негладкие ролики, состоящие из кусков транспортерной ленты или роликов с наклонными дисками, а также ролики в виде беличьего колеса.

Ряд конструкций виброочистителей (рис. III-104) испытан и показал удовлетворительные результаты.

В институте УкрНИИпроект разработана конструкция пневматического отклоняющего барабана (рис. III-105). Такой барабан не нуждается в очистных устройствах, так как обладает самоочищающими свойствами, являющимися следствием постоянной деформации его оболочки при работе. В процессе его эксплуатации было установлено, что он хорошо очищает ленту, причем его очистные свойства повышаются с увеличением высоты протектора покрышек. Отличными очистными свойствами обладают покрышки, имеющие шевронный рисунок на беговой части протектора.

Очистка барабанов от налипающего и намерзающего материала имеет большое значение для обеспечения нормальной работы конвейерной ленты и, следовательно, удлинения срока ее службы.

В настоящее время на отечественных конвейерных установках борьба с загрязнением барабанов идет по пути предотвращения попадания материала на барабан и его очистки.

Для предотвращения попадания материала на барабан используются односторонние или двухсторонние плужковые скребки, армированные резиной и устанавливаемые на нерабочей стороне ленты перед барабаном. Для очистки гладких металлических барабанов применяются металлические скребки, которые

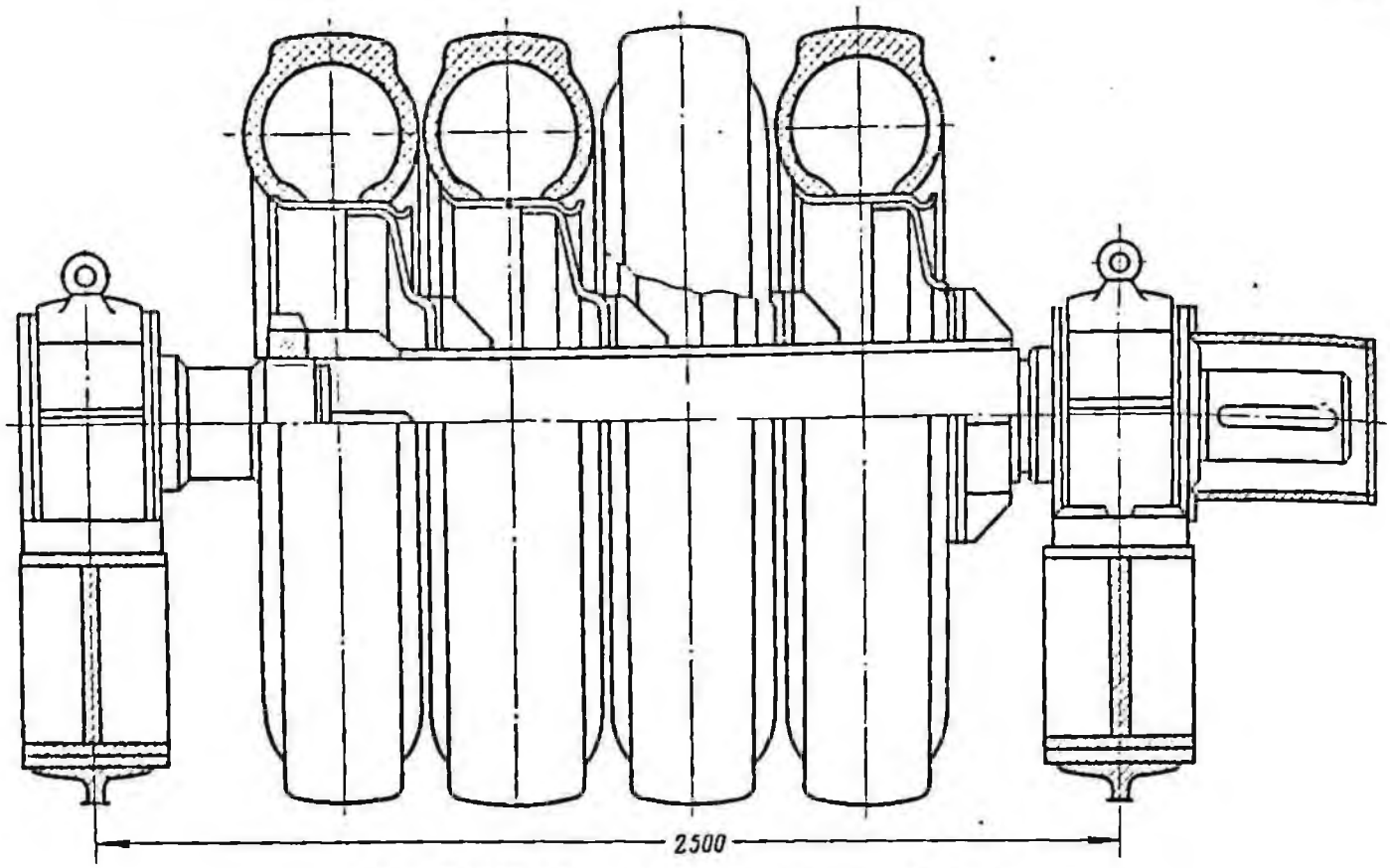


Рис. III-105. Пневматический отклоняющий барабан

закрепляются на расстоянии 1—1,5 м от поверхности барабана.

В институте УкрНИИПроект для очистки отклоняющих барабанов разработана конструкция барабанного очистителя, который представляет собой вал, вращающийся на двух подшипниках (рис. III-106). Подшипники закреплены на специальной пружинной подвеске. На валу укреплены фигурные диски, на которых диаметрально противоположно сделаны попарные вырезы для установки продольных ножей. Барабанный очиститель при помощи регулировочного винта устанавливается на расстоянии 1—2 мм от поверхности очищаемого барабана. Если налипание достигает определенной величины, очиститель контактируется с барабаном и вращается. При этом продольные попарные ножи врезаются в налипший материал и отрывают его от барабана. Накопившийся между ножами материал постепенно выжимается внутрь очистителя. Барабанный очиститель вращается до тех пор, пока не снимет весь налипший на барабане материал, после чего контакт нарушается и очиститель останавливается.

Для очистки барабанов применяются также резцовые очистители, периодически снимающие прилипший материал с поверхности барабана.

§ 3. Определение основных параметров

Институтом УкрНИИПроект разработан параметрический ряд и типаж ленточных конвейеров для открытых горных работ (см. табл. III-14) как составной части комплексов машин непрерывного действия. Основным параметром комплекса машин, входящих в типаж, выбрана теоретическая производительность роторного экскаватора.

Рациональные длины конвейерных ставов определялись, исходя из минимальной стоимости тонно-километра транспортируемого материала с учетом технологических схем и длин фронтов карьеров, предельной прочности применяемых конвейерных лент и допустимых удельных давлений ленты на приводных барабанах.

В основу определения длин конвейерных ставов приняты наиболее прочные ленты, подлежащие изготовлению в ближайшее время на отечественных заводах: ленты с синтетическими прокладками прочностью 250 кгс на 1 см ширины прокладки и резинотросовые — с предельной прочностью 3150 кгс на 1 см ширины.

Предусматривается применение трехроликовых конвейерных опор с углом наклона боковых роликов 30°.

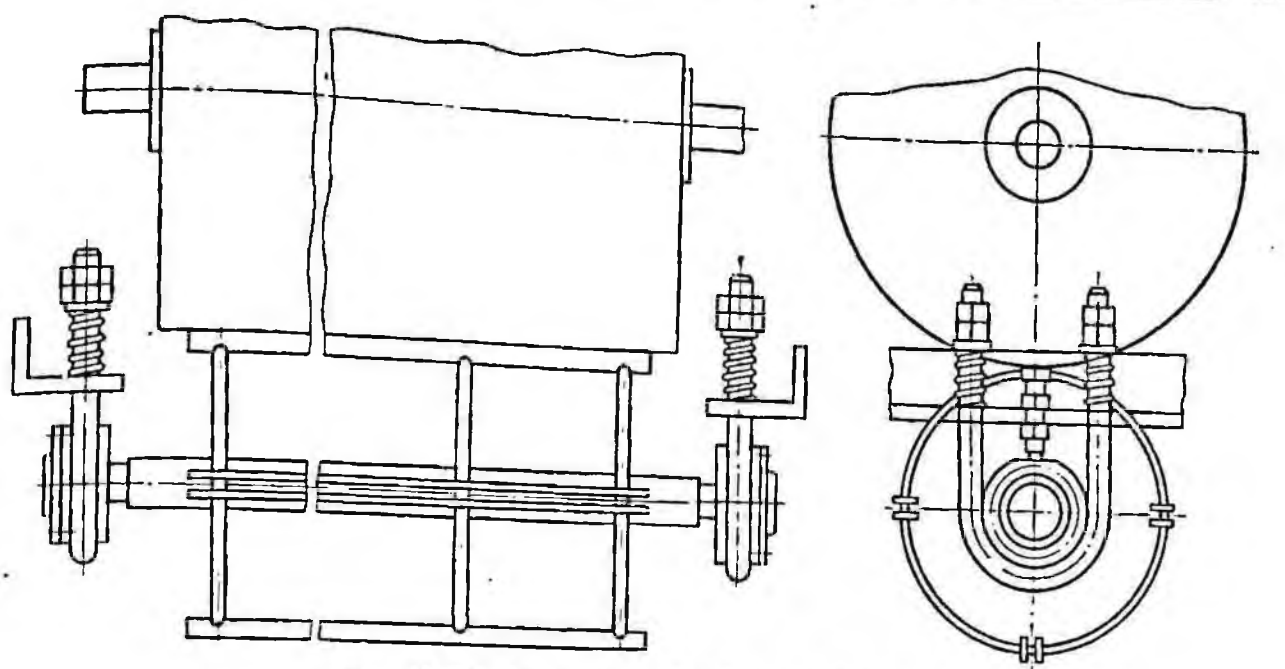


Рис. III-106. Конструкция барабанного очистителя

Выбор типа и размеров лент. Лента выбирается по наибольшему расчетному разрывному усилию:

$$S_{разр} \geqslant nT_{max},$$

где $S_{разр}$ — разрывное усилие ленты, кгс;
n — коэффициент запаса прочности (для резинотросовых лент $n = 7$, для прокладочных $n = 10$);
T_{max} — наибольшее тяговое усилие в ленте, кгс.

В прокладочных лентах суммарное разрывное усилие зависит от типа прокладочного материала, числа прокладок и ширины ленты:

$$S_{разр} \geqslant iBS_р,$$

где i — число прокладок; шт;
B — ширина ленты, см;
$S_р$ — предел прочности на разрыв 1 см ширины одной прокладки, кгс/см.

В резинотросовых лентах суммарное разрывное усилие зависит от конструкции каркаса и ширины ленты:

$$S_{разр} \geqslant BS'_р,$$

где $S'_р$ — предел прочности на разрыв 1 см ширины ленты.

Широкая номенклатура изготовляемых современных конвейерных лент практически удовлетворяет всем запросам конвейерного транспорта (табл. III-48).

В Советском Союзе выпускаются прокладочные ленты шириной до 1600 мм, прочностью до 300 кгс/см прокладки и резинотросовые шириной 1200 мм, прочностью 1150 кгс/см ленты. На заводах Главрезинпрома введены новые мощности, позволяющие изготовлять прокладочные ленты с прокладками шириной до 2000 мм и резинотросовые — шириной до 2400 мм с разрывной прочностью 6000 кгс/см. Разработаны технико-экономические требования на прокладочные ленты прочностью до 500—700 кгс/см прокладки и резинотросовые — до 6000 кгс/см ленты шириной до 3 м.

Таблица III-48

Типы лент для различных конвейеров

Тип конвейеров	Тип ленты
Забойные, отвальные, торцовые (передаточные)	Лента с синтетическими прокладками с разрывной прочностью 300—500 кгс/см прокладки и резинотросовая лента с разрывной прочностью 3150 кгс/см ширины ленты
Магистральные	Лента с синтетическими прокладками с разрывной прочностью до 500—700 кгс/см прокладки и резинотросовая лента с разрывной прочностью 6000 кгс/см ширины ленты
Конвейеры с лентой шириной до 800 мм	Ленты с прокладками ОПБ

Запас прочности для лент с прокладками — 10; для резинотросовых лент — 7—8.

Таблица III-49

Коэффициент А для лотковых лент

Тип жесткой роликоопоры							
Трехроликовая		Четырехроликовая			Пятироликовая		
α*	А	α_1*	α*	А	α_1*	α*	А
20	550	10	30	640	20	40	680
30	600	15	4	700	30	60	720
35	620	17,5	52,5	710	35	70	715

* α и α_1 — углы наклона боковых роликов к горизонтали, градусов.

Основные параметры ленточных конвейеров. К основным параметрам конвейера относятся: производительность Q, ширина B и скорость v ленты при транспортировании мягких пород. Эти параметры связаны зависимостью

$$Q = A\,(0{,}9B - 0{,}05)^2 v,\ м^3/ч,$$

где A — коэффициент, зависящий от лотковости ленты и физико-механических свойств транспортируемой породы (табл. III-49).

Указанные коэффициенты по сравнению с ранее принимаемыми являются прогрессивными. Однако их величины легко обеспечиваются конвейерами современных конструкций с применяемыми в практике параметрами.

Требуемая производительность конвейерной установки (линии) определяется производительностью основных добычных машин, работающих на эту установку.

Ширина ленты определяется по полученной (заданной) производительности конвейера и выбранной скорости движения ленты.

При определении ширины ленты конвейера, принимающего породу непосредственно от экскаватора, следует учитывать неравномерность загрузки конвейера ковшами экскаватора.

Таблица III-50

Рекомендуемые скорости движения ленты по типажу СССР

Производительность конвейера, м³/ч	Ширина ленты, мм	Скорость движения ленты, м/сек
630	1000	2,5
1 250	1200	3,25
2 500	1400	4,0
5 000	1800	5,0
10 000	2500	5,0—6,0

В этом случае производительность конвейера определяется по формуле

$$Q = \frac{Q_{экс}}{K_н},\ м^3/ч,$$

где $Q_{экс}$ — производительность экскаватора, м³/ч;

$K_н$ — коэффициент неравномерности загрузки. Для роторных экскаваторов $K_н = 0{,}97$; для цепных — 0,85—0,9.

Следует также учитывать влияние угла наклона конвейера на пропускную способность лотка ленты. Производительность наклонного конвейера ниже производительности горизонтального конвейера в связи с тем, что площадь сечения материала на ленте при наклоне ее уменьшается:

$$Q_{накл} = KQ_{гор},\ м^3/ч.$$

Рекомендуется принимать следующие значения K:

Угол наклона конвейера, градусов	До 10	12	14	16	18	20
K	1,0	0,98	0,96	0,94	0,92	0,9

Типажом рекомендуется применять ленты шириной 1000, 1200, 1400, 1800 и 2500 мм.

При проектировании конвейеров рекомендуется выбирать максимальную скорость движения лент. Переход на более высокие скорости дает возможность при заданной производительности уменьшить ширину ленты, тяговые усилия в ней и ширину конвейерного става, что в свою очередь уменьшает вес и стоимость конвейера.

Однако высокие скорости отрицательно отражаются на работе конвейерной установки (увеличиваются просыпание материала и пылеобразование, более интенсивным становится износ ленты и роликоопор).

При выборе скорости движения лент следует руководствоваться рекомендациями, заложенными в утвержденном типаже (табл. III-50).

Длина става ленточного конвейера определяется с учетом обеспечения наименьшей стоимости транспортирования, принятой технологической схемы разработки, типа и места его установки, а также прочности применяемой конвейерной ленты.

Типажом рекомендуется применять следующие длины ставов конвейеров, м:

забойных	800
отвальных	750
передаточных	400
магистральных	1000—1800

Следует, однако, указать на наметившуюся тенденцию применения более длинных конвейерных ставов.

Длина стационарных магистральных конвейеров выбирается с учетом трассы и протяженности транспортной коммуникации от карьера до мест разгрузки пород с конвейеров и ограничивается прочностью лент и установленной мощностью приводов.

При мощности привода, рассчитанной по предельной прочности ленты

$$N=\frac{K_p B(e^{\mu\alpha}-1)v}{n102\eta e^{\mu\alpha}}, \text{ квт},$$

длина конвейерного става может быть рассчитана по формуле

$$L=\frac{102\eta(0{,}874N-0{,}0028QH)}{v(q_0+q_м)\omega\cos\beta+q}, \text{ м},$$

где K_p — разрывное усилие ленты, кгс/см ширины ленты;
n — запас прочности ленты на разрыв;
η — к. п. д. привода;
H — высота подъема материала конвейером, м;
q_0 — масса движущихся частей 1 м конвейера, кг/м;
$q_м$ — масса транспортируемого материала на 1 м, кг/м;
ω — коэффициент сопротивления движению ленты;
β — угол установки конвейера, градус.

Рациональная длина ставов забойных и отвальных конвейеров на основании ранее проведенных исследований находится в пределах 800—1000 м, а передаточных торцовых — 400—500 м.

Срок службы лент. Срок службы конвейерных лент зависит от их качества, типа, ширины и скорости движения, длины става, от производительности, степени использования конвейеров по производительности во времени, числа приводных и отклоняющих барабанов, типа конвейера, угла его наклона, высоты загрузки, вида транспортируемого материала и других факторов.

В Советском Союзе имеется достаточный опыт эксплуатации на открытых разработках мягких пород мощных ленточных конвейеров, установленных на транспортно-отвальных мостах и других машинах непрерывного действия. Вместе с тем еще мало имеется данных о работе лент более длинных передвижных и стационарных конвейеров при транспортировании мягких пород.

За рубежом разработкой расчетных зависимостей для определения срока службы лент на открытых разработках с мягкими породами занимались в ГДР. Предложенная специалистами проектно-конструкторского бюро «Kohle» расчетная формула

$$K=\frac{10^5 b_2 l}{V_1 T_к} f, \text{ лет}$$

базируется на кривых, полученных при обработке статистических данных.

В этой формуле:
K — срок службы ленты, лет;
b_2 — рабочая ширина ленты, м;
l — длина ленты в навеске, м;
V_1 — теоретическая производительность конвейера, м³/ч;
$T_к$ — 8760 ч/год;

$$f=\frac{f_1 f_2 f_3}{f_4}, \text{ м};$$

где f_1 — коэффициент, учитывающий вид транспортируемого материала (уголь, вскрыша);
f_2 — коэффициент, учитывающий тип конструкции конвейера;
f_3 — коэффициент, учитывающий тип ленты;
f_4 — коэффициент, учитывающий загрузку ленты по производительности (η_L) и во времени ($\eta_т$).

Используя имеющиеся статистические, литературные и опытные данные по срокам службы лент при внедрении новых конструкций роликоопор, ставов и загрузочных пунктов конвейеров, а также рекомендации специалистов ГДР, институтом УкрНИИпроект предлагается следующая расчетная зависимость для определения срока службы конвейерных лент в расчетах технико-экономических показателей ленточных конвейеров при транспортировании мягких пород на открытых разработках:

$$T_л=(1130-230B)\sqrt{L_{ст}}K_1\cdot K_2\cdot K_3\cdot K_4\cdot K_5\cdot K_6, \text{ ч},$$

где B — ширина ленты, м;
$L_{ст}$ — длина става, м;
K_1, K_2 и т. д. — коэффициенты, учитывающие влияние на срок службы лент конструкции и параметров лент и конвейеров, условий их эксплуатации и др.

Значения коэффициентов K_1—K_2 приведены в табл. III-51, III-52, значения коэффициентов K_3—K_6 приведены ниже

Скорость ленты, м/сек	3,0	4,0	5,0	6,0	
K_3	1,15	1,0	0,9	0,8	
Высота загрузки материала, м	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
K_4	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7
Угол установки конвейера, градус	0	10	15	20	
K_5	1,0	0,95	0,92	0,9	

Таблица III-51

Величины коэффициента K_1

Тип конвейера	K_1
С жесткими роликоопорами:	
стационарный	1,0
передвижной	0,95
С гибкими роликоопорами:	
стационарный	1,35
передвижной	1,30

$K_в = \frac{n+1}{2n}$ — учитывает периодичность загрузки отдельных ставов многоставной конвейерной линии;

n — число ставов в линии забойных или отвальных конвейеров.

Кроме того, следует учитывать влияние на срок службы лент климатических условий, в которых они работают. При использовании конвейерных лент в условиях уральских, сибирских и других месторождений, где температура при работе конвейеров может достигать 45° ниже нуля, принимаемый срок службы лент следует снижать на 15—20% по сравнению с рассчитанным по вышеизложенной формуле.

Весовые и энергетические показатели конвейеров.

Общий вес конвейеров складывается из весов составных элементов.

Аналитическая зависимость полного веса горизонтального конвейера (без ленты) выражается формулами:

для забойных конвейеров

$$G_з = (3{,}1\sqrt{Q} + 0{,}013Q + 195)\,L_{ст}\cdot 10^{-3} + 0{,}44\sqrt{Q} + 0{,}012Q + 10,$$

где Q — производительность конвейера, м³/ч;

$L_{ст}$ — длина става, м;

для отвальных конвейеров:

$$G_0 = (3{,}1\sqrt{Q} + 0{,}013Q + 195)\,L_{ст}\cdot 10^{-3} + 0{,}66\sqrt{Q} + 0{,}012Q + 10;$$

Таблица III-52

Величины коэффициента K_2

Тип ленты	K_2
С бельтинговыми прокладками	0,9
С синтетическими прокладками	1,0
Резинотросовые	1,35

для передаточных конвейеров:

$$G_п = (3{,}1\sqrt{Q} + 0{,}013Q + 270)\,L_{ст}\cdot 10^{-3} + 0{,}44\sqrt{Q} + 0{,}012Q + 10;$$

для магистральных конвейеров с жестким ставом

$$G_{м.\,ж} = (2{,}8\sqrt{Q} + 0{,}01Q + 50)\,L_{ст}\cdot 10^{-3} + 0{,}41\sqrt{Q} + 33;$$

для магистральных конвейеров с канатным ставом и гибкими роликоопорами

$$G_{м.\,к} = (2{,}5\sqrt{Q} + 0{,}009Q + 45)\,L_{ст}\cdot 10^{-3} + 0{,}37\sqrt{Q} + 3{,}0.$$

Мощность привода ленточного конвейера зависит от его производительности, длины, угла установки на поверхности и потерь, обусловленных конструкцией.

Принимая во внимание известные выражения и произведя соответствующие преобразования, мощность привода конвейера определится так:

$$N = \frac{1}{0{,}874}\left\{\frac{LV[(g_0 + g_м)\,\omega\cos\beta \pm g_м \sin\beta]}{102\eta}\right\},\ \text{квт},$$

где

$$g_м = \frac{Q}{3{,}6v};$$

$\omega = 0{,}035$ — коэффициент сопротивления движению ленты;

$$g_0 = 2g_л + \frac{\sigma_в}{l_р} + \frac{\sigma_н}{l_х},\ \text{кг/м},$$

$g_л$ — вес 1 м ленты;

$l_р$ — расстояние между рабочими роликоопорами, м;

$l_х$ — расстояние между холостыми роликоопорами, м;

$\sigma_в$, $\sigma_н$ — соответственно веса вращающихся частей верхней и нижней роликоопор.

V — скорость ленты, м/сек.

На основании анализа материалов УкрНИИпроекта, ВНИИПТМАШа и Кузбассгипрошахта по весам роликоопор выведены следующие зависимости веса вращающихся частей верхних и нижних роликоопор от ширины ленты

$$\sigma_в = 13 + 22{,}5B;$$

$$\sigma_н = 8 + 13{,}3B,$$

где B — ширина ленты, м.

При расчете установленной мощности привода ленточного конвейера можно также пользоваться аналитической зависимостью, увязывающей мощность привода конвейера с его

производительностью Q (м³/ч), длиной L (м) и углом установки β (градусы):

$$N = Q(0{,}025 + 0{,}00035L)(1 + 0{,}223\beta), \text{ квт.}$$

§ 4. Техническая характеристика

На открытых разработках полезных ископаемых Советского Союза используются в основном три роторных комплекса отечественного производства производительностью: 1500 м³/ч производства б. Донецкого машиностроительного завода им. 15-летия ЛКСМУ, 4500 и 5000 м³/ч производства НКМЗ им. Ленина. Комплекс производительностью 5000 м³/ч является модернизацией комплекса производительностью 4500 м³/ч.

При проведении модернизации конвейеры были удлинены примерно в полтора раза, что позволило уменьшить количество приводных станций, мест перегрузки, перегрузочных тележек; упразднены короткие ленточные питатели, показавшие малую работоспособность; изменены схемы запасовки ленты с целью

Таблица III-53

Конвейеры комплекса производительностью 1500 м³/ч, выпущенные б. Донецким машиностроительным заводом им. 15-летия ЛКСМУ

Параметры	Конвейер			
	КЛЗ-800, КЛО-800, КЛМ-800	КЛЗ-500, КЛО-500, КЛМ-500	КЛЗ-400, КЛО-400, КЛМ-400	КЛЗ-250, КЛО-250, КЛМ-250
Теоретическая производительность в рыхлом теле, м³/ч	1500	1500	1500	1500
Ширина ленты, мм	1200	1200	1200	1200
Тип ленты (рекомендуемый заводом)	Винило-найлоновая (японская) или терпленовая (английская)		А-1, ОПБ-5 ГОСТ 20-62 или Тип I ОПБ ГОСТ 20-62	
Длина ленточного конвейера (расстояние между осями приводного и концевого барабанов), м	799,5	499,5	403,5	253,5
Скорость ленты, м/сек	3,56	3,56	3,56	3,56
Форма несущей ветви	Лотковая (лоток 30°)			
Количество приводных барабанов	1	1	1	1
Диаметр приводного барабана, мм	1000	1000	1000	1000
Диаметры отклоняющих барабанов, мм	630/800	630/800	630/800	630/800
Ролики зоны загрузки	Обрезиненные ∅ 160 мм			
Опорные ролики:				
верхние	Жесткие ∅ 152 мм			
нижние	С резиновыми кольцами ∅ 200 мм			
Допустимые максимальные размеры кусков транспортируемого материала, мм	400×400×500			
Главные электродвигатель и привода конвейера:				
тип	АКЗ-12-42-8			
мощность, квт	250×2	250×2	250×1	250×1
напряжение, в	6000	6000	6000	6000
Допустимый угол подъема конвейера, градус	0	2	0	2
Допустимый поперечный угол установки конвейера, градус	0—для КЛМ и 1—для КЛЗ и КЛО			
Максимальные удельные давления на грунт под приводной станцией, кгс/см²	2	2	2	2
	2	2	2	2
	1,2	1,2	1,2	1,2
Масса конвейера без ленты и запчастей (для конвейеров КЛЗ и КЛО даны массы):	Забойные			
	а) 218 / б) 207	а) 164 / б) 157,5	а) 137 / б) 131	а) 110 / б) 106
	Отвальные			
а) с деталями крепления к деревянным шпалам	а) 228 / б) 223	а) 170 / б) 161	а) 141 / б) 134	а) 112 / б) 108
	Магистральные			
б) с деталями крепления к металлическим шпалам	180	138	115	94

Таблица III-54

Конвейеры производительностью 5000 м³/ч, выпущенные НКМЗ

Параметры	Конвейер					
	Забойный		Отвальный		Торцевой 400 м	Перегрузочный
	длиной 800 м	длиной 400 м	длиной 700 м	длиной 300 м		
Максимальная теоретическая производительность в рыхлом теле, м³/ч	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Максимальная весовая производительность, т/ч	6750	6750	6750	6750	6750	6750
Ширина ленты, мм	1800	1800	1800	1800	1800	2000
Скорость ленты, м/сек	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35	4,02
Угол наклона конвейера, градус	0	0	0	0	0	10
Количество приводных барабанов	2	1	2	1	1	1
Диаметры приводного барабана	1630/1688		1630/1688		1630/1688	
Диаметр отклоняющего барабана	1000		1000		1000	
Лотковость ленты	Трехроликовая 30°					
Ролики зоны загрузки	Обрезиненные ∅ 250 мм, роликоопоры подпружиненные					
Опорные ролики:						
верхние	Жесткие ∅ 152 мм					
нижние	С резиновыми кольцами ∅ 200 мм					
Тип ленты	Резинотросовая или синтетическая с разрывной прочностью 1500 кгс/см ширины ленты					
Мощность привода, квт	3×500	2×400	3×500	2×400	2×400	2×75
Подводимое напряжение, в	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Тип механизма передвижения приводной станции (конвейера)	Рельсовый					
Скорость передвижения, м/ч	149	149	149	149	149	—
Максимальное удельное давление на грунт при приводной станции, кгс/см²	1,6	1,5	1,6	1,6	1,4	—
Масса конвейера (без ленты, шпального основания), т	515	390	575	450	435	40
Потребляемая мощность, квт	1340	800	1400	840	800	140
Длина конвейера, м	800	400	700	300	400	8,5

сокращения количества барабанов и перегибов ленты; заменено гусеничное ходовое оборудование приводных станций на рельсовый ход; произведены изменения конструкций типовых секций забойного и отвального конвейера с целью обеспечения лучших условий их работы при передвижке турнодозерами; деревянные шпалы рельсошпальных решеток заменены на металлические; скорость транспортерных лент конвейеров комплекса увеличена с 3,5 до 4,35 м/сек, что и повысило производительность модернизированного комплекса на 35%.

Технические данные ленточных конвейеров комплексов отечественного производства приведены в табл. III-53, III-54, III-55.

Забойные, магистральные и отвальные конвейеры состоят из следующих основных частей: приводной станции, секций переходных и линейных, концевой станции, транспортерной ленты, роликов и роликоопор, деталей крепления рельсошпального полотна, распредустройства и другого электрооборудования.

Забойные и отвальные конвейеры имеют одинаковую конструкцию и отличаются лишь тем, что забойный конвейер работает в комплексе с самоходным бункером, а отвальный — в комплексе с перегрузочной тележкой. Это обстоятельство вызывает различные запасовки ленты, различные ее длины.

Магистральный конвейер в основном отличается от забойного и отвального только отсутствием у приводной станции хода, так как последняя устанавливается на фундаменте.

В комплексах НКМЗ имеются также торцовые конвейеры, особенностью конструкции которых является то, что секции их става имеют возможность передвигаться по рельсовому полотну, для чего они снабжены четырьмя опорными ходовыми катками. Между собой секции соединяются штыревыми замками.

На отечественных карьерах используются также роторные комплексы зарубежного производства. Для сравнения ниже приводится

Таблица III-55

Конвейеры, выпущенные НКМЗ

Параметры	Q=5000 м³/ч			Q=4500 м³/ч		
	КМЗ	КМО	КМП	КМЗ	КМО	КМП
Максимальная теоретическая производительность в рыхлом теле, м³/ч	5000	5000	5000	4500	4500	4500
Максимальная весовая производительность, т/ч	6750	6750	6750	6300	6300	6300
Длина одного става при его горизонтальном расположении, м	800 400	700 300	400	600	500	500 250
Максимальная длина мертвой зоны, м	60	70	60	40	40	40
Тип ленты	Резинотросовая или синтетическая с разрывной прочностью 1500 кгс/см ширины ленты					
Масса 1 м конвейера, т/м	0,64	0,82	1,08	0,75	0,86	0,81
Подводимое напряжение, в	6000	6000	6000	6000	6000	6000

техническая характеристика конвейеров комплекса производительностью 5000 м³/ч производства ФРГ (табл. III-56).

§ 5. Типы и назначение перегружателей

Перегружатели используются в качестве соединительных звеньев между экскаваторами и передвижными конвейерами, в «мертвых зонах» конвейерных линий, в торцах рабочих уступов.

Перегружатели применяются для передачи транспортируемого материала с одной конвейерной линии на другую, для непосредственной отсыпки пород в отвалы, для перегрузки материала с одного горизонта на другой.

Применение перегружателей позволяет сократить число необходимых передвижек конвейеров, сократить число транспортных горизонтов, упростить транспортные коммуникации карьеров.

Известны многие конструкции перегружателей. Однако все они отличаются мобильностью и относительно малым весом.

Различают два основных типа перегружателей — забойные и межуступные.

Забойные перегружатели, как правило, имеют гусеничные ходовые устройства и изготовляются либо со взаимно поворачивающимися приемной и разгрузочной стрелами (рис. III-107), либо с независимым поворотом стрел. В обоих случаях приемные и разгрузочные стрелы поднимаются и опускаются независимо друг от друга.

Забойные перегружатели используются в большинстве случаев в качестве соединительных звеньев между экскаваторами и ленточными конвейерами и входят в составы многих комплексов непрерывного действия (табл. III-57, III-58).

На карьерах вместе с конвейерным транспортом применяются межуступные перегружатели — самоходные наклонные мосты (рис. III-108). Применение их позволяет сокра-

Таблица III-56

Техническая характеристика и основные размеры ленточных конвейеров комплекса производительностью 5000 м³/ч производства ФРГ («Крупп», LMG)

Параметры	Конвейер					
	Приемный роторного экскаватора	Отвальный роторного экскаватора	Забойный	Торцевой	Отвальный I	Отвальный II
Теоретическая производительность в рыхлом теле, м³/ч	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Весовая производительность, т/ч	8000	8000	8000	8000	8000	8000
Ширина ленты, мм	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Скорость ленты, м/сек	4,2	4,2	4,5	4,5	4,5	4,5
Угол наклона конвейера, градус	0	0	0	0	0	0
Количество приводных барабанов	1	1	2	2	2	2
Подводимое напряжение, в	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Мощность привода, квт	1×250	1×250	3×315	3×315	3×315	3×315
Длина конвейера, м	48,6	62,6	1000	1000	1000	1000
Диаметр приводного барабана, мм	800	800	1250	1250	1250	1250
Диаметр отклоняющего барабана, мм	800	800	800	800	800	800
Лотковость ленты	Трехроликовая 30°					
Ролики зоны загрузки	Обрезиненные Ø 215 мм					
Верхние опорные ролики	Жесткие Ø 159 мм					
Нижние опорные ролики	С резиновыми кольцами Ø 180 мм					
Механизм передвижения приводной станции	Рельсовый					

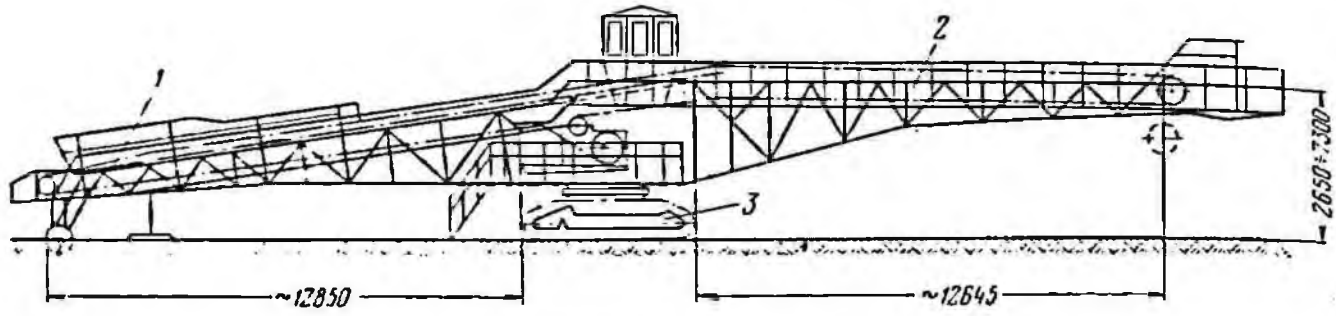


Рис. III-107. Забойный перегружатель:

1 — приемная часть; *2* — передаточная часть; *3* — ходовое оборудование

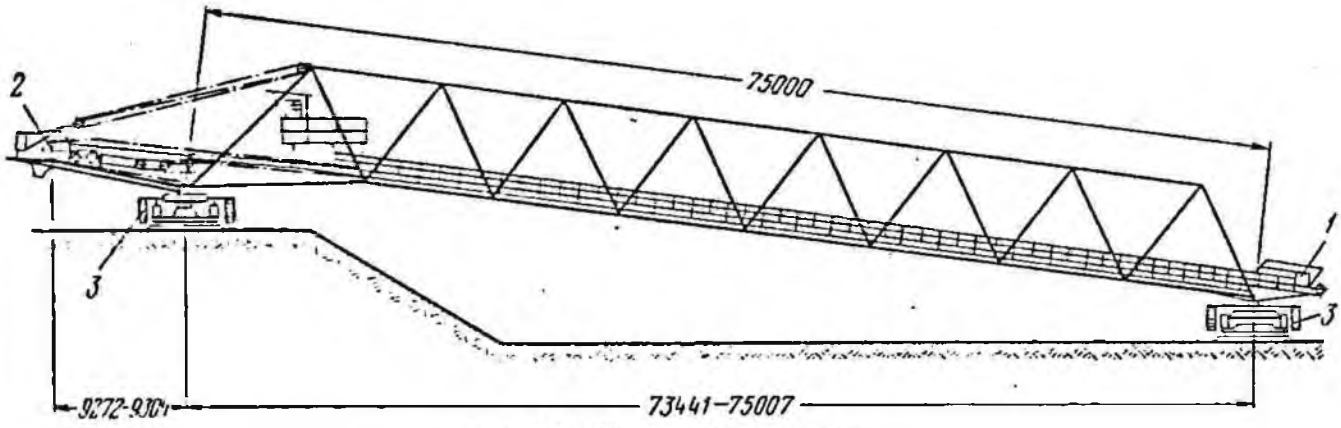


Рис. III-108. Наклонный мост:

1 — загрузочное устройство; *2* — разгрузочное устройство; *3* — ходовое оборудование

тить протяженность окружных стационарных и передвижных конвейерных линий. Такие перегружатели могут применяться на карьерах при транспортировании как вскрышных пород, так и полезного ископаемого, а также на других перегрузочных работах большого масштаба. Мостовые перегружатели могут иметь гусеничный либо рельсовый ход.

Дальнейшее развитие конструкций перегружателей идет в направлении создания высокопроизводительных машин, обладающих малым весом при использовании высокопрочных сплавов, сварных конструкций, высоких скоростей движения ленты (до 6 — 8 м/сек), применения подвесных роликоопор и т. д.

Таблица III-57

Забойные перегружатели

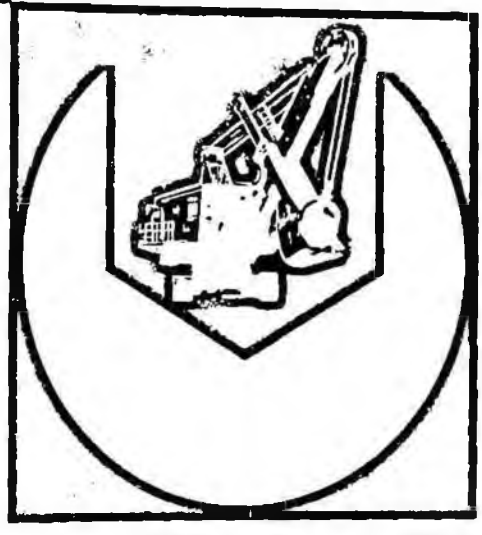
Тип	Теоретическая производительность, м³/ч	Длина, м	Тип хода	Масса машины, т
СКП-1-24	1000	24	Гусеничный	35
СКП-1-35	1000	35	»	50
Перегружатель Бандуровского угольного разреза	1800	34,5	»	50
ПГ-54/1950	1950	54	»	330

Таблица III-58

Перегружатели, изготовляемые в ФРГ и применяемые на карьерах СССР

Место работы перегружателя	Теоретическая производительность, м³/ч	Длина стрелы, м		Масса машины, т	Установленная мощность, квт
		приемной	разгрузочной		
Михайловский карьер (СССР)	1800	37,5	42,5	201	327
Запорожский карьер (СССР)	5000	22,5	30,0	—	690

РАЗДЕЛ IV



РЕМОНТ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

§ 1. Техническое обслуживание и нормирование ремонтных работ

Техническое обслуживание (ТО) оборудования карьеров представляет собой комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению постоянной работоспособности машин с заданными технико-экономическими параметрами и состоит из межремонтного технического ухода (МТУ) и планово-предупредительного ремонта (ППР).

Межремонтный технический уход — это основное профилактическое мероприятие, направленное на увеличение межремонтных периодов, сокращение ремонтных объемов, а также на снижение трудовых и стоимостных затрат на ремонт. Он осуществляется в периоды технологических простоев машин в течение смен и между сменами. При ежесменном техническом обслуживании устраняются мелкие неисправности, производятся регулирование механизмов, смазка, очистка.

К планово-предупредительным ремонтам относятся ремонтные осмотры (РО), текущие ремонты (T_1, T_2, T_3) и капитальный (К). Они различаются между собой назначением, характером и объемом выполняемых работ.

Время работы машины между двумя капитальными ремонтами, или время работы между вводом ее в эксплуатацию и первым капитальным ремонтом, называют ремонтным циклом (РЦ), а время работы машины между двумя любыми плановыми ремонтами — межремонтными периодами (МП). Межремонтные периоды и циклы могут измеряться годами или месяцами, машино-часами или единицами работы. Графическое изображение структуры ремонтного цикла для экскаваторов ЭКГ-4 и ЭКГ-4,6 представлено на рис. IV-1, для экскаваторов ЭКГ-8 — на рис. IV-2 и для буровых станков СБШ-250 — на рис. IV-3. Структура ремонтного цикла в развернутом виде:

для экскаваторов ЭКГ-4 и ЭКГ-4,6

$$К-5РО-Т_1-5РО-Т_2-5РО-Т_1-$$
$$-5РО-Т_3-5РО-Т_1-5РО-Т_2-$$
$$-5РО-Т_1-5РО-К;$$

для экскаваторов ЭКГ-8

$$К-8РО-Т_1-8РО-Т_2-8РО-Т_1-$$
$$-8РО-Т_3-8РО-Т_1-8РО-Т_2-$$
$$-8РО-Т_1-8РО-К;$$

для буровых станков СБШ-250

$$К-2РО-Т_1-2РО-Т_2-2РО-Т_1-$$
$$-2РО-Т_3-2РО-Т_1-2РО-Т_2-$$
$$-2РО-Т_1-2РО-К.$$

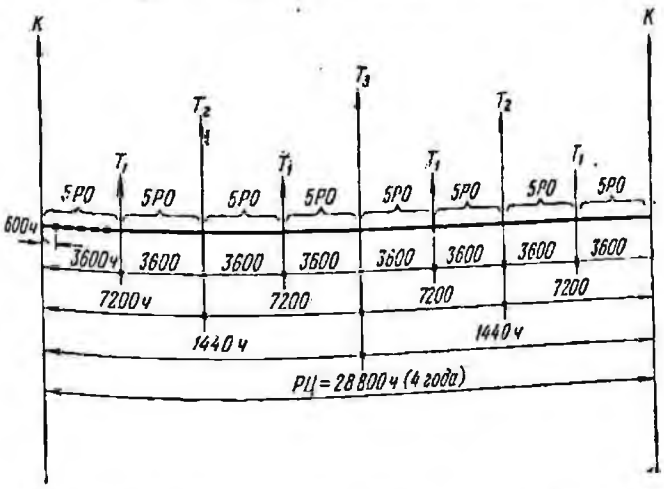


Рис. IV-1. Графическое изображение структуры ремонтного цикла экскаваторов ЭКГ-4 и ЭКГ-4,6

Нормированию подлежат:

длительность ремонтного цикла;

межремонтные периоды;

продолжительность простоев в каждом виде ремонта;

виды ремонтов в ремонтном цикле и их количество;

трудовые затраты на ремонт;

стоимостные затраты на ремонт.

Объем технического обслуживания определяется безотказностью и долговечностью изделий, а продолжительность выполнения каждого вида работ — их ремонтопригодностью. Без знания этих параметров трудно решить задачу по определению таких ремонтных объемов, как количество и продолжительность ремонта, потребность в запасных частях, трудовые и стоимостные затраты, механизация

Таблица IV-1

Нормативы Главруды МЧМ СССР на ремонт горного оборудования

Наименование оборудования	Тип	Масса, т	Периодичность ремонта в часах номинального времени (в числителе) Простой в ремонте в сутках (в знаменателе)					Количество ремонтов за цикл (в числителе) Трудоемкость одного ремонта в чел.-часах (в знаменателе)					Простой в ремонте за цикл в сутках
			К	T_2	T_3	T_1	*РО*	*К*	T_2	T_3	T_1	*РО*	
Станки шарошечного бурения	2СБШ-200	45	9600/23	4800/9	2400/7	1200/3	400/1	1/1600	1/640	2/400	4/160	16/80	74
	СБШ-250	50	9600/24	4800/9,5	2400/7,5	1200/3,5	400/1	1/1800	1/710	2/450	4/180	16/90	78,5
	СБШ-320	65	9600/25	4800/10	240/8	1200/4	400/1	1/2100	1/840	2/525	4/210	16/105	83
Станки ударно-канатного бурения	БУ-2	12,3	9600/15	48 0/6	2400/4	1200/1	400/0,25	1/650	1/260	2/160	4/65	16/5	37
Станки вращательного бурения	СБР-125	2	9600/4	4800/3	2400/1,5	1200/0,5	400/0,1	1/350	1/150	2/80	4/30	16/2	13,6
	СБР-160	14	9600/15	4800/6	2400/4	1200/1	400/0,3	1/800	1/320	2/200	4/80	16/6	37,8
	2СБУ-125	5	9600/7	4800/5	2400/3	1200/1,5	400/0,25	1/700	1/300	2/165	4/63	16/4	28
	СБУ-160	25	9600/20	4800/8	2400/6	1200/2	400/1	1/1400	1/560	2/350	4/140	16/70	64
	СБУ-250	40	9600/22	4800/8,5	2400/6,5	1200/2,5	400/1	1/1600	1/640	2/400	4/160	16/80	69,5
Станки огневого бурения	СБО-160/20	40	9600/25	4800/10	2400/8	1200/4	400/1	1/2600	1/1070	2/600	4/300	16/150	83
Экскаваторы одноковшовые, гусеничные	Э-652А	21,3	21 600/17	10 800/7	5400/5	1800/3	600/1,5	1/2500	1/1004	2/624	8/338	24/175	94
	ЭКГ-4 ЭКГ-4,6	180	28 800/25	14 400/10	7200/7	3600/3,5	600/1,7	1/6340	1/2540	2/1580	4/856	40/420	131
	ЭКГ-8 ЭКГ-8И	329	43 200/30	21 600/12	10 800/9	5400/5	600/2	1/9140	1/3660	2/2230	4/1250	64/620	208
	ЭКГ-12,5	658	43 200/35	21 600/15	10 800/10	5400/5	600/2,4	1/12 900	1/5150	2/3280	4/1820	64/910	251
	ЭКГ-4У	320	28 800/30	14 400/12	7200/9	3600/5	600/2	1/9140	1/3660	2/2230	4/1250	40/620	160
	ЭКГ-6 3УС	662	28 800/38	14 400/16	7200/11	3600/6	600/3	1/14 480	1/5790	2/3620	4/2030	40/1010	220
	ЭВГ-15	1150	43 200/46	21 600/19	10 800/13	5400/7	600/4	1/21 000	1/8400	2/5250	4/2940	64/1470	375
Экскаваторы одноковшовые шагающие	ЭШ-14/75 ЭШ-15/90	1400	43 200/50	21 600/20	10 800/13	5400/7	600/3,5	1/23 800	1/9520	2/5950	4/3330	64/1670	348
	ЭШ-25/100	2600	43 200/60	21 600/24	10 800/15	5400/8,5	600/4,2	1/35 800	1/14 320	2/895	4/5010	64/2500	416,8

Продолжение табл. IV-1

Наименование оборудования	Тип	Масса, т	Периодичность ремонта в часах номинального времени (в числителе) Простой в ремонте в сутках (в знаменателе)					Количество ремонтов за цикл (в числителе) Трудоемкость одного ремонта в чел.-часах (в знаменателе)					Простой в ремонте за цикл в сутках
			K	T_3	T_2	T_1	PO	K	T_3	T_2	T_1	PO	
Экскаваторы роторные	ЭШ-50/125 ЭШ-80/100	700	43 200 / 84	21 600 / 34	10 800 / 21	5400 / 11,5	600 / 5,6	1 / 68 800	1 / 27 520	2 / 17 200	4 / 9630	64 / 4820	558
	ЭРГ-630-12,5/1	184	28 800 / 25	14 400 / 11	7200 / 7	3600 / 8,5	600 / 17	1 / 8110	1 / 3240	2 / 2030	4 / 1130	40 / 570	132
	ЭРГ-350/1000	445	43 200 / 35	21 600 / 15	10 800 / 9	5400 / 5	600 / 2,5	1 / 14 500	1 / 5800	2 / 3620	4 / 2030	64 / 1010	248
	ЭРГ-1600-40/10	2800	43 200 / 62	21 600 / 24	10 800 / 15	5400 / 8,5	60 / 4,2	1 / 48 800	1 / 19 550	2 / 12 220	4 / 6840	64 / 3420	418,8
	ЭРШР-2500-25/2	1150	43 200 / 50	21 600 / 20	10 800 / 14	5400 / 7	600 / 4	1 / 25 000	1 / 10 100	2 / 7050	4 / 3900	64 / 2100	382
	ЭРШ-11 200-45/5	5100	43 200 / 78	21 600 / 32	10 800 / 20	5400 / 13	600 / 8	1 / 72 800	1 / 31 800	2 / 21 000	4 / 12 100	64 / 6700	714
	ЭРШ-5000-37,5/2	4100	43 200 / 75	21 600 / 30	10 800 / 19	5400 / 11	600 / 6	1 / 70 000	1 / 30 000	2 / 20 000	4 / 11 000	64 / 5200	571
Отвалообразователи	ОШ-125/1500	505	28 800 / 28	14 400 / 11	7200 / 7	3600 / 4	600 / 2	1 / 9730	1 / 3890	2 / 2430	4 / 1360	40 / 680	149
	ОШ-4500/90	767	43 200 / 32	21 600 / 13	10 800 / 8	5400 / 4,5	600 / 2,2	1 / 12 800	1 / 5120	2 / 3200	4 / 1790	64 / 900	219,8
	ОШ-4500/1800	2000	43 200 / 46	21 600 / 18	10 800 / 12	5400 / 6,5	600 / 3,2	1 / 24 000	1 / 9600	2 / 6000	4 / 3360	64 / 1680	318,8
	ОШ-11 000/220	6000	43 200 / 64	21 600 / 25	10 800 / 16	5400 / 9	600 / 4,5	1 / 49 760	1 / 19 900	2 / 12 440	4 / 6970	64 / 3480	445

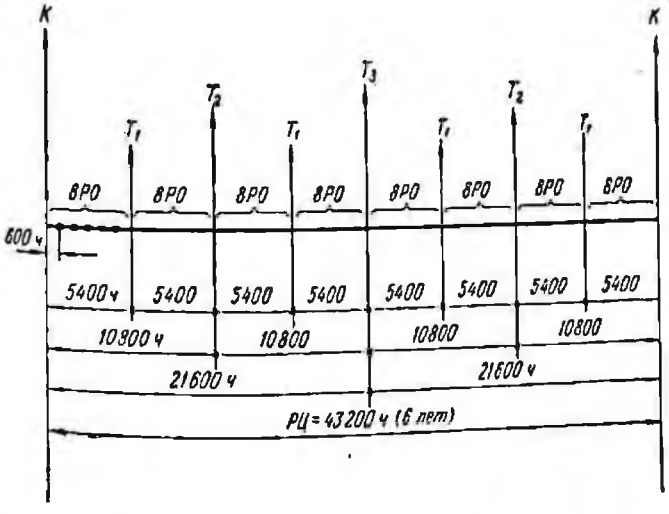


Рис. IV-2. Графическое изображение структуры ремонтного цикла экскаватора ЭКГ-8

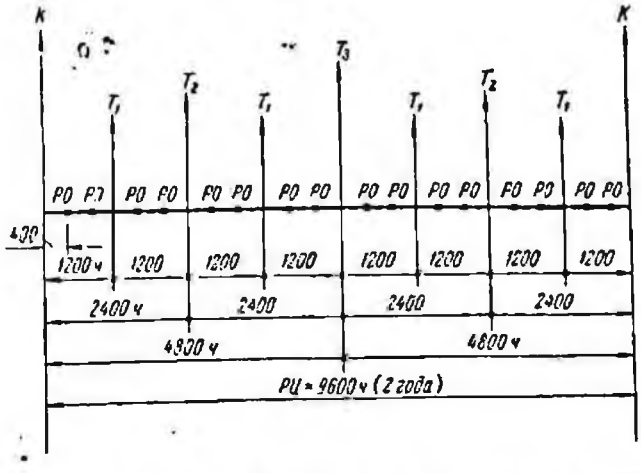


Рис. IV-3. Графическое изображение структуры ремонтного цикла бурового станка СБШ-250

транспорта ремонтных грузов и механизация на монтаже и демонтаже. Потребитель, как правило, получает машину, обладающую рядом неизвестных качеств: неопределенными оптимальными сроками службы, невыявленной трудоемкостью технического обслуживания, неустановленными объемами и периодичностью смены недолговечных деталей.

Наиболее точным критерием при определении потребности карьеров в ремонтных штатах, материалах, средствах механизации и стоимостных затратах на ремонт горного оборудования следует считать объем ремонтных работ.

Существует несколько методов определения этих объемов:

по весу заменяемых деталей и узлов;

по стоимости оборудования;

по ремонтной сложности оборудования;

по календарному времени;

по годовой переработке для экскаваторов и длине пробуренных скважин для буровых станков.

Основным нормативом, по которому должны определяться объемы ремонтных работ, является трудоемкость межремонтного технического ухода и ремонта оборудования, приходящаяся на определенный объем работы, выполненный каждой машиной.

Для определения ремонтного цикла и его параметров рекомендуется использовать ремонтные нормативы Главруды, приведенные в табл. IV-1.

Кроме того, в этой таблице имеются сведения продолжительности межремонтных периодов, продолжительности простоев в каждом виде ремонта, количества ремонтов в ремонтном цикле и трудовых затрат на ремонт.

§ 2. Технико-экономические показатели ремонтных работ

Общепринятая на горнорудных предприятиях система учета не позволяет судить о поэлементных затратах на ремонты машин, на заработную плату с начислениями, материалы, запчасти, услуги и прочие затраты и тем более на каждый вид ремонта. Однако известно, что ремонт оборудования, в том числе и экскаваторов, обходится достаточно дорого.

В табл. IV-2 приведены данные по затратам на ремонт оборудования, принимая во внимание его вес и балансовую стоимость. Процентное соотношение веса экскаваторов ко всему весу оборудования приводится в табл. IV-3.

Процентное соотношение стоимости экскаваторов к балансовой стоимости всего оборудования приводится в табл. IV-4.

Таблица IV-2

Затраты на ремонт оборудования

Показатели	Карьер			
	Сарбайское рудоуправление	Соколовское рудоуправление	ЮГОК	Первоуральское рудоуправление
Затраты на ремонт, отнесенные к полным затратам, %	16,1	22,2	10,2	33,5
Себестоимость горной массы по статье «Текущий ремонт», $\frac{коп}{т}$	7,93	9,06	3,4	12,8

Таблица IV-3

Отношение веса экскаваторов ко всему весу основного оборудования, %

Оборудование	Карьер			
	Сарбайское рудоуправление	Соколовское рудоуправление	ЮГОК	Первоуральское управление
Экскаваторы	79,5	76	72	84
Прочее	20,5	24	28	16
Итого:	100	100	100	100

Таблица IV-4

Доля балансовой стоимости парка экскаваторов к балансовой стоимости всего основного оборудования, %

Оборудование	Карьер			
	Сарбайское рудоуправление	Соколовское рудоуправление	ЮГОК	Первоуральское рудоуправление
Экскаваторы	63	65,5	75,4	78,5
Прочее оборудование . . .	37	34,4	24,6	21,5
Итого:	100	100	100	100

Таблица IV-5

Отношение амортизационных отчислений к балансовой стоимости, %

Экскаваторы одноковшовые с емкостью ковша, м³	Общая норма амортизационных отчислений	В том числе	
		на капитальный ремонт	на полное восстановление
1—6	14	8	6
6—15	9	5	4
Более 15	7,2	4	3,2

В настоящее время нет единой методики в определении срока физической службы машин, а также целесообразности и экономической эффективности очередного капитального ремонта.

Но тем не менее затраты на ремонт могут быть значительно уменьшены путем повышения надежности машин и сроков службы их деталей, улучшения ремонтной технологичности машин, улучшения эксплуатации, совершенствования организации и технологии самого ремонта.

Плановая стоимость ремонтов машин устанавливается в основном по сметам предприятий. Доминирующими составляющими стоимости ремонтов карьерных экскаваторов являются затраты на запасные части, материалы и заработную плату ремонтного персонала.

Нормы амортизационных отчислений в % к балансовой стоимости приведены в табл. IV-5.

В соответствии с приведенными нормативами общая норма амортизационных отчислений на ремонт экскаваторов в абсолютных цифрах по типам экскаваторов должна выглядеть, как показано в табл. IV-6.

Таблица IV-6

Величина амортизационных отчислений на капитальный ремонт экскаваторов

Тип экскаватора	Стоимость оборудования, тыс. руб.	Общая норма амортизационных отчислений		В том числе			
				на капитальный ремонт		на полное восстановление	
		%	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	тыс. руб.
СЭ-3	70	14	9,8	8	5,6	6	4,2
ЭКГ-4	83	14	11,6	8	6,6	6	5,0
ЭКГ-4,6	120	14	16,8	8	9,6	6	7,2
ЭКГ-8	290	9	26	5	14,5	4	11,5
ЭКГ-8и	348	9	31,4	5	17,4	4	14
ЭШ-4/40	120	14	17	8	9,6	6	7,4
ЭШ-6/60	430	14	60	8	34	6	26
ЭШ-14/75	840	9	76	5	42	4	34
ЭШ-15/90	1320	9	119	5	66	4	53

§ 3. Планирование и учет ремонтов

Планирование ремонтов буровых станков и экскаваторов на железорудных карьерах производится раздельно от остального оборудования.

В годовых графиках отмечаются порядковые номера планируемых на ремонт машин, наименование оборудования, места установок, марка оборудования, завод-изготовитель, заводской и инвентарный номера, год ввода в эксплуатацию, год последнего крупного ремонта, месяц, вид и продолжительность ремонта, примечание. Вид ремонта проставляется типовым буквенным обозначением. Плановая продолжительность ремонта показывается в числителе, фактический простой — в знаменателе. В примечание вносятся отклонения от плана и причины их возникновения. При небольшом количестве основного оборудования буровые станки и экскаваторы вносят в одну ведомость, при большом — ведомости составляются по группам машин.

Исходя из графиков годовых ремонтов, а также принимая во внимание конкретные условия производства и техническое состояние техники, составляют месячные графики планово-предупредительных ремонтов. В них предусматриваются порядковые номера, наименование оборудования, их инвентарные номера, виды планируемого ремонта и числа месяца. В примечание заносятся все отклонения от графика.

Практикуется несколько способов отображения ремонта на графике — раскраска цветными карандашами плановых и фактических простоев и применение различных условных обозначений.

Подготовка к очередному ремонту начинается с составления ведомости дефектов. Чем подробнее составлена эта ведомость, тем успешнее проходит подготовка и сам ремонт. Наряду с перечислением всех работ в ведомости указывается, какие узлы или детали подлежат замене.

Затем она передается в аппарат службы главного механика предприятия вместе с заказом на проведение ремонта или приобретение запасных частей. Чтобы своевременно подготовиться к ремонтам, заказы выдаются не позднее чем за 1 месяц до начала текущего ремонта и за 2—3 месяца до начала капитального.

Служба главного механика на основании ведомости дефектов организует приобретение запасных частей и материалов, необходимых для ремонта.

Задача производственного учета затрат заключается не только в установлении общей величины себестоимости промышленной продукции, но и выявлении ее структуры, опре-

делении отдельных ее слагаемых в целях анализа причин, воздействующих на изменение производственных затрат. Снижение себестоимости продукции — основной показатель успешной работы промышленных предприятий, один из основных источников увеличения накоплений. Поэтому учет затрат является одной из главных задач на производстве. В настоящее время ремонт горного оборудования поглощает от 10 до 22% стоимости добычи 1 т руды.

Для оперативного планирования производства такие элементы, как себестоимость израсходованных ремонтных материалов и запасных частей, заработная плата ремонтных рабочих, отчисления на их социальное страхование, услуги сторонних организаций и т. д., должны быть учтены. Для этого на каждом предприятии вводится поагрегатный учет работы основного оборудования. Новому оборудованию присваивается инвентарный номер, заполняется инвентарная карточка учета с внесением в нее балансовой стоимости и нормы годовой амортизации. В дальнейшем в карточке делаются отметки о капитальном ремонте, его перемещениях внутри предприятия и, наконец, о его выбытии. Карточки хранятся в бухгалтерии. На все основные средства составляются паспорта. Служба главного механика подвергает контролю и учету простои оборудования в ремонтах, отдельно по каждому виду, в том числе по аварийным отказам, учитывает расход всех ремонтных материалов, запасных частей и узлов, количество трудящихся, трудовые затраты на ремонты, средства механизации, принимающие участие в ремонте, и ведет учет переработанных данным оборудованием объемов.

В отделе главного механика на каждую машину ведутся журналы поагрегатного учета.

§ 4. Технология и организация ремонта оборудования

Под процессом ремонта машины понимается такая последовательность разборочных, восстановительных, слесарно-подгоночных и сборочных операций, в результате осуществления которых машине возвращается ее ресурс работоспособности.

Виды ремонта. Под восстановлением деталей понимается тот или иной комплекс технологических операций, в результате применения которых детали возвращаются ее качественные характеристики.

Наиболее полным и сложным видом ремонта машин является капитальный, при выполнении которого осуществляется наибольшее количество ремонтных и восстановительных операций. При проведении остальных видов ремонта эти операции выполняются частично.

К основным операциям ремонта относятся: доставка оборудования на ремонтную площадку, общая и узловая разборка, очистка и мойка узлов и деталей, дефектация деталей и узлов, т. е. определение степени их пригодности для дальнейшей работы; восстановление деталей; ремонт узлов и механизмов; изготовление новых деталей и элементов конструкций; узловая сборка с минимумом слесарно-подгоночных работ; приработка и испытание собранных узлов; общая сборка; испытание машины вхолостую и под нагрузкой; окраска.

К заключительным операциям относятся: доставка машины в забой; подключение к постоянным источникам питания; проведение промышленных испытаний и устранение дефектов ремонта в первое время эксплуатации машины.

При разборке узлов машины годные детали поступают на посты узловой сборки, а требующие ремонта — на участок восстановления деталей.

Технологические операции ремонта машины можно выполнять различным образом. Задача заключается в выборе такой организации работ, которая позволяет максимально сократить общую продолжительность и трудоемкость ремонта и улучшить его качество.

При ремонте буровых станков и экскаваторов применяются три метода: индивидуальный, сменно-узловой и смешанный.

При индивидуальном методе ремонта все детали и узлы, снятые с данной машины, после необходимого восстановления вновь устанавливают на эту машину и весь комплекс ремонтных работ производят в период ремонта машины (рис. IV-4).

Детали в процессе дефектации делят на три группы: годные, не годные для дальнейшей работы и требующие восстановления и ремонта. Операции восстановления и ремонта деталей и элементов конструкций ремонтируемой машины и изготовление новых деталей к ней производятся во время ремонта.

Главный недостаток такой организации: затрата большого количества времени на проведение ремонта.

Наиболее прогрессивной организацией ремонта машин является та, которая осуществляется сменно-узловым методом.

При этом методе сокращается продолжительность ремонта за счет разделения ремонтно-восстановительных и сборочно-разборочных работ, выделения первых в отдельный вид, не связанный с ремонтом отдельной машины; рационально разделяется труд между испол-

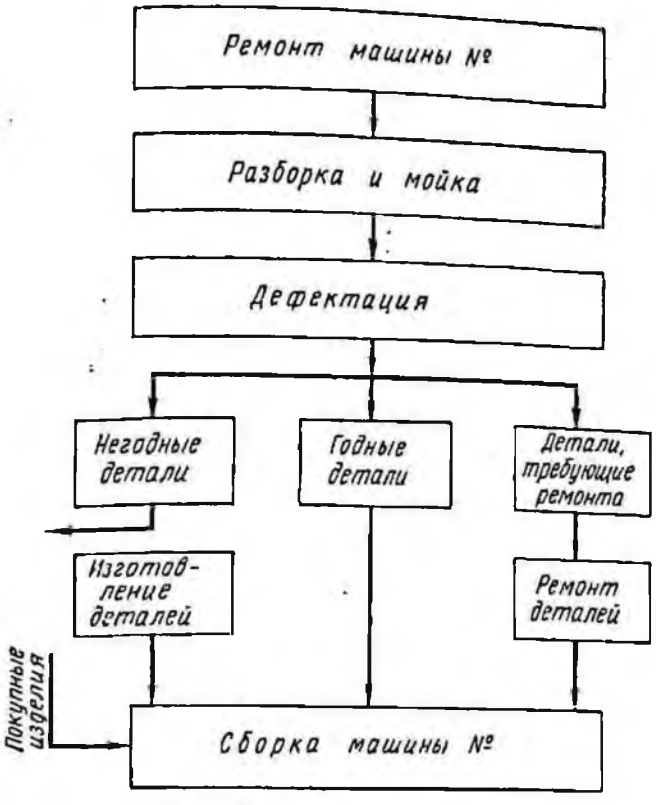


Рис. IV-4. Схема ремонта машины

нителями; возможна специализация ремонтного персонала.

При правильной организации сменно-узлового метода ремонта можно в два-три раза сократить продолжительность ремонта машины по сравнению с индивидуальными методами с одновременным повышением качества и снижением себестоимости.

Однако внедрение сменно-узлового метода ремонта возможно только при наличии взаимозаменяемости деталей, узлов и агрегатов, а также при наличии оборотного фонда узлов, агрегатов и деталей, устанавливаемых на ремонтируемую машину вместо негодных.

На большинстве карьеров применяется промежуточный — смешанный метод ремонта, когда наряду с заменой готовых узлов широко практикуется повторное использование снятых деталей.

В зависимости от технологических операций ремонт экскаваторов может быть выполнен универсальными или комплексными бригадами. Индивидуальный метод в большинстве случаев осуществляется комплексными бригадами, а сменно-узловой — специализированными. При ремонте машин в полевых условиях часто используются универсальные бригады.

Электромонтажные и электроналадочные работы в карьерах на вскрышных и шагающих экскаваторах выполняются отдельными бригадами.

Ремонт методом комплексных бригад имеет следующие недостатки: отсутствует узкая специализация рабочих по выполнению определенных ремонтных операций и возможное в связи с этим снижение производительности труда и качества выполняемых работ; необходимость использования рабочих более высокой квалификации, овладевших несколькими специальностями; необходимость иметь в каждой бригаде полный комплект оснастки и запасных частей.

Ремонт силами и средствами специализированных бригад ведется главным образом на ремонтных предприятиях. Организация специализированных бригад имеет следующие достоинства: рабочие специализируются на выполнении определенных операций, что повышает производительность труда и качество ремонта; возможно оснащение ремонтных постов средствами механизации; более рациональная загрузка производственных площадей и оборудования.

По месту проведения ремонты делятся на заводские и полевые. Место проведения ремонта определяется типом машины (ее весом и габаритами), видом ремонта, расстоянием до ремонтной базы, возможностями доставки машин в ремонт.

Все виды ремонтов крупных экскаваторов — многоковшовых, шагающих, вскрышных, доставка которых на завод невозможна без полного демонтажа, выполняются в полевых условиях.

Текущие ремонты машин, независимо от их мощности, также производятся в забое или вблизи него.

Под заводским понимается такой ремонт, при котором ремонтируемая машина полностью доставляется на ремонтное предприятие и все разборочные, ремонтно-восстановительные и сборочные работы производятся на заводе.

Достоинствами заводского ремонта являются: удобства проведения его в приспособленных помещениях, имеющих соответственные подъемные средства и технологическую оснастку; возможность узкой специализации рабочих и использования высокопроизводительного оборудования вне зависимости от времени года и погоды.

К недостаткам заводского ремонта относятся большие затраты времени и средств на транспортировку машин на завод и обратно и большие капитальные затраты на строительство ремонтных предприятий.

Основное достоинство полевого ремонта машин — сокращение объема транспортных и разборочно-сборочных работ. Недостаток

полевого ремонта — неудобство выполнения ремонтных операций.

Тщательная очистка и мойка деталей обязательна при ремонте всех машин. Наиболее прогрессивным способом очистки деталей является их обмывка в горячем растворе каустической соды. В этих целях применяются специальные выварочные ванны и моечные машины камерного или конвейерного типа. Узлы, подлежащие очистке, загружаются в выварочные ванны и находятся в них обычно от 6 до 20 ч. Вынутые из ванной детали затем обмываются горячей водой.

Ремонтными заводами МПС выпускаются моечные машины длиной 6 м (ММД-6), 10 м (ММ-10) и 16 м (МП-16). Производительность машины ММД-6 от 4,2 до 5,6 т деталей в 1 ч, а машины ММ-16 — от 9 до 10 т. На 1 т деталей расходуется 90 л воды, 1,35 кг каустической соды, 3,5 квт-ч электроэнергии, 250 кг пара.

Предприятием «Союзпроммеханизация» разработана моечная установка длиной 36,8 м для отчистки крупногабаритных деталей.

Подшипники качения обрабатывают на специальных установках с использованием в качестве обмывочной жидкости керосина или горячей воды с 8—10% смазки УТВ. После этого подшипники необходимо промыть в горячем масле.

Методы восстановления и упрочнения рабочих поверхностей деталей. Все методы восстановления деталей машин можно разбить на три группы:

1) методы наращивания металла в местах износа деталей;

2) методы удаления изношенных элементов деталей и замена их новыми;

3) методы удаления дефектного слоя металла в местах износа и обработка деталей под ремонтный размер.

Наплавка деталей твердыми сплавами применяется как при их изготовлении, так и при ремонте. В первом случае целью наплавки является повышение противоизносных свойств деталей, а во втором — восстановление утраченных размеров деталей.

При ремонте допускается заварка трещин и раковин в стальном литье, если это не запрещено техническими условиями на ремонт. При исправлении пороков в литье заваркой все дефектные места должны быть вырублены или разделаны ацетилено-кислородным пламенем до чистого металла. Концы трещин разделываются на 5—15 мм.

Места под заварку должны быть зачищены до металлического блеска. Наваривaемый металл должен соответствовать составу основного металла. Обрабатываемость наваренных мест должна быть такой же, как и обрабатываемость основного металла.

Долговечность и надежность деталей, кроме причин, зависящих от качества технического ухода, достигается за счет качества металла, термической обработки и других упрочняющих мер.

Под средствами упрочняющей технологии понимаются такие средства и методы упрочнения поверхностного слоя рабочих элементов деталей машин, которые позволяют возможно дольше сохранить начальные качества.

Современная машиностроительная и ремонтная практика имеет в своем распоряжении следующие средства упрочнения поверхностного слоя деталей, повышения его износостойкости:

механически создаваемое поверхностное упрочнение деталей (обдувка рабочих поверхностей стальной дробью, обкатка гладкими роликами, раскатка отверстий, уплотнение взрывом);

различные покрытия и поверхностное легирование (химическое никелирование, хромирование, болирование и др.);

наплавка поверхностного слоя деталей износоустойчивыми металлами и сплавами;

термохимическая обработка поверхностного слоя деталей;

поверхностная термическая обработка (поверхностная закалка с нагревом током высокой частоты или ацетилено-кислородным пламенем).

При выборе того или иного способа упрочнения поверхностного слоя детали прежде всего учитываются условия работы, характер ее изнашивания.

Организация ремонтных работ в полевых условиях. Предназначенные для ремонта экскаваторы или буровые станки перегоняются на специальную ремонтную площадку, имеющую подъездные железнодорожные пути или грунтовые дороги. Размеры площадки должны быть достаточными для свободного размещения демонтированных узлов. Воздушные высоковольтные линии не должны подходить к ремонтной площадке ближе чем на 50 м. Контактная сеть в пределах площадки разбирается. Размещение оборудования относительно железнодорожного пути зависит от вылета стрелы крана, который будет обслуживать ремонтные работы.

На площадке рекомендуется оборудовать настил из досок площадью 15—20 м², уложенных на брусья или шпалы, и небольшое крытое помещение. Удобно иметь специальные крытые тепляки, которые можно перевозить трактором с одной ремонтной площадки на другую. Настил служит для складирования деталей и узлов разобранных механизмов, а тепляк — для

хранения инструмента, материалов, аппаратов и т. п.

Ремонтную площадку рекомендуется оснастить:

Стреловым краном грузоподъемностью 25 т для буровых станков и экскаваторов СЭ-3, ЭКГ-4 или 40—50 т для ЭКГ-8 и ЭКГ-8И	1
Гидравлическим домкратом грузоподъемностью 200 т	1
То же 100 т	2
Винтовыми домкратами высотой 260—300 мм	4
То же высотой 800—1000 мм	1
Ручной талью грузоподъемностью 3 т	1
То же 0,5 т	1
Передвижной компрессорной станцией с электрическим или дизельным приводом производительностью 3—5 м³/мин (при давлении 5—6 кгс/см²) с резервуаром для сжатого воздуха объемом 1—1,5 м³	1
Электросварочным постом переменного тока, компл.	1
Ацетиленовым генератором с набором газосварочной и газорезной аппаратуры, компл.	1
Пневматическими сверлильными и шлифовальными машинами	1—2
Наборы стропов разных диаметров и длин, компл.	1

Кроме того, на площадку завозятся шпалы или брусья.

Демонтаж буровых станков и экскаваторов начинается с укрупненной поузловой разборки. На экскаваторах после подведения под платформы шпальной клетки и снятия рукояти с ковшом стрела опускается также на шпальную клетку. При больших ремонтных объемах на стреле ее отделяют от поворотной платформы и укладывают отдельно на шпальные клетки.

Для выкатывания ходовой тележки поворотную платформу поднимают на высоту, достаточную для свободного прохода центральной цапфы. В этом случае по бокам передней части экскаватора укладывают две шпальные клетки. Под поворотную платформу подводят пакет рельсов и домкраты.

По мере подъема платформы под рельсы подкладывают шпалы. В образованный при этом в передней части просвет с помощью лебедки или трактора выкатывается ходовая тележка.

Монтаж механизмов и оборудования ведется в обратном порядке.

Испытание машин после ремонта. Испытания имеют целью установить качество ремонта, правильность сборки и работы агрегатов и всей машины в целом. При испытаниях проверяется безотказность работы отдельных механизмов и агрегатов. Общие испытания машин после ремонта разделяются на испытания вхолостую и под нагрузкой. Во время испытаний вхолостую проверяются правильность сборки, работа и взаимодействие всех механизмов и систем управления машины в целом. Кроме того, при холостой работе механизмов происходит начальная взаимная приработка деталей.

Испытание под нагрузкой проводится для проверки правильности и надежности работы механизмов и всей машины в условиях, близких к эксплуатационным. Этот вид испытаний является обязательным для всех видов ремонта. Он позволяет устранить недостатки ремонта и удлинить срок службы машины. При испытаниях под нагрузкой происходит более интенсивная приработка деталей. Испытания под нагрузкой делятся на кратковременные (1—3 ч) и длительные (трое и более суток). После испытания под нагрузкой и устранения всех выявленных недостатков производится повторный осмотр всех механизмов. При отсутствии дефектов машина признается годной к эксплуатации, о чем составляется акт за подписями представителей ремонтного предприятия и заказчика.

§ 5. Механизация ремонтов

К средствам механизации ремонтов экскаваторов относятся:

средства транспортирования экскаваторов к местам ремонтов и обратно;

подъемные механизмы для разборки и сборки экскаваторов;

средства доставки материалов, узлов и ремонтного инвентаря к местам ремонтов и обратно;

средства доставки рабочей силы;

передвижные ремонтные механические мастерские.

Для доставки мелких экскаваторов и буровых станков на ремонтные заводы служат обыкновенные железнодорожные платформы (рис. IV-5). Кроме того, их перевозка может осуществляться на трайлерах (рис. IV-6). Для крупных экскаваторов требуются платформы специального назначения (рис. IV-7).

В зависимости от веса экскаваторов, а также условий транспортирования доставка их может осуществляться в разобранном виде отдельными узлами.

При ремонтах оборудования в полевых условиях, что происходит достаточно часто, нашли широкое применение гидравлические домкраты (табл. IV-7) и стреловые краны.

Краткая характеристика некоторых моделей стреловых дизель-электрических кранов на железнодорожном и гусеничном ходу приведена в табл. IV-8.

Краны используются для разборки и сборки буровых станков и экскаваторов. Однако их грузоподъемность не всегда позволяет снимать

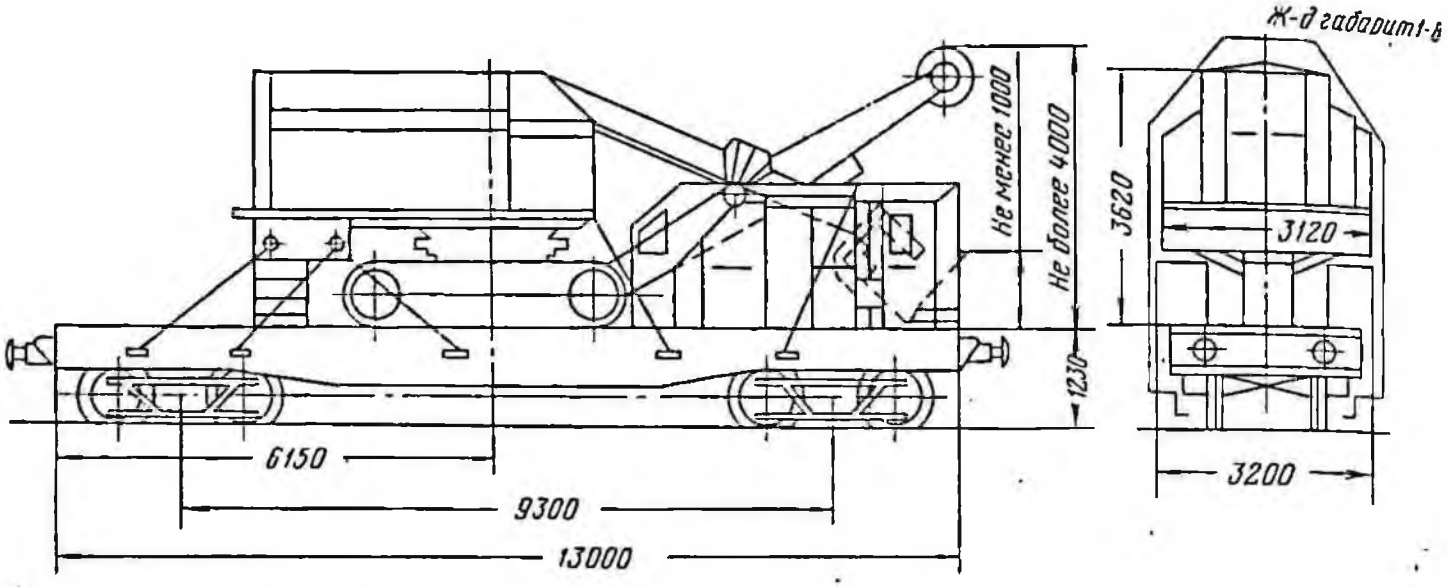


Рис. IV-5. Железнодорожные платформы для перевозки мелких экскаваторов и буровых станков

с ходовых тележек поворотные платформы, поэтому в некоторых случаях их подъем осуществляется с помощью гидравлических домкратов с последующей установкой на шпальные решетки, а иногда на специальные опоры.

В целях большей оперативности, а также удобства ремонта экскаваторов в полевых условиях на железорудных карьерах широко применяются передвижные ремонтные мастерские как на автомобильном, так и на железнодорожном ходу.

Механическая мастерская на железнодорожном ходу, созданная на Джезказганском полиметаллическом комбинате, состоит из двух вагонов, оборудованных кузнечным отделением, токарным, сверлильным и заточным станками, тисками и набором необходимых инструментов. Имеется также сварочная аппаратура. В холодное время мастерская обогревается.

Кроме мастерских на железнодорожном ходу там же внедрены механическая мастерская на автоходу, специальная машина для доставки узлов, запчастей и материалов к местам ремонтов.

На рис. IV-8 показан общий вид передвижной механической мастерской на автоходу с двумя подъемными механизмами *1*, *2*, один из которых оборудован люлькой *3*, электростанцией питания сварочных аппаратов и электромеханического оборудования, токарным и сверлильным станками, а также набором инструментов. Мастерская также оснащена постом автогенной сварки *4*. Технические требования на создание такой мастерской разработаны ИГД МЧМ СССР.

Как правило, ремонты ведутся круглый год при любой погоде. При низких температурах воздуха (—35° С и ниже) ремонт или прекращается или идет в замедленном темпе при весьма посредственном качестве исполнения.

Поэтому представляет определенный интерес поиск экономически оправданной конструкции

Таблица IV-7

Характеристика гидродомкратов заводов «Ленинская кузница» и «Строммашина»

Показатели	Домкраты заводов							
	«Ленинская кузница»				«Строммашина»			
Грузоподъемность, т	50	75	100	200	50	100	200	300
Высота подъема, мм	180	180	180	180	120	170	220	220
Наименьшая высота домкрата, мм	—	—	310	320	—	—	600	600

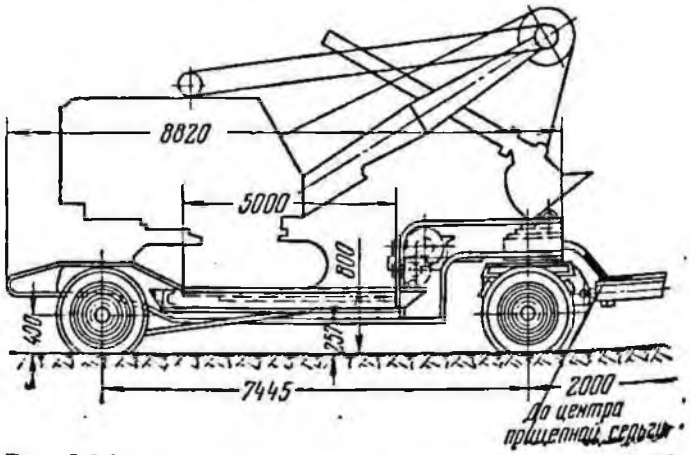


Рис. IV-6. Трайлеры для перевозки мелких экскаваторов и буровых станков

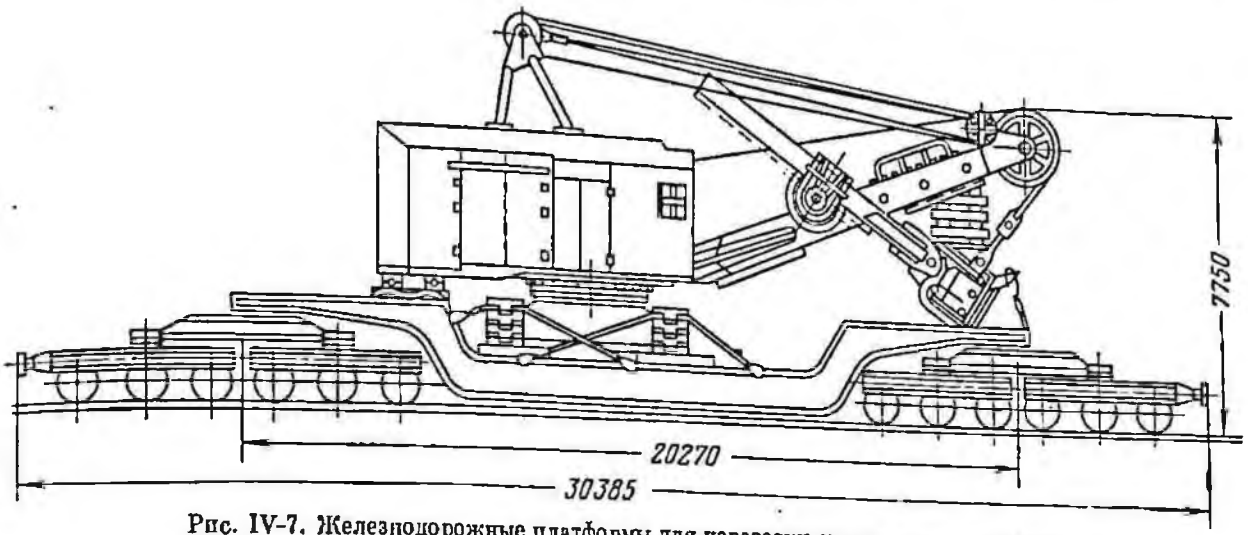


Рис. IV-7. Железнодорожные платформы для перевозки крупных экскаваторов

специального самоходного ремонтного цеха, который позволит полностью механизировать все трудоемкие процессы на ремонте экскаваторов. А с применением в качестве покрытия легких надувных конструкций из прорезиненных тканей удастся оградить рабочих от вредного влияния окружающей среды, поддерживая в мастерской оптимальную температуру.

Внедрение передвижных ремонтных цехов с надувными конструкциями позволит осуществить комплексную механизацию всех ремонтных процессов на разборке и сборке экскаваторов, повысить качество ремонтов, сократить количество ремонтных рабочих, удлинить межремонтные сроки оборудования, приблизить условия полевых ремонтов к цеховым и снизить себестоимость ремонта.

В настоящее время институтом Гипроруда разработан типовой проект площадок у ремонтных мастерских для капитального ремонта

Таблица IV-8

Характеристика стреловых дизель-электрических кранов

Показатели	Железнодорожные краны				Гусеничный кран СКГ-50		
	К-251		К-501				
	Длина стрелы, м						
	15	25	12,5	32,5	15	30	40
Вылет стрелы, м:							
наименьший . . .	4,5	6,5	5,5	11	5	8	10
наибольший . . .	14	20	13	20	14	26	34
Грузоподъемность, т при вылете стрелы:							
наибольшем . . .	5	2,5	11	5	14,8	5,4	2,6
наименьшем . . .	25	12	50	10	50	30	15
Высота подъема крюка (м) при вылете стрелы:							
наибольшем . . .	9	17,5	4,75	26,2	8,6	17,1	23,4
наименьшем . . .	13,5	23,2	8,75	28,5	14,1	28,5	38,6
Скорость подъема груза, м/сек . . .	12,5	25	6,5	6,5	0,965	1,45	2,9
Общая масса, т . .	73,4	—	109,2	—	—	90	

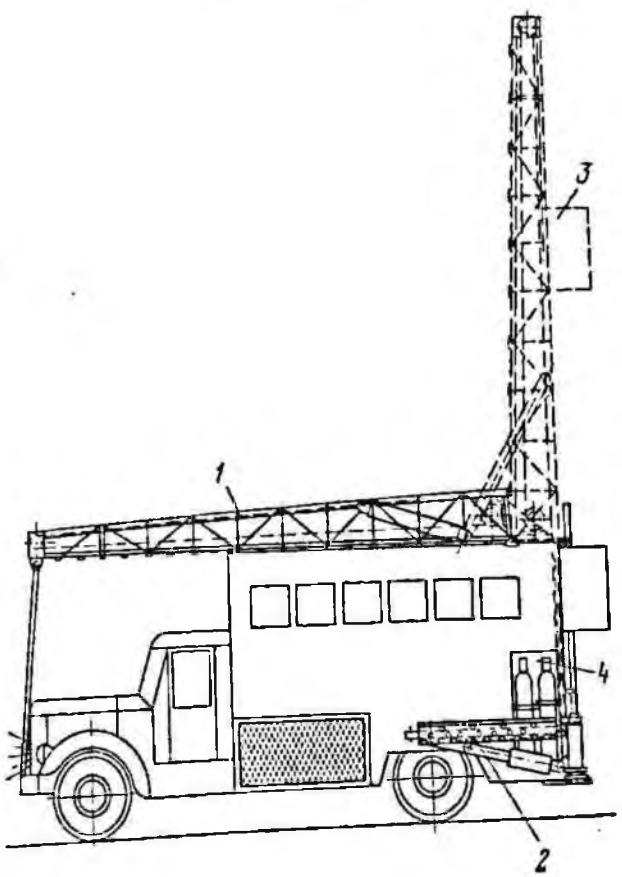


Рис. IV-8. Передвижная механическая мастерская

одноковшовых экскаваторов. Разработаны три типа площадок:

тип I — при годовой программе до 5 капитальных ремонтов;

тип II — при годовой программе до 10 капитальных ремонтов;

тип III — при годовой программе до 20 капитальных ремонтов.

Площадки располагаются вблизи ремонтно-механических мастерских, оснащаются необходимым оборудованием для ведения демонтажно-монтажных работ, обслуживаются штатом мастерских. Применение площадок позволяет сократить площади и высоту разборочно-сборочных цехов ремонтных мастерских.

§ 6. Отказы основного оборудования

Отказом называется событие, в результате которого параметры системы выходят за допустимые пределы, приводящие к нарушению работоспособности. По характеру возникновения отказы подразделяются на внезапные и постепенные (износные).

Причинами внезапных отказов машин являются:

ошибки, допущенные обслуживающим персоналом при управлении;

низкое качество деталей;

скрытые дефекты в металле;

низкое качество ремонта;

неподготовленность мест и условий работы и некачественный технический уход.

Внезапные отказы возникают в результате действия большого количества случайных факторов, их появление не поддается планированию.

Одним из методов снижения количества износных отказов является профилактическая замена деталей с предельно низкими техническими ресурсами на детали с полным ресурсом работоспособности во время плановых ремонтов.

Внезапные отказы можно исключить лишь путем повышения квалификации машинистов, качественного изготовления изделий, высокой степени технического ухода за машиной и своевременных замен элементов.

При учете использования машин по времени аварийные простои учитываются отдельно и входят в группу «Аварийные простои». Они подразделяются на простои по техническим причинам и простои по причинам выхода из строя электрической части.

Аварии (отказы) классифицируются по трем категориям:

I категория — крупные аварии, отражающиеся на работе всего предприятия или группы цехов или вызвавшие необходимость капитальных ремонтов;

II категория — аварии цехового или участкового значения без капитальных ремонтов основных агрегатов;

III категория — все остальные аварии, ведущие к потере производства или снижению качества продукции.

Аварии можно классифицировать по причинам:

неправильных действий персонала предприятий (технологического, ремонтного, руководящего инженерно-технического);

зависящим от посторонних организаций (проектных, заводов-изготовителей, монтажных, ремонтных, прочих);

стихийных бедствий.

Неправильные действия технического персонала являются следствием нарушения:

технологических и производственных инструкций;

правил технической эксплуатации;

правил охраны труда, техники безопасности и промсанитарии;

правил пожарной безопасности;

правил Госгортехнадзора СССР;

других правил и инструкций.

Неправильные действия ремонтного персонала:

отступления от проектов во время ремонтов;

некачественное выполнение ремонтов;

неправильная организация ремонтных работ;

неправильные приемы при выполнении ремонтных работ.

Таблица IV-9

Рекомендуемая классификация аварийных случаев

Группа аварии	Причина аварии	Аварийные случаи			
		Количество		Простои	
		случаев	%	часов	%
1.	Неудовлетворительное качество буровзрывных работ	19	40	578	31
2.	Неудовлетворительный технический уход за экскаваторами	9	19	550	30
3.	Недостаточная квалификация машинистов экскаваторов	14	29	564	31
4.	Заводской дефект	1	2	29	2
5.	Прочие причины	5	10	111	6
	Итого:	48	100	1832	100

Неправильные действия руководящего инженерно-технического персонала:

непринятие своевременных мер к устранению обнаруженных очагов аварийности;

непринятие своевременных мер к пресечению, нарушений другими лицами;

допуск к работе лиц, не имеющих прав.

Аварийные случаи на большинстве карьеров классифицируются следующим образом:

нарушение ПТЭ;

вина горняков;

заводской дефект;

прочие причины.

Целесообразнее использовать несколько иной вариант классификации аварийных случаев (табл. IV-9). Данные классификационного анализа в качестве примера взяты по Соколовскому рудоуправлению комбината ССГОК.

Учет аварий, а также хранение документов ведется техническими отделами предприятий. Аварии регистрируются в журнале учета аварий. Журнал ведет работник технического отдела, назначенный приказом по предприятию.

Ответственность за правильное и своевременное расследование и учет аварий на предприятиях, а также разработку и проведение мероприятий по их ликвидации несут главные инженеры предприятий.

§ 7. Пути совершенствования ремонтных работ

Продолжительность ремонта машины зависит от ее конструкции и технологии ремонта, оснащенности ремонтной базы, тщательности проведения технической и материальной подготовки.

Продолжительность ремонта экскаватора в часах в общем виде может быть определена по следующей формуле:

$$T = \frac{Q}{NtK_cK_н},$$

где Q — общая трудоемкость ремонта, ч;

N — среднее число рабочих, одновременно работающих в смене;

t — продолжительность смены, ч;

K_c — коэффициент сменности ремонтных рабочих;

$K_н$ — коэффициент выполнения норм рабочими.

Увеличение числа одновременно работающих рабочих на ремонте экскаватора — наиболее простой путь сокращения продолжительности ремонта, однако это увеличение ограничено рядом факторов (наличием рабочих мест, возможностью использования рабочих на ремонте машин другого типа и др.). Более сложным является сокращение трудоемкости ремонта. Это сокращение может быть достигнуто как в результате правильной эксплуатации в течение межремонтного периода, так и в результате применения прогрессивных методов самого ремонта.

Существенное уменьшение продолжительности ремонта может быть достигнуто в результате применения передовых методов ремонта и прежде всего сменно-узлового метода. Этот метод позволяет разделить общую трудоемкость ремонта на две составляющие, выполняемые равномерно: трудоемкость подготовительных ремонтно-восстановительных работ $Q_п$ в отношении узлов переходящего комплекта и трудоемкость ремонтных работ $Q_р$, выполняемых в отношении ремонтируемой машины.

Тогда продолжительность ремонта

$$T = T_п + T_р = \frac{Q_п}{N_п t K_{с.п} K_{н.п}} + \frac{Q_р}{N_р t K_{с.р} K_{н.р}}.$$

При сменно-узловом методе ремонта время на подготовительные ремонтные работы $T_п$ затрачивается до начала ремонта, поэтому в данном случае продолжительность ремонта машины определяется только продолжительностью $T_р$. Очевидно, что чем больший объем ремонтно-восстановительных работ будет входить в $Q_п$, тем меньшей будет продолжительность самого ремонта $T_р$.

Условие экономической целесообразности применения сменно-узлового метода ремонта может быть выражено следующим уравнением:

$$(U_и - U_с)m > (t_с - t_н)AK_у,$$

где $U_и$ — продолжительность ремонта при индивидуальном методе, сутки;

$U_с$ — продолжительность ремонта при сменно-узловом методе, сутки;

m — стоимость одних суток простоя машины;

$t_с$ — число суток пребывания данного комплекта запасных частей в производстве и на складе при сменно-узловом методе;

$t_н$ — нормативное число суток оборачиваемости оборотных средств предприятия;

A — стоимость одного переходящего комплекта запасных частей;

$K_у$ — коэффициент ущерба, причиняемого неиспользованием оборудования и материалов в переходящем комплекте во время его хранения на складе. Этот коэффициент численно равен среднегодовому коэффициенту накопления, получаемого в народном хозяйстве (≈0,1).

Как видно из формулы, целесообразность создания переходящего комплекта повышается с уменьшением продолжительности ремонта U_c и уменьшением времени пребывания переходящего комплекта в производстве и на складе t_c.

Экономически выгодно, чтобы переходящие комплекты находились на складе возможно меньше времени или, что то же самое, если один переходящий комплект в течение года обслужит возможно большее число ремонтируемых машин. При смешно-узловом методе ремонта можно обеспечить непрерывность (поточность) ремонта однотипных машин.

От 20 до 70% общей стоимости ремонта экскаваторов приходится на запасные части. Стоимость запасных частей экскаваторов высока, так как они в большинстве случаев изготовляются мелкими партиями на ремонтных предприятиях.

Стоимость запасных частей резко снизится (а их качество повысится) при крупносерийном изготовлении на специализированных предприятиях: на заводах-изготовителях экскаваторов или на специальных заводах запасных частей (по типу заводов запасных частей для тракторов и автомобилей).

При низком качестве ремонта увеличиваются общие затраты на ремонт машин.

Повышение качества ремонта требует повышения общей технологической культуры ремонтного производства, т. е. оснащения ремонтных предприятий современным высокопроизводительным оборудованием, инструментом и приспособлениями, внедрения прогрессивных процессов ремонта машин, улучшения снабжения ремонтных предприятий необходимыми материалами, полуфабрикатами, покупными изделиями.

Существенному повышению качества и снижению стоимости ремонта экскаваторов помогут следующие мероприятия:

сокращение количества типов и моделей выпускаемых экскаваторов, в том числе в пределах одного эксплуатационного хозяйства;

разработка и внедрение в эксплуатационно-ремонтную практику научно обоснованной единой системы планово-предупредительного ремонта экскаваторов;

разработка и внедрение научно обоснованных «Правил ремонта экскаваторов»;

организация сети предприятий по продаже запасных частей к экскаваторам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вопросы выбора производственной мощности карьера. М., «Наука», 1971, 166 с. Авт.: Н. В. Мельников, К. Е. Виницкий, В. С. Меньшов, Э. И. Реентович.

2. Домбровский Н. Г. Экскаваторы. М., «Машиностроение», 1969, 318 с.

3. Дорягин А. П. Комплексная механизация взрывных работ на карьерах. М., ЦНИИТЭИ ЧМ, сер. I, инф. 7, 1971, 24 с.

4. Калачников В. И. Ремонтное хозяйство горных предприятий. СГИ, 1959, 20 с.

5. Мельников Н. В., Трубецкой К. Н., Леонов Е. Р. Одноковшовые погрузчики на открытых горных разработках. М., «Недра», 1971.

6. Панкин Ю. А. Новый буровой станок 2СБШ-200Н. «Механизация и автоматизация производства», 1970, № 12, с 24—26.

7. Панкин Ю. А., Рогов А. Я. Эффективность направленного бурения взрывных скважин. «Уголь», 1971, № 5.

8. Рогов А. Я., Марасанов Ю. П. Прочность и устойчивость станка 2СБШ-200Н при бурении наклонных скважин. «Механизация и автоматизация производства», 1971, № 6, с 28—30.

9. Панкин Ю. А., Пинко П. М., Балагуров Л. И. Станки шарошечного бурения. М., «Недра», 1971, 325 с.

10. Научные основы проектирования карьеров. М., «Недра», 1971, 600 с. Под ред. В. В. Ржевского, М. Г. Новожилова, Б. П. Юматова.

11. Поточная технология открытой разработки скальных горных пород. М., «Недра». 328 с. Авт.: А. О. Спиваковский, В. В. Ржевский, М. В. Васильев и др.

12. Рахутин Г. С. Научные основы технического обслуживания. М., «Недра», 1971, 20 с.

13. Ржевский В. В. Технология механизации и автоматизации процессов на карьерах. М., «Недра», 1966.

14. Русский И. И. Основные направления технологии и механизации отвальных работ на карьерах. — В кн.: Технология, механизация и организация горных работ. М., «Наука», 1969, 264 с.

15. Русский И. И. Отвальное хозяйство карьеров. М., «Недра», 1971, 240 с.

16. Современные карьерные экскаваторы. М., «Недра», 1971, 480 с. Авт.: Б. И. Сатовский, Г. М. Ярцев, П. И. Полетук, В. Н. Цветков, Д. А. Ясенев.

17. Спижин Б. А. Технология и процессы открытых горных работ. М., «Недра», 1970, 215 с.

18. Чернегов Ю. А. Методика определения эффективности увеличения мощности карьерного оборудования. — В кн.: Технология, механизация и организация горных работ. М., «Недра», 1969, 264 с.

19. Чернегов Ю. А., Падарин Р. Ю., Дасковский В. Б. Опыт монтажа тяжелого карьерного оборудования. М., ЦНИЭИуголь, 1971, 39 с.

20. Чернегов Ю. А. Опыт установления цен на карьерное оборудование. М., «Недра», 1969, 48 с.

21. Кох П. И. Ремонт экскаваторов. М., «Недра», 1967, 293 с.

Оглавление

Предисловие (В. С. Виноградов) 3

РАЗДЕЛ I

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ БУРЕНИЯ И ЗАРЯЖАНИЯ СКВАЖИН

Глава 1. **Состояние и перспективы совершенствования буровой техники (Е. К. Мокроносов, П. Н. Сидоров)** 9

§ 1. Состояние техники и технологии бурения взрывных скважин на карьерах 9

§ 2. Перспективы совершенствования буровой техники 14

Глава 2. **Оборудование для бурения** 18

§ 1. Станки пневмоударного бурения 18

Буровой станок СБУ-125С (А. Д. Ковалев, В. С. Виноградов, Ю. А. Данков, К. Г. Фоминых) 18

Буровой станок СБУ-160 (В. А. Зимин, А. Д. Ковалев, В. С. Виноградов, Ю. А. Данков, В. Г. Фоминых) 21

Буровой станок СБУ-200 (В. Г. Фоминых, В. А. Зимин, А. Д. Ковалев, В. С. Виноградов, Ю. А. Данков) 25

§ 2. Станки вращательного бурения 29

1. Станки буровые шарошечные 29

Буровой станок 2СБШ-200 (Ю. А. Нанкин) 29

Буровой станок 2СБШ-200Н (Ю. А. Нанкин) 33

Буровой станок СБШ-250МН (В. Д. Чугунов, А. А. Вуккерт, В. В. Егоров) . . . 38

Буровой станок СБШ-320 (В. Д. Чугунов, А. А. Вуккерт, В. В. Егоров) 43

2. Станки буровые шнековые 51

Буровой станок 1СБР-125 (А. Е. Соркин, В. Г. Фоминых) 51

Буровой станок СБР-160 (А. Е. Соркин, В. Г. Фоминых) 53

§ 3. Станки огневого бурения 58

Буровой станок СБО-5 (Н. Т. Козырев, Ф. И. Кондратенко, Ю. З. Ползуненко) 58

§ 4. Станки комбинированного бурения 62

Буровой станок СБШК-20 (Ю. А. Нанкин) 62

Буровой станок СБШ-250К (В. Д. Чугунов, А. А. Вуккерт, В. В. Егоров) . . . 66

Буровой станок СБТМ-20 (А. Т. Козырев, С. Н. Могилат, В. Г. Фоминых) . . . 71

Глава 3. **Оборудование для заряжания скважин** 76

§ 1. Машины для заряжания скважин 76

Машина МЗ-3 (А. Г. Печеркин, И. М. Дульцев, А. Е. Соркин) 76

Машина ТЗМ-1 (А. Г. Печеркин) 81

Машина МЗС-1М (А. П. Подсосов, Б. К. Путятин) 83

Машина УПЗМ-2 (А. Л. Подсосов) 86

Машина «Акватол-1» (Б. К. Путятин) . . . 87

§ 2. Машины для забойки скважин 89

Машина ЗС-1Б (А. Л. Подсосов, Б. К. Путятин, А. Г. Печеркин) 89

Машина СУЗН-1В (А. Г. Печеркин, Б. К. Путятин, А. Л. Подсосов) 90

Глава 4. **Комплексная механизация взрывных работ на карьерах** 95

§ 1. Механизация складов ВВ (В. К. Путятин, А. Л. Подсосов) 95

§ 2. Комплексная механизация взрывных работ на карьере комбината Ураласбест (В. С. Соколов, А. П. Дресвянников) 95

§ 3. Зарядно-смесительный комплекс ИГД МЧМ СССР на руднике «Первоуральский» треста Уралруда (А. Н. Дерягин, В. С. Соколов) 98

§ 4. Комплекс для механизации взрывных работ Норильского горно-металлургического комбината (В. С. Соколов) 103

§ 5. Комплексная механизация взрывных работ на Лешногорском полиметаллическом комбинате (В. С. Соколов) 106

§ 6. Механизация взрывных работ на карьерах Кривбасса (В. С. Соколов) 110

РАЗДЕЛ II

ОДНОКОВШОВЫЕ ЭКСКАВАТОРЫ

Глава 1. **Состояние и перспективы применения экскаваторов (Е. П. Дороненко, Б. Г. Киенко, Л. В. Сватковский)** 119

§ 1. Классификация экскаваторов 119

§ 2. Методика определения основных параметров одноковшовых экскаваторов 119

§ 3. Производительность экскаваторов 125

§ 4. Схемы работы экскаваторов цикличного действия 125

§ 5. Эффективность использования экскаваторного парка 130

§ 6. Основные пути технического прогресса в в области экскаваторных работ 134

Глава 2. **Конструкции одноковшовых экскаваторов (В. Н. Цветков, Е. П. Дороненко, Б. И. Солохин, Л. В. Сватковский, Е. Я. Тимошпольский)** 139

§ 1. Экскаваторы Ижорского машиностроительного завода им. А. А. Жданова 139

Экскаваторы ЭКГ-3,2 и ЭКГ-2У 139

Экскаваторы ЭКГ-8И, ЭКГ-4У (ЭВГ-4И) и ЭКГ-6, ЗУС 148

Экскаватор ЭКГ-12,5 159

§ 2. Экскаваторы типа механической лопаты Уральского завода тяжелого машиностроения им. С. Орджоникидзе 165

Экскаватор ЭКГ-4,6 Б 165

Экскаватор ЭКГ-5 167

Как видно из формулы, целесообразность создания переходящего комплекта повышается с уменьшением продолжительности ремонта U_c и уменьшением времени пребывания переходящего комплекта в производстве и на складе t_c.

Экономически выгодно, чтобы переходящие комплекты находились на складе возможно меньше времени или, что то же самое, если один переходящий комплект в течение года обслужит возможно большее число ремонтируемых машин. При сменно-узловом методе ремонта можно обеспечить непрерывность (поточность) ремонта однотипных машин.

От 20 до 70% общей стоимости ремонта экскаваторов приходится на запасные части. Стоимость запасных частей экскаваторов высока, так как они в большинстве случаев изготовляются мелкими партиями на ремонтных предприятиях.

Стоимость запасных частей резко снизится (а их качество повысится) при крупносерийном изготовлении на специализированных предприятиях: на заводах-изготовителях экскаваторов или на специальных заводах запасных частей (по типу заводов запасных частей для тракторов и автомобилей).

При низком качестве ремонта увеличиваются общие затраты на ремонт машин.

Повышение качества ремонта требует повышения общей технологической культуры ремонтного производства, т. е. оснащения ремонтных предприятий современным высокопроизводительным оборудованием, инструментом и приспособлениями, внедрения прогрессивных процессов ремонта машин, улучшения снабжения ремонтных предприятий необходимыми материалами, полуфабрикатами, покупными изделиями.

Существенному повышению качества и снижению стоимости ремонта экскаваторов помогут следующие мероприятия:

сокращение количества типов и моделей выпускаемых экскаваторов, в том числе в пределах одного эксплуатационного хозяйства;

разработка и внедрение в эксплуатационно-ремонтную практику научно обоснованной единой системы планово-предупредительного ремонта экскаваторов;

разработка и внедрение научно обоснованных «Правил ремонта экскаваторов»;

организация сети предприятий по продаже запасных частей к экскаваторам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вопросы выбора производственной мощности карьера. М., «Наука», 1971, 166 с. Авт.: Н. В. Мельников, К. Е. Винницкий, В. С. Мельшов, Э. И. Реентович.

2. Домбровский Н. Г. Экскаваторы. М., «Машиностроение», 1969, 318 с.

3. Дорягин А. П. Комплексная механизация взрывных работ на карьерах. М., ЦНИИТЭИ ЧМ, сер. 1, вып. 7, 1971, 24 с.

4. Калачников В. Н. Ремонтное хозяйство горных предприятий. СГИ, 1959, 20 с.

5. Мельников Н. В., Трубецкой К. Н., Леонов Е. Р. Одноковшовые погрузчики на открытых горных разработках. М., «Недра», 1971.

6. Панкин Ю. А. Новый буровой станок 2СБШ-200Н. «Механизация и автоматизация производства», 1970, № 12, с 24—26.

7. Панкин Ю. А., Рогов А. Я. Эффективность направленного бурения взрывных скважин. «Уголь», 1971, № 5.

8. Рогов А. Я., Марасанов Ю. П. Прочность и устойчивость станка 2СБШ-200Н при бурении наклонных скважин. «Механизация и автоматизация производства», 1971, № 6, с 28—30.

9. Панкин Ю. А., Пинко П. М., Балагуров Л. Н. Станки шарошечного бурения. М., «Недра», 1971, 325 с.

10. Научные основы проектирования карьеров. М., «Недра», 1971, 600 с. Под ред. В. В. Ржевского, М. Г. Новожилова, Б. П. Юматова.

11. Поточная технология открытой разработки скальных горных пород. М., «Недра». 328 с. Авт.: А. О. Спиваковский, В. В. Ржевский, М. В. Васильев и др.

12. Рахутин Г. С. Научные основы технического обслуживания. М., «Недра», 1971, 20 с.

13. Ржевский В. В. Технология механизации и автоматизации процессов на карьерах. М., «Недра», 1966.

14. Русский И. И. Основные направления технологии и механизации отвальных работ на карьерах. — В кн.: Технология, механизация и организация горных работ. М., «Наука», 1969, 264 с.

15. Русский И. И. Отвальное хозяйство карьеров. М., «Недра», 1971, 240 с.

16. Современные карьерные экскаваторы. М., «Недра», 1971, 480 с. Авт.: Б. Н. Сатовский, Г. М. Ярцев, П. И. Полешук, В. Н. Цветков, Д. А. Ясенев.

17. Спижин Б. А. Технология и процессы открытых горных работ. М., «Недра», 1970, 215 с.

18. Чернегов Ю. А. Методика определения эффективности увеличения мощности карьерного оборудования. — В кн.: Технология, механизация и организация горных работ. М., «Недра», 1969, 264 с.

19. Чернегов Ю. А., Надэрин Р. Ю., Дасковский В. Б. Опыт монтажа тяжелого карьерного оборудования. М., ЦНИЭИуголь, 1971, 39 с.

20. Чернегов Ю. А. Опыт установления цен на карьерное оборудование. М., «Недра», 1969, 48 с.

21. Кох П. И. Ремонт экскаваторов. М., «Недра», 1967, 293 с.

Оглавление

Предисловие (В. С. Виноградов) 3

РАЗДЕЛ I

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ БУРЕНИЯ И ЗАРЯЖАНИЯ СКВАЖИН

Глава 1. Состояние и перспективы совершенствования буровой техники (Е. К. Мокроносов, П. И. Сидоров) 9

§ 1. Состояние техники и технологии бурения взрывных скважин на карьерах 9

§ 2. Перспективы совершенствования буровой техники 14

Глава 2. Оборудование для бурения 18

§ 1. Станки пневмоударного бурения 18

Буровой станок СБУ-125С (А. Д. Ковалев, В. С. Виноградов, Ю. А. Данков, К. Г. Фоминых) 18

Буровой станок СБУ-160 (В. А. Зимин, А. Д. Ковалев, В. С. Виноградов, Ю. А. Данков, В. Г. Фоминых) 21

Буровой станок СБУ-200 (В. Г. Фоминых, В. А. Зимин, А. Д. Ковалев, В. С. Виноградов, Ю. А. Данков) 25

§ 2. Станки вращательного бурения 29

1. Станки буровые шарошечные 29

Буровой станок 2СБШ-200 (Ю. А. Панкин) 29

Буровой станок 2СБШ-200Н (Ю. А. Панкин) 33

Буровой станок СБШ-250МН (В. Д. Чугунов, А. А. Вуккерт, В. В. Егоров) . . . 38

Буровой станок СБШ-320 (В. Д. Чугунов, А. А. Вуккерт, В. В. Егоров) 43

2. Станки буровые шнековые 51

Буровой станок 1СБР-125 (А. Е. Соркин, В. Г. Фоминых) 51

Буровой станок СБР-160 (А. Е. Соркин, В. Г. Фоминых) 53

§ 3. Станки огневого бурения 58

Буровой станок СБО-5 (Н. Т. Козырев, Ф. И. Кондратенко, Ю. З. Полаупенко) 58

§ 4. Станки комбинированного бурения 62

Буровой станок СБШК-20 (Ю. А. Панкин) 62

Буровой станок СБШ-250К (В. Д. Чугунов, А. А. Вуккерт, В. В. Егоров) . . . 66

Буровой станок СБТМ-20 (А. Т. Козыров, С. Н. Могилат, В. Г. Фоминых) . . . 71

Глава 3. Оборудование для заряжания скважин 76

§ 1. Машины для заряжания скважин 76

Машина МЗ-3 (А. Г. Печеркин, И. М. Дульцев, А. Е. Соркин) 76

Машина ТЗМ-1 (А. Г. Печеркин) 81

Машина МЗС-1М (А. П. Подсосов, Б. К. Путятин) 83

Машина УПЗМ-2 (А. Л. Подсосов) 86

Машина «Акватол-1» (Б. К. Путятин) . . . 87

§ 2. Машины для забойки скважин 89

Машина ЗС-1Б (А. Л. Подсосов, Б. К. Путятин, А. Г. Печеркин) 89

Машина СУЗН-1В (А. Г. Печеркин, Б. К. Путятин, А. Л. Подсосов) 90

Глава 4. Комплексная механизация взрывных работ на карьерах 95

§ 1. Механизация складов ВВ (В. К. Путятин, А. Л. Подсосов) 95

§ 2. Комплексная механизация взрывных работ на карьере комбината Ураласбест (В. С. Соколов, А. П. Дресвянников) 95

§ 3. Зарядно-смесительный комплекс ИГД МЧМ СССР на руднике «Первоуральский» треста Уралруда (А. Н. Дерягин, В. С. Соколов) 98

§ 4. Комплекс для механизации взрывных работ Норильского горно-металлургического комбината (В. С. Соколов) 103

§ 5. Комплексная механизация взрывных работ на Лебединогорском полиметаллическом комбинате (В. С. Соколов) 106

§ 6. Механизация взрывных работ на карьерах Кривбасса (В. С. Соколов) 110

РАЗДЕЛ II

ОДНОКОВШОВЫЕ ЭКСКАВАТОРЫ

Глава 1. Состояние и перспективы применения экскаваторов (Е. П. Доропенко, Б. Г. Киенко, Л. В. Сватковский) 119

§ 1. Классификация экскаваторов 119

§ 2. Методика определения основных параметров одноковшовых экскаваторов 119

§ 3. Производительность экскаваторов 125

§ 4. Схемы работы экскаваторов циклического действия 125

§ 5. Эффективность использования экскаваторного парка 130

§ 6. Основные пути технического прогресса в в области экскаваторных работ 134

Глава 2. Конструкции одноковшовых экскаваторов (В. Н. Цветков, Е. П. Доропенко, Б. П. Солохин, Л. В. Сватковский, Е. Я. Тимошпольский) 139

§ 1. Экскаваторы Ижорского машиностроительного завода им. А. А. Жданова 139

Экскаваторы ЭКГ-3,2 и ЭКГ-2У 139

Экскаваторы ЭКГ-8И, ЭКГ-4У (ЭВГ-4И) и ЭКГ-6, ЗУС 148

Экскаватор ЭКГ-12,5 159

§ 2. Экскаваторы типа механической лопаты Уральского завода тяжелого машиностроения им. С. Орджоникидзе 16

Экскаватор ЭКГ-4,6 Б . . . . .

Экскаватор ЭКГ-5 . . . . .

Экскаваторы ЭКСГ-5, ЭКСГ-3,2У и ЭКСГ-5Д 174
Экскаватор ЭКГ-6,3-О 177

Глава 3. Шагающие экскаваторы-драглайны (В. А. Григас, Е. П. Дороненко, П. И. Слизкий, В. Л. Раскин, Г. В. Кривошеев, А. А. Таршис) 179

§ 1. Развитие шагающих драглайнов 179

§ 2. Конструкции шагающих экскаваторов-драглайнов Ново-Краматорского завода тяжелого машиностроения 179
Экскаватор ЭШ-5/45М 179
Экскаватор ЭШ-10/70А 189

§ 3. Мощные шагающие экскаваторы-драглайны Уралмашзавода 204
Экскаватор ЭШ-15/90 204
Экскаватор ЭШ-15/90А 208
Экскаватор ЭШ-15/90Б 218
Экскаватор ЭШ-20/75Б 221
Экскаватор ЭШ-80/100 223

РАЗДЕЛ III

КОМПЛЕКСЫ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Глава 1. Состояние и перспективы применения машин непрерывного действия (В. П. Аксенов, А. Н. Пинчук) . . 239

§ 1. Современное состояние и тенденции применения машин непрерывного действия . . . 239
§ 2. Анализ сырьевой базы отечественных месторождений, перспективных для применения машин непрерывного действия 240
§ 3. Типаж комплексов машин непрерывного действия, потребность и эффективность их внедрения 243
§ 4. Технологические схемы применения комплексов машин непрерывного действия . . 247

Глава 2. Роторные экскаваторы (Б. Н. Тартаковский, Л. М. Солодовник, Б. З. Палей) 255

§ 1. Классификация 255
§ 2. Определение основных параметров 260
§ 3. Конструкция и техническая характеристика 273

Глава 3. Цепные многоковшовые экскаваторы (В. М. Владимиров, А. И. Шендеров, Е. Ф. Колесников, Р. С. Шмерлин, Я. М. Шмерлин, Ю. Т. Калашников, Б. З. Палей, Л. М. Солодовник) 306

§ 1. Классификация 306
§ 2. Определение основных параметров 308
§ 3. Конструкция и техническая характеристика 308

Глава 4. Отвалообразователи (Б. Н. Тартаковский, Л. М. Солодовник, Б. З. Палей) 312

§ 1. Классификация 312
§ 2. Общие компоновочные схемы, конструкция основных узлов и техническая характеристика 314
§ 3. Электрооборудование отвалообразователей 324

Глава 5. Транспортно-отвальные мосты (А. И. Шендеров, В. В. Левченко, Ю. Т. Калашников) 327

§ 1. Классификация 327
§ 2. Конструкция и техническая характеристика 329

Глава 6. Конвейерные установки и перегружатели (В. П. Аксенов, С. И. Балинский) 335

§ 1. Классификация 335
§ 2. Конструкция основных узлов 338
§ 3. Определение основных параметров 350
§ 4. Техническая характеристика 355
§ 5. Типы и назначение перегружателей . . . 357

РАЗДЕЛ IV

РЕМОНТ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

(Е. М. Титиевский, И. Г. Федюнин, В. И. Русихин)

§ 1. Техническое обслуживание и нормирование ремонтных работ 361
§ 2. Технико-экономические показатели ремонтных работ 364
§ 3. Планирование и учет ремонтов 365
§ 4. Технология и организация ремонта оборудования 366
§ 5. Механизация ремонтов 369
§ 6. Отказы основного оборудования 372
§ 7. Пути совершенствования ремонтных работ 373
Список литературы 374

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МЕХАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА КАРЬЕРАХ

Под общей редакцией В. С. Виноградова

Редакторы издательства: *О. Ш. Кожина, Е. Н. Фролова.* Технический редактор *Л. В. Прозоровская.* Корректор *Н. В. Власова*
Художественный редактор *О. Н. Зайцева.* Художник *В. М. Лукьянов*

Сдано в набор 25/VII 1973 г. Подписано в печать 7/I 1974 г. Т-03404. Формат 84×108¹/₁₆. Бумага № 1. Печ. л. 23,5. Усл. п. л. 39,48. Уч.-изд. л. 42,43. Тираж 2500 экз. Заказ 438/4585—12. Цена 2 р. 71 к.

Издательство «Недра», 103633, Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19.
Ленинградская типография № 6 «Союзполиграфпрома» при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 196006, г. Ленинград, Московский пр., 91.