

622 26
M55

200

Механизация проведения выработок в крепких породах

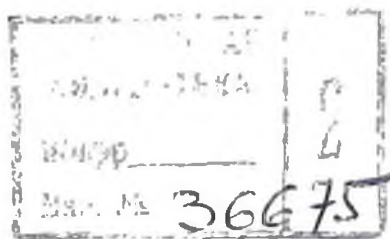
2005

622.26

M.55

Механизация проведения выработок в крепких породах

*Под общей редакцией
канд. техн. наук П. С. Малого*



Москва
«НЕДРА»
1977

Механизация проведения выработок в крепких породах. М., «Недра», 1977. 335 с. Авт.: П. С. Малый, Т. В. Мицык, А. А. Гуль и др.

В книге обобщен отечественный опыт механизации проведения выработок и освещены основные тенденции развития горнопроходческой техники применительно к конкретным условиям крепких пород. Рассмотрены современные способы разрушения пород, описаны конструкции проходческих машин и комплексов, буровых установок, средств возведения временной и постоянной крепи, механизации и автоматизации вспомогательных процессов в тесной увязке с технологией и организацией проведения вертикальных, наклонных, горизонтальных и камерных выработок. Дана технико-экономическая оценка эффективности применения средств механизации горнопроходческих работ.

Книга предназначена для инженерно-технических работников горнодобывающих предприятий, проектных институтов и может быть использована в качестве учебного пособия при подготовке рабочих горнопроходческих специальностей.

Табл. 50, ил. 153, список лит. — 23 назв.

Авторы: П. С. Малый, Т. В. Мицык, А. А. Гуль, Ю. Т. Клименко, Я. Л. Кляков, Г. О. Кунец, Д. П. Трофимов.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Механизация тяжелых и трудоемких работ является одним из наиболее важных направлений дальнейшего роста эффективности общественного производства.

Основными направлениями развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 гг. предусмотрено ускорение темпов комплексной механизации и автоматизации производственных процессов во всех отраслях народного хозяйства нашей страны и прежде всего в горнодобывающей промышленности, где особенно тяжелыми и трудоемкими являются горнопроходческие работы, выполняемые в крепких породах, и где производительность труда в десятой пятилетке должна повыситься на 23—25%.

Ежегодный рост добычи полезных ископаемых в нашей стране приводит к значительному увеличению объемов проведения горных выработок. В настоящее время в СССР ежегодно проходят около 25 км вертикальных стволов, 20 тыс. км горизонтальных и наклонных выработок, а также большой объем камерных выработок. Только в Кривбассе ежегодно проходят более 2 км стволов, 30 км капитальных (горизонтальных и наклонных), 150 тыс. м³ камерных выработок. При этом более 80% всех выработок проходят в крепких породах.

С увеличением глубины разработки месторождений объем горнопроходческих работ и удельный вес их в крепких породах ежегодно возрастает. Подземные выработки все большее значение приобретают в жизни городов, гидротехническом строительстве, строительстве железнодорожных, автомобильных, подводных и судоходных тоннелей, а также для размещения в них промышленных объектов, хранилищ газа и нефти, складов, холодильников и т. д.

Все возрастающие масштабы объемов проведения выработок настоятельно требуют изыскания путей значительного улучшения технико-экономических показателей их выполнения: повышения скорости проходки и производительности труда горнорабочих, снижения себестоимости. Только комплексная механизация горнопроходческих работ, устраняющая ручной труд на всех операциях, позволяет достигнуть этого. Она способствует переходу к новому более высокому техническому уровню и культуре производства, более совершенной технологии и организации труда. Без освоения и широкого внедрения комплексной механизации трудоемких и тяжелых горнопроходческих процессов нельзя достичь технического прогресса в области проведения выработок,

особенно в крепких породах. Поэтому комплексная механизация проведения выработок в крепких породах является актуальной научно-технической проблемой и имеет большое народнохозяйственное значение. Она является первоочередной задачей шахтостроителей нашей страны.

В последние годы разработаны совершенные машины и механизмы, позволяющие значительно повысить производительность труда горнорабочих и снизить стоимость проведения горных выработок.

Повышение производительности труда горнорабочих и снижение стоимости проходки выработок в значительной мере зависят от успешного решения задач проектирования и внедрения наиболее эффективных средств механизации и организации работ в проходческом забое с оптимальными ее режимами. Накопленный и обобщенный в настоящей книге опыт механизации проведения выработок в крепких породах в СССР и за рубежом позволяет обоснованно выбирать наиболее совершенные, более механизированные формы организации работ и технические средства и рекомендовать их к широкому внедрению в горнопроходческую практику.

На основе применения современных средств механизации, технологии работ и организации труда проходчики нашей страны неоднократно устанавливали мировые рекорды скорости проходки вертикальных и горизонтальных выработок.

Для достижения высоких технико-экономических показателей проходку выработок нужно выполнять по тщательно разработанному проекту производства горнопроходческих работ, включающему в себя систему научно обоснованных мероприятий, направленных на максимальное и экономичное использование всех трудовых и материальных ресурсов за счет наиболее эффективного использования горнопроходческих машин и механизмов.

Современные требования горнодобывающей промышленности по сокращению сроков строительства и реконструкции шахт обуславливают необходимость дальнейшего повышения достигнутых среднемесячных скоростей проведения горных выработок. В этой связи основным направлением повышения технического уровня в шахтном строительстве является дальнейшее расширение области применения высокопроизводительных машин и механизмов и внедрение наиболее прогрессивных методов проведения выработок.

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ВЫБОР И ЭФФЕКТИВНЫЕ УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ ВЫРАБОТОК

§ 1. Общие сведения

При проведении горных выработок в крепких породах наиболее тяжелыми и трудоемкими являются работы по созданию в горном массиве обнажений в пределах заданных проектом сечений. При этом главными процессами являются: отделение породы от массива (отбойка), удаление ее из забоя (погрузка, откатка, доставка, подъем). Самыми трудоемкими являются работы по отбойке породы, менее трудоемкими — работы по креплению выработок в целях предотвращения нарушения (вывалов, обрушений) контура выработки под действием горного давления.

Выбор технических средств механизации горнопроходческих работ и эффективность их применения при проведении выработок в крепких породах определяются многими факторами.

Главным техническим параметром средств механизации горнопроходческих работ по бурению шпуров, погрузке породы и другим операциям является их техническая производительность, определяемая в единицу чистого времени при работе в реальных производственных условиях. Техническая производительность горнопроходческих машин зависит как от их конструктивных и технических параметров, так и от горнотехнических условий и свойств горных пород, подлежащих отбойке и уборке. Значение технической производительности машин определяют за сравнительно короткий промежуток времени, в течение которого машина может работать без технических или организационных задержек и перестановок.

Техническая производительность погрузочных машин представляет собой объемное (m^3) или весовое (т) количество груза, погружаемое машиной в единицу чистого времени (в минуту) при работе в реальных производственных условиях, а теоретическая производительность представляет собой геометрический объем некоторого идеального сыпучего материала, погружаемого в единицу времени рабочим органом машины.

Теоретическая производительность в полной мере определяется размерами, конструкцией и кинематикой рабочего органа машины. Значение ее также выражается м³/мин.

Эксплуатационная производительность погрузочной машины — это производительность ее в конкретных горно-геологических условиях с учетом организации погрузки и определяемых ее перестановок и задержек в работе в связи с обменом вагонов и т. д. Ее измеряют в м³/ч.

К основным горнотехническим условиям, определяющим выбор технических средств механизации горнопроходческих процессов при проведении выработок, относятся: физико-механические свойства горных пород, размеры поперечного сечения, устойчивость и угол наклона горной выработки, приток воды в забой выработки.

К основным эксплуатационным факторам, определяющим выбор рационального типоразмера проходческого оборудования, относятся: технологические схемы проходческих работ; типы транспортного оборудования, используемого в комплексе с проходческим оборудованием; способы крепления выработок; минимальные радиусы закругления (горизонтальных) выработок.

Под термином «технологическая схема проходки выработок» подразумевают способ выемки породы, порядок и организацию выполнения проходческих работ в забое, тип и число применяемых машин и механизмов, способ обмена вагонеток у забоя (при проведении горизонтальных выработок), способ и время возведения постоянной крепи, увязку между собой отдельных работ.

Выбор технологической схемы проходки выработки зависит от крепости пересекаемых пород, размеров поперечного сечения выработки, имеющих в наличии проходческих машин и механизмов и других условий. Порядок выполнения горнопроходческих работ зависит от принятой механизации и организации работ, горно-геологических условий, продолжительности проходческого цикла, размеров поперечного сечения выработки и числа рабочих в проходческой бригаде.

К основным организационным факторам относятся: скорости проведения выработок; состав проходческих бригад; производительность труда на проходческих работах; система оплаты труда; научная организация труда.

Для правильной оценки значения каждого фактора их влияние следует рассматривать преимущественно в относительных (удельных) показателях, что позволяет использовать полученные данные для разработки научно обоснованной перспективы совершенствования и развития средств механизации горнопроходческих работ.

§ 2. Горнотехнические условия

Физико-механические свойства крепких и весьма крепких горных пород, представляющих собой агрегаты минеральных частиц, связанных минеральными цеменстами или силами молекулярного сцепления, весьма разнообразны и оказывают значительное влияние на обоснование и выбор рациональных параметров способа отбойки массива, типа машин и механизмов, разработку норм выработки и организацию производственных процессов. Поэтому для решения различного рода инженерных задач по механизации, совершенствованию технологии и организации горнопроходческих работ, рациональному использованию средств механизации весьма важно располагать достоверными данными о физико-механических свойствах горных пород, пересекаемых при проведении выработок. Свойства горных пород зависят от их вещественного состава, строения и сложения. Строение (структура) пород определяется формой, размером и способом соединения входящих в ее состав минералов, а сложение (текстура) — пористостью, слоистостью, трещиноватостью и т. п.

Из всех физико-механических свойств горных пород наибольшее влияние на процессы горнопроходческих работ оказывает их крепость. Она определяется совокупностью многих физико-механических свойств (твердостью, вязкостью, хрупкостью, трещиноватостью, слоистостью, наличием инородных включений и прослоев) и в наибольшей мере влияет на выбор способа и параметров их взрывной отбойки и дробления, типа инструментов и горнопроходческих машин, их производительность, расход материалов и т. д.

Крепость — это способность породы сопротивляться разрушению и воздействию внешних усилий (бурению, отбойке, взрыванию и др.). Существенное влияние крепость оказывает на производство буровзрывных работ, так как при этом сопротивление, оказываемое бурной породой, является одним из главных факторов, влияющим на производительность труда. В связи с этим все породы классифицируют по различным признакам. Наиболее приемлемой является широко известная классификация по показателям их механической прочности (крепости), впервые выполненная русским ученым проф. М. М. Протодяконовым.

Для нормирования производственных процессов и операций иногда пользуются классификациями горных пород по буримости и взрываемости. Однако классификация М. М. Протодяконова широко распространена в отечественной практике и по ней производят расчеты по оплате труда и при решении вопросов механизации проведения выработок.

При бурении и взрывании на эффект разрушения свойства пород влияют по-разному. Связано это с тем, что при бурении

зона разрушения под лезвием инструмента имеет небольшие размеры (доли сантиметра) и зависит от микросвойств горных пород (твердости, абразивности, зернистости, вязкости).

Твердость горной породы — свойство оказывать сопротивление внедрению в нее инструмента без остаточной деформации. Твердость породы зависит от плотности ее минеральных зерен, их размера и пористости. Чем мельче и тверже минеральные зерна, тем меньше пористость данной породы и тем она тверже.

Зернистость характеризуется крупностью зерен минералов, образующих породу. Различают крупнозернистые породы — с зернами больше 5 мм, среднезернистые — с зернами 1—5 мм и мелкозернистые породы с зернами меньше 1 мм. Чем меньше зерна минералов и чем прочнее цемент, соединяющий вещества, тем труднее разрушается порода при бурении и взрывании.

Абразивность породы — способность изнашивать рабочие органы и поверхности горнопроходческих и транспортных машин при внедрении и перемещении их относительно породы. Она оценивается величиной износа металла, твердого сплава или другого материала рабочего органа машины, отнесенного к единице контактной поверхности, за единицу времени при определенном режиме движения инструмента.

Вязкость — свойство породы оказывать сопротивление силам, стремящимся отделить часть ее от массива. Степень вязкости характеризует величину сил сцепления между частицами породы. Чем более вязки породы, тем более трудны они для отбойки взрывным способом; но вязкие породы более устойчивы и, таким образом, более благоприятны по условиям безопасности проведения выработок. В вязких породах площадь обнажения без временной крепи может быть больше, чем в породах с меньшей вязкостью. С увеличением вязкости пород эффективность процессов бурения и взрывания снижается. При производстве взрывчатых работ более вязкие породы требуют большого расхода взрывчатых веществ. Наиболее вязкими породами являются те, у которых связующим (цементирующим) веществом служит кварц. Если вязкость мрамора принять за единицу, то вязкость известняка составит 1,43; песчаника и сланца — 1,57; гранита — 1,85, кварца — 2,71 и базальта — 3,1. Вязкость зависит от прочности и пластичности материала: с повышением каждой из этих двух величин она возрастает.

Прочность — свойство породы сопротивляться хрупкому разрыву и пластическим деформациям. Она зависит от физического состояния, минералогического состава, строения и сложения горной породы и при сжатии, растяжении, изгибе и сдвиге не одинакова. Прочность крепких горных пород при сжатии больше, чем при сдвиге, а при сдвиге больше, чем при растяжении. При сжатии она больше, чем при растяжении, в 15—30 раз.

При объемном (трехосном) сжатии предел прочности крепких пород в 5—9 раз превышает предел прочности при одноосном сжатии. Наибольшей прочностью обладают мелкозернистые и разнотельные кристаллические породы в невыветренном состоянии.

Плотностью породы называется отношение массы ее к занимаемому объему в естественном состоянии с учетом пустот и пор, имеющих между отдельными ее частицами. Крепкие и весьма крепкие породы отличаются относительно высокой плотностью. Они характерны для шахт горнорудной промышленности, основную их часть (60—70%) составляют породы плотностью 2,5—3,5 т/м³ в массиве.

На угольных и сланцевых шахтах большую часть выработок проходят по породам плотностью 2—2,3 т/м³. Плотность горных пород оказывает существенное влияние на выбор и эффективность использования средств механизации горнопроходческих работ.

Хрупкость — свойство породы как твердого тела разрушаться без заметной остаточной деформации под действием внешних сил. По Л. И. Барону, это свойство породы может характеризоваться хрупкостью, представляющей собой отношение работы, затраченной на деформирование образца до предела упругости, к общей работе деформации до момента разрушения. При бурении и взрывании все крепкие породы можно рассматривать как хрупкие тела, однако степень хрупкости проявляется по-разному.

Упругость — свойство пород восстанавливать свою первоначальную форму и размеры после прекращения действия внешних сил, а также передавать с определенной скоростью упругие колебания. Чем более упруга порода, тем труднее она поддается бурению и разрушению.

Трещиноватость породы характеризуется частотой и пространственным расположением в ней трещин, которыми она разделена на отдельные различия размеров. При проведении выработок в моволитных (не имеющих трещин) породах практически не встречается. По степени трещиноватости различают породы слабо трещиноватые с расстояниями между трещинами больше 1 м, средне-трещиноватые с расстоянием между трещинами 0,5—1,0 м и сильно-трещиноватые с расстоянием между трещинами меньше 0,5 м. Естественная трещиноватость горной породы, определенная геологической характеристикой месторождения, дополняется искусственной, зависящей от свойств пород, методов их отбойки, степени воздействия взрывов на обнаженный массив. С увеличением диаметра заряда степень трещиноватости обнаженных пород возрастает. Трещиноватость оказывает основное влияние на кусковатость взорванной породы. Одни и те же породы при сильной трещиноватости хорошо разрушаются, не образуя негабарита, и, наоборот, при слабой трещиноватости дают большой

выход его. Поэтому при выборе методов отбойки пород и установлении допустимого размера их куска, обеспечивающего высокую производительность погрузки, необходимо учитывать степень трещиноватости пересекаемых выработками пород.

После отделения от породного массива и дробления на куски отбитая порода, как правило, занимает больший объем в зависимости от ее гранулометрического состава. Свойство породы занимать больший объем в разрушенном состоянии, чем в массиве, называют разрыхляемостью, характеризующейся коэффициентом разрыхления, показывающим, во сколько раз объем взорванной породы увеличивается по сравнению с первоначальным ее объемом в массиве. Разрыхляемость породы зависит от ее строения, сложения, твердости, способа отбойки. Чем выше крепость пород, тем выше коэффициент их разрыхления. Значение коэффициентов разрыхления пород: средней крепости ($f = 4 \div 6$)—1,4—1,5; крепких ($f = 8 \div 10$)—1,6—1,7; весьма крепких ($f = 15$ и более) — 1,7—2 и более.

Кусковатость (крупность) отбитой породы характеризуется ее гранулометрическим составом, т. е. количественным соотношением кусков различных размеров в общем объеме отбитой породы. Крупность кусков, имеющих неправильную форму, принято выражать средним размером по трем взаимно перпендикулярным направлениям. Существуют различные градации кусковатости, наиболее проста и удобна из которых следующая: породная мелочь — от породной пыли до кусков с поперечным размером 100 мм; порода средней крупности — от 100 до 300 мм; порода крупнокусковатая — от 300 до 600 мм; порода очень крупнокусковатая — более 600 мм.

С увеличением содержания крупных фракций кусков в отбитой породе коэффициент разрыхления увеличивается. Крупность отдельных кусков и удельное соотношение фракций (гранулометрический состав) породы, определяющие значение коэффициента разрыхления пород, оказывают решающее влияние на производительность породопогрузочных машин, эффективность использования породовыдачных сосудов (бадей, вагонов), подъемных и других машин и механизмов. В среднем в отбитой крепкой породе содержится около 40—45% мелкой породы (крупностью менее 50 мм) и до 30% средней крупности (51—200 мм). Выход крупных кусков (более 400 мм) сравнительно невелик (10—15%). Кондиционным куском породы называют кусок с максимально допустимым размером, который можно убирать породопогрузочными машинами в бадьи или вагоны. При проведении горных выработок он изменяется в среднем от 300 до 600 мм. Размер кондиционного куска оказывает большое влияние на выбор оборудования по погрузке, транспортированию, выгрузке и т. д.

Куски породы, превышающие кондиционные размеры, принято

называть негабаритом, а весовое количество негабаритных кусков в общей массе отбитой породы, выраженное в процентах, называют выходом негабарита. Кусковатость взорванной породы зависит не только от ее физико-механических свойств, но и от применяемых параметров буровзрывного комплекса, диаметра шпуров, их расположения, типа взрывчатого вещества, конструкции и величины зарядов, способа их взрывания и др. При этом в зависимости от физико-механических свойств породы, в частности от ее крепости, условий, в которых производится отбойка породного массива (малое или большое сечение выработки, одна или две обнаженные поверхности), параметров буровзрывных работ, величина коэффициента разрыхления одной и той же крепкой породы может колебаться от 1,6 до 1,9. Она определяется качеством буровзрывных работ. При высоком их качестве величина его минимальна, к чему нужно стремиться для более производительного использования породопогрузочных машин и транспортных средств.

Проводимые в крепких породах выработки отличаются значительным разнообразием по площади поперечного сечения. На шахтах горнорудной промышленности 60—70% горнокапитальных выработок проводятся сечением от 7,6 м² до 10 м², сечением более 10—15 м² проводят около 20—35%. Число горизонтальных выработок, проводимых сечением менее 5 м², относительно невелико. В последнее время в связи с переходом шахт на применение более производительного и более габаритного оборудования (вагонов, электровозов, опрокидов и т. д.) объемы проведения выработок большого поперечного сечения в крепких породах непрерывно растут. Из этого следует, что при проведении выработок в зависимости от их поперечного сечения необходимо применять соответствующий типоразмер проходческой машины, обеспечивающий наибольшую эффективность ее применения.

При проведении горных выработок в крепких породах не менее важное значение, чем крепость, имеет устойчивость обнаженных пород. Устойчивость выражается в способности обнаженного массива породы не обрушаться в течение определенного времени.

Одни породы допускают обнажение на большой площади и не обрушаются длительное время; другие нуждаются в поддержании лишь в отдельных местах; третьи обрушаются сразу или через короткое время после их обнажения на небольшой площади. Наконец, некоторые (сильно трещиноватые) породы совсем не допускают обнажения и требуют установки крепи вслед за их выемкой.

Помимо физико-механических свойств пород на устойчивость массива оказывают влияние различные внешние условия, такие, например, как глубина расположения горной выработки от

земной поверхности, направление ее по отношению к горизонту, форма и размеры сечения выработки, водоносность массива пород и др. Поэтому при выборе способа механизации проведения и крепления выработки пользуются приближенными характеристиками пород по их устойчивости, которые делят на пять групп: 1) очень неустойчивые — совсем не допускают обнажения кровли и боков выработки без крепи; 2) неустойчивые — допускают небольшое обнажение кровли, но требуют прочного поддержания ее вслед за выемкой; 3) средней устойчивости — допускают обнажение кровли на сравнительно большой площади, но при длительном обнажении требуют поддержания; 4) устойчивые — допускают значительное обнажение кровли и боков и нуждаются в поддержании только в отдельных местах; 5) очень устойчивые — допускают большое обнажение кровли и боков выработки и длительное время могут стоять, не обрушаясь, без поддержания. Породы этой группы встречаются реже, чем двух предыдущих групп. Породы 3-й и 4-й групп при проведении горных выработок встречаются наиболее часто.

При оценке устойчивости обнаженных пород учитывают также характер обрушения: происходит ли оно сразу на большой площади или постепенно, на небольших участках в виде вывалов отдельных кусков породы, глыб и слоев; можно ли по внешним признакам предвидеть обрушение и его размеры; имеются ли какие-либо предвестники обрушения или оно происходит внезапно. Часто породы сразу после обнажения не проявляют признаков неустойчивости, но через некоторое время под действием горного давления и атмосферных агентов теряют устойчивость и начинают обрушаться. Устойчивость горных пород влияет на выбор и эффективность применения тех или иных средств механизации проведения выработок.

Горизонтальные выработки по условиям откатки груза разделяют на две группы: горизонтальные, по которым можно осуществлять локомотивную откатку, и наклонные с углом наклона почвы выработки к горизонтали более $1^{\circ} 30'$, где применяют конвейеры или лебедки. Основной объем проходки выработок в настоящее время приходится на долю горизонтальных (80%) и 12—18% — на долю наклонных выработок.

В зависимости от углов наклона выработки к горизонтали обуславливается применение обычных проходческих машин с рельсовым передвижением или специальных машин для работы в выработках с большими углами наклона (более $10-16^{\circ}$).

Приток воды в забой выработки оказывает существенное влияние на эффективность применения проходческих машин, особенно в наклонных нисходящих выработках. В связи с этим для эффективного использования средств механизации горно-

проходческих работ вопросы водоотлива или водоподавления должны быть решены таким образом, чтобы влияние их было исключено.

§ 3. Эксплуатационные факторы

Типы и параметры проходческого оборудования и машин для механизации горнопроходческих процессов и операций при проведении горных выработок определяются в основном применяемыми технологическими схемами и организацией работ в забоях.

При проведении вертикальных стволов технологические схемы проходки определяются глубиной и диаметрами стволов. При проходке неглубоких стволов применяют менее производительное проходческое оборудование при последовательной или совмещенной схеме проходки, используя для уборки породы погрузочные машины с ручным вождением грейфера по забою. Для проходки стволов глубиной 300—700 м и диаметром 5,0—7,5 м успешно применяют высокопроизводительные универсальные комплексы оборудования КС-2У и 2КС-2У с механизированным вождением по забою грейфера.

Для проходки глубоких стволов (более 700 м) диаметром более 8 м находят применение комплексы КС-1м, КС-8, КС-9, КС-6 и др. При проведении горизонтальных выработок наибольшее распространение получил метод непосредственной загрузки машиной одиночных вагонеток, для которого характерен и неизбежен обмен груженых вагонеток на порожние. Откатку одиночных вагонеток производят электровозами или лебедками. Устройства для обмена вагонеток периодически переносят и чаще всего вручную. Поэтому их применение целесообразно лишь при небольшой скорости проходки и в комплексе с погрузочными машинами небольшой производительности. Для сокращения времени на обмен вагонеток применяют загрузку нерасцепленных составов при помощи удлиненных конвейеров-перегрузкателей. В области механизации проходки горизонтальных выработок прогрессивным направлением является применение бункер-поездов (при невысокой абразивности пород) и самоходных вагонов. В выработках с углом наклона до 10° целесообразно применять породопгрузочные машины на гусеничном и пневмошинном ходу, а в выработках с углом наклона до $25-30^\circ$ — машины с колесно-рельсовым механизмом передвижения. При проведении выработок с углом наклона более 16° возникает необходимость в погрузке породы в специальные проходческие скипы.

В последние годы значительно расширился парк новых породопгрузочных машин. В комплексе с породопгрузочными машинами при проходке выработок на рудниках Кривбасса успешно применяют большегрузные вагоны с донным конвейером типа

ВПК-7 и ВПК-10. Для механизации бурения шпуров все шире находят применение буровые каретки СБКНС-2, СБУ-2Б и др., позволяющие в 2—3 раза повысить производительность труда при бурении и в значительной мере облегчить его.

Для проходки восстающих выработок широко применяют самоходные комплексы. В горнорудной промышленности более 80% горизонтальных и наклонных выработок проходят по породам крепким и устойчивым без крепления или с частичным креплением. За последние годы значительное распространение получила металлическая штанговая крепь из периодического профиля, устанавливаемая в шпурах на цементном растворе. Большие объемы крепления выработок выполняются новыми высокомеханизированными видами крепи (торкретированием, набрызг-бетоном). В 1974 г. в Кривбассе торкретированием закреплено 48 тыс. м² выработок, а набрызг-бетоном — 15 тыс. м². Продолжаются также работы по внедрению быстросхватывающегося и быстротвердеющего бетона для безопалубочного бетонирования. В 1974 г. на руднике им. Дзержинского в Кривбассе с помощью машины ПЕМ конструкции Криворожского филиала института ВНИИОМШС при креплении выработок уложено 6200 м² торкретбетона и 1355 м² набрызг-бетона. Экономический эффект от внедрения этой машины составил 28,8 тыс. руб. При проведении выработок в крепких породах в условиях значительного горного давления применяют металлическую арочную крепь (в Кривбассе за 1974 г. — 24%). Как правило, механизирована только заготовка элементов такой крепи. В настоящее время создаются механизированные агрегаты для установки арочной и других видов крепей. Хорошие результаты достигаются при использовании несложных навесных устройств к погрузочным машинам, механизмирующих наиболее трудоемкие операции по установке элементов сборной крепи. Для механизации установки штанговой крепи применяют телескопные пневматические бурильные молотки, используя их (после незначительной переделки) для забивки штанг.

Оборудование смежного транспорта также оказывает влияние на эффективность использования проходческого оборудования. Основное применение при проведении выработок имеет рельсовая откатка в вагонетках, в основном с глухим кузовом. Применяются также вагонетки с опрокидным кузовом. В последнее время проявляются тенденции к применению большегрузных вагонов емкостью 4 м³ типа УВГ-4 и др. Для откатки вагонеток из проходческих забоев применяют преимущественно контактные электровозы (более 60%) типа 10КР и 14КР. Для обмена вагонов в горнорудной промышленности используют стрелочные разминки (около 60%), накладные стрелки (6—8%), тупиковые заезды (8—9%), ленточные погрузатели (9—11%), бункер-поезда, самоходные вагоны. Применение вагоноперестановщиков

и плит-размянок за последние годы резко снизилось в связи с увеличением емкостей вагонов.

На откатке вагонов между забоем и обменным нунктом применяют электровозы и погрузочные машины.

В настоящее время неотложными задачами являются устранение ручного труда на обмене вагонеток и развитие наиболее прогрессивных схем безобменной погрузки (с использованием удлиненных перегружателей, бункер-поездов, самоходных большегрузных вагонов), позволяющих значительно повысить эффективность применения проходческих породопогрузочных машин.

На эффективность применения проходческого оборудования при проведении горизонтальных выработок оказывает влияние радиус их закругления, что следует учитывать при выборе средств механизации горнопроходческих работ. Наиболее распространенными в настоящее время являются радиусы закругления 6—10 м (около 40%). Удельный вес горизонтальных выработок с радиусом закругления больше 16 м на шахтах рудной промышленности составляет порядка 17% и в последнее время в связи с применением более производительных машин увеличивается. Чем больше радиус закругления выработки, тем эффективнее применение проходческого оборудования.

§ 4. Организационные факторы

Выбор и эффективность применения технических средств механизации проведения выработок в значительной мере определяются задаваемыми скоростями проведения выработок и связанным с этим вопросом о численном составе проходческих бригад, планируемой производительностью труда. Скорости проведения выработок имеют решающее значение при строительстве или реконструкции шахт и являются одним из важных показателей, определяющих сроки ввода в эксплуатацию новых шахт или новых горизонтов. С увеличением скорости проведения выработок повышается производительность труда проходчиков и снижается стоимость их проходки. Оптимальная скорость проведения выработок — это такая скорость, которая обеспечивает при наименьших издержках производства своевременный ввод в эксплуатацию шахт и горизонтов.

Анализ фактических затрат на проведение выработок показывает, что при рациональной организации работ с увеличением скорости затраты на проведение выработок уменьшаются. Расчеты показывают, что при росте месячных скоростей проходки вертикальных стволов с 30 до 100 м, а горизонтальных выработок с 60 до 200 м себестоимость проведения их снижается соответственно на 35 и 20%.

Достижение устойчивой высокой скорости проведения выработок при прочих равных условиях возможно только при достаточно правильно выбранной организации работ в тех или иных горно-геологических условиях. Скорость проведения выработок, производительность труда и эффективность использования средств механизации зависят главным образом от соответствия выбранного проходческого оборудования горнотехническим условиям проходки данной выработки и от уровня организации работ.

В зависимости от размеров поперечного сечения выработки проходят: сплошным забоем, когда выемку породы производят сразу по всей площади забоя, или уступным забоем, разделенным на несколько уступов, в которых работы ведут самостоятельно, но организационно увязывают между собой. Горные выработки в крепких породах чаще всего проходят заходками глубиной 1,5—2,5 м в зависимости от технических возможностей средств бурения, эффективности взрывных работ и условий организации работ. Подвигание забоя выработки на одну заходку или выполнение проходческого цикла состоит из основных и вспомогательных проходческих процессов. К *основным* операциям относят проходческие процессы (бурение шпуров, зарядание и взрывание, проветривание забоя после взрыва, погрузка породы, возведение временной или постоянной крепи), после выполнения которых образуется готовая выработка.

К *вспомогательным* операциям относятся процессы, выполнение которых обеспечивает нормальное осуществление основных (обмен вагонов и транспортирование породы; доставка и разгрузка крепежных материалов; доставка и подготовка ВМ; прокладка кабелей и трубопроводов; настилка рельсового пути; устройство водоотливных канавок; перенос транспортных приспособлений).

При проведении горных выработок в крепких породах буровзрывным способом процессы в забое повторяются в определенном порядке и последовательности, т. е. они имеют циклический характер. Практика показывает, что проходку выработок необходимо организовать так, чтобы отдельные процессы и операции планомерно чередовались, выполнялись в определенном ритме, рабочие знали бы объем работ, который им нужно выполнить в строго заданное время.

Выполнение основных и вспомогательных проходческих процессов в необходимой последовательности в течение определенного промежутка времени называют проходческим циклом, а время выполнения одного полного цикла работ называют продолжительностью цикла. Чередование проходческих процессов позволяет более полно и целесообразно использовать проходческое оборудование и механизмы, своевременно вести их планово-предупредительный ремонт. Для оперативного руководства и на-

глядности, эффективного использования проходческого оборудования организация работ в забое отражается в графике цикличности — графике организации работ. Ведение работ по графику цикличности повышает производственную и технологическую дисциплину, обеспечивает четкость и организованность в выполнении отдельных процессов, облегчает выполнение запланированных объемов работ в строго заданное время, способствует более эффективному использованию горнопроходческого оборудования.

Анализ скоростных проходок показывает, что наиболее прогрессивной организацией работ в проходческих забоях является выполнение проходческого цикла по графику цикличности с завершением одного или нескольких циклов за смену.

Проведение горных выработок в крепких породах организуют по двум основным схемам: параллельной и последовательной, которая получила наибольшее распространение.

Совмещение процессов по погрузке породы и возведению постоянной крепи в стволах достигается применением специальных металлических опалубок. Совмещение операций по погрузке породы и бурению шпуров при проведении горизонтальных, камерных и наклонных выработок с использованием ручных перфораторов достигается: устройством в забое полка, с которого бурят шпуры и под которым одновременно убирают породу; перемещением породы от забоя скрепером на расстояние 4—5 м, после чего бурят шпуры, а породу грузят в вагоны; проведением уступным забоем выработок, имеющих большое поперечное сечение.

Выбор схемы организации работ в забое зависит от физико-механических свойств пересекаемых пород, принятых средств механизации проходческих процессов, поперечных размеров выработки. Параллельная схема организации работ в горизонтальных выработках в определенных условиях может обеспечивать хорошие результаты при незначительной производительности забойных механизмов, а также при проведении выработок большого сечения по крепким породам.

В целом применение параллельной схемы целесообразно при значительной продолжительности выполнения отдельных процессов (более 2 ч). В этом случае за счет совмещения основных процессов проведения горизонтальных выработок скорость проходки может быть повышена на 20—30%. Однако параллельный метод организации работ в ряде случаев не обеспечивает механизацию процессов бурения, усложняет организацию работ, создает неудобства в работе.

Последовательное выполнение операций является наиболее простым методом организации работ. Этот метод оказывается наиболее эффективным при организации скоростного проведения

36675

горизонтальных выработок с применением высокопроизводительного оборудования. Вследствие своей простоты он позволяет создать четкую организацию работ.

Применение этого метода целесообразно при проведении выработок небольшого сечения в крепких и весьма крепких породах при высокомеханизированной погрузке породы и применении буровых кареток.

При этом методе можно увеличивать глубину шпуров до оптимальной величины, что положительно сказывается на эффективности использования проходческого оборудования и соответственно на общих показателях проведения выработок.

Работы по проведению выработок организуют в 2—3 смены, а при скоростных проходках — в 4. Продолжительность смены составляет 6 ч. В последнее время основной формой организации труда при проведении выработок является суточная комплексная бригада, в которой проходчики владеют несколькими профессиями и выполняют все работы по проведению выработки. В суточной комплексной бригаде в смену выходит часть бригады — звено.

При составлении графика циклической организации работ определяют объем работ за цикл, состав проходческой бригады, продолжительность проходческого цикла, совмещение процессов и распределение рабочих. Объем работ за цикл зависит от глубины шпуров и площади сечения выработки. При проведении выработок в крепких породах часто приходится решать вопрос, что эффективнее: максимально возможная глубина шпуров при сравнительно длительном проходческом цикле или небольшая глубина шпуров при непродолжительном цикле. В целом целесообразно стремиться к увеличению глубины шпуров до оптимального значения, при котором затраты времени на проходку 1 м выработки будут минимальны, так как при этом достигается наиболее эффективное использование технических средств механизации горнопроходческих работ, снижаются удельные затраты времени на подготовительно-заключительные и вспомогательные операции.

Количественный состав проходческой бригады определяется в соответствии с выполняемыми объемами работ, существующими нормами выработки, сечением выработки, заданной скоростью проходки и принимаемыми техническими средствами механизации. Нормы выработки принимаются по справочнику технического нормирования подземных горных работ. Для новых машин нормы выработки рассчитываются по соответствующим методикам и формулам, приведенным в указанном справочнике.

Для построения графика организации работ продолжительность выполнения всех процессов проходческого цикла

$$t = \frac{n_c T_c}{n_p k_n}, \text{ ч.}$$

где n_c — число человеко-смен, необходимых для выполнения данного производственного процесса;

T_c — продолжительность смены, на которую дается соответствующая норма выработки, ч;

n_p — число рабочих, принимающих участие в выполнении данного производственного процесса;

k_n — коэффициент перевыполнения нормы выработки, равный 1,1—1,2.

График цикличности нужно рассчитывать так, чтобы не было циклов, переходящих с одной смены в другую, так как при этом удобнее организовывать звеньевой учет, контроль и соревнование между сменами, более эффективнее используются технические средства механизации горнопроходческих работ. На продолжительность проходческого цикла при проведении горных выработок в крепких породах большое влияние оказывают физико-механические свойства горных пород, тип и число основного горнопроходческого оборудования, организация работ.

Средняя производительность труда рабочих при проведении горизонтальных и вертикальных выработок по крепким породам составляет от 2 до 7 м³/чел-смену.

Как показывает практика проведения горных выработок в крепких породах, максимальная производительность труда рабочих и достаточно эффективное использование средств механизации горнопроходческих работ достигаются при оптимальном численном составе сменного звена проходческой бригады.

Научная организация труда в последнее время находит все большее применение при проведении горных выработок.

Научная организация труда предусматривает проведение комплекса технических, организационных и экономических мероприятий, обеспечивающих: максимальную и комплексную механизацию горнопроходческих работ, рациональное разделение труда, совершенствование технологии и организации рабочих мест, улучшение обслуживания горнопроходческих участков и рабочих мест, распространение передовых методов труда, обеспечение благоприятных физиолого-гигиенических и эстетических условий труда, совершенствование нормирования труда, обмен опытом и систематический производственный инструктаж, воспитание коммунистического отношения к труду.

Одним из главных вопросов научной организации труда является совершенствование трудовых процессов. Проходческие машины и механизмы часто недоиспользуются из-за того, что не обеспечивается синхронная их работа с четкой организацией труда основных и вспомогательных рабочих по всему проходческому циклу. Опыт передовых проходок показывает, что серьезные успехи достигаются только при условии, если новая техника и прогрессивная технология внедряются одновременно с новой

системой организации труда, соответствующей этой технике и технологии.

Внедрение новой техники сопровождается коренными изменениями организации труда, проведением работы по повышению квалификации рабочих, обучением их нескольким смежным профессиям. Большое внимание уделяется совершенствованию организации труда во вспомогательных службах — внутришахтном транспорте, электромеханической службе и др. Необходимо разрабатывать и строго соблюдать график планово-предупредительных ремонтов горнопроходческих машин и механизмов, нужно улучшать нормирование труда, нормы выработки должны быть технически обоснованными и т. д. Только комплексное решение вопросов внедрения новой техники и одновременного улучшения организации труда позволяет достигать высоких показателей при проведении выработок, особенно в крепких породах.

БУРОВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ КАК ОСНОВНОЙ СПОСОБ РАЗРУШЕНИЯ КРЕПКИХ ПОРОД

§ 1. Общие положения

На современном этапе развития проходческой техники не созданы надежные и эффективные машины для разрушения крепких и весьма крепких пород, поэтому отделение их от массива производится только буровзрывным методом, с помощью которого в настоящее время проходят более 87% выработок в горнорудной и более 50% в угольной промышленности. Для размещения взрывчатых веществ и последующей отбойки породы в забое выработки бурят комплект шпуров на заданную глубину. В крепких породах ($f = 10 \div 12$) бурение и взрывание шпуров составляет 50—60% трудовых затрат, 30—50% времени проходческого цикла и 60—80% стоимости в общем комплексе работ по выемке породы. С увеличением крепости пород затраты труда, времени и материалов значительно возрастают.

Метод шпуровых зарядов, несмотря на присущие ему недостатки, заключающиеся в значительной удельной работе по бурению шпуров при сравнительно малой величине объема вынимаемой породы, остается основным при сооружении всех видов подземных горных выработок в отечественной и зарубежной практике.

Успешное проведение выработок в большей мере зависит от правильного выбора параметров буровзрывных работ (типа ВВ, массы и конструкции заряда, глубины, числа, диаметра и схемы расположения шпуров). Важное значение имеет и правильная организация работ по бурению шпуров и погрузке породы. Правильный выбор и соблюдение параметров буровзрывных работ обеспечивают: отбойку породы с максимально высоким к. и. ш. при глубине шпуров, обеспечивающей минимальные затраты времени проходческого цикла и материалов на подвигание забоя на 1 м; точное оконтуривание поперечного сечения выработки в пределах проектного, так как излишняя выемка или недобор породы приводят к непроизводительным затратам труда, времени, энергии и материалов, особенно при креплении выработок бетоном; равномерное и достаточно мелкое дробление породы без разброса на большое расстояние от забоя, обеспечивающее

благоприятные условия погрузки породы и высокую производительность погрузочных машин, эффективное использование транспортных средств; достижение сравнительно ровной, гладкой поверхности забоя при минимальном объеме зоны трещинообразования за контуром выработки, что создает минимальные затраты труда и времени на подготовку забоя к новому циклу, возможность правильного расположения шпуров и условия для повышения производительности буровых и погрузочных машин; минимальные нарушения законтурного породного массива, обеспечивающие максимально возможную устойчивость горных выработок.

Соблюдение этих основных требований при проведении горных выработок в крепких породах возможно при достаточно правильном подборе указанных параметров буровзрывных работ применительно к условиям взрывания.

Буровзрывные работы, как основной способ отбойки и разрушения горного массива, и на ближайшие годы будут оставаться одним из основных средств механизации горнопроходческих работ в крепких породах.

Поэтому проблема повышения технико-экономических показателей проведения горных выработок в крепких породах (повышение скорости проходки и производительности труда, снижение стоимости и т. д.) наряду с комплексной механизацией горнопроходческих работ должна решаться в первую очередь за счет правильного выбора параметров и коренного усовершенствования шпурового метода буровзрывных работ, предопределяющего успешное выполнение последующих горнопроходческих процессов по уборке породы, зачистке забоя, возведению постоянной крепи и т. д., а в целом — эффективное использование проходческих машин.

§ 2. Показатели буровзрывных работ и их значение

Эффективность буровзрывных работ при проведении горных выработок в крепких породах оценивают по следующим показателям: коэффициент использования глубины шпуров (к. и. ш.) (η); коэффициент излишка сечения выработки (к. и. с.) (μ); степень нарушенности законтурного массива горных пород в выработках, характеризующаяся их устойчивостью; качество дробления взорванной породы, характеризуемое коэффициентом разрыхления (K_p), процентом выхода негабаритных кусков породы, средним диаметром куска (d_{cp}); характер навала и расстояние отброса от забоя отбитой породы.

При взрывании комплекта шпуров в забое выработки порода отрывается от массива не на всю глубину шпуров, а на основную часть их. Донная часть шпуров в той или иной мере остается неиспользованной в виде так называемых стаканов.

Отношение использованной части общей суммарной глубины шпуров Σl_0 к полной их общей суммарной глубине Σl называют коэффициентом использования глубины шпуров η . Повышение к. и. ш. к значению, близкому к единице, при проведении выработок, особенно в крепких породах, способствует увеличению скорости проходки выработки, повышению производительности труда и эффективности использования оборудования.

Как показывает практика, значение к. и. ш. при проходке выработок в крепких породах обычно изменяется от 0,75 до 0,98, снижаясь при прочих равных условиях с увеличением глубины шпуров вследствие влияния зажима породы. Переход на шпуров значительной глубины при механизированном бурении позволяет увеличить скорость проведения горных выработок и полнее использовать горнопроходческие машины.

По данным передового опыта современной технологии и механизации горнопроходческих работ наименьшая трудоемкость (чел-смен/м³) достигается при глубине шпуров 2—3,2 м в соответствующих условиях.

При оптимальных параметрах буровзрывных работ значение к. и. ш. в ряде случаев достигает единицы даже в весьма крепких породах. При прочих равных условиях (крепость пород, сечение выработки, диаметр, глубина, число и коэффициент заполнения шпуров) с увеличением удельного расхода ВВ к. и. ш. вначале увеличивается и достигает своего оптимального значения, обеспечивая высокие показатели взрывных работ, а затем снижается. Это объясняется тем, что для размещения большого количества ВВ необходимо увеличивать коэффициент заполнения или число шпуров. Это обуславливает перепемельчение взрываеваемой породы и излишние потери энергии взрыва.

С увеличением глубины шпуров при прочих равных условиях к. и. ш. вначале увеличивается, а затем снижается. При этом в донной части взрываеваемых шпуров ухудшается дробимость породы и увеличивается зона растрескивания породы в забое выработки.

Максимальное значение к. и. ш. не всегда является положительным показателем эффективности буровзрывных работ, так как он не всегда сопровождается минимальной затратой времени и труда, отнесенной к 1 м продвижения выработки. При проведении горных выработок рациональным является оптимальное значение к. и. ш., при котором обеспечиваются минимальные затраты времени проходческого цикла, отнесенные к 1 м продвижения забоя выработки.

При варывании шпуров порода отрывается не в пределах проектного сечения, а с некоторым излишком его, т. е. перебором пород.

Качество оконтуривания забоя выработки оценивают коэффициентом излишка сечения μ , представляющим собой отношение фактической площади поперечного сечения выработки в проходке $S_{пр}$ к ее проектной площади.

Правильное ведение буровзрывных работ обеспечивает значение μ , равное 1,02—1,06, в зависимости от площади поперечного сечения (чем больше S , тем меньше μ). По данным практики, при проведении выработок в крепких породах значение к. и. с. достигает 1,10—1,25 и более, что является отрицательным показателем производства буровзрывных работ. Это указывает на недооценку возможности правильной разметки шпуров на забое, особенно оконтуривающих, выполняемой часто без шаблонов и соответствующих приспособлений. Придание оконтуривающим шпурам завышенного угла наклона, несоблюдение расположения и глубины выбуриваемых шпуров в пределах заданных значений являются основными причинами, приводящими к увеличению излишка сечения выработки. При повышении к. и. с. увеличивается трудоемкость работ по дополнительной уборке породы и по креплению выработок из-за необходимости забучивания увеличенных зазоров за крепью.

Следовательно, одной из важных задач совершенствования буровзрывных работ является не только достижение оптимального значения к. и. ш., но и минимального значения к. и. с. за счет сокращения переборов породы и связанных с этим непроизводительных затрат времени, труда, материалов, энергии. Особенно это важно при проведении горных выработок с обуриванием забоев ручными перфораторами, когда значение к. и. с. превышает 1—1,3.

Согласно строительным нормам и правилам (СНИП) увеличение проектных размеров со стороны кровли и стенок горной выработки в результате излишне разрушаемой породы (переборов) не должно превышать в каждом направлении 100 мм для пород с $f \geq 8$ и 75 мм для пород с $f = 1,5 \div 7$. Одним из главных направлений по сокращению непроизводительных и стоимостных затрат за счет излишней выемки породы является применение так называемого метода контурного (гладкого, гладкостенного) взрывания. Этот метод сводится к соответствующему параллельному взаиморасположению шпуровых зарядов относительно вновь образующейся обнаженной поверхности, соотношению диаметра шпура к диаметру заряда ВВ, подбору соответствующих типов ВВ и средств варывания, очередности инициирования шпуровых зарядов, выполнению специальной конструкции зарядов оконтуривающих шпуров.

Применение метода контурного взрывания позволяет обеспечивать минимальную степень нарушенности законтурного массива пород со следами шпуров на стенках и кровле выработки и ее высокую устойчивость (рис. 1). Физический смысл контурного взрывания заключается в том, что в результате соответствующего взаиморасположения шпуров и применения в них воздушных промежутков или специальных зарядов достигается более равномерное распределение энергии взрыва при его воздействии на взрываемый массив. Воздушные промежутки в шпурах служат своеобразным компенсатором, тормозящим скорость развития поршневого действия продуктов детонации на стенки шпура до вовлечения взрываемого массива волнами напряжений в предразрушающее состояние, снижая тем самым пластические деформации породы в глубь массива и направляя таким образом действие взрыва по линии наименьшего сопротивления. При этом сплошность окружающих выработку пород нарушается минимально, если оконтуривающие шпуры взрываются электродетонаторами мгновенно при правильно выбранном интервале их замедления по отношению к взрыванию вспомогательных шпуров, обеспечивающих предварительное образование дополнительной обнаженной поверхности.

На качество оконтуривания и степень нарушенности законтурного массива в значительной мере влияет диаметр шпуров и размещаемых в них зарядов ВВ. С уменьшением диаметра шпуров качество оконтуривания повышается. В Кривбассе при проведении вертикальных стволов в крепких породах для снижения переборов пород вместо диаметра шпуров 52 мм стали применять



Рис. 1. Общий вид кровли выработки, пройденной методом контурного взрывания с оставлением гладкой поверхности и следов шпуров

диаметр 46, а затем 40 мм. Это позволило снизить переборы пород в 2—3 раза и довести их до норм, предусмотренных СНИП.

Опыты по применению шпуров диаметром 36 мм и 32 мм показали лучшие результаты буровзрывных работ, особенно при проходке горизонтальных выработок малого сечения. На рудниках цветной металлургии при проходке выработок в крепких породах успешно зарекомендовали себя шпурсы диаметром 36 мм при применении детонита 10А и 6А в патронах диаметром 28 мм, за счет чего производительность труда на выемке породы повысилась на 30—40%. Для врубовых шпуров увеличение их диаметра может быть целесообразным. На подземных рудниках Кривбасса при проведении горных выработок в настоящее время повсеместно применяют шпурсы диаметром 40 мм. В зарубежной практике проведения горных выработок в крепких породах заметна тенденция к уменьшению диаметра шпуров до 22 мм.

Практика показывает, что при проведении горных выработок в крепких породах, особенно горизонтальных, нередко фактические контуры их характеризуются к. и. с. в 2—3 раза больше допустимого, поверхность кровли и стен имеют значительные неровности, пересекаемые выработкой породы сильно нарушаются в приконтурной области. Неровность контура выработки приводит к неравномерному распределению напряжений по контуру и снижает устойчивость незакрепленных горных выработок, существенно увеличивая их аэродинамическое сопротивление и усложняя возведение крепи. Эффективность применения бетонной, набрызг-бетонной и комбинированной крепей в значительной мере определяется уменьшением объема вывалов и переборов породы, степенью неровности контура выработки. Оценку качества оконтуривания выработок производят с помощью разработанного ВНИИЦветмет полуавтоматического самозаписывающего прибора ПСК.

Качественное дробление взорванной породы в значительной мере повышает производительность породопогрузочных машин, способствует более эффективному применению сосудов для уборки и выдачи породы на поверхность, удлиняет сроки их эксплуатации. На производительность породопогрузочных машин в значительной мере оказывает влияние также кучность навала и расстояние отброса от забоя взорванной породы.

§ 3. Взрывчатые вещества и средства взрывания

Разнообразие горно-геологических условий проходки выработок обусловило необходимость иметь разнообразный ассортимент промышленных ВВ (табл. 1).

Из общих требований к ВВ в первую очередь относятся безопасность и эффективность их применения, а также стабильность

Таблица 1

ВВ	Расчетные характеристики			Экспериментальные характеристики							
	теплота взрыва (вода—пар), ккал/кг	полная идеальная работа взрыва, ккал/кг	удельный объем газов, л/кг	плотность патронов, г/см ³	работоспособность, мм	бризантность, мм	расстояние передачи детонации между патронами, см				скорость детонации, км/с
							сухими		после выдержки в воде на глубине 1 м в течение 1 ч		
							диаметр, мм		диаметр, мм		
32	36	32	36								
Амофит № 6ЖВ	1030	850	895	1,0—1,2	360—380	14—16	5—9	7—12	3—6	4—10	3,6—4,8
Аммонал водоустойчивый	1180	940	845	0,95—1,1	400—430	16—19	4—8	6—12	3—5	4—8	4,0—4,5
Аммонал скальный № 3	1360	1060	810	1,0—1,1	450—470	18—20	7—12	8—14	5—10	6—12	4,0—4,5
Аммопит скальный № 1	1292	1055	830	1,43—1,53	450—480	22—28 (прессованный)	—	5—10	—	4—7	6,0—6,5
Детонит М	1382	1030	832	1,0—1,3	460—500	17—22	8—22	10—26	6—15	8—20	4,9—5,2
Динафталит	975	790	920	1,0—1,15	320—350	15—16	3—7	4—9	2—5	—	—
Граммонал А-8	1285	1060	860	0,85—0,90 1 при пневматическом зарядании	420—440	8—10	—	—	—	—	3,8—4,0
Грапулит АС-8	1030	850	895	То же	360—380	18—20	—	—	—	—	3,5—4,2

Взрывчатые работы как основной способ разрушения пород

эксплуатационных свойств в течение гарантийного срока использования.

За рубежом для шпурового метода взрывных работ ВВ выпускаются в патронах диаметром 15, 16, 20, 22, 25, 28, 30 мм. При этом патроны ВВ нередко имеют сравнительно большую длину. Так, например, в Канаде выпускаются ВВ марки В1-128 в патронах диаметром 16 мм и длиной 610 мм. В СССР в патронах диаметром 24 и 28 мм выпускают детониты.

Рекомендуемый ассортимент отечественных ВВ, применяемых при проходке горных выработок в крепких породах, несколько расширен и содержит в себе большие возможности для выбора ВВ применительно к условиям производства буровзрывных работ (табл. 2). При проведении горных выработок в крепких породах наиболее широко применяют патронированные аммиачно-селитренные ВВ: скальный аммонит № 1, детониты, аммонит № 6ЖВ, динафталит и др. В последние годы находят широкое применение россыпные ВВ (гранулит АС-8) при механизированном зарядании шпуров. В ряде случаев при проходке горизонтальных и камерных выработок в крепких, вязких и трудновзрываемых породах успешно применяют комбинированные заряды, состоящие у дна шпура из высокобризантных ВВ (скального № 1, детонита) и ближе к устью шпура из менее бризантных ВВ (аммонита № 6ЖВ, динафталита), занимающих 35—50% общей длины заряда.

Аммонит скальный № 1 является одним из наиболее мощных ВВ, применяемых при проходке выработок в крепких породах. Высокие его работоспособность и водостойчивость обеспечили ему успешное применение в сложных гидро-геологических условиях при проведении выработок по крепким, весьма крепким и обводненным породам в труднодоступных местах, где эффективность других более дешевых ВВ является недостаточной. Возможность развивать мощный первоначальный импульс позволяет применять его в качестве боевика при иницировании зарядов, сформированных из менее работоспособных, но не таких дорогих ВВ, а также в комбинированных зарядах, где требуется различное их взрывное воздействие на разрушаемый массив пород по длине шпуров. Аммонит скальный № 1 очень чувствителен к внешним воздействиям, особенно к механическим, поэтому при механизированном зарядании изготовление промежуточных детонаторов из его патронов не допускается.

По эффекту взрывной отбойки крепких пород он на 20—25% выше аммонита № 6ЖВ. В настоящее время его выпускают в основном в прессованном виде в патронах диаметром 36 мм длиной 180 мм и массой 250 г. Скальный аммонит № 1 в 3 раза дороже обычных аммонитов, его целесообразно применять только для отбойки весьма крепких и крепких трудновзрываемых и обводненных пород, особенно при проходке вертикальных и наклон-

Таблица 2

Условия размещения зарядов ВВ	Породы крепкие и весьма крепкие (стоимость бурения 1 дм ³ 0,75 руб.)	Породы средней крепости (стоимость бурения 1 дм ³ 0,50 руб.)	Породы слабые (стоимость бурения 1 дм ³ 0,25 руб.)
Шпуры в сухих проходческих и очистных забоях	Аммонит скальный № 1 Аммонал скальный № 3 Аммонал водостойчивый Аммонит № 6ЖВ Граммонал А-8 * Гранулит АС-8 * Гранулит АС-4 * Детонит М Динафталит Игданит *	Аммонит скальный № 1 Аммонал скальный № 3 Аммонал водостойчивый Аммонит № 6ЖВ Граммонал А-8 * Гранулиты АС-8 * Гранулиты АС-4 * Детонит Игданит *	Аммонал водостойчивый Аммонал скальный № 3 Аммонит № 6ЖВ Граммонал А-8 * Гранулиты М, АС-4, АС-8 * Детонит М Динафталит Игданит
Шпуры в обводненных проходческих и очистных забоях	Аммонит скальный № 1 Аммонал водостойчивый Аммонит № 6ЖВ Детонит М	Аммонит скальный № 1 Аммонал водостойчивый Аммонит № 6ЖВ Детонит М Динафталит	Аммонал водостойчивый Аммонит № 6ЖВ Динафталит
Шпуры при проходке стволов шахт	Аммонит скальный № 1 Аммонал водостойчивый Аммонит № 6ЖВ Детонит М	Аммонит скальный № 1 Аммонал водостойчивый Аммонит № 6ЖВ Детонит М Динафталит	Аммонал водостойчивый Аммонит № 6ЖВ Динафталит

* ВВ выпускаются россыпью для механизированного заряжания.

ных стволов и других выработок, проходимых сверху вниз. Из-за высокой отпускной цены он не рекомендуется для широкого применения, но успешно может применяться совместно с другими менее эффективными, но более дешевыми ВВ, в частности, для заряжания врубовых шпуров, что обеспечивает хороший взрывной и экономический эффект. К недостаткам этого ВВ следует отнести случаи неполной детонации в удлиненных зарядах (особенно при длине зарядов более 2 м) при инициировании их с торца, жесткость патронов, неудобство при изготовлении патронов-боевиков и при заряжании восстающих шпуров. При проходке стволов шахт в крепких породах, как правило, применяют только

скальный аммонит № 1 прессованный, при проходке горизонтальных и камерных выработок — скальный аммонит № 1 совместно с динафталитом или аммонитом № 6ЖВ в составе комбинированных зарядов ВВ.

Детониты обладают повышенными работоспособностью и детонационной способностью. Детониты выпускают в патронах диаметром 24, 28, 32 и 36 мм. За счет наличия в их составе жидких нитроэфиров они лучше уплотняются, чем обычные аммониты. По взрывному эффекту, выявленному в производственных условиях проведения выработок в крепких породах, детониты на 15—20% превосходят аммониты № 6ЖВ, динафталит и водоустойчивый аммонал. Детонит М по показателям взрыва приближается к аммониту скальному № 1, но будучи в 1,5 раза дешевле его, является более выгодным. Несмотря на сравнительно высокую стоимость применение детонитов в ряде случаев может быть экономически целесообразнее, чем аммонитов № 6ЖВ, скального аммонита № 1, водоустойчивого динафталита. Значительную часть всех детонитов применяют при проведении выработок в крепких породах на подземных рудниках цветной металлургии. Это обусловлено не только повышенной мощностью по сравнению с обычными аммонитами и динафталитами, но и безотказностью и большой эффективностью применения их в самых тяжелых условиях (повышенная обводненность, крепость и вязкость пород). При существующих в настоящее время отпускных ценах на промышленные ВВ наибольшее преимущество от применения детонитов достигается при проходке горных выработок в обводненных, крепких и трудновзрываемых породах и особенно при взрывании шпуров небольшого диаметра. Это объясняется высокой способностью детонитов к передаче детонации от патрона к патрону в шпуровых зарядах на сравнительно большие расстояния. Например, патроны детонита диаметром 32 мм передают детонацию от патрона к патрону в открытых зарядах на 20—25 см, а в шпурах — до 50 см, в то время как это расстояние для патронов аммонита № 6ЖВ составляет обычно 4—5 см. Это свойство детонитов позволяет широко применять их при формировании рассредоточенных зарядов для обеспечения контурного взрывания пород. В связи с содержанием в детонитах до 15% жидких нитроэфиров они несколько более, чем обычные аммониты, чувствительны к механическим воздействиям и поэтому требуют большой осторожности в обращении. По водоустойчивости детониты значительно превосходят обычные аммиачно-селитренные ВВ, что очень важно при проходке и углубке стволов шахт. Существенным недостатком детонитов, несколько ограничивающим их распространение, является физиологическое воздействие паров нитроэфиров, вызывающее иногда головную боль у персонала, занятого изготовлением патронов-боевиков и заряданием шпуров.

Так как это явление (как правило, головная боль через 3—5 дней проходит) обусловлено специфическим воздействием паров нитроэфиров через кожу на кровообращение и нервную систему работающих, зарядание необходимо производить так, чтобы не допускать попадания порошка детонита на открытые части тела, и сокращать время нахождения взрывников в забоях, подготовляемых к взрыванию.

Аммонит № 6ЖВ является наиболее распространенным в горнорудных шахтах патронированным ВВ. Изготавливают его в патронах диаметром 32 мм длиной 250 мм и массой 200 г. Используется на всех видах горнопроходческих работ; применяется для формирования зарядов в шпурах при ручном зарядании, а также для изготовления боевиков. В ряде случаев аммонит целесообразно применять для взрывания шпуров во влажных условиях по породам средней крепости и крепким, т. к. он обладает хорошей водостойкостью.

Гранулит АС-8 представляет собой металлизированный гранулированный динамоп повышенной мощности. Имеет серебристо-серый цвет, по внешнему виду напоминает дробь размером 1—3 мм, на ощупь маслянистый.

По теплоте взрыва и работоспособности он почти не уступает детониту. Не слеживается и сохраняет сыпучесть при хранении, отличается низкой чувствительностью к механическим воздействиям. Для иницирования его необходим промежуточный детонатор (боевик), например, скальный аммонит № 1 или детонит, а при отсутствии их — аммонит № 6ЖВ, водостойчивый аммонал. Выпускается в россыпном виде, в мешках. Это ВВ пригодное к механизированному заряданию шпуров с использованием пневмозарядчиков эжекторного, магнетательного и комбинированного действия. Вследствие своей сыпучести это ВВ не зависает в бункере зарядчика (не образует сводов), хорошо транспортируется по зарядным плангам диаметром 28 мм и более и с высокой плотностью укладывается в шпурах. Высыпание его из ведущих шпуров наблюдается при угле их наклона к горизонтали более 40°.

При механическом способе зарядания гранулит АС-8 значительно превосходит по взрывной и экономической эффективности порошкообразные патронированные ВВ типа аммонита № 6ЖВ, что объясняется повышенной плотностью зарядания.

Гранулированные и водонаполненные ВВ обладают рядом преимуществ перед патронированными: невысокой стоимостью, пониженной чувствительностью к механическим воздействиям и хорошей транспортабельностью, что создало необходимые предпосылки для механизации их доставки и зарядания. Возможность формирования из этих ВВ зарядов с высокой плотностью способствовала дальнейшему увеличению эффективности

взрывных работ. Представителем нового типа ВВ являются акваниты, в которых одним из компонентов является вода. Это аммиачно-селитренное ВВ, пластифицированное водными растворами нитратов со специальным загустителем. В качестве сенсбилизатора использованы тротил и гексоген.

Грубодисперсная структура гранулированных и специфический состав водонаполненных ВВ снижает их чувствительность к обычным средствам инициирования. Детонационные свойства гранулированных ВВ снижаются также при попадании в их состав посторонних предметов — частиц породы. Поэтому при механизированном зарядании следует особое внимание уделять чистоте ВВ. Для инициирования гранулированных и водонаполненных ВВ применяют мощные промежуточные детонаторы. Установлено, что достаточный первоначальный импульс всему шпуровому заряду гранулированных ВВ создается при использовании в качестве боевиков промежуточного капсюля-детонатора или электродетонатора с патроном штатного ВВ массой 150—200 г. Специфической особенностью гранулированных ВВ является их пыление при механизированном пневмозарядании. Пыление — способность сыпучих ВВ при обращении с ними загрязнять атмосферу мелкодисперсными частицами, которые, попадая в организм человека или даже на его тело, вызывают различные заболевания, особенно когда в пыли ВВ содержатся чешуйки тротила.

За последние годы значительно расширен ассортимент отечественных средств взрывания. Для обеспечения детонации промышленных ВВ в шпуровых зарядах применяют следующие средства взрывания (инициирования): капсюли-детонаторы, электродетонаторы, детонирующие шнуры, огнепроводные шнуры и средства зажигания огнепроводного шнура (электрозажигательные патрончики). Все капсюли-детонаторы по устройству сходны между собой и отличаются в основном материалом гильзы и наружным диаметром (от 7,05 до 7,65 мм).

В настоящее время отечественной промышленностью выпускается несколько видов электродетонаторов мгновенного, замедленного и коротко-замедленного действия (табл. 3). При этом сопротивление мостика и проводов электродетонаторов ЭД-8Э, ЭД-8Ж, ЭД-П, ЭД-9-60 составляет 1,6—4,8 Ом, а электродетонаторов ЭДКЗ-25 и ЭДЗД-2,0—7,5 Ом.

В последнее время создано дополнительно несколько типов электродетонаторов. Представляют наибольший интерес из них электродетонаторы короткозамедленного действия ЭДЗН, содержащие 30 ступеней замедления в пределах от 15 до 1000 мс, а также электродетонаторы ЭДКЗ-15. Первые 10 ступеней (от 15 до 150 мс) ЭДЗН имеют интервал замедления 15 мс, 6 следующих (от 175 до 300 мс) — 25 мс и последние 14 ступеней (от 350 до

Таблица 3

Тип электродетонатора и характер действия	Интервалы замедления	Разброс во времени срабатывания	Номер серии
ЭД-8э, ЭД-8ж, ЭД-п, ЭД-9-60 мгновенный (120—140 руб.) *	0	—	—
ЭДКЗ-25, (128—154 руб.)*	25 мс	± 10 мс	1
	50 мс	± 10 мс	2
	75 мс	(+15)—(—10) мс	3
	100 мс	(+30)—	4
	150 мс	(—5) + (45)	5
	250 мс	+ (—15) мс ± 50 мс	6
ЭДЗД, (138—162 руб.) *	0,5 с	(+0,05)—(—0,15) с	7
	0,75 с	(+0,125)(—0,15) с	8
	1,0 с	(+0,30)—(—0,075) с	9
	1,5 с	(+0,35)(—0,15) с	10
	2,0 с	(+0,6)(—0,1) с	11
	4,0 с	± 0,5 с	12
	6,0 с	± 0,6 с	13
	8,0 с	± 0,9 с	14
	10,0 с	+1,6 —0,8 с	15

* Цена за 1000 штук.

1000 мс) — через 50 мс. ЭДЗН по конструкции и размерам аналогичны ЭД-КЗ с азидом свинца и отличаются от них рецептурой и технологией приготовления замедляющих составов. Разброс при срабатывании ЭДЗН для первых 10 ступеней составляет ± 7 мс, для следующих шести ± 12 мс и для остальных ± 24 м/с.

ЭДКЭ-15 — мощные электродетонаторы, по конструкции и размерам аналогичны ЭДЗН, но имеют навеску бризантного ВВ 1,5 г вместо 1 г, как у ЭДЗН. На бирке ЭД имеется номер серии замедления и буква м, что означает мощный. Время срабатывания ЭДКЭ-15 следующее: 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 мс и разброс ± 7 мс. Применение ЭДКЭ-15 особенно целесообразно для взрывания крепких и весьма крепких пород.

Тип ВВ и средств взрывания для отбойки крепких пород выбирают в зависимости от их физико-механических свойств.

Для весьма крепких пород применяют, как правило, высокобризантные ВВ с плотностью $\rho = 1,4 \text{ г/см}^3$, скоростью детонации 6,5 км/с. При отбойке пород с $f \leq 12$ применяют низкобризантные ВВ с плотностью $\rho = 1,0 \div 1,1 \text{ г/см}^3$ и скоростью детонации

≤ 4 км/с. В качестве средств взрывания применяют электродетонаторы мгновенного действия ЭД-8а, замедленного действия ЭДЗД с замедлениями 0,25; 0,5; 1; 1,5; 2; 4; 6 и 8 с; короткозамедленного действия ЭДКЗ с замедлениями 25, 50, 75, 100, 150 и 200 мс. При проведении горных выработок в крепких и весьма крепких породах наиболее целесообразным является применение электродетонаторов ЭДКЗ с числом замедлений между взрывами групп шпуров более 5—7. При этом между взрывами врубовых и вспомогательных шпуров должен соблюдаться интервал времени не менее 75—100 мс. При короткозамедленном взрывании крепких пород и правильном выборе очередности взрывания шпуров увеличивается степень использования энергии взрыва и улучшается дробление породы, уменьшается вибрация боков и кровли выработки, повышается сохранность окружающих выработку пород в ненарушенном виде, уменьшается расход числа шпуров в ВВ.

§ 4. Влияние конструкции шпуровых зарядов и их параметров на эффективность отбойки крепких пород

Эффективность буровзрывных работ зависит не только от типа ВВ, диаметра, глубины, числа и схемы расположения шпуров, но и от конструктивно правильного размещения заряда ВВ в шпуре, т. е. от подбора оптимальной конструкции шпурового заряда применительно к конкретным условиям взрывания. Под конструкцией заряда понимается не только форма самого заряда, но и форма зарядной камеры, соотношение объемов зарядной камеры и заряда по длине и в поперечном сечении, месторасположение и вид инициатора в нем, наличие или отсутствие забойки, ее параметры, материал.

В последние годы советскими исследователями в области разрушения горных пород с помощью шпуровых зарядов выполнены работы, в которых были освещены многие весьма важные стороны механизма взрывного действия заряда. Однако параметры конструкции шпуровых зарядов до настоящего времени остаются мало исследованной областью, особенно при взрывании крепких пород при проведении выработок. Поэтому на практике имеется ограниченный перечень рекомендаций по выбору оптимальных параметров конструкции шпуровых зарядов для взрывания крепких пород в конкретных условиях. Следовательно, изыскание эффективных параметров конструкции шпуровых зарядов остается на сегодняшний день важной задачей взрывного дела. Современное состояние изученности проблемы управления механизмом взрывного действия зарядов ВВ и разрушения пород

в зависимости от условий взрывания не полностью удовлетворяет потребности практики. Сложность и многообразие схем взаимодействия зарядов ВВ с разрушаемой крепкой породой в общем явлении взрыва, зависящем как от ее свойств, так и от параметров конструкции зарядов ВВ, затрудняют, а в ряде случаев исключают возможность получения общих теоретических решений. Трудности отыскания общих теоретических решений усугубляются еще и отсутствием достаточно разработанной теории разрушения крепких пород взрывом зарядов ВВ, сложностью определения констант, характеризующих свойства взрываеваемых пород в массиве, необходимостью учета энергетических свойств ВВ и фактора времени их действия и т. д. Поэтому определение наиболее рациональных параметров конструкции шуровых зарядов применительно к условиям взрывания должно базироваться главным образом на рабочих гипотезах, достоверность которых должна подтверждаться экспериментальными исследованиями, наблюдениями, опытом. Такой путь по мере совершенствования экспериментальной базы позволяет получать все более эффективные решения практических задач и одновременно является надежной базой для дальнейшего развития теории.

Основной конструкцией зарядов при проведении горных выработок является сплошной колонковый удлиненный заряд. При отбойке крепких горных пород энергия взрыва его далеко не полностью переходит в механическую работу разрушения. Наряду с затратами на непроизводительные формы работы (деформацию породы в ближних зонах) значительная часть энергии в результате неполной отдачи ее взрываеваемой породе выбрасывается из устья шуров в атмосферу с продуктами детонации, процесс взрывчатого превращения которых не окончился. Эти потери энергии взрыва расходятся на нагрев окружающей атмосферы, на образование ударных воздушных волн (УВВ), вредно воздействующих на выработки, устройства в них и т. д.

Коэффициент полезного использования энергии взрыва шуровых зарядов в подземных горных выработках составляет 0,5—3%, скважинных зарядов на карьерах — 5—7%, а зарядов рыхления — 20—30%. Обуславливается это, видимо, не только специфическими условиями взрыва зарядов ВВ в шпурах при значительно большем зажиме пород в горных выработках, создающем большое сопротивление их взрывной отбойке, чем на карьерах, а главным образом недостаточной изученностью применяемых параметров конструкции шуровых зарядов. Очевидно, наиболее высокий коэффициент полезного использования энергии взрыва у зарядов рыхления, достаточно удаленных от обнаженной поверхности, достигается тем, что в этом случае до разрушения породы продукты детонации не сообщаются с внешней атмосферой или сообщаются с ней лишь в последней стадии их расширения.

Из этого следует, что эффективность использования энергии взрыва заряда ВВ в значительной мере зависит от времени изоляции продуктов детонации от сообщения с внешней атмосферой: чем оно больше, тем выше энергетический коэффициент полезного действия взрыва. Современные экспериментальные исследования показывают, что на качество взрывания пород значительное влияние оказывает не только величина давления на фронте волны, но также время действия взрыва на взрываемый массив, т. е. продолжительность давления продуктов детонации, от которой зависят интенсивность волны напряжений и ее параметры: максимальное давление на фронте, длина и форма, удельный импульс. Передача энергии взрыва разрушаемой породе действием прямой волны сжатия, отраженной волны растяжения, прорастание радиальных и концентрических трещин, таким образом, могут быть усилены за счет достижения более длительного достаточно высокого давления продуктов детонации в шпуре путем увеличения времени их изоляции. Естественно, это может обеспечиваться повышением степени замкнутости заряда в шпуре за счет правильного выбора глубины его заложения и герметизации надежной, достаточно сопротивляемой забойкой и, главное, за счет инициирования особенно удлиненного заряда от дна шпура, что на определенный промежуток времени предотвращает преждевременное истечение и сообщение продуктов детонации с внешней атмосферой.

Поэтому в последнее время стали уделять большое внимание параметрам конструкции заряда, во многом предопределяющей эффективное использование энергии взрыва. Установлено, что определенное уменьшение плотности заряжания не ухудшает, а в ряде случаев улучшает результаты взрыва. Снижение пикового давления продуктов детонации и более длительное удержание их в зарядной камере за счет воздушных промежутков положительно сказывается иногда на дроблении массива, снижении выхода негабаритов и мелочи. Тем не менее четких методических указаний по выбору рациональных параметров конструкции зарядов, особенно для взрывания крепких пород, до настоящего времени нет. Поэтому параметры зарядов для взрывания пород обуславливаются, исходя из принимаемого удельного расхода ВВ, что часто не приводит к наилучшим результатам взрыва. Использование параметров конструкции и взаиморасположения шпуровых зарядов, исходя из опыта буровзрывных работ в аналогичных условиях, приводит к занижению или завышению л. н. с. и соответственно к простреливанию шпуров с образованием «стаканов», неравномерному дроблению породы, значительному отбросу породы от забоя, переборам сечений выработок, чрезмерному нарушению контурного массива, образованию заколов и т. д.

Развитие взрывного дела в настоящее время уже позволяет

в ряде случаев решать вопросы об управлении действием взрыва зарядов ВВ для получения заданного объема разрушения в пределах проектного контура с необходимой степенью дробления при минимальных затратах труда, времени и средств. Достичь этого можно также за счет конструктивно правильного размещения зарядов и инициаторов в шпурах применительно к условиям их взрывания.

Следовательно, повышение эффективности буровзрывных работ за счет правильного выбора параметров конструкции шпуровых зарядов имеет большое значение для практики и является актуальной задачей, так как способствует повышению производительности труда и снижению себестоимости горнопроходческих работ.

К о э ф ф и ц и е н т з а п о л н е н и я ш п у р а (отношение длины заряда к длине шпура) оказывает большое влияние на результаты взрыва: чем меньше расстояние от заряда до устья шпура, тем больше дальность отброса породы, хуже качество ее дробления, ниже к. и. ш. При чрезмерном заглублении заряда ухудшается дробление породы, снижается к. и. ш. Для достижения наиболее эффективного взрывного действия зарядов расстояние торца его от устья должно быть оптимальным. По данным исследований проф. Э. О. Миндсли, коэффициент заполнения имеет оптимальные значения для зарядов диаметром 32 мм — 0,6—0,7; для зарядов диаметром 45 мм — 0,4—0,5, а для зарядов диаметром 55 мм — 0,3—0,4. Уменьшение коэффициента заполнения шпуров с увеличением диаметра считается закономерным, так как с увеличением диаметра заряда величина и концентрация энергии его соответственно возрастают. В. А. Чекарев выявил, что с увеличением глубины шпуров коэффициент заполнения шпуров снижается. Очевидно, самый рациональный коэффициент заполнения шпура зарядом будет в том случае, когда заряд будет работать не на выброс породы по направлению его оси, а на разрушение ее в радиальном направлении. Анализ исследований показывает, что более рациональным параметром конструкции заряда следует считать не коэффициент заполнения шпура, а глубину заложения заряда, зависящую от диаметра и длины его, типа ВВ, свойств взрывааемых пород и от прочих конструктивных его параметров.

В практических руководствах по этому вопросу нет четких рекомендаций для эффективного применения шпуровых зарядов. Так, в справочнике по горнорудному делу рекомендуется врубовые шпуры заполнять на 0,65—0,75, а остальные на 0,7—0,75 их длины. «Руководством по буровзрывным работам при проведении горных выработок» рекомендуется заполнять шпуры при диаметре зарядов 32 и 35 мм на 0,7—0,75, а при диаметре зарядов 45 мм — на 0,5—0,75.

В практике взрывного дела все еще считают, что длина заряда должна заполнять $\frac{2}{3}$ длины шпура, остальную часть нужно заполнять забойкой.

По данным ИГД СО АН СССР оптимальная длина заряда, обеспечивающая максимальный отрыв породы, составляет 0,7—0,75 длины шпура, и эффект забойки имеется только во врубовых шпурах, так как при зарядании отбойных шпуров с забойкой увеличения отрыва породы не достигается.

Из анализа этих рекомендаций следует, что они нечетки, находятся в весьма широких пределах и даны лишь для случая прямого инициирования зарядов, исходя из практики. Для обратно инициируемых зарядов по параметрам их заглубления рекомендаций нет. Влияние типа ВВ, плотности заряжения, наличия или отсутствия забойки в зависимости от места расположения инициатора в заряде на величину его заглубления также не исследовано.

Забойка шпуровых зарядов является одним из основных параметров конструкции заряда и в значительной мере оказывает влияние на эффективность действия взрыва, однако мнения специалистов по поводу применения забойки расходятся.

Сторонники беззабоечного взрывания исходят из того, что забойка нужна была при применении черного пороха с его невысокой скоростью детонации и постепенным нарастанием давления продуктов детонации. Забойка должна была обеспечивать замкнутость зарядной полости, по крайней мере, до достижения максимального давления к моменту окончания детонации заряда. В настоящее время при применении ВВ, детонирующих со скоростью 6—7 км/с, давление нарастает почти мгновенно, и поэтому забойка теряет свое значение. В качестве другого более убедительного довода приводят волновую теорию разрушения горных пород взрывом, согласно которой крепкие породы разрушаются за счет энергии ударной волны, возникшей при детонации заряда. Роль последующего воздействия продуктов детонации при этом сводят к минимальному значению — увеличению скорости движения кусков раздробленной породы, поэтому забойка не требуется для сохранения давления продуктов детонации в зарядной полости. Для подтверждения неэффективности забойки опыты проводили без предварительного установления минимальной для данных условий длины заряда и оптимального значения его заглубления. Если энергия заряда ВВ больше необходимой, а длина забойки недостаточная, невозможно установить различие в эффективности взрыва с забойкой и без нее. Практически беззабоечное взрывание приводит не только к повышению расхода ВВ, но и к увеличению числа шпуров, снижению к. и. ш.

Основной целью применения забойки является увеличение периода воздействия продуктов детонации на взрываемую породу

для наиболее полного использования энергии взрыва. Степень использования энергии взрыва зависит от того, в какой мере забойка оказывает сопротивление выбросу продуктов детонации из устья шпуров.

Эффективность забойки во многом зависит от качества применяемого материала: глины, песка, гранулированного шлака, гравия, буровой муки, водяных ампул и др. Наилучшие результаты достигаются при применении гранулированного шлака. Длина забойки определяется ее способностью преграждать путь движению продуктов детонации к устью шпура. В момент взрыва нижняя часть забойки уплотняется, образуя зону повышенной плотности, в которой забойка как бы расклипывается в шпуре, препятствуя выходу продуктов детонации. Чем дольше забойка будет препятствовать выбросу продуктов детонации из шпура до момента разрушения породы, тем будет больше использовано энергии взрыва.

М е с т о р а с п о л о ж е н и е и н и ц и а т о р а в ш п у р о в о м заряде является наиболее эффективным параметром его конструкции, в наибольшей степени предотвращающим преждевременное истечение продуктов детонации из шпура и позволяющим полное использовать энергию взрыва. При инициировании шпурового заряда от устья шпура время воздействия продуктов детонации на взрываемую породу и соответственно объем разрушения меньше, чем при инициировании от дна шпура. С увеличением крепости породы и при применении ВВ с большой скоростью детонации преимущество это снижается. Однако во всех случаях при инициировании заряда от дна шпура энергия взрыва используется более полно. Так как скорость детонации заряда ВВ является конечной величиной и развитие взрыва начинается непосредственно с момента возбуждения детонации, то скорость ее и время завершения реакции существенным образом определяют механику разрушения пород. Более длительное воздействие на взрываемую породу продуктов детонации при обратном инициировании способствует более полному взрывчатому превращению заряда ВВ и использованию энергии взрыва.

К о э ф ф и ц и е н т у д л и н е н и я з а р я д а (отношение длины заряда к его диаметру) оказывает существенное влияние на эффект взрыва.

Исследования показывают, что увеличение длины взрываемого заряда в шпуре приводит к постепенному росту величины зоны разрушения вокруг него. Этот рост прекращается после того, как длина заряда достигнет 36—40 его диаметров при применении низкобризантного ВВ и 46—48 диаметров при применении высокобризантных ВВ в крепких породах. Дальнейшее увеличение длины заряда не влияет на допустимую величину л. и. с. или радиуса разрушения.

Плотность заряда также оказывает существенное влияние на эффективность его взрывного действия. Естественно, что для врубовых шпуров нужна высокая плотность заряжения, а для оконтуривающих она может оказаться вредной, так как в данном случае при отбойке пород на вторую обнаженную поверхность плотность заряда должна быть оптимальной, обеспечивающей гладкостенную отбойку пород от массива.

Комбинированные заряды в последнее время нашли широкое применение при отбойке крепких пород без снижения эффективности взрыва по сравнению с применением зарядов из высокобризантных ВВ (скального аммонита № 1 или детонита) по всей их колонке. Практика показывает, что взамен высокобризантного ВВ со стороны устья можно размещать до 60% длины заряда низкобризантное ВВ.

Указанные параметры тесно связаны между собой и находятся в существенной зависимости от места инициатора в шпуровом заряде. При расположении патрона-боевика у дна шпура величина заглубления заряда увеличивается на 15—25% в зависимости от бризантности ВВ, влияние забойки заметно снижается с увеличением длины заряда ВВ, эффективность буровзрывных работ повышается.

§ 5. Современные теоретические представления о механизме разрушения крепких горных пород и пути управления им

В связи с мгновенностью протекания процесса взрыва (в сотые или тысячные доли секунды) образующиеся газообразные продукты его, расширяясь, динамически воздействуют на окружающую среду давлением и производят большую механическую работу по ее разрушению. Трудности изучения явлений, происходящих в процессе взрывного действия заряда ВВ, объясняемые его мгновенностью, разрушительным эффектом, непрозрачностью взрываемой среды, отсутствием до настоящего времени достаточно надежных технических средств исследования процесса, явились причиной различных современных теоретических представлений о механизме разрушения крепких горных пород. Согласно одной теории, основным разрушающим фактором является поршневое действие расширяющихся ПД, находящихся под высоким давлением; согласно другой — воздействие волн напряжений, возникающих в массиве крепких пород при взрыве заряда ВВ и распространяющихся от зарядной камеры во все стороны. Большая часть исследователей считает, что массив разрушается от совокупного воздействия волн напряжений и расширяющихся продуктов детонации, влияние каждого из которых проявляется в большей или меньшей мере в зависимости от физико-механиче-

ских свойств взрываемой среды и других параметров. При этом одни считают главным фактором, определяющим энергию взрывного воздействия заряда ВВ, поршневое действие продуктов детонации, другие — ударную волну.

На наш взгляд, массив крепких пород разрушается от комплексного воздействия волн напряжений и расширяющихся продуктов детонации, степень влияния каждого из которых проявляется в зависимости от свойств взрываемых пород, расположения зарядов относительно свободной поверхности (перпендикулярно, параллельно, близко, далеко); массы зарядов; типа ВВ; конструкции зарядов, в том числе главным образом от места инициирования их, наличия и качества забойки; взаиморасположения зарядов и др.

По А. Н. Ханукаеву, механизм взрывного разрушения горных пород зависит от их акустической жесткости, выраженной произведением плотности среды на скорость распространения продольной волны. В этой связи автор разделил породы на три группы: к первой группе он отнес крепкие породы с высокой акустической жесткостью, разрушаемые в основном действием прямых и отраженных волн; ко второй группе — трещиноватые породы средней крепости, разрушаемые от воздействия прямых и отраженных волн и поршневого действия расширяющихся газов; к третьей группе — слабые породы, разрушаемые от зарядной камеры в стороны, в основном под непосредственным воздействием расширяющихся продуктов детонации.

Отраженная волна в теории А. Н. Ханукаева по существу носит тот же характер, что и волна разряжения в теории А. Ф. Беляева и Г. И. Покровского.

Японский исследователь К. Хино считает, что основной объем разрушения обуславливается действием падающей отраженной волны напряжений в породах любой крепости в зависимости от их акустической жесткости, а действие г. . . ва ограничивается ускорением движения кусков породы, отбитых от массива.

Современные исследования показали, что механизм разрушения крепких горных пород под действием взрыва зависит не только от их физико-механических свойств, но и от величины взрывного импульса, действующего на стенки зарядной камеры, а также от других факторов. Так, например, трещины в массиве, встречающиеся на пути волны напряжений, могут быть значительной преградой, через которую энергия волны передается в меньшем количестве или совершенно не передается из-за отражения волны от трещины. Однако независимо от наличия или отсутствия трещин во взрываемом массиве и материала, заполняющего эти трещины, массив всегда разрушается под действием взрыва, что свидетельствует о немаловажной роли поршневого действия продуктов детонации в механизме разрушения крепких пород.

Как отметил А. Ф. Беляев, энергия волны напряжений, от которой зависят ее скорость, давление, импульс и т. д., составляет некоторую долю полной энергии взрыва. По нормам Союзварывпрома удельный расход аммонита при взрывании крепких камней составляет для наружных зарядов $2,1 \text{ кг/м}^3$, а для шпуровых только $0,3 \text{ кг/м}^3$. Можно примерно считать, что на фронте волны напряжений в данном случае передается только 14% полезно используемой энергии взрыва. Л. Д. Седвин при оценке взрывчатых свойств ВВ методом подводного взрыва определил соотношение энергии ударных волн и поршневого действия продуктов детонации (табл. 4).

Таблица 4

ВВ	Промежуточный детонатор	Средняя энергия, %	
		ударной волны	поршневого действия газов взрыва
Пентолит	А-30	40	60
Тетрил	А-30	40	60
Смесь гранулированной аммиачной селитры с нефтетопливом	Б-30	19	81
	Б-51	18	82
	Б-90	15	85

Хороший отрыв и дробление крепких горных пород, достигаемые при применении гранулированной селитры и нефтетоплива или гранулитовых ВВ, свидетельствуют о большом значении поршневого действия продуктов детонации в механизме разрушения крепких пород и о возможности уменьшения энергии на фронте волны напряжений без ущерба качеству буровзрывных работ. Следовательно, при изыскании основных путей повышения качества буровзрывных работ за счет более эффективного использования энергии взрыва зарядов ВВ необходимо прежде всего учитывать главные факторы, определяющие характер разрушения. Принципиальное значение здесь имеет вопрос о количестве энергии взрыва зарядов ВВ, затрачиваемой на разрушение крепких пород ударной волной и расширяющимися продуктами детонации. При этом вследствие уменьшения потерь энергии взрыва предотвращением преждевременного выброса продуктов детонации в призабойное пространство можно повышать эффективность взрывных работ.

Анализ современных теоретических представлений о механизме разрушения крепких пород приводит к выводу: различие этих представлений объясняется тем, что они не учитывают физическую сущность механизма взрывного действия зарядов ВВ.

Между тем изыскание путей максимального использования энергии взрыва зарядов ВВ на полезные формы разрушения для наиболее эффективной отбойки крепких пород невозможно без четкого представления о физической сущности механизма взрывного действия заряда ВВ на взрываемую среду и закономерностях рационального режима разрушения крепких пород.

В последние годы советские ученые внесли ясность в представление о физической сущности взрывного действия заряда ВВ на разрушаемую среду и создали предпосылки для более правильного понимания такого сложного процесса, как взрыв, и разработки путей более рационального использования его энергии. Обобщение этих исследований позволяет яснее представить механизм взрывного действия заряда ВВ, работу продуктов детонации в колонковом заряде, закономерности рационального режима отбойки крепких пород и на этой основе правильнее решать вопросы управления взрыванием. Механизм взрывного действия колонкового заряда ВВ характеризуется действием ударных волн, возникающих по мере детонации заряда и перерастающих в общую ударную волну к моменту окончания детонации заряда, и динамическим действием продуктов детонации с момента выравнивания их давления и мгновенного расширения. Разрушение же крепких пород происходит от комплексного действия ударных волн, передающих среде менее 50% энергии, и последующего динамического действия продуктов детонации, передающих разрушаемому породам более 50% энергии взрыва. Каждая из этих стадий выполняет определенную функцию в общем механизме взрывного воздействия зарядов ВВ на взрываемую среду.

Первая стадия взрывного воздействия колонкового заряда ВВ заключается в цепной реакции его разложения, растянутой во времени (в мире миллисекунд) в зависимости от скорости детонации, длины колонки заряда, места инициирования, наличия и качества забойки и других параметров. При этом последовательно нарастают усилия ударных волн, генерируемых отдельными частями заряда по мере его детонации и имеющих огромное избыточное давление и сверхзвуковые скорости. Возникающее при детонации заряда ВВ давление в зарядной камере обуславливает возникновение в окружающих крепких породах продольных и поперечных волн напряжений. Воздействие ударных волн опережает поршневое воздействие продуктов детонации в крепких породах тем в большей мере, чем выше их крепость, плотность, монолитность. Центром формирования энергии взрыва колонкового заряда ВВ является его осевой центр, от которого последовательно распространяется избыточное давление в виде ударных волн. Колонковый заряд ВВ детонирует по всей его длине неодновременно. В зависимости от длины заряда детонирующая торцовая часть его опережает детонацию последующих его участков на определенный промежуток:

времени. Действие избыточного давления на фронте продольных и поперечных волн обуславливает в твердой среде напряжение сжатия и растяжения. Последовательное прохождение продольных и поперечных ударных волн обуславливает первичные деформации различного характера. Действие ударных волн создает лишь основные предпосылки для разрушения, т. е. обуславливает предразрушения. Главным агентом взрывного действия заряда ВВ, определяющим его разрушительный эффект, энергию волны напряжения и параметры импульса взрыва, является динамическое действие усилий расширяющихся продуктов детонации. Именно этим и объясняется тот факт, что сдвигение и отрыв породы наступает не сразу после окончания детонации заряда или двукратного пробега волны, а через определенный промежуток времени, например, через 5—10 мс при взрывании шпуровых зарядов на две обнаженные поверхности крепких пород. Между первой и второй стадией взрывного действия заряда ВВ происходит выравнивание давления продуктов детонации, имеющего квазистатический характер. Для второй стадии взрывного действия заряда ВВ характерно проявление динамического действия расширяющихся продуктов детонации при температуре 2000—4500° С. Это динамическое действие комплексно с избыточным давлением на фронте ударных волн и представляет эффективную часть энергии взрывного действия заряда ВВ.

Взрывное действие заряда ВВ во второй стадии определяется как адиабатический процесс расширения продуктов детонации. В связи с весьма незначительной сжимаемостью крепких пород на фронте детонационной волны после ее воздействия на стенки шпура возникает отраженная ударная волна, а во взрываемом массиве — бегущая ударная волна.

Отраженная ударная волна затормаживает на определенный промежуток времени расширение продуктов детонации, плотность которых при взрывчатом разложении заряда превышает начальную плотность ВВ в $4/3$ раза. Инерция разрушаемого массива в начальный период также затормаживает процесс расширения продуктов детонации. Поэтому при взрывчатом разложении заряда сильно сжатые продукты детонации в начальный момент в основном устремляются вдоль шпура за фронтом детонационной волны с начальной массовой скоростью, равной примерно $1/4$ скорости детонации заряда ВВ (D).

В противоположном направлении начальная скорость движения продуктов детонации примерно в 1,5 раза меньше, чем в направлении детонации. По Л. Д. Ландау и К. П. Станюковичу, давление продуктов детонации в зарядной камере в момент окончания взрывчатого разложения распределяется неравномерно по всему объему заряда: на границе раздела заряд — порода оно максимально, а в центре заряда — минимально.

При распространении отраженной ударной волны от стенок шпура к осевому центру зарядной камеры зона повышенного давления «отрывается» и наступает процесс выравнивания давления до величины $1/2 P_{\max}$. Давление в шпуре выравнивается, когда ударная волна в продуктах детонации от границ раздела дойдет до осевого центра шпура, отразится и вновь достигнет границы раздела — стенок шпура. Зона максимума давления в шпуре перемещается за это время от границы раздела к центру заряда, а затем вновь к границе раздела. С момента выравнивания давления в шпуре наступает расширение ПД так же, как и в условиях мгновенной детонации, т. е. возникает динамическое воздействие газов на стенки шпура.

Волна детонации, дошедшая до дна шпура, отражается от него как от недоформированной преграды и в виде отраженной ударной волны возвращается к месту возбуждения взрыва с постоянной для данного ВВ скоростью.

Таким образом, с момента, когда волна в образующихся продуктах детонации от стенок шпура дойдет до оси, отразится и вновь достигнет границы раздела, начнется частичное локальное выравнивание давления продуктов детонации в шпуре. Это выравнивание заканчивается при прямом инициировании заряда, когда отраженная волна от дна зарядной камеры достигнет места инициирования, отразится от раздела границы забойки и вернется ко дну шпура, а при обратном, — когда после окончания детонации заряда волна отразится от торца забойки (воздушной пробки при отсутствии забойки), пройдет по продуктам детонации ко дну зарядной камеры, отразится от него и вновь достигнет торца забойки. При среднем инициировании заряда выравнивание давления в 2 раза быстрее, т. е. с момента, когда одна детонационная волна достигнет дна зарядной камеры, вторая — торца забойки, затем обе волны отразятся и придут к центру, столкнутся и вновь одна из них достигнет дна шпура, а вторая — торца забойки (воздушной пробки). Из приведенного теоретического представления о физической сущности механизма взрывного действия заряда ВВ следует важный для практики вывод, что для наиболее эффективного использования энергии взрыва заряда ВВ весьма важно обеспечить условие, чтобы продукты детонации к моменту их расширения занимали объем, близкий к объему заряда ВВ, и чтобы к моменту динамического поршневого действия продуктов детонации ударные волны успели бы разрушить взрывааемый массив крепких пород. В результате этого может быть достигнут наиболее рациональный режим взрывания крепких пород.

Большинством исследований доказано, что энергия взрыва заряда ВВ преобразуется как в ударные волны, так и в высокое давление поршневого действия. В силу закона сохранения энергии

ни одна из этих составляющих общей энергии взрыва не может исчезнуть бесследно. Поскольку в действиях ударных волн и расширяющихся продуктов детонации проявляется определенная последовательность, зависящая от ряда параметров заряда и взрываемой среды, то, очевидно, для повышения степени использования энергии взрыва необходимо решать вопросы рационального использования энергии каждого из этих двух агентов во взаимосвязи с их действием при взрывчатом разложении заряда ВВ. Каждый из этих двух агентов в существенной мере влияет на характер разрушения взрываемого массива крепких пород, зависящий также от свойств массива, параметров заряда и размещения его относительно обнаженных поверхностей. Скорость C_p отраженной волны (звука) в продуктах детонации до начала их расширения в среднем равна $0,7D$. Начало расширения продуктов детонации в шпуре с момента инициирования заряда при достаточно прочной забойке наступает раньше и определяется временем процесса выравнивания давления.

При недостаточно качественной забойке, выталкиваемой ударными волнами или продуктами детонации к моменту их динамического действия, или при ее отсутствии (вместо забойки рассматриваем воздушную пробку) процессы выравнивания давления в шпуре более сложны, так как продукты детонации до момента их динамического действия будут занимать дополнительный объем шпура по длине. Поэтому динамическое действие расширяющихся продуктов детонации наступит несколько позже и с меньшей величиной в зависимости от длины заряда и прочих его параметров. Следовательно, для достижения максимального давления весьма важно, чтобы к моменту расширения продуктов детонации занимаемый ими объем шпура оставался равным или близким к объему заряда ВВ. Величина давления и длительность действия расширяющихся продуктов детонации на стенки шпура определяются, таким образом, качеством герметизации их в зарядной камере. От него зависит степень предотвращения истечения продуктов детонации до разрушения взрываемого массива, а следовательно, и эффективность использования энергии взрыва. Из вышесказанного следует, что когда ударные и упругие волны возбуждают поле напряжения во взрываемом массиве в фазе его предразрушения, продукты детонации до момента расширения оказывают на стенки шпура незначительное квазистатическое давление. Начальная фаза разрушения крепкого массива, таким образом, достигается при воздействии ударных волн, а расширяющиеся продукты детонации производят основную работу уже в период разрушения взрываемого массива трещинами, вызванными действием ударных волн. Интервал времени между действиями ударных волн и расширяющихся продуктов детонации зависит как от длины и скорости детонации заряда ВВ,

так и от месторасположения в нем инициатора, длины и качества забойки, плотности заряда и других параметров его конструкции.

Правильно подбирая соответствующие параметры конструкции заряда ВВ, можно в определенной мере управлять полезной работой ударных волн и продуктов детонации и получать при этом лучшие результаты взрыва. Так, при сокращении интервала времени между воздействиями ударных волн и расширяющихся продуктов детонации при изменении конструкции заряда силовые параметры (максимальное напряжение во фронте волны) общего импульса взрыва увеличиваются, а временные (длительность действия) — уменьшаются, что очевидно, эффективно при взрывании врубовых зарядов, когда необходимо увеличить локальное действие заряда ВВ в пределах образуемой врубовой плоскости, т. е. когда разрушение породы достигается в основном за счет сжимающих напряжений и в небольших зонах. Увеличение же этого интервала эффективно, когда колонковые заряды работают на вторую параллельную им обнаженную поверхность с расчетом, чтобы к моменту действия расширяющихся продуктов детонации волны напряжения успели бы вызвать во взрываемом массиве максимальные напряжения растяжений и максимальное предразрушение. Если действие расширяющихся продуктов детонации наступит раньше, чем ударные волны достигнут обнаженной поверхности, вернутся обратно к месту возбуждения взрыва и вызовут трещинообразование во всем объеме отбиваемого массива, то взрыв зарядов будет иметь камуфлетный характер. В связи с этим отрыв массива произойдет не на всю глубину шпуров, дробление его будет неравномерным и выработка получится со значительными зонами нарушенности стен и кровли. Если действие волн напряжения, возбужденных ударными волнами, значительно опередит действие расширяющихся продуктов детонации, то порода в той или иной мере будет оторвана вследствие действия волн напряжений, когда они придут обратно к месту возбуждения взрыва. В этом случае продукты детонации могут расширяться в рудничной атмосфере без выполнения полезной работы, обуславливая чрезмерное образование ударных воздушных волн. Оптимальное «экономичное» разрушение массива крепких пород на вторую обнаженную поверхность будет при наиболее эффективном использовании энергии расширяющихся продуктов детонации, т. е. при отсутствии выброса продуктов детонации через устья шпуров. Экономичный механизм взрывания крепких пород, таким образом, находится в прямой зависимости от параметров конструкции зарядов, определяющихся, в свою очередь, свойствами взрывающей среды, величиной л. н. с., геометрическими размерами второй обнаженной поверхности и т. д. При этом, если к моменту расширения и динамического воздействия продуктов детонации трещины вокруг шпура будут

достаточно развитыми воздействием ударных волн, то расширяющиеся продукты детонации, быстро проникая в трещины, экономично разрушают и выбрасывают взорванный массив в сторону л. и с. на всю глубину шпуров. В таком случае истечение продуктов детонации через устья шпуров и потери энергии взрыва будут незначительными.

Эффективность динамического действия расширяющихся продуктов детонации зависит, таким образом, от своевременной подготовки взрываемого массива ударными волнами и правильного соблюдения интервала времени его действия после работы ударных волн.

Следовательно, ударная волна обеспечивает качественную, а расширяющиеся продукты детонации — количественную сторону механизма взрывного действия колонкового заряда ВВ. Подбором соответствующих параметров этим действием можно управлять и создать рациональный режим отбойки и дробления крепких пород.

6. Технические средства бурения шпуров

Наиболее распространенным методом бурения шпуров при проведении горных выработок в крепких породах пока что остается механический способ, при котором отделение частиц горных пород от массива происходит действием чисто механических усилий, создаваемых бурильной машиной и передаваемых породе посредством специальных инструментов. Механическое бурение по способу приложения силовых нагрузок к забою шпура и по способу разрушения породы делят на три способа: вращательное, ударное и вращательно-ударное.

При вращательном бурении происходит вращательное движение инструментов вокруг оси шпура с одновременным поступательным перемещением его в сторону забоя. Оно эффективно только в породах с $f \leq 5 + 6$.

При ударном бурении рабочий инструмент разрушает породу воздействием кратковременной, но очень большой нагрузки ударного характера, направленной вдоль оси шпура к его забою. Усилие подачи инструмента при этом небольшое, его роль сводится только к обеспечению контакта рабочего органа и породы к моменту удара. Для разрушения ударами всей площади забоя шпура и получения его цилиндрической формы инструмент после нанесения каждого удара поворачивается на некоторый угол вокруг своей оси или же вращается непрерывно. Срезывания стружки породы вращающимся инструментом здесь не достигается. Ударный способ бурения успешно применяется для бурения как средних, так и самых крепких горных пород.

При вращательно-ударном бурении ударная нагрузка периодически прикладывается к непрерывно вращающейся коронке, одновременно находящейся и под действием значительного осевого усилия. Разрушение породы при этом достигается в основном резанием, ударная же нагрузка способствует внедрению лезвия инструмента в породу к моменту начала смятия с нее стружки.

Способом разрушения породы определяется и форма лезвия коронки. Для ударного бурения лезвие имеет форму симметричного клина с углом заострения 110° . При вращательном и вращательно-ударном бурении лезвие имеет форму несимметричного клина с отрицательным передним углом.

Вращательно-ударное бурение шпуров весьма эффективно для пород с $f = 10 \div 14$, но вызывает применения больших силовых параметров: при коронке диаметром 40 мм требуется усилие подачи 1100—1500 кгс и крутящий момент до 30 кгс·м.

Пневматические бурильные машины ударно-поворотного действия (бурильные молотки, перфораторы) являются поршневыми.

Принципиальная схема работы бурильного молотка приведена на рис. 2. В них поршень со штоком под действием сжатого воздуха перемещается в цилиндре вперед и назад и наносит удары хвостовику бура. Такое движение поршня достигается воздушораспределительным механизмом, направляющим сжатый воздух попеременно в правую и левую части цилиндра. Поворот бура после каждого удара осуществляется специальным устройством, называемым поворотным механизмом. Бурильные машины разделяются на ручные — массой до 30 кг, телескопные — массой 30—45 кг и колонковые — массой до 40—75 кг.

Ручные перфораторы применяют для бурения шпуров с руки вертикально вниз при проходке стволов или с пневматической поддерживающей колонки горизонтально и наклонно (рис. 3) при проведении горизонтальных и наклонных выработок.

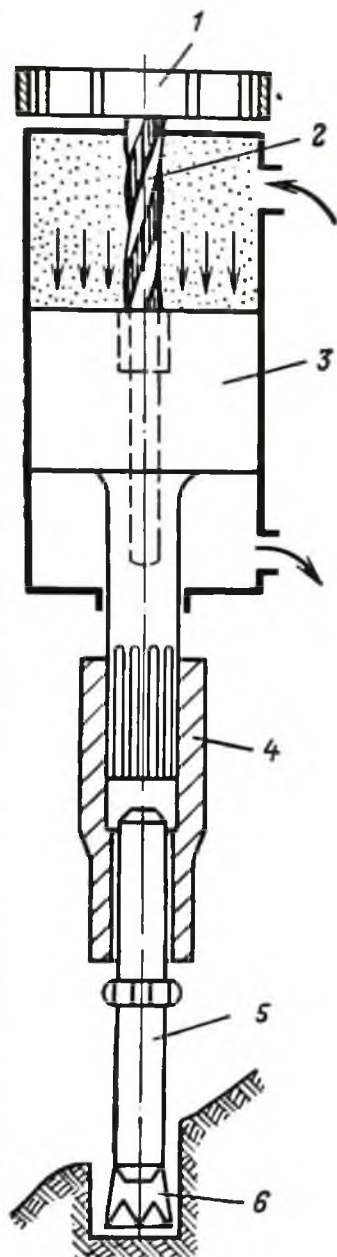


Рис. 2. Принципиальная схема работы бурильного молотка:

1 — храповое колесо; 2 — поворотный винт; 3 — поршень; 4 — поворотная муфта; 5 — буровая штанга; 6 — коронка

Телескопными перфораторами (рис. 4) бурят вертикальные и наклонные вверх шпурь при проведении восстающих и других выработок.

Колонковыми перфораторами (рис. 5) бурят горизонтальные и наклонные шпурь в средних и крепких породах.

Все эти машины при бурении шпуров разрушают породу за счет ударных нагрузок; развиваемые этими машинами крутящие моменты и осевые усилия недостаточны для разрушения средних и крепких пород. Ряд авторов выделяют перфораторы в особый класс машин ударно-поворотного действия, но скоростная киносъемка показывает, что при бурении особенно крепких пород бур вращается по инерции непрерывно, не останавливаясь после окончания обратного хода поршня. Следовательно, и у перфораторов, и у бурильных машин ударного действия рабочие процессы особых принципиальных различий не имеют.

Ударный характер приложения нагрузки позволяет создавать в породе под лезвием коронки огромные напряжения и эффективно бурить средние и крепкие породы. Поэтому машины удар-

Рис. 8. Установка бурильного молотка на пневмоподдержке при бурении горизонтальных и наклонных шпуров:

1 — съемная буровая коронка; 2 — буровая штанга; 3 — ручной перфоратор; 4 — пневмоподдержка; 5 — шланг для подачи воды; 6 — шланг для подачи сжатого воздуха; 7 — автомасленка; 8 — магистральный воздушный шланг

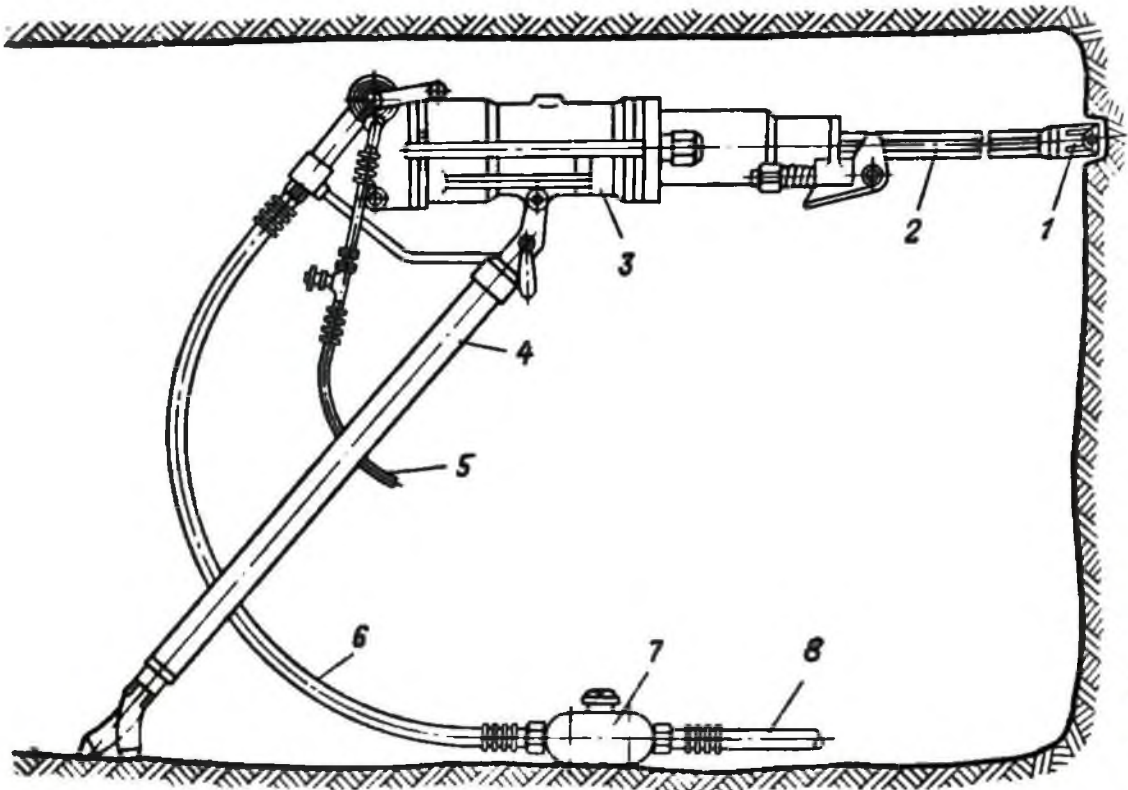
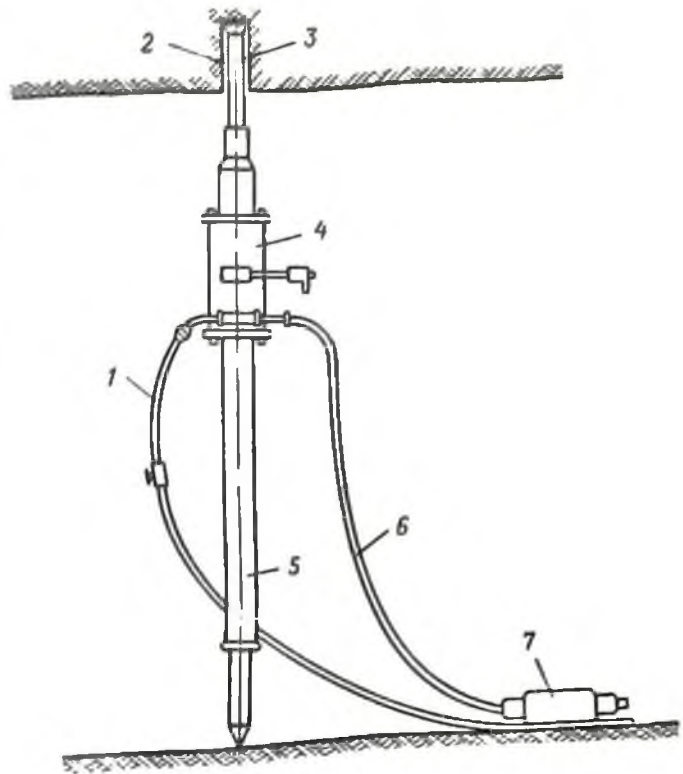


Рис. 4. Общий вид телескопической бурильной машины для бурения восстающих шпуров:

1 — шланг для подачи воды; 2 — выбуриваемый шпур; 3 — буровая штанга; 4 — телескопический перфоратор ПТ-29 или ПТ-36; 5 — телескопическая стойка перфоратора; 6 — шланг для подачи сжатого воздуха; 7 — маслянка



ного действия получили наиболее широкое применение для бурения шпуров в крепких породах.

Технические средства вращательно-ударного действия в настоящее время применяются в СССР, ФРГ, Франции. Обычно это подвесные устройства для бурения шпуров при проходке стволов шахт или передвижные каретки для бурения шпуров при проведении остальных выработок. Наличие большого осевого усилия у этих машин влечет за собой значительный износ буровых коронок.

Перфоратор представляет собой пневматическую поршневую машину для бурения шпуров ударным способом, автоматически наносящую последовательные удары по торцу инструмента при одновременном повороте последнего перед каждым следующим ударом.

Правильный выбор типа перфоратора или буровой установки для конкретных горных условий обеспечивает наибольшую эффективность горнопроходческих работ. Выбор бурильной машины зависит от физико-механических свойств пород, места работы, диаметра и глубины шпуров, их направления и т. д. Наличие большого числа типоразмеров перфораторов усложняет их эксплуатацию и ремонт, снабжение запчастями, а малая серийность повышает стоимость изготовления.

В настоящее время при проведении горных выработок в поро-

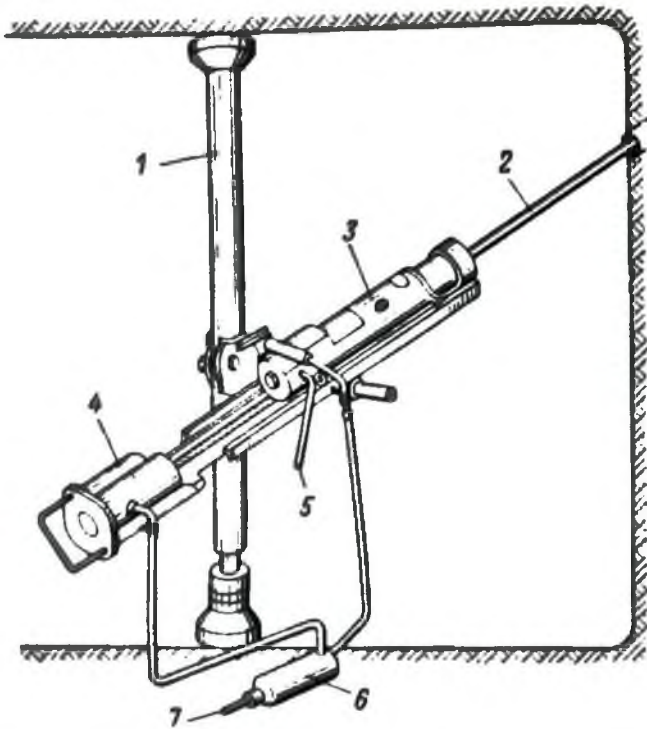


Рис. 5. Колонковая бурильная машина:

1 — распорная колонка; 2 — буровая штанга; 3 — перфоратор; 4 — автоподатчик; 5 — шланг для подачи воды; 6 — масленка; 7 — шланг для подачи сжатого воздуха

дах средней крепости и крепких для бурения шпуров диаметром 32—56 мм глубиной до 4 м широко применяют ручные пневматические бурильные машины типа ПР.

Техническая характеристика ручных пневматических перфораторов при давлении сжатого воздуха 5 кгс/см^2 приведена в табл. 5. Все перфораторы имеют приспособление для установки на пневмоударниках с виброгасящими каретками и работают с промывкой шпуров водой. Для питания перфораторов применяют рукава с внутренним диаметром 25 мм, для подачи промывочной жидкости (воды) — рукава с внутренним диаметром 12 мм. На

Таблица 5

Параметры	Перфораторы					
	ПР-19	ПР-22	ПР-20Л	ПР-25Л	ПР-30	ПР-30К
Масса, кг	23	24	28	31	34	30
Длина, мм	648	670	730	820	845	760
Крутящий момент, кгс·см	135	180	120	180	150	180
Частота ударов в минуту	1800; 1900	1700; 1850	2300; 2600	2300; 2600	1800; 2000	1600; 1800
Энергия удара, кгс·м	4,5	5,5	4,0	5,8	6,5	6,5
Расход воздуха, м ³ /мин	2,5	3,0	2,8	3,6	3,5	3,5
Стоимость, руб.	64	71	67	71	60	71
Годовая амортизация, %	50	50	50	50	50	50

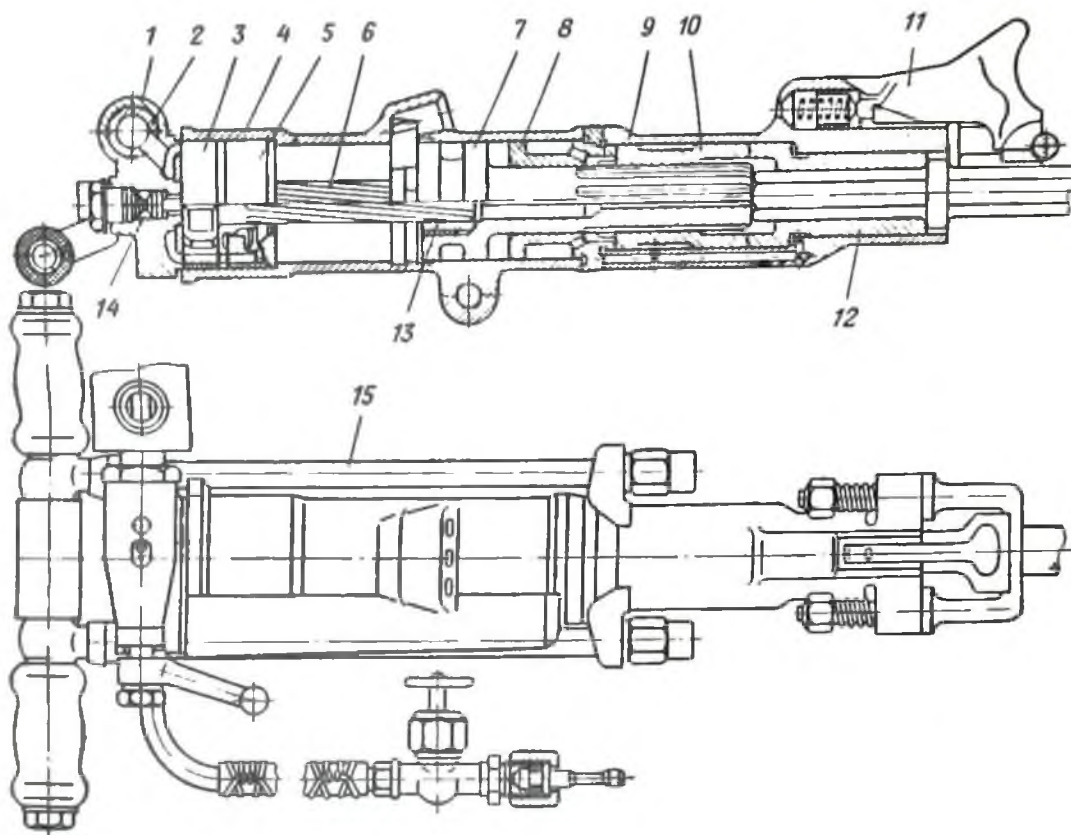
базе перфоратора ПР-25Л выпускается перфоратор ПР-25ЛБ с подачей промывочной жидкости не по центральной трубке, а через муфту боковой промывки. Перфоратор ПР-30 является базовой моделью для перфораторов ПР-30Б, ПР-30С, ПР-30П и ПР-30РШ. Перфоратор ПР-30Б имеет муфту боковой промывки; перфоратор ПР-30С предусмотрен для бурения шпуров при проходке обводненных шахтных стволов и оснащен устройством для усиленной продувки шпура от выбуренной породы; перфоратор ПР-30П применяется для бурения с пылеотсосом и имеет увеличенный диаметр центральной трубки (внутренний диаметр 12 мм), перфоратор ПР-30РШ производит интенсивную продувку шпура с увлажнением пыли.

На базе перфоратора ПР-30К разработан и выпускается перфоратор ПР-30КС для бурения с сухим пылеулавливанием.

Несмотря на наличие пневмоподдержек, при бурении шпуров ручными перфораторами значительная часть усилий по удержанию их в нужном направлении и подаче на забой создается силой бурильщика, вызывая быстроe утомление и снижение произво-

Рис. 6. Общий вид ручного перфоратора ПР-22:

1 — головка; 2 — пусковой кран; 3 — поворотный механизм; 4 — цилиндр; 5 — клапанный механизм; 6 — поворотный винт; 7 — поршень-ударник; 8 — направляющая втулка; 9 — патрон; 10 — поворотная букса; 11 — буродержатель; 12 — грязбукса; 13 — поворотная гайка; 14 — водопрямывное устройство; 15 — стяжные болты



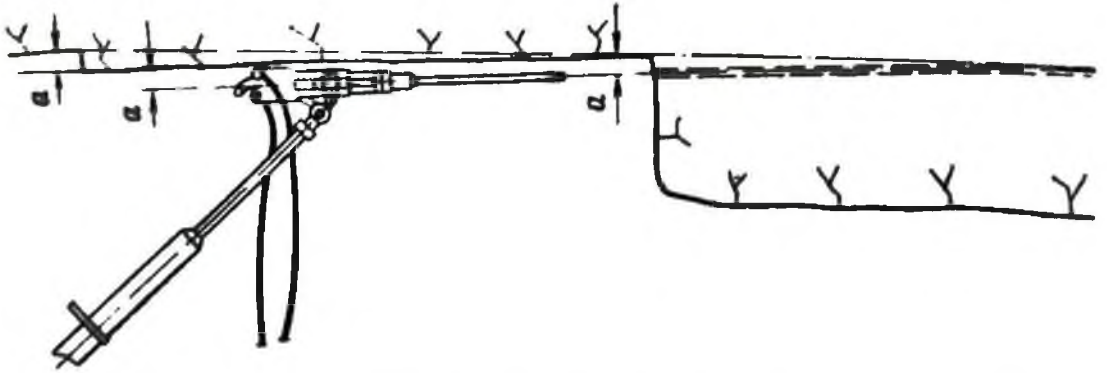


Рис. 7. Схема бурения оконтуривающих шпуров специальными перфораторами для обеспечения гладкого взрывания при проходке выработок в Швеции

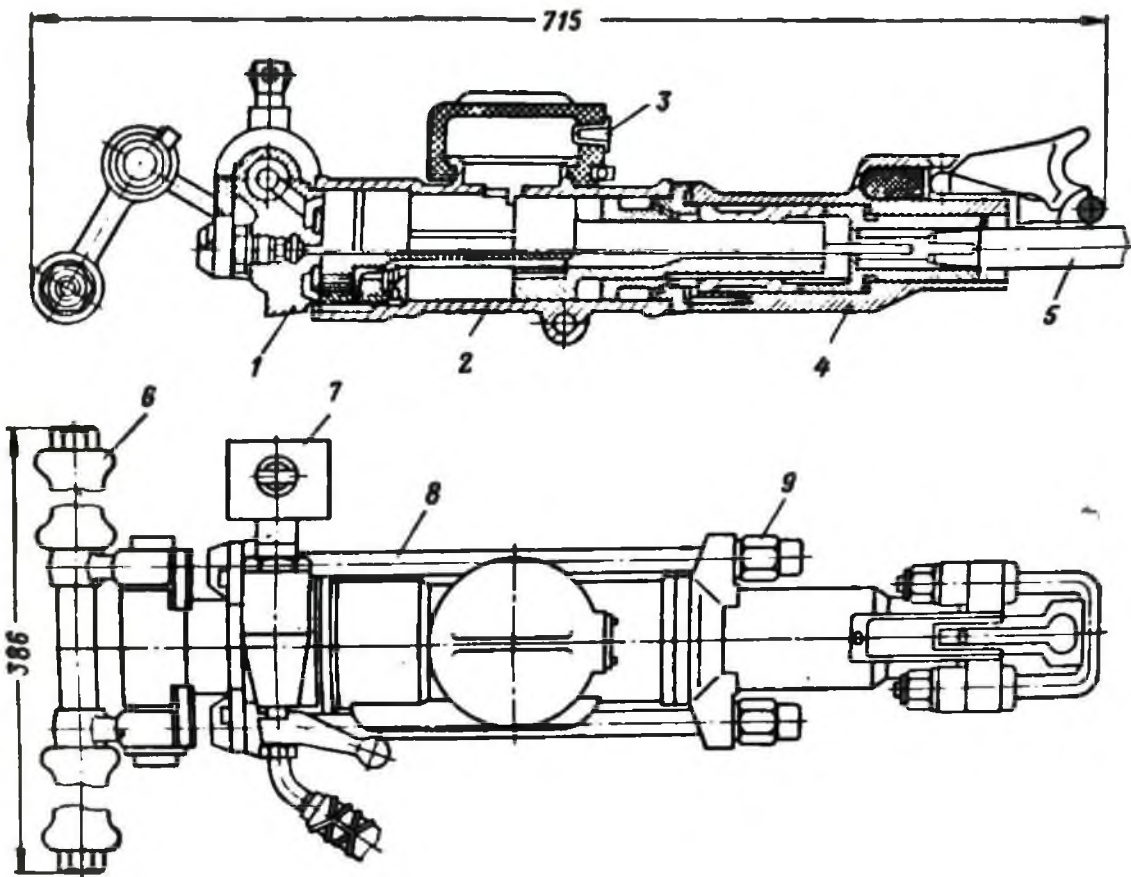


Рис. 8. Общий вид ручного перфоратора ПР-25МВ:

1 — корпус крана; 2 — цилиндр; 3 — пробка; 4 — ствол; 5 — буровая штанга; 6 — рукоятка виброзащитная; 7 — фильтр-автомасленка; 8 — стяжные болты; 9 — гайки стяжных болтов

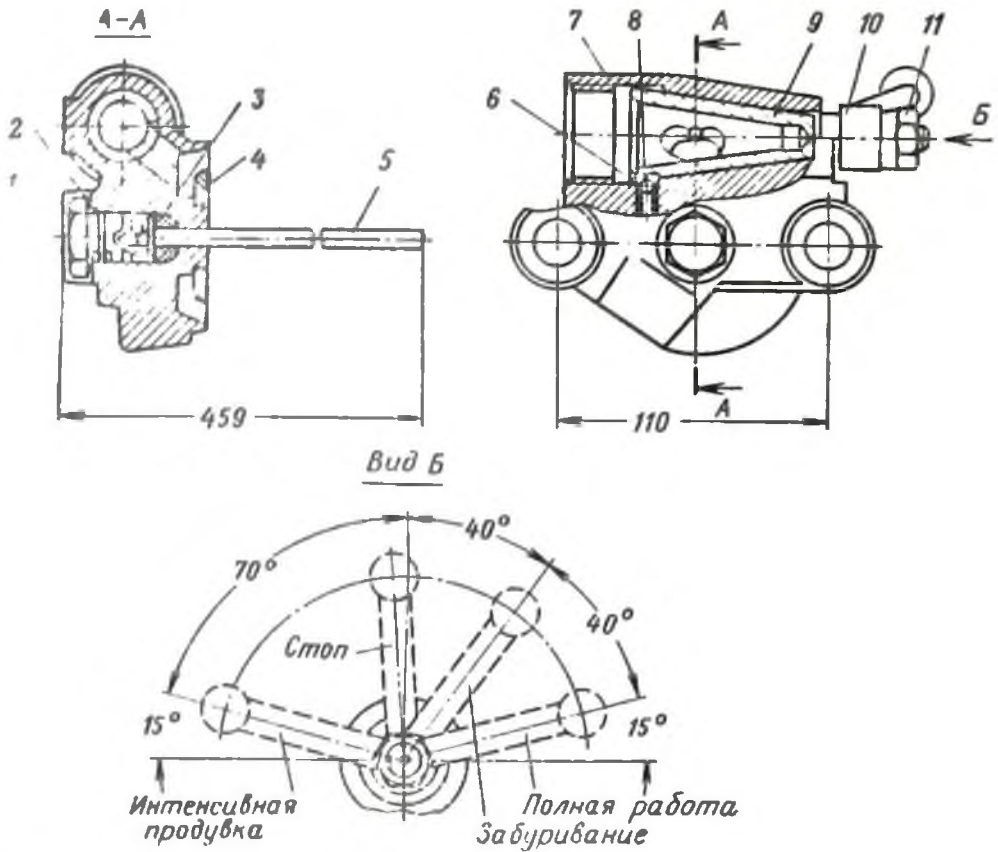


Рис. 9. Корпус крана перфоратора ПР-25МВ:

1 — пробка водонепроницаемая; 2 — шайба; 3 — муфта водонепроницаемая; 4 — кольцо головки; 5 — трубка водяная; 6 — пружина пускового крана; 7 — головка; 8 — шарик; 9 — пробка пускового крана; 10 — ручка пускового крана; 11 — гайка ручки пускового крана

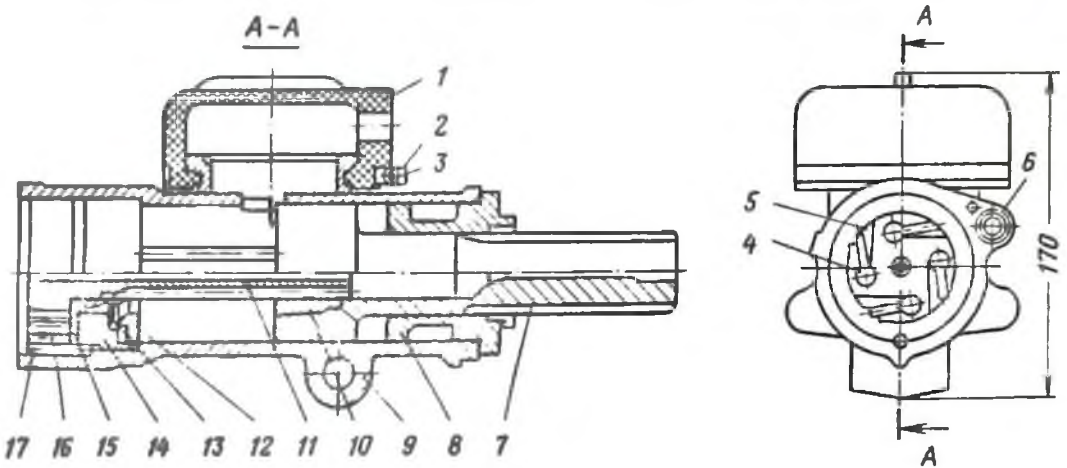


Рис. 10. Цилиндр перфоратора ПР-25МВ:

1 — впадин для снижения шума выхлопа; 2 — хомут; 3 — ограничитель; 4 — крылатки; 5 — пружина крылатки; 6 — втулка; 7 — поршень-ударник; 8 — втулка направляющая; 9 — цилиндр; 10 — гайка поворотная; 11 — винт поворотный; 12 — крышка коробки клапана; 13 — клапан; 14 — корпус коробки клапана; 15 — втулка клапана; 16 — кольцо храповое; 17 — шпонка храпового кольца

длительности, а длительная работа в соприкосновении с вибрирующим перфоратором приводит к тяжелому профессиональному заболеванию — вибрационной болезни. Поэтому самым прогрессивным направлением развития и совершенствования технических средств бурения шпуров является постепенный отказ от применения ручных перфораторов и широкое внедрение различных манипуляторов, буровых кареток и установок.

Принципиальное устройство всех указанных буровых машин почти одинаково. При проходке горных выработок в Кривбассе широко применяют перфоратор ПР-22 (рис. 6) для бурения шпуров диаметром 40 мм в породах любой крепости. Он приспособлен для бурения шпуров с пневматической поддерживающей колонки ППК-15 или ППК-15у. Состоит из трех основных узлов: головки, цилиндра и патрона, скрепленных стяжными болтами. Поршень-ударник перемещается в цилиндре под давлением сжатого воздуха, выпускаемого клапаном попеременно в переднюю и заднюю полости цилиндра.

При ходе вперед поршень-ударник наносит удар по хвостовику бура, а при обратном ходе поворачивает бур. На цилиндре перфоратора предусмотрен специальный прилив для крепления его к пневмоподдерживающей колонке. Перфоратор ПР-22 имеет ручки, армированные мягкой резиной, предназначенные для поддержания его во время работы и транспортирования. Смазка перфоратора достигается с помощью фильтр-автомасленки ФАМ-1. Для удаления шлама из шпуров и поглощения пыли перфоратор снабжен водопромывным устройством, а также устройством для кратковременной интенсивной продувки шпура. Водопромывное устройство состоит из водяной коммуникации, вентиля и деталей, смонтированных в головке перфоратора для осевой подачи воды. Управление перфоратором производится одной ручкой, имеющей четыре фиксированных положения: первое — интенсивная продувка; второе — край закрыт; третье — край частично открыт для забуривания; четвертое — край открыт полностью, перфоратор при этом работает на полную мощность. Производительность его на 20% выше производительности ранее выпускавшегося ручного перфоратора ПР-35.

Перфоратор ПР-22 приспособлен для бурения шпуров с осевой промывкой. Аналогичное устройство имеют и остальные отечественные ручные перфораторы, отличающиеся одни от другого своими параметрами, а также конструкцией некоторых деталей. Так, перфораторы одних заводов имеют вместо скобы буродержатель другой конструкции, оборудованный двумя подпружиненными виштами. Перфораторы других заводов ПР-25ЛБ и ПР-30ЛБ оборудованы устройством для радиального (бокового) подвода воды для промывки шпура. Водяная трубка здесь отсутствует, вода подается к радиальным каналам цилиндрической

части хвостовика бура при помощи водяной муфты с резиновыми уплотнениями. Перфораторы с пылеотсасывающим устройством выпускаются небольшими партиями и отличаются от перфораторов с осевой промывкой только большими проходными сечениями пылеотсасывающего тракта.

Большинство зарубежных ручных перфораторов конструктивно сходны с отечественными. Отдельные машины отличаются механизмом воздухораспределения, поворотным устройством и конструктивным оформлением ряда деталей.

Для получения возможно более ровной поверхности кровли выработки важно, чтобы перфораторы устанавливались вплотную к ней с тем, чтобы величина перепада между заходками на расстояние a (рис. 7) была минимальной. Для этого при проходке тоннелей в скальных породах в Швеции перфораторы несколько переделали: край для продувки расположили на нижней стороне корпуса машины. Благодаря этому получили перепад a , равный 6 см.

В настоящее время завод «Коммунист» выпускает ручные перфораторы ПР-25МВ (рис. 8), аналогичные перфоратору ПР-22, но имеющие приспособления для снижения шума и влияния вибрации. На рис. 9 показан корпус, на рис. 10 — узел цилиндра, на рис. 11 — ствол, на рис. 12 — рукоятка вибрационная перфоратора ПР-25МВ.

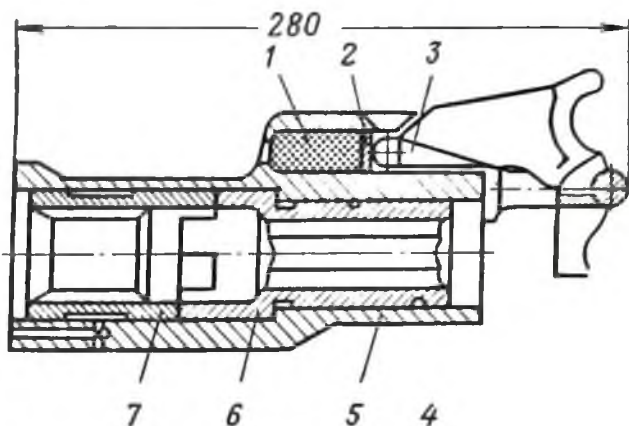
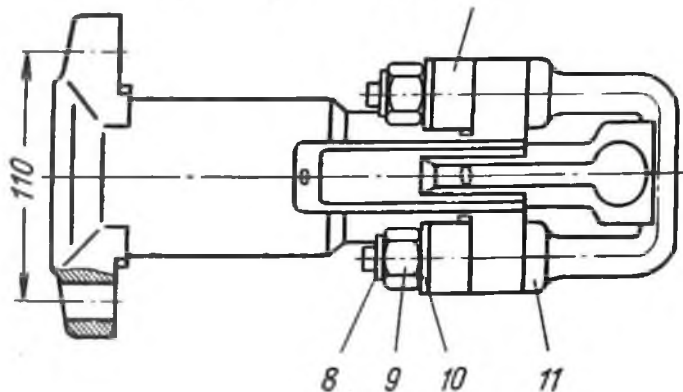


Рис. 11. Ствол перфоратора ПР-25МВ:

1 — плунжер буродержателя; 2 — бусса поворотная; 3 — буродержатель; 4 — втулка; 5 — патрон; 6 — гранбука; 7 — бусса поворотная; 8 — кольцо скобы буродержателя; 9 — гайка скобы буродержателя; 10 — шайба; 11 — скоба буродержателя



Для более производительного бурения шуров и для облегчения труда рабочих бурильные машины применяют обычно совместно с различными установочными и подающими приспособлениями — податчиками, установленными на колонках, манипуляторах, буровыми каретками или установками. При бурении шуров на проходке горизонтальных, наклонных и других выработок ручными перфораторами для удержания последних на необходимой высоте, а также для создания рационального осевого усилия подачи применяют пневматические поддержки. Они значительно облегчают труд бурильщика, сокращают продолжительность подготовительно-заключительных операций и повышают производительность буровых машин. При применении ручных перфораторов на пневмоподдержках проходчики Миргалмсайского рудника установили мировой рекорд скорости проведения горизонтальных выработок — прошли 1192,1 м/месяц, а затем 1237,6 м выработки сечением 9,1 м². Время подготовительно-заключительных операций при бурении шуров составило 2 мин, а время бурения 25—30 шуров — 23 мин при их глубине 2 м.

Пневматическая поддержка представляет собой силовой пневмоцилиндр одно- или двустороннего действия. Выпускаются конструкции двух вариантов — с подвижным цилиндром и неподвижным, упирающимся в почву выработки штоком поршня, или, наоборот, с неподвижным цилиндром и подвижным штоком поршня. Перфоратор посредством специальной вилки и проушины присоединяют к подвижной части пневматической поддержки. Поддержки с подвижным цилиндром (рис. 13) являются более совершенными. Они имеют двустороннее действие и позволяют

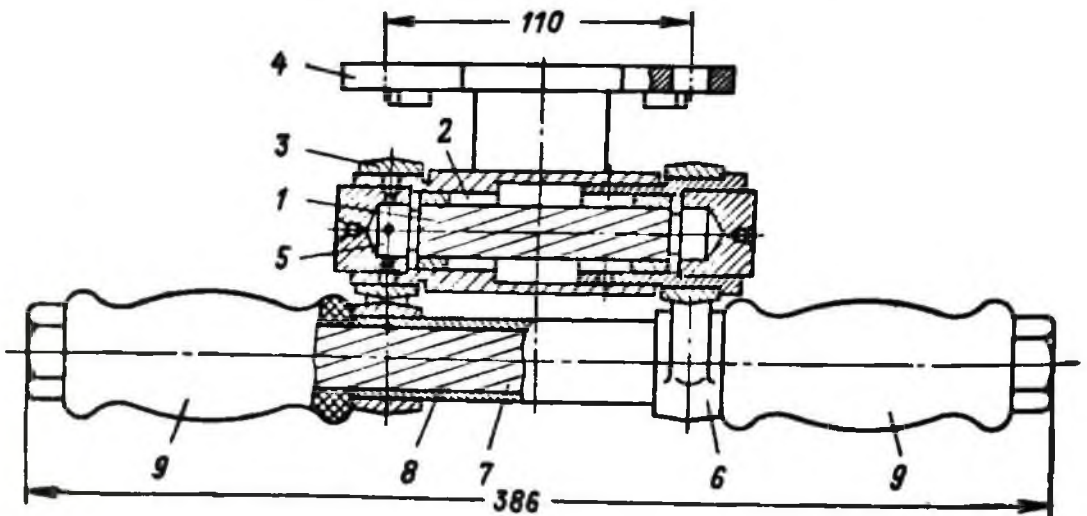


Рис. 12. Рукоятка вибрационная перфоратора ПР-25МВ:

1 — канат; 2 — места крепления каната; 3 — кронштейн; 4 — корпус ручки; 5 — гайка; 6 — кронштейн; 7 — канат в сборе; 8 — труба; 9 — ручки перфоратора

возвращать шток в исходное положение механическим путем при помощи сжатого воздуха. Воздух подводится гибким шлангом от магистрали к крану управления. После выдвижения цилиндра вверх на величину хода поддержки кран переключают в положение обратного хода и сжатый воздух по трубке поступает в нижнюю полость цилиндра, втягивая шток внутрь колонки.

Некоторые зарубежные фирмы кран управления поддержкой переносят на корпус перфоратора, в этом случае сжатый воздух подводится к поддержке по специальному вертлюгу. Для более точного регулирования усилия подачи поддержки оборудуют редукционным клапаном, что в значительной мере удорожает ее стоимость. Пневматические поддержки с выдвижным штоком имеют четыре модели: П-15ДК, П-16ДК, П-17ЛК и П-18ЛК. Все они одинаковой конструкции, отличаются величиной хода поршня и длиной. Цилиндры поддержек П-15ДК и П-16ДК выполняют из легких сплавов.

Пневмоподдержки П-15ДК и П-17ЛК предусмотрены к перфораторам ПР-20Л, поддержки П-16ДК и П-18ЛК — для всех модификаций перфораторов ПР-25Л и ПР-30. Пневмоподдержки большей длины обеспечивают более высокое усилие подачи, так как для них характерны меньшие углы установки. Большая длина хода поршня уменьшает необходимость перестановок упора поддержки и, соответственно, время вспомогательных операций. Поэтому рекомендуется применять более длинные поддержки, а укороченные — при бурении в стесненных местах.

Пневматические поддержки с подвижным цилиндром применяют двух типов — ППК-15 и ППК-15у. Одна от другой отличаются только длиной и предназначены для применения с перфораторами ПР-19, ПР-22, ПР-25МВ. Характерной их особенностью является наличие механического обратного хода поршня, облегчающего

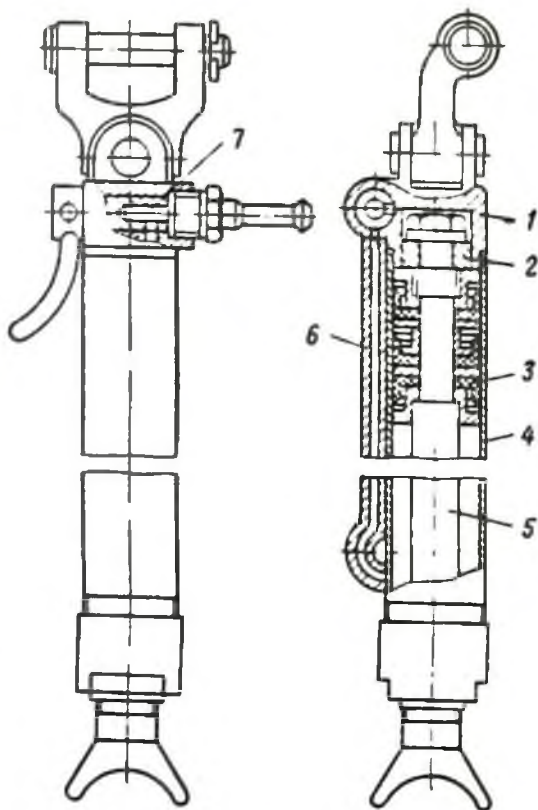


Рис. 13. Поддержка пневматическая ППК-15:

1 — головка; 2 — разрезное пружинное кольцо; 3 — поршень с манжетами; 4 — цилиндр; 5 — шток; 6 — трубка для сжатого воздуха; 7 — пробка крана управления

труд рабочего и ускоряющего процесс перестановки поддержки. Поддержки такой конструкции лучше защищены от попадания грязи внутрь механизма. В табл. 6 приведены технические характеристики отечественных применяемых пневмоподдержек.

Таблица 6

Показатели	Пневмоподдержки					
	П-15ДК	П-16ДК	П-17ДК	П-18ДК	ППК-15	ППК-15У
Высота, мм:						
в сжатом состоянии	1230	1500	1230	1500	1240	1540
в раздвинутом состоянии	2030	2600	2600	2600	2040	2640
Ход поршня, мм	800	1100	800	1100	800	1100
Подъемное усилие, кгс	120	120	120	120	100	100
Масса, кг	14,2	15,5	16	19,0	17,5	19

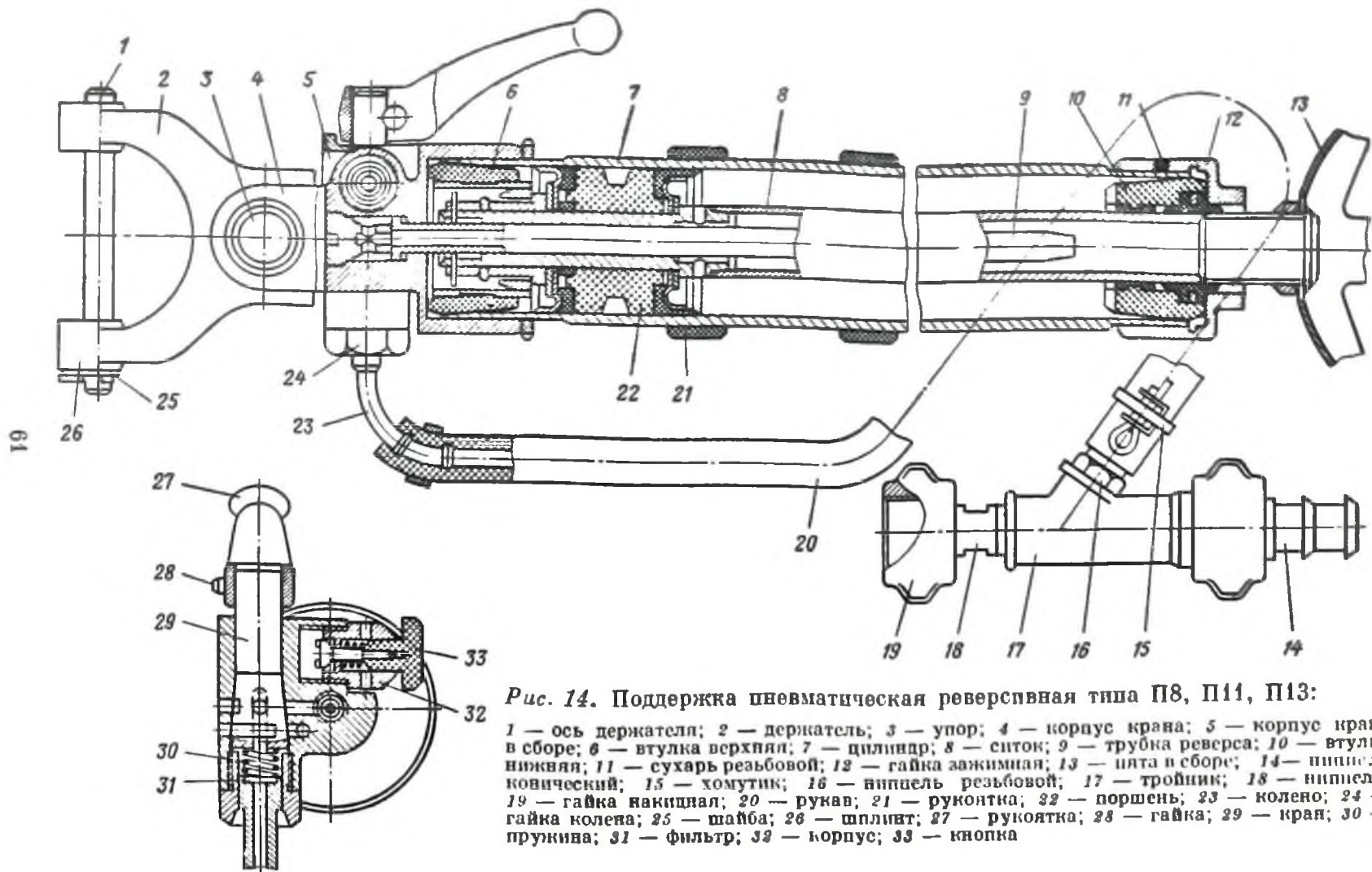
Зарубежные поддержки имеют, как правило, большую длину с величиной хода поршня 1300—1500 мм. Некоторые из них комплектуются дополнительными съемными удлинителями. У большинства конструкций обратный ход поршня не механизирован, что является существенным недостатком.

В последнее время выпускаются поддержки пневматические реверсивные П8, П11 и П13 (табл. 7), предназначенные для ручных пневматических перфораторов всех типов при бурении горизонтальных и наклонных шпуров в породах любой крепости (рис. 14). Все типы поддержек имеют одинаковую конструкцию и отличаются только длиной.

Таблица 7

Параметры	Поддержки		
	П8	П11	П13
Ход поршня, мм	800	1100	1300
Длина в сжатом состоянии, не более, мм	1200	1500	1700
Длина в раздвинутом состоянии, мм	2000	2600	3000
Расчетное раздвижное усилие при давлении 5 кгс/см ² , кгс	175	175	175
Масса, кг	17	20	22

Особенностью конструкции телескопных перфораторов является объединение в одной буровой машине собственно перфоратора и поршневого пневматического податчика — телескопа, расположенных по одной оси. С помощью телескопа во время



61

Рис. 14. Поддержка пневматическая реверсивная типа П8, П11, П13:

1 — ось держателя; 2 — держатель; 3 — упор; 4 — корпус крана; 5 — корпус крана в сборе; 6 — втулка верхняя; 7 — цилиндр; 8 — ситок; 9 — труба реверса; 10 — втулка нижняя; 11 — сухарь резьбовой; 12 — гайка зажимная; 13 — шайба в сборе; 14 — ниппель ковический; 15 — хомутик; 16 — ниппель резьбовой; 17 — тройник; 18 — ниппель; 19 — гайка накидная; 20 — рукав; 21 — рукоятка; 22 — поршень; 23 — колено; 24 — гайка колена; 25 — шайба; 26 — шплинт; 27 — рукоятка; 28 — гайка; 29 — край; 30 — пружина; 31 — фильтр; 32 — корпус; 33 — кнопка

бурения шпура достигается непрерывная подача перфоратора вверх. Выпускаемые в СССР телескопные перфораторы ПТ-29, ПТ-36 и ПТ-45 по конструкции подобны. Перфораторы ПТ-29 и ПТ-36 состоят из собственно бурильной машины, во многом сходной с перфораторами ПР-22, и расположенного на одной оси с ней телескопного податчика (рис. 15). Воздухораспределение в них осуществляется кольцевым клапаном; для поворота бура применен механизм с отдельным геликоидальным стержнем. Оба снабжены устройством для центральной промывки шпура. Буродержателя они не имеют, так как предназначены для бурения шпуров вверх. Это упростило изготовление буров, так как на них не нужно высаживать буртик. Для ограничения перемещения бура внутрь перфоратора предусмотрен специальный блок. Он также предохраняет расположенные ниже детали от попадания на них сверху воды и шлама. Поршень наносит удар по бойку, передающему удар хвостовику бура. Боек размещен в гнезде сцепной буксы. В нижнюю часть ее на резьбе ввернута поворотная букса, в верхнюю часть — гранбукса. Бур поворачивается во время обратного хода поршня. Эти перфораторы имеют постоянную продувку, действующую сразу же после подключения молотка к магистрали сжатого воздуха независимо от положения пускового крана, т. е. даже при его выключении. Она осуществляется продувочной трубкой, расположенной по оси перфоратора концентрично с водяной трубкой. По специальному каналу в головке перфоратора сжатый воздух, минуя пусковую трубку, подводится к продувочной и по кольцевому зазору между водяной и продувочной трубками поступает в пространство над бойком, не давая возможности стекающему вниз по буру шламу попадать внутрь молотка. Так как постоянная продувка действует и при включенном молотке, то благодаря этому перфоратор ПТ защищен от грязи также и во время остановок. У этих перфораторов, работающих в более тяжелых условиях по сравнению с ручными, для предохранения от износа и коррозии на внутреннюю рабочую поверхность цилиндра наносят слой пористого хрома, что увеличивает срок службы цилиндра в 3—5 раз. Телескопный податчик у этих перфораторов состоит из цилиндра телескопа и штока, на одном конце которого укреплены манжеты и пружинное кольцо, а на противоположном конце — раздвоенная сошка. Своим фланцем телескоп надевается на стяжные болты, и таким образом, соединяется с перфоратором. Стяжные болты имеют буртики, позволяющие собирать и разбирать телескоп и бурильную часть перфоратора независимо друг от друга. Пусковой кран его служит для включения подачи сжатого воздуха как в бурильную часть молотка, так и в телескопический податчик.

Для регулирования развиваемого телескопом усилия подачи, необходимого при бурении пород различной крепости, а также

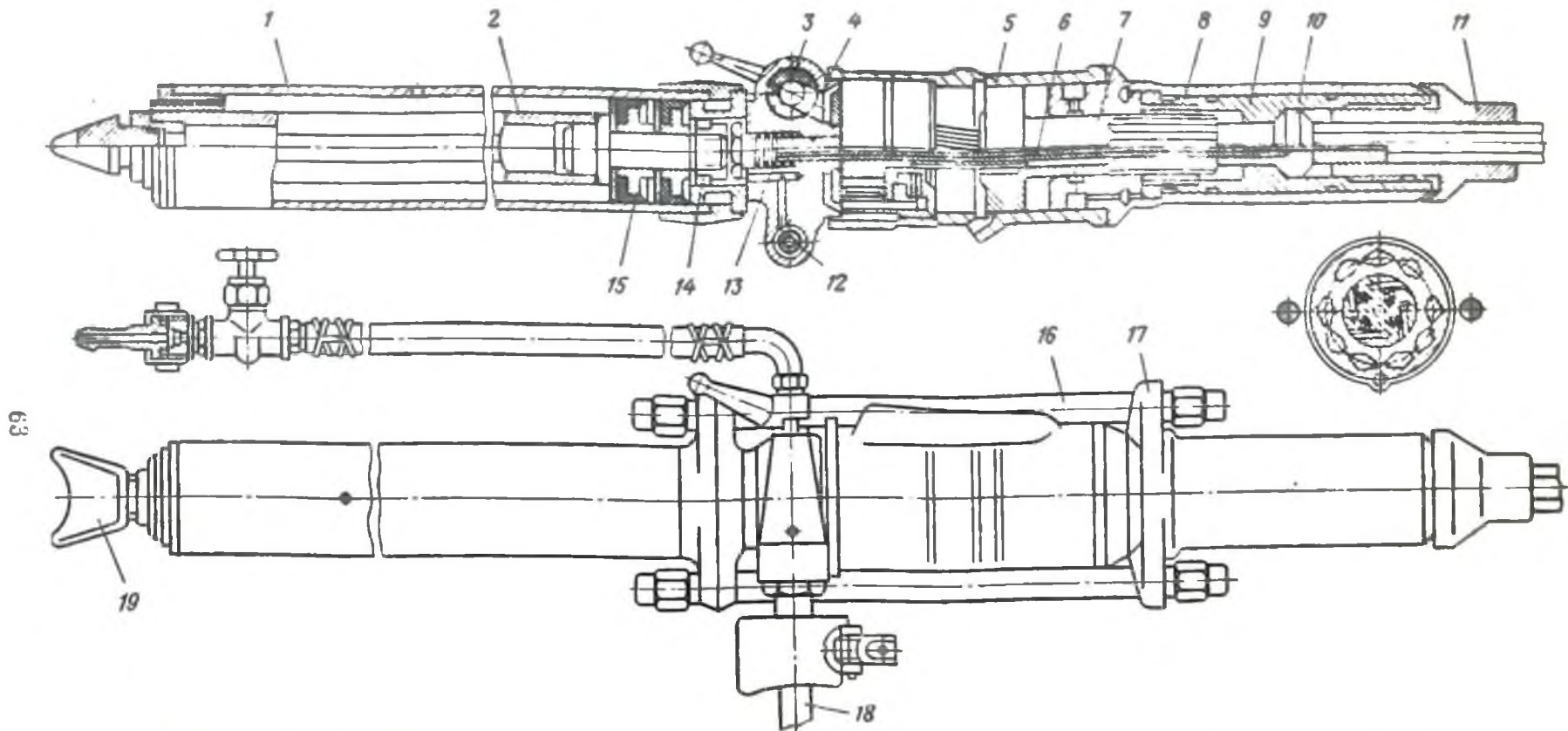


Рис. 15. Телескопный перфоратор ПТ-36:

1 — цилиндр телескопа; 2 — шток; 3 — трубка для пуска перфоратора; 4 — головка перфоратора; 5 — рабочая часть цилиндра; 6 — водная трубка; 7 — поршень; 8 — поворотная буска; 9 — сцепная буска; 10 — специальный блок; 11 — гранбуска; 12 — канал рукоятки управления; 13 — продувочная трубка; 14 — кольцо пружинное; 15 — манжеты; 16 — стяжные болты; 17 — фланец; 18 — рукоятка управления; 19 — раздвоенная сошка

при увеличении глубины шпура по мере их бурения податчику приходится поднимать возрастающую массу буровых штанг. Поэтому у них имеется рукоятка управления телескопом. Принцип работы ее следующий. Канал рукоятки соединен с рабочей полостью телескопа. При повороте рукоятки коническая запорная игла отходит вниз. Через образовавшуюся кольцевую щель часть сжатого воздуха выходит из телескопа в атмосферу, давление в телескопе понижается, благодаря чему уменьшается усилие подачи. Поворачивая рукоятку в ту или иную сторону и изменяя величину кольцевого зазора, регулируют усилие подачи. Для быстрого выпуска сжатого воздуха из телескопа и опускания перфоратора вниз служит разгрузочная кнопка. У телескопных перфораторов последних выпусков рукоятка управления телескопом разделена на две части, соединяющиеся друг с другом отрезком гибкого шланга. Это позволяет уменьшить воздействие вибрации на руки бурильщика. Для снижения амплитуды вибрации полка, на котором устанавливают перфоратор, в штоке телескопа иногда размещают пружину. Телескопные перфораторы ПТ-29 и ПТ-36 являются высокочастотными. Усилие подачи создается податчиком-телескопом, что позволяет поддерживать его всегда на нужном уровне и получать от высокочастотного перфоратора максимальную производительность.

Устройство колонковых перфораторов аналогично устройству ручных, но наличие механической подачи делает их более мощными и тяжелыми. На наружной поверхности цилиндра у них имеются специальные направляющие выступы, скользящие в пазах податчика. Перемещение перфоратора вдоль салазок достигается ходовым винтом, вращаемым пневматическим двигателем, а особо тяжелых колонковых перфораторов — пластинчатой цепью. Податчик с колонковым перфоратором закрепляют на распорной колонке или на манипуляторе буровой каретки. Для повышения производительности колонковых перфораторов увеличивают частоту ударов, тем более, что ими управляют дистанционно и рабочий практически от вибрации изолирован.

В Кривбассе завод «Коммунист» производит гарантийное обслуживание ручных, колонковых, телескопных и погружных перфораторов и пневмоподдерживающих колонок. Завод-изготовитель гарантирует определенный срок работы машины, планирует производство запасных частей для всего Кривбасса и доставляет их собственным транспортом в гарантийные пункты на шахтах. С введением гарантийной системы ликвидированы шахтные мастерские по ремонту перфораторов.

Применяемые в настоящее время пневмоподдержки не удовлетворяют основному требованию — возможности автоматизации бурения и освобождения бурильщика от непрерывного наблюдения за работой бурильных машин. Кроме того, бурение

с них быстроударными машинами вредно отражается на здоровье рабочего, если не применяются специальные гасители вибраций. Поэтому буровые машины, главным образом колонковые, устанавливаются на специальных каретках, установках, манипуляторах погрузочных или буро-погрузочных машин. При этом при установке перфораторов на специальных буровых каретках достигается наибольшая производительность бурильщика.

Производительность бурения шпуров в крепких породах во многом зависит от правильного выбора бурового инструмента, материала бура, формы его головки, технологии изготовления. При бурении перфораторами рабочим инструментом являются буры, изготавливаемые из шестигранной или круглой пустотелой инструментальной стали марок 55С2 или 95ХМА. Рабочим инструментом бура является съемная буровая коронка. Буры выпускают комплектами, в которые входят забурники длиной 0,5—0,8 м и буры длиной 1; 1,5; 2; 2,5 и 3 м, наружный диаметр шестигранной штанги 22 и 25 мм, круглой 28—32 мм. Диаметр осевого канала соответственно 6,5; 7,2 и 9 мм. Буровые штанги из стали 55С2 или 95ХМА обладают в 2 раза более высоким пределом выносливости, значительно более высокой стойкостью, чем из стали У7 и У8. Перспективной для использования при бурении является сталь марки 28ХГНЗМ. Замена буровой углеродистой стали У7 легированной 55С2 или 95ХМА позволила повысить производительность труда рабочего и снизить стоимость бурения шпуров. Для бурения шпуров в крепких породах применяют долотчатые коронки с прямоугольными пластинками, в трещиноватых породах целесообразно применять крестовые коронки.

В СССР разработан рациональный ряд (типажи) коронок типов КД (долотчатые) диаметром 32; 36; 40; 43; 48 и 52 мм и КК (крестовые) диаметром 32 и 43 мм, армированных пластинками твердого сплава ВК-15. Применение съемных коронок, особенно в крепких породах, повышает производительность бурения до 30% и снижает (примерно в 3—4 раза) расход буровой стали. При этом широкое распространение получили съемные коронки с конусным соединением со штангой, обеспечивающим простоту соединения и особенно разъединения коронки и штанги.

§ 7. Средства обеспечения нормальных санитарно-гигиенических условий труда проходчиков при работе с оборудованием

При проведении горных выработок нужно соблюдать условия охраны труда, особенно при эксплуатации горнопроходческих машин. Конструкция их должна обеспечивать необходимые санитарные условия труда проходчиков. Горнопроходческие машины

во время работы должны удовлетворять санитарным нормам по содержанию пыли в воздухе, производственный шум, вибрацию и освещенность рабочего места, особенно при производстве буровых работ.

Проходческие работы (бурение и взрывание шпуров, погрузка взорванной породы) сопровождаются значительным пылеобразованием. В соответствии с «Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий» количество пыли в миллиграммах на 1 м³ воздуха во время работы машины должны быть не более 1 мг/м³ при содержании в ней не более 70% свободной двуокиси кремния SiO₂ в ее кристаллической модификации и 2 мг/м³ при содержании в ней от 10% до 70% свободной двуокиси кремния.

Пылеподавление при бурении шпуров осуществляется: промывкой шпура или отсосом пыли из него; подачей воды через центральный канал бурильной машины или при помощи специальной муфты, надеваемой на штангу (боковая промывка); подачей воздушно-водяной смеси. Отсос пыли из шпура осуществляют последующим улавливанием ее в специальных приспособлениях. Пылеподавление при работе проходческих машин осуществляют орошением водой, увлажнением взорванной породы и пылеулавливанием вентиляторной установкой с пылеулавливателем. Более эффективным является орошение, когда водой под высоким давлением до 25 кгс/см² гасится до 60—70% пыли. Пылеулавливание менее эффективно. Применяют также рабочие средства индивидуальной защиты.

Все горнопроходческие машины, особенно бурильные машины и перфораторы, при работе создают шум. Сильный шум вредно действует на здоровье человека, вызывает ухудшение слуха, ускоряет утомление, ослабляет реакцию организма, а следовательно, уменьшает работоспособность и способствует возникновению травматизма.

Величину производственного шума при работе горнопроходческих машин определяют шумомерами, предназначенными для измерения его интенсивности или уровня в дБ, и частотными анализаторами, при помощи которых производят спектральный анализ частоты изучаемых шумов в Гц. Для оценки уровней шума можно применять индикатор нормы шума. Замеры интенсивности шума производят на высоте 1,5 м от почвы выработки и на расстоянии 1 м от источника шума. Все шумы в зависимости от их частотного состава (спектра) делят на три класса. Шум, создаваемый при работе перфораторов, бурильных машин и отбойных молотков, относят к третьему классу уровней шума. Допустимый уровень шума для них 75—85 дБ. Дополнительным обязательным условием к указанным допустимым уровням и спек-

трам является разборчивость речи, которая должна быть удовлетворительной в условиях шумов всех трех классов, а именно: речь, произносимая голосом нормальной громкости, должна быть хорошо понята на расстоянии 1,5 м от говорящего. Для поглощения шума, возникающего при работе пневматических бурильных машин ударно-поворотного действия, применяют различные конструкции глушителей и индивидуальные средства защиты. Разработанные конструкции опытных образцов выносных активных, реактивных и комбинированных глушителей позволяют снизить шум от выхлопа сжатого воздуха до 20 дБ.

К индивидуальным средствам защиты от шума относят специальные конструкции полупластичных антифонов и заглушек. Полупластичные антифоны представляют собой наушники. Заглушки состоят из резиновой оболочки, наполнителя (аналогично используемому в антифонах) и направляющего стержня из пластмассы, вставляемого в слуховой канал. Применение указанных средств защиты от шума улучшает санитарно-гигиенические условия труда при проведении выработок.

Применение ручных перфораторов и других горнопроходческих машин сопровождается воздействием местной вибрации на руки проходчиков или общей вибрации, которые в зависимости от физических параметров вибрации — частоты колебания в Гц и амплитуды (уровня) колебаний в миллиметрах — могут приводить к профессиональному заболеванию — вибрационной болезни. Вибрационная характеристика машины или ее узла определяется совокупностью действующих величин уровней колебательной скорости (виброскорости) в октавных полосах частот, усилия нажатия и удерживаемой руками оператора массы машины.

Согласно «Санитарным нормам и правилам при работе с инструментами, механизмами и оборудованием, создающим вибрацию, передаваемые на руки работающих», допустимые величины колебательной скорости — виброскорости (см/с) и предельно допустимые уровни виброскорости (дБ) в октавных полосах частот (Гц), измеряемые на рукоятках управления, с которыми контактируют руки работающих, должны находиться в пределах указанных санитарных норм № 626—66 Министерства здравоохранения СССР.

Степень вредности вибрации оценивают по спектру колебательной скорости (виброскорости) в диапазоне частот от 11 до 2800 Гц, включающему восемь октавных частотных полос. Для каждой октавной частотной полосы устанавливают предельно допустимое значение средней квадратической величины виброскорости (см/с) и ее уровня (дБ).

Согласно санитарным нормам, усилие нажатия, прилагаемое руками оператора к ручной машине, не должно превышать

20 кгс, а масса вибрирующей машины — 10 кг. Предельно допустимые величины общей вибрации рабочих мест устанавливаются по спектру колебательной скорости в диапазоне частот от 11 до 355 Гц, включающему пять октавных частотных полос. Нормы устанавливаются предельно допустимые величины вибрации, передаваемой на рабочее место машиниста (сиденье, рабочая площадка и т. п.) для каждой частотной полосы. Увеличение мощности и скорости приводов горнопроходческих машин обусловило, наряду с ростом производительности труда, повышение интенсивности вибраций этих машин. Вибрация машин снижает производительность труда рабочих, уменьшает надежность работы оборудования, вызывает поломки и аварии машин.

Наибольший процент заболеваний вибрационной болезнью приходится на долю работающих с ручным инструментом ударного и вращательного действия.

За последнее время многими институтами и заводами-изготовителями проводится большая работа по снижению вибрации машин и степени ее влияния на человека по следующим направлениям: разработка новых вибробезопасных машин; разработка средств защиты рабочего от вибрации; автоматизация производственных процессов и разработка новой технологии, исключающей применение ручных машин; внедрение дистанционного управления машинами; разработка индивидуальных средств защиты (обрезиненные влагонепроницаемые теплые рукавицы, сапоги с упругими прокладками, противозумные каски и др.); проведение комплекса организационных мероприятий, имеющих своей целью уменьшить время контакта с вибрирующей машиной, и мероприятий лечебно-профилактического характера.

Наиболее действенными при невозможности изменения технологического процесса являются направления по разработке новых вибробезопасных машин, главным образом буровых кареток и буровых установок.

Широкое распространение получило применение различного рода виброизолирующих устройств (упругих прокладок, фильтров и др.), снижающих степень передачи вибрации от машины к человеку.

За последние годы освоены и внедрены ряд машин и оборудования с частично или полностью сниженной до санитарных норм вибрацией. Заводами «Коммунист» (г. Кривой Рог) и «Пневматика» (г. Ленинград) освоено серийное производство виброзащитных устройств КР-1 и КВ-1 к ручным перфораторам ПР-22, ПР-24, ПР-30 и др., в которых рукоятки отделены от корпуса с помощью цилиндрических пружин.

В результате внедрения в горнопроходческую практику вибро-

защитных устройств к ручным перфораторам виброболезнь среди проходчиков на рудниках резко снизилась.

Важным фактором эффективного применения горнопроходческих машин является нормальная освещенность рабочего места.

Для оценки освещенности на горнопроходческих машинах необходимо пользоваться люксметром по принятой методике, а степень освещенности определять в люксах (лк). Особое внимание должно быть уделено освещенности пультов управления и исполнительных органов машин. Минимум освещенности при лампах накаливания и люминесцентных в забоях проходимых выработок устанавливают 10 лк.

МЕХАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПРИ ПРОХОДКЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ

§ 1. Общие положения

Значительный и все возрастающий объем работ по сооружению и углубке вертикальных стволов, их сложность выполнения настоятельно требуют внедрения комплексной механизации и автоматизации процессов горнопроходческого цикла и совершенствования технологии проходки. В общем комплексе сооружаемых горных выработок проходка вертикальных стволов является наиболее ответственным процессом.

Продолжительность сооружения стволов, составляющих 20—30% общего объема горных выработок, занимает 35—50% времени строительства шахты. Поэтому повышение скорости проходки стволов, особенно глубоких и в крепких породах, имеет важное значение в деле сокращения сроков строительства новых шахт и их реконструкции.

Все работы по сооружению ствола выполняются по вертикальной технологической схеме. Это предопределяет особую сложность его сооружения, неизбежность нахождения рабочих на стесненной площади забоя под капежом, двигающимися подъемными сосудами и подвешенным проходческим оборудованием, постоянное изменение отметки забоя ствола, неизбежность выполнения производственных операций на различных высотных отметках. Все это требует обеспечения безопасности труда проходчиков.

Современное состояние отечественной техники проходки стволов характеризуется принципиально новыми решениями почти по всему комплексу проходческих операций, обеспечившими увеличение производительности труда проходчиков в 4 раза: усовершенствованы и внедрены прогрессивные технологические схемы проходки стволов с полной ликвидацией временной крепи;

внедрена совмещенная схема проходки стволов с возведением постоянной бетонной крепи вслед за забоем, получившая наибольшее распространение;

разработана и успешно внедрена параллельно-щитовая схема проходки глубоких стволов, обеспечившая в отдельных случаях достижение рекордных скоростей;

разработана и внедрена высокопроизводительная технология уборки породы при помощи погрузочных машин с механизирован-

ным вождением и дистанционным управлением грейферов, емкость которых возросла до $1,2 \text{ м}^3$ (КС-1м), и большегрузных саморазгружающихся бадей емкостью до $3-6,5 \text{ м}^3$;

разработаны наиболее рациональные схемы работы погрузочных и подъемных машин и средств передачи большегрузных бадей при помощи складных дужек и прицепных устройств новой конструкции;

успешно решена проблема возведения постоянной крепи стволов из быстротвердеющего бетона при транспортировании бетонной смеси в ствол за призабойную опалубку по трубам, конструкция которой значительно усовершенствована и высота увеличена до $4-5 \text{ м}$;

при проходке глубоких стволов применены постоянные подъемные машины с цилиндрическими барабанами;

определены оптимальные параметры проходческого цикла, обеспечивающие наиболее рациональный режим работ, и установлены наиболее выгодные формы циклической организации проходческих работ применительно к горно-геологическим условиям проходки;

значительно расширено использование постоянных копров (металлических, башенных и железобетонных);

разработаны и внедрены эффективные технологические параметры буровзрывных работ, обеспечивающие высокий к. п. ш., необходимую степень дробления породы и качественное оконтуривание забоя.

В результате внедрения новой высокопроизводительной отечественной техники и новых, технически обоснованных схем организации работ при выполнении всех проходческих операций по сооружению и углубке стволов среднемесячная скорость проходки в крепких породах в нашей стране возросла до 30 м/месяц .

Повышению скорости проходки способствует также применение в начальный период специального облегченного оборудования для проходки верхней части ствола, называемой технологическим отходом, равной $60-80 \text{ м}$. Отход необходим, когда для проходки ствола предусмотрен комплекс КС-2У/40 с механическим вождением грейфера для погрузки породы или другое аналогичное оборудование.

Этот участок ствола проходят во время оснащения площадки проходческим оборудованием, что сокращает сроки сооружения стволов на $4-5$ месяцев.

Внедрение новой технологии спуска бетонных смесей с поверхности непосредственно за опалубку по трубам и призабойной секционной опалубки позволило повысить производительность труда и скорость проходки в среднем на $10-15\%$. Внедрение породопогрузочных комплексов КС-2У позволило на $30-40\%$ повысить производительность труда проходчиков и скорость

проходки. В настоящее время стволы глубиной более 500 м проходят только с применением этих комплексов. Эффективное использование высокопроизводительного породопогрузочного оборудования достигается в сочетании с мощными подъемными средствами — подъемными машинами с барабанами диаметром 3,5 м и более, более крупными бадьями типа БПС емкостью 2,5—4 м³, а также проходческими лебедками грузоподъемностью 18—35 т. В то же время упростилось оснащение стволов оборудованием.

В последние годы на ряде рудников в крепких породах достигнута скорость проходки стволов, превышающие 100 м/месяц.

В зарубежной практике наиболее высокая скорость проходки достигнута в ЮАР, где ежегодно проходят большой объем стволов глубиной 2000 м и более. При этом характерной особенностью технологии проходки стволов в ЮАР является применение в устойчивых породах параллельного способа без временной крепи или щитовых оболочек при обнажении боковых пород до 25 м.

Глубокие стволы проходят с использованием постоянных подъемных машин с цилиндрическими барабанами, а также постоянных (иногда временных) копров металлических, железобетонных или комбинированных. При этом применяют бадьи емкостью до 8 м³, подвешиваемые на трех цепях или канатах.

Скорость подъема грузовых подъемных установок достигает 16 м/с, вспомогательных — 5—6 м/с. Подвесные полки высотой до 24 м имеют от 4 до 10 этажей и подвешиваются на двухбарабанных лебедках с помощью направляющих канатов длиной до 5500 м, огибающих четыре шкива, установленных на полке. С подвесного полка устанавливают опалубку и возводят бетонную крепь заходами до 9 м.

Характерным отличием технологии и организации проходки стволов в СССР по сравнению с капиталистическими странами является высокий уровень механизации наиболее трудоемких процессов — погрузки породы и возведения постоянной крепи, а также большая производительность труда в связи с задалживанием значительно меньшего числа проходчиков в стволе. Производительность труда проходчика на выход при рекордной проходке ствола на руднике «Баффельс-Фонтейн» составила около 2 м³ готового ствола в свету, а на шахте «Бутовская-Долецкая» — 7 м³ в свету на выход.

§ 2. Современные технологические схемы проходки стволов и степень их механизации

Быстрые темпы развития техники, механизации и организации горнопроходческих работ вызвали значительное усовершенствование технологических схем проходки стволов в крепких породах. Долгое время проходку и крепление вертикальных стволов в креп-

ких породах проводили по различным технологическим схемам, обусловленным характером оснащения, выбором проходческого оборудования, горно-геологическими условиями, видом постоянной крепи и организацией горнопроходческих работ.

В основе классификации технологических схем проходки стволов шахт в крепких породах содержится принцип последовательности работ по выемке породы и возведению постоянной крепи.

Исходя из этого, все технологические схемы проходки стволов шахт в крепких породах делятся на четыре типа: последовательная, параллельная, параллельно-щитовая и совмещенная.

При проходке обычно вся глубина ствола делится на звенья в зависимости от последовательности выполнения работ в них (по выемке породы и возведению постоянной крепи) по различным технологическим схемам проходки. При этом отбойку пород производят, как правило, буровзрывным способом.

Последовательная технологическая схема проходки ствола (рис. 16) характеризуется разновременным последовательным производством работ по выемке породы и возведению постоянной крепи в одном и том же звене, высота которого зависит от горно-геологических условий, конструкции крепи и общей организации работ.

После продвижения забоя ствола с применением временной крепи или без нее (при достаточной устойчивости пород) на величину участка согласно паспорту крепления работы по выемке породы прекращают и приступают к возведению постоянной крепи с подвешного полка в направлении снизу вверх. Затем последовательность проходческих операций повторяется в аналогичном порядке. В зависимости от устойчивости пород высота звена достигает 20—40 м с временной крепью и 10—20 м при отсутствии временной крепи.

Максимальная скорость проходки при этой схеме не превышает 35 м/мес. Ее основными недостатками являются: необходимость возводить временную крепь или оставлять (при пересечении стволом крепких и устойчивых пород) незакрепленный участок ствола; двухступенчатый порядок возведения крепи ствола — сначала временной, а затем постоянной; значительные затраты времени и труда на очистку пшжпей части ствола и откачку загрязненной воды после окончания возведения крепи на участке ствола; неустраняемые перерывы в работе, связанные с периодическими переходами от проходки к креплению и обратно; систематические нарушения призабойных участков временной крепи при взрывных работах; необходимость в производстве после взрыва тщательной оборки стен ствола от заколов в случае, когда в крепких устойчивых породах ($f = 10$) временную крепь не применяют; невысокие скорости сооружения ствола из-за отсутствия совме-

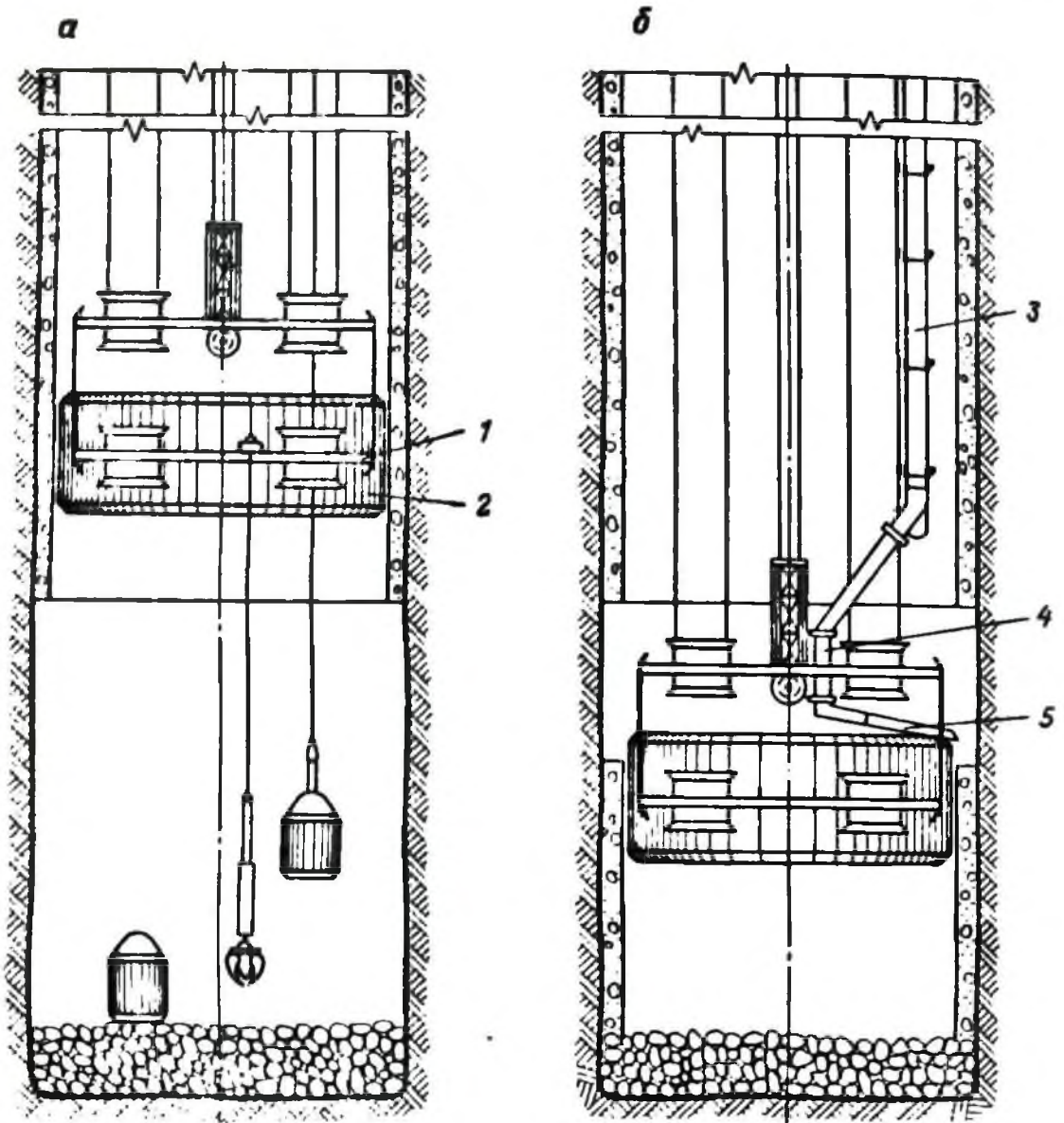


Рис. 16. Последовательная технологическая схема проходки ствола:

а — выемка породы; **б** — возведение постоянной крепи; **1** — двухэтажный подвесной полук; **2** — секционная металлическая передвижная опалубка; **3** — бетонопровод; **4** — приемный бункер бетонной смеси; **5** — телескопический желоб для разводки бетонной смеси за опалубку

щности работ по выемке породы и возведению постоянной крепи.

В связи с отмеченными недостатками эта схема в настоящее время находит крайне ограниченное применение. Ее применяют для проходки неглубоких (150—200 м) стволов малого диаметра, а также при специальных способах проходки устьев стволов. При этом для возведения постоянной бетонной крепи применяют металлическую секционную передвижную опалубку,

прикрепленную к подвесному полку.

Параллельная технологическая схема проходки ствола (рис. 17) характеризуется тем, что выемку породы и возведение постоянной крепи производят одновременно, но в разных звеньях. При этом в нижнем участке ведут работы по подвиганию забоя и возведению временной крепи (или по оборке стен от заколов в случае ее отсутствия) под защитой предохранительного натяжного полка, а в смежном верхнем участке возводят постоянную крепь с подвесного полка. По сравнению с последовательной эта схема обеспечивает увеличение скорости проходки на 20—30%, поэтому ее широко применяют в стволах глубиной более 200 м и диаметром более 4,5—5 м.

Максимальная скорость проходки по этой схеме в крепких породах составила 71 м/мес на шахте им. Фрунзе в Кривбассе (1959 г.).

При параллельной технологической схеме постоянную бетонную крепь возводили также с помощью секционной передвижной опалубки, прикрепленной к подвесному проходческому полку. При этом постоянную бетонную крепь возводили одновременно с выемкой породы. Передвижную секционную опалубку устанавливали на деревянный настил, уложенный на натяжном полке, и бетонировали опорный венец. Последующее бетонирование незакрепленного участка ствола производят так же, как и при последовательной технологической схеме. Работы по выемке в забое ствола прекращали только во время взрывания шнуровых зарядов и подъема подвесного полка вместе с секционной опалубкой на следующую

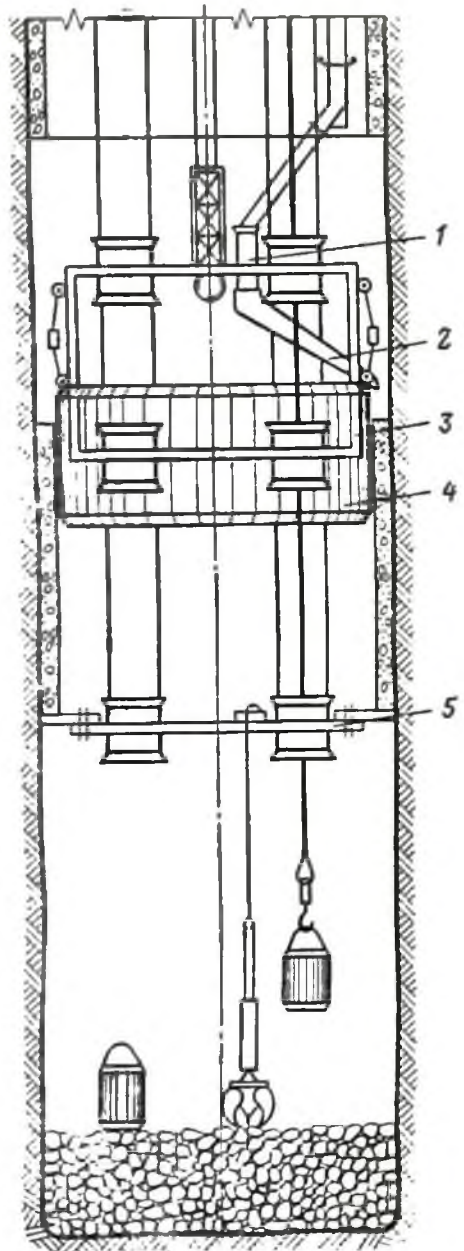


Рис. 17. Параллельная технологическая схема проходки ствола:

1 — приемный бункер бетонной смеси; 2 — телескопический желоб для развозки бетонной смеси за опалубку; 3 — двухэтажный подвесной полок; 4 — секционная металлическая передвижная опалубка; 5 — натяжной полк

заходку. При параллельной технологической схеме ствол, как правило, оборудовали подвесным двухэтажным проходческим полком, с которого снимали временную крепь и возводили постоянную, и натяжной рамой, на которой располагали лебедки пневматических породопогрузчиков, баки с водой для промывки шпуров и другое оборудование. С натяжной рамы также возводили опорные венцы. Постоянную крепь при передвижной секционной опалубке, прикрепленной к подвесному полку, возводили участками по 20—25 м и снизу вверх от опорного венца со снятием ранее установленной временной крепи. Высота звена в основном определялась горно-геологическими условиями. Опорные венцы, как правило, укладывали в устойчивых и крепких породах высотой не менее 1 м.

После отхода забоя ствола от натяжной рамы на 40 м последнюю опускали на 20—25 м. В месте ее установки разбирали затяжку и под кольцом временной крепи разделяли неглубокие лунки, в которые заводили пальцы натяжного полка. Натяжной полк центрировали по бадьям, которые пропускали в раструбы.

После центрирования полка натягивали направляющие канаты. Пальцы полка при этом упирали в кольцо временной крепи или во впадины породных стенок ствола. При спуске натяжного полка нахождение людей на нем запрещалось. Они находились в бадье.

Высота опалубки для сооружения опорного венца 1—1,5 м. Для настилки деревянного поддона под опорный венец на натяжном полке крепили швеллерное кольцо. Поддон настилали из досок толщиной 40—50 мм. На нем устанавливали опалубку. Перед бетонированием опалубку центрировали от центрального или боковых отвесов.

После установки опалубки для опорного венца подвесной полк вместе с передвижной опалубкой опускали к натяжному полку, центрировали и равномерно по всему периметру ствола бетонировали опорный венец, укладывая бетонную смесь слоями высотой 0,3—0,4 м.

По окончании бетонирования опорного венца в забое ствола навешивали пневмопогрузчики КС-3 и приступали к уборке породы. Через 2—3 ч после окончания бетонирования опорного венца с натяжной рамы снимали временную крепь (одно или два кольца), обирали стенки ствола и очищали поверхность бетона. Через 6—8 ч опалубку опорного венца снимали. Проходческий волок опускали так, чтобы передвижная опалубка зашла на 20—30 см в опорный венец. Полк тщательно центрировали и расклинивали пальцами или домкратами, расположенными на верхнем этаже полка.

Передвижную опалубку сначала выравнивали по высоте с помощью винтовых фаркопфов. Проверка правильности установки опалубки в вертикальной плоскости производилась горн-

горизонтальной рейкой с уровнем или с помощью водяного уровня. После установки опалубки в вертикальной плоскости ее с помощью винтовых фаркопов разжимали до проектного диаметра. Верх опалубки центрировали от центрального или боковых отвесов и расклипывали съёмными домкратами. Бетонную смесь в приемный бункер на верхний этаж проходческого полка спускали по трубам, а затем по трубам и телескопическим желобам разводили за опалубку.

После окончания бетонирования и достижения распалубочной прочности из подвешенных к нижнему этажу полка люлек опалубку сжимали с помощью фаркопов и снова повторяли все операции по возведению постоянной крепи.

Перед подъемом или спуском полка фаркопы опалубки сжимали, благодаря чему диаметр ее уменьшался на 100—150 мм.

Несмотря на увеличение скорости проходки, параллельная схема имеет ряд существенных недостатков. Основные недостатки параллельной и последовательной схем связаны с наличием временной крепи и невозможностью эффективного применения комплексной механизации горнопроходческих работ. Исключения составляют случаи производства горнопроходческих работ в особо крепких, монолитных и устойчивых породах. В таких условиях многие стволы на рудниках за рубежом проходят параллельным способом без временной крепи с возведением постоянной крепи сверху вниз в одном звене. При такой схеме на руднике «Баффельс-Фонтейн» в 1962 г. была достигнута скорость проходки 381 м/мес. При проходке стволов в крепких трещиноватых породах применение временной крепи значительно удорожает стоимость горнопроходческих работ и снижает уровень механизации их выполнения. Кроме того, в результате систематического воздействия на временную крепь взрывных волн и ударов кусков породы она повреждается. Ремонт ее требует дополнительных затрат. В связи с тем что постоянную крепь на ранее пройденном участке ствола возводят позже, происходит отслаивание боковых пород. Это обуславливает переборы и увеличение толщины постоянной крепи по сравнению с проектной, что снижает производительность труда проходчиков и увеличивает стоимость сооружения ствола. Наличие в стволе двухэтажного и натяжного полков усложняет тахограмму подъема и снижает его производительность.

Применение параллельной схемы проходки ствола обуславливает соблюдение ряда повышенных требований в вопросах техники безопасности, так как при этой схеме в значительной мере повышается уровень опасных условий труда.

Параллельно-щитовая технологическая схема проходки (рис. 18) характеризуется одновременным производством работ по выемке породы и возведению постоянной крепи в одном звене

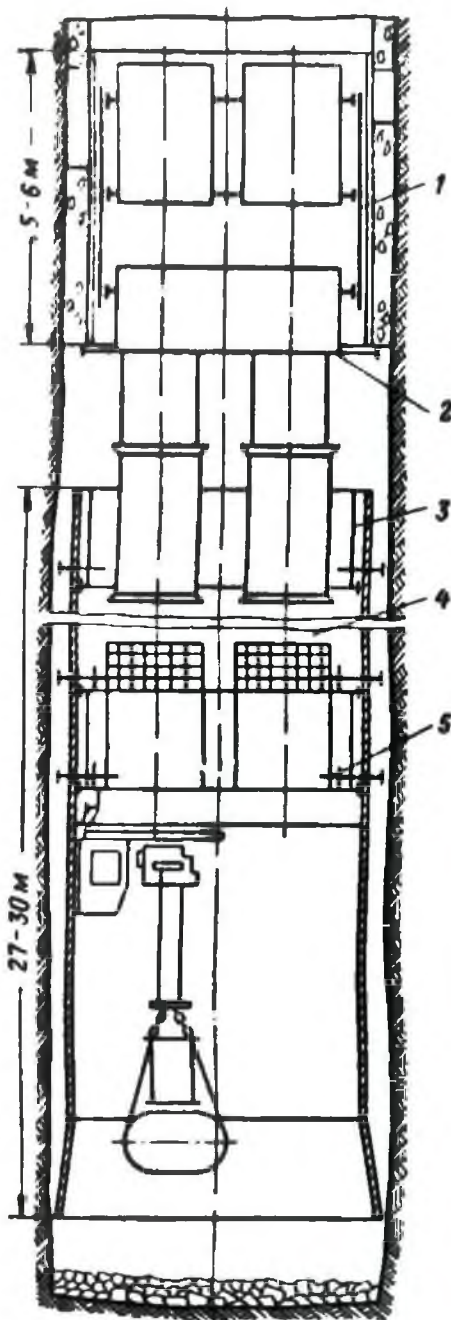


Рис. 18. Параллельно-щитовая технологическая схема проходки ствола:

1 — подвесная опалубка; 2 — опорное кольцо; 3 — натяжной пол; 4 — щит; 5 — подвесной цоколь породопогрузочной машины

вследствие использования передвижного предохранительного щита-полка. Временную крепь при этом не применяют. Работы в забое ведутся под защитой передвижного щита, выше которого в направлении сверху вниз возводят постоянную крепь.

При этой технологической схеме достигается сравнительно большие скорости проходки стволов по устойчивым породам. В равных условиях эта схема обеспечивает увеличение скорости проходки за счет параллельного выполнения основных операций.

Применение щита разгружает забой ствола от работ по возведению временной крепи и создает более эффективные условия для ускорения непосредственно проходческих операций. Однако в отличие от временной крепи опускающий щит не раскрепляет боковых пород и не исключает возможности их обрушения. Поэтому применение этой схемы регламентировано наличием достаточно устойчивых боковых пород, исключающих обрушение и зажим щита, а также повышением скорости проходки, так как фактор времени играет немаловажную роль в деформациях боковых пород.

Одним из серьезных недостатков этой схемы по сравнению с прочими является вынужденное уменьшение рабочего сечения ствола, кольцевой площадки полка, что ухудшает возможности размещения бадей и условия работы породопогрузочных машин.

Щит выполняет функцию предохранительной оболочки, укрывающей наиболее уязвимые детали опалубки и свежеложенной бетон от воздействия взрыва, а также обеспечивает удобство и безопасность работ по

обслуживанию опалубки при укладке бетона, при отрыве ее и перемещении на новую заходку.

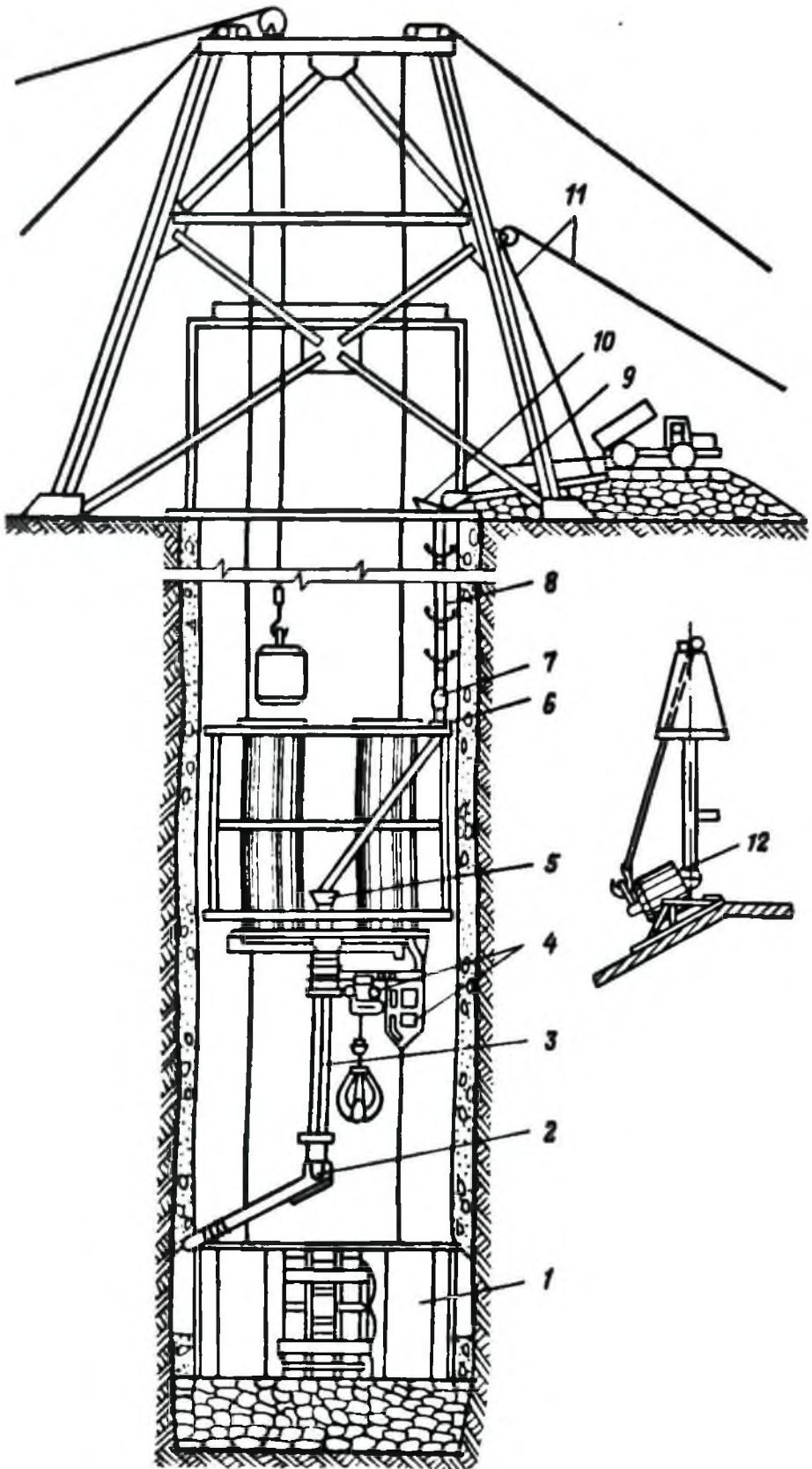
Основным недостатком этой схемы является значительное увеличение массы и усложнение проходческого оборудования, а также повышение первоначальных затрат на оснащение ствола.

Выперассмотренные схемы проходки не обеспечивали безопасные условия работы в забое. При пересечении трещиноватых пород нужно было применять временную крепь из колец и деревянную затяжку, которая при взрывных работах нарушалась.

В монолитных крепких породах ($f \geq 10$) стволы проходили без временной крепи, но при этом производили тщательную обмурку породных стен ствола от заколов, что приводило к значительному перебору породы и перерасходу бетона, а в целом — к непроизводительным затратам времени. Кроме того, имели место случаи падения в забой кусков породы, травмировавших рабочих. В связи с этим с 1961 г., с момента сконструирования и применения передвижных секционных опалубок для крепления стволов монолитным бетоном, перешли на более эффективную совместную технологическую схему проходки. При этом в тресте Кривбассшахтопроходка были разработаны и опробованы различные конструкции призабойных опалубок без поддона и с жестким поддоном, претерпевшим значительное усовершенствование.

Совмещенная технологическая схема проходки (рис. 19) отличается производством работ по выемке породы и возведению постоянной крепи непосредственно в призабойном пространстве ствола вслед за подвиганием забоя в направлении сверху вниз без применения временной крепи. Из всех применяемых эта схема оказалась наиболее простой, гибкой и универсальной. Она обеспечивает комплексную механизацию проходческих работ, высокую их технико-экономическую эффективность и в существенной мере повышает безопасность труда проходчиков.

Недостатком этой схемы является отсутствие полного совмещения во времени операций по выемке породы и возведению постоянной крепи, что в некоторой мере сдерживает рост скорости проходки стволов по сравнению с параллельной или с параллельно-щитовой схемами проходки. Однако максимальная скорость проходки стволов в крепких породах за последние 10 лет была достигнута именно при этой схеме. По сравнению с другими схемами, кроме последовательной, при совмещенной схеме упрощается тахограмма работы подъемных машин, повышается их производительность, так как движение бадей в стволе замедляется в проемах одного подвешенного полка. Необходимость дополнительного замедления движения бадей при прохождении их через проемы натяжной рамы или щита полка при этой схеме исключается. По производительности труда проходчиков эта схема значительно превосходит остальные.



По этой схеме в декабре 1971 г. коллектив шахтопроходческого управления № 2 треста Кривбассшахтопроходка за 31 рабочий день прошел 160,3 м готового ствола шахты «Вентиляционная» № 1 рудника им. 1 Мая в Кривбассе (диаметр ствола в свету 7 м, в проходке — 7,6 м, постоянная крепь — бетон), а в марте 1972 г. коллектив Краснотурьинского шахтопроходческого управления треста Востокшахтопроходка за 31 рабочий день прошел 180 м готового ствола шахты «Северо-Песчанская» на Урале в породах с $f = 12 - 15$ (диаметр ствола в свету 6,5 м, в проходке 7,1 м, постоянная крепь — бетон).

Однако достигнутые показатели далеко не исчерпывают всех возможностей этой схемы. Применение ее устраняет временную крепь, повышает в значительной мере безопасность труда, а главное, позволяет более эффективно осуществлять комплексную механизацию основных горнопроходческих работ и, в частности, применять при погрузке породы большегрузные машины с дистанционным управлением типа КС-2 и др., благодаря чему и достигаются наилучшие результаты проходки стволов.

Совместная технологическая схема с последовательным или совмещаемым выполнением операций по возведению постоянной крепи и уборке породы отличается установкой призабойной секционной опалубки непосредственно на выровненную взорванную породу, служащую в этом случае пикетажной перемычкой.

В стволах диаметром в свету более 5 м при высоте опалубки более 3 м операции по укладке бетонной смеси и погрузке породы совмещают. Породу в стволе не убирают до тех пор, пока за опалубку не будет уложена бетонная смесь по всему периметру на высоту около 1 м. За это время нижние слои бетона схватываются и препятствуют прорыву свежего бетона при уборке породы из-под опалубки. В зависимости от интенсивности подачи бетонной смеси продолжительность этой операции составляет 2—3 ч. После этого приступают к погрузке породы из центральной части забоя во избежание возможного вытекания бетонной смеси из-за опалубки в ствол. Затем после набора бетоном распалубочной прочности (по данным ВНИИОМШС 3—5 кгс/см²) производят погрузку породы по всей площади забоя ствола.

Рис. 19. Совмещенная технологическая схема проходки ствола:

1 — призабойная секционная опалубка высотой 4 м; 2 — рештак для разводки бетонной смеси за опалубкой; 3 — подающая труба диаметром 8" для бетонной смеси; 4 — породопогрузочная машина КС-2У/40; 5, 6 — приемные воронки бетонной смеси; 7 — гаситель скорости бетонной смеси; 8 — бетонопровод, подвешенный к стенкам ствола; 9 — бункер для приема бетона; 10 — подающая бетонную смесь воронка с сеткой, не пропускающей щебень фракции свыше 40 мм; 11 — трос для поднятия бункера 9 при спуске бетонной смеси в ствол по трубам; 12 — комплекс разгрузки самопрокидывающихся бадей типа БПС

§ 3. Оснащение проходки стволов

Одной из важных работ, выполняемых перед сооружением стволов, является их оснащение горнопроходческим оборудованием. Число и тип проходческого оборудования, необходимого для проходки стволов, определяется размером их поперечного сечения и глубиной, необходимыми темпами сооружения, принятой технологической схемой.

При оснащении стволов на промышленной площадке шахты устанавливают целый комплекс горнопроходческого оборудования: подъемно-транспортного, вентиляционного, компрессорной станции и выполняют ряд вспомогательных работ. В монтаж комплекса подъемно-транспортного оборудования входят: монтаж копра с подкивной, нулевой и разгрузочной площадками, монтаж подъемных машин, навеска в стволе подвесных полков, направляющих и других канатов, труб, кабелей и другого оборудования. Одновременно с монтажом подъемных машин устанавливают на фундаментах лебедки для натяжения направляющих канатов, подвесного полка, насосов, труб различного назначения и кабелей.

Наряду с монтажом проходческого оборудования строятся технологические сооружения, adatta бытового и хозяйственного назначения.

Для ускорения работ по освещению стволов нужно применять передвижное энергетическое и ремонтно-механическое оборудование, краны, тихоходные лебедки, мачты, домкраты, тали и тельферы.

Сроки оснащения стволов в зависимости от объемов работ и условий их выполнения изменяются от 0,5 до 1,5 лет.

Раньше при оснащении глубоких стволов на промышленной площадке монтировали 3—4 подъемные машины из-за их небольшой мощности и малой емкости бадей. Так, при оснащении стволов диаметром 7,5 м шахт «Гигант-Глубокая», им. Ленина, им. Фрунзе и им. Артема в Кривбассе устанавливали не менее трех подъемных машин, одну из них для спуска материалов. Это обуславливало установку вокруг ствола до 20 тихоходных лебедок для направляющих канатов, подвески полка, трубопроводов, насосов, спасательной лестницы, кабелей и др.

С 1961 г. в Кривбассе, а позже и на других рудниках нашей страны стали применять более мощные проходческие подъемные машины, сокращая их число, особенно после внедрения технологии подачи бетонных смесей в ствол по трубам. Так, при оснащении глубоких стволов (шахта «Родина» — диаметр ствола 6,5 м, глубина 1052 м; шахта «Клетевая» им. Кирова — диаметр ствола 7,5 м, глубина 1100 м) в Кривбассе установлены подъемные машины с диаметром барабана от 3,5 до 6 м, работающие как

одпоконцевые с бадьями емкостью 3 м³. При небольших притоках воды в забой на проходках стволов диаметром 6,5 м и меньше устанавливают одну двухбарабанную подъемную машину. Так, ствол шахты «Южная-Вентиляционная» рудника им. К. Либкнехта в Кривбассе диаметром 6,5 м и глубиной 1050 м был оснащен одной машиной типа 2Ц-3,5 / 1,7 с бадьями емкостью 3 м³ и пройден со среднемесячной технической скоростью 57 м/мес, а максимальной — 102,3 м/мес.

Оснащение его начали с сооружения фундаментов подъемной машины и ряда лебедок. Одновременно экскаватором отрыли котлован глубиной 4,5 м и в нем соорудили устье ствола и приствольную камеру для бункера приема бетона.

При оснащении ствола выполнили технологический отход на глубину 105 м с временного копра, установленного над устьем, и лебедки БЛ-1600. Средняя скорость проходки при этом составила 22,5 м/мес.

Одновременно в стороне монтировали шатровой проходческий копер конструкции ВПШНОМШСа, предусмотренный для основной проходки, подъемную машину 2 / 4 / 1,8 и проходческие лебедки для подвески ствольного оборудования. Временный копер демонтировали за двое суток, а на ствол надвинули основной проходческий копер с оборудованными подкивной и разгрузочной площадками. Закрепление копра на фундаментах, наладка оборудования в копре, навеска канатов и монтаж подвесного полка с машиной КС-2У40 выполнили за 28 сут. Оснащение и технологическое подвигание 105 м ствола были выполнены за 6 месяцев. Такой эффективный способ оснащения стволов получил широкое применение в Кривбассе.

Для обеспечения возможности совмещения работ по технологическому подвиганию и оснащению стволов разработаны типовые схемы оснащения проходки стволов одной и двумя подъемными машинами (рис. 20 и 21).

Практика применения этих схем размещения проходческого оборудования выявила их преимущества: возможность строительства целого блока фундаментов лебедок в одном котловане; сокращение объемов работ и расходов материалов по прокладке коммуникаций, кабелей и др.; облегчение контроля за работой механизмов, сблокированных по технологическому принципу; освобождение площадки вокруг ствола для более свободных маневров транспортирования и складирования оборудования как при оснащении, так и при проходке ствола; возможность строительства постоянных поверхностных сооружений (подъемных машин, вентиляторной установки и т. д.) параллельно с проходкой ствола.

С одной свободной стороны копра оборудуют узел приема бетона, с другой — сооружают монорельсовую тельферную дорожку

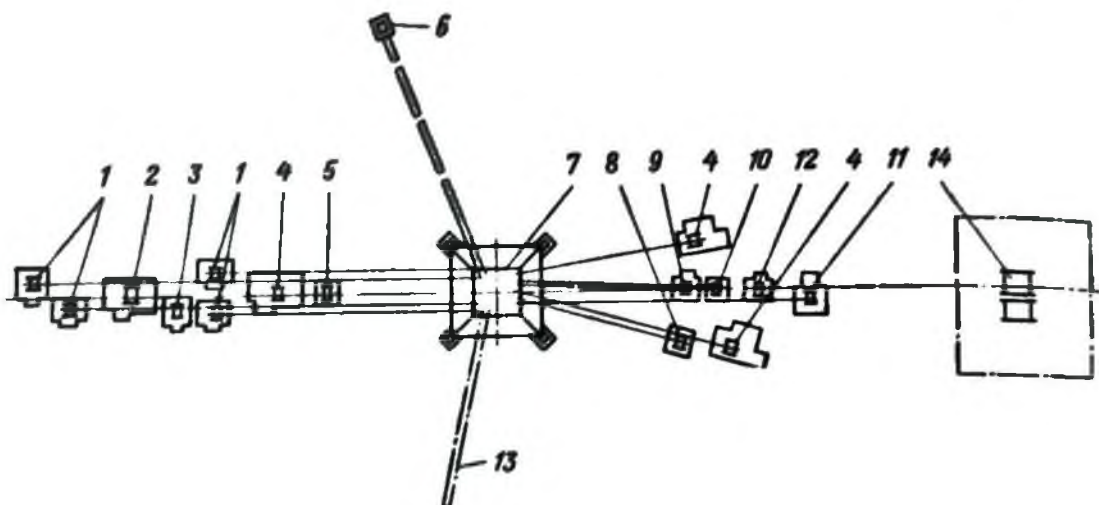


Рис. 20. Типовая схема оснащения проходки стволов одной двухконцевой подъемной машиной:

1 — лебедка для направляющих канатов; 2 — лебедки подвески проходческого полка; 3 — лебедки для подвески кабеля палеяни; 4 — лебедки для подвески призабойной опалубки; 5 — лебедка для подвески спасательной лестницы; 6 — вентиляторная установка; 7 — проходческий копер; 8 — лебедка для подвески кабеля освещения; 9 — лебедка для подвески наоса; 10 — лебедка для монтажа трубопроводов; 11 — лебедка для телескопической части трубопровода; 12 — лебедка для подвески кабеля сигнализации; 13 — телеферная установка; 14 — двухбарабанная подъемная машина

для механизации всех такелажных работ при проходке ствола, с помощью которой разгружают и подают в копер к бадейным проемам доставленные автомобильным транспортом на площадку материалы и оборудование.

Для ускорения работ и сокращения трудовых затрат по монтажу нулевой рамы, полка и опалубки последние изготовляют и доставляют на площадку укрупненными блоками и узлами. Такое мероприятие позволило упростить проектирование оснащения проходки стволов, сократить время на изготовление нестандартного оборудования и многократно его использовать на других проходках. Для совмещения работ по оснащению стволов и проходке технологического участка ствола, а также проходке неглубоких стволов (до 150 м) в последнее время в Кривбассе широко применяют специальный легко монтируемый шарнирный коприк с наклонной эстакадой и скипом-бункером для разгрузки породы (рис. 22). Шахтные стволы проходят как с временных проходческих, так и с постоянных копров, приспособленных для этой цели. Металлические проходческие копры применяют только сборно-разборной конструкции, что облегчает их транспортирование, монтаж и демонтаж. В 1953 г. ВНИИОМШСом были разработаны четыре типа сборно-разборных металлических копров (табл. 8).

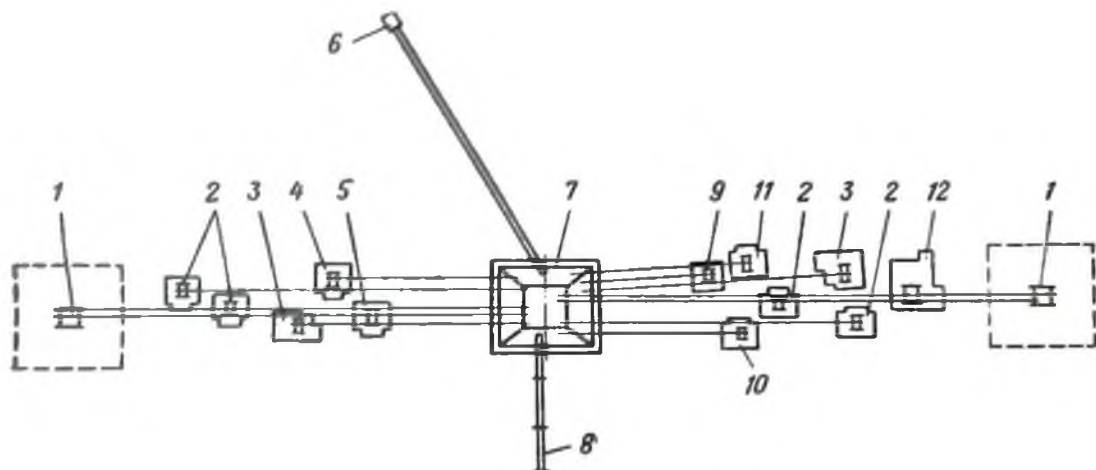


Рис. 21. Типовая схема оснащения проходки стволов двумя одноконцевыми подъемными машинами:

1 — однобарабанная подъемная машина; 2 — лебедки для подвески оцалубки и направляющих канатов; 3 — лебедки для подвески проходческого полка; 4 — лебедка для подвески кабеля паления; 5 — лебедка для насоса; 6 — вентиляторная установка; 7 — проходческий копер; 8 — тельферная установка; 9 — лебедка для спасательной лестницы; 10 — лебедка для кабелей освещения и сигнализации; 11 — лебедка для монтажа трубопроводов; 12 — лебедка БЛ-1600 для проходки технологического участка ствола

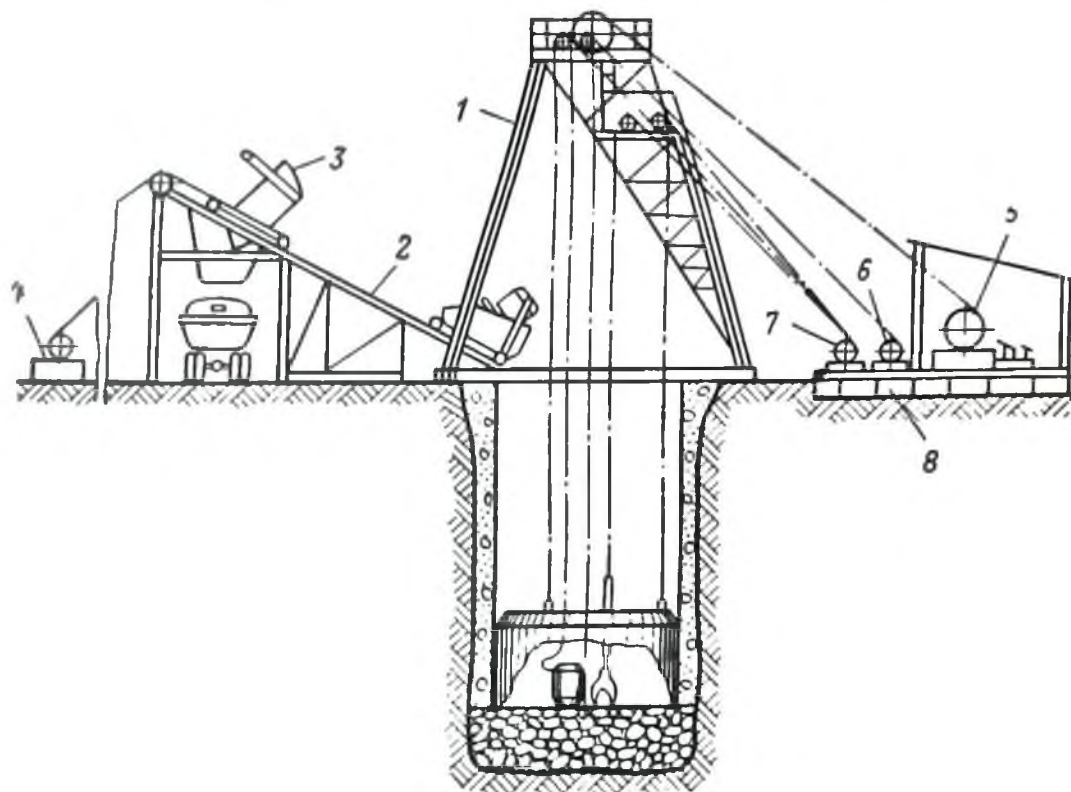


Рис. 22. Схема оснащения проходки ствола технологическим коприком:

1 — сборно-разборный коприк; 2 — разгрузочная эстакада; 3 — опрокидной скип; 4 — лебедка подъема скипа; 5 — подъемная лебедка; 6 — лебедки направляющих канатов; 7 — лебедка подвесной оцалубки; 8 — железобетонные блоки фундаментов

Таблица 8

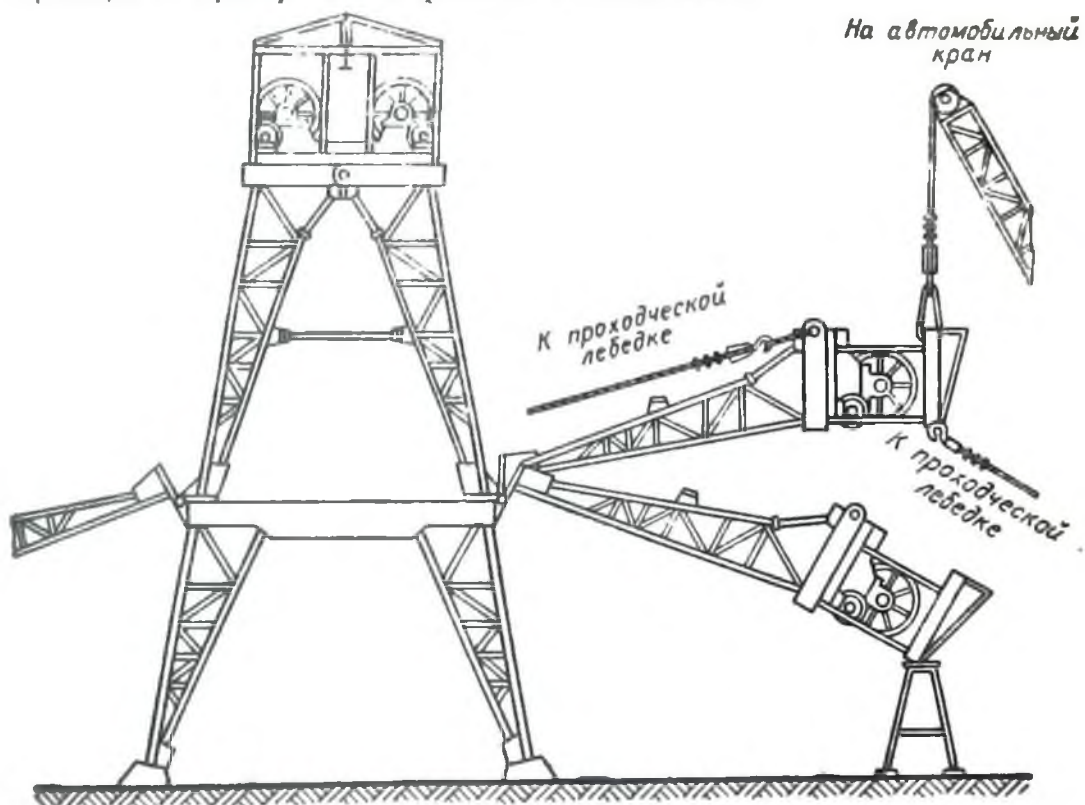
Показатели	Типы копров конструкции								Крибастриктата (шатровый ус- ловный)	Филиал ВНИИОМШСа треста Крибастшах- тпроходка (новые шатрирные)	
	ВНИИОМШСа (1953 г.)				ВНИИОМШСа (1963—1964 гг.)					ПК-2	ПК-3
	I	II	III	IV	I	II	III	IV			
Разнос опор по осям на уровне фундаментов, м	10 × 10	12 × 12	12 × 12	14 × 14	12 × 12	14 × 14	12 × 7	14 × 8	15 × 15	10 × 13	14 × 14
Размеры подшивной площадки, м:											
верхней	5,5 × 5,5	6 × 6	6,5 × 6,5	7 × 7	5,5 × 5,5	7 × 7	7 × 8	8 × 8,6	8 × 8	5 × 6	7 × 7
нижней	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8,1 × 10,3	10,9 × 10,9
Высота подшивной площадки, м:											
верхней	16,4	17,4	17,4	18,2	19	20,5	22	22,5	20,6	18,8	20,9
нижней	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,9	9,9
Масса металлоконструкций шатра, т	25,1	30,7	34,5	4,1	35,1	60	80,2	93,0	66,2	50,1	62,06
Максимальный диаметр проходного ствола, м	6	6,5	6,5	6,5	5	6,5	7	9	7,5	6,5	8
Глубина проходного ствола, м	200	400	600	800	до 400	до 800	до 1100	1400	1100	800	1200

В 1963—1964 гг. ВНИИОМПС разработал четыре типа новых проходческих копров, отвечающих современным требованиям. Они не исключают применения копров старых типов.

Все типы проходческих копров конструкции ВНИИОМПС состоят из надстройки, подшивной площадки, шатра, разгрузочной площадки и лестницы. Копры для проходки стволов глубиной более 800 м имеют укосину. Размеры шатра в плане вверху определяются размерами подшивной площадки. Выше у фундаментов разнос стоек шатра принимается из условия устойчивости копра и создания вокруг ствола внутрикопровой площадки, достаточно удобной для работы.

Для сокращения времени на оснащение стволов трестом Кривбассшахтопроходка совместно с Криворожским филиалом ВНИИОМПС разработал проходческий копер, требующий для монтажа значительно меньше трудовых затрат и времени по сравнению с применяемыми проходческими копрами института ВНИИОМПС. Представляет он собой пространственную конструкцию шатрового типа, состоящую из цельносварных трубчатых блоков, связанных между собой на уровне разгрузочной площадки жесткой рамой, и верхней подшивной площадки с надстройками (рис. 23).

Рис. 23. Общий вид проходческого копра конструкции треста Кривбассшахтопроходка и Криворожского филиала ВНИИОМПС



Верхний ярус копра состоит из четырех опор и разъемной подшивной площадки с надстройкой. На верхней подшивной площадке устанавливают шкивы направляющих и подъемных канатов.

Нижний ярус копра также состоит из четырех опор, закрепленных внизу на фундаментах и связанных сверху балками жесткой рамы. Нижняя обвязочная рама служит одновременно подшивной площадкой ряда тихоходных лебедок, в том числе подвешенного полка, спасательной лестницы, насоса и пр. На центральную балку рамы опирается породный бункер с разгрузочными лядами.

Монтаж копра начинают с установки на фундаментах нижнего яруса с помощью автокранов грузоподъемностью 10 т. Обе половины верхнего яруса копра вместе с надстройкой и шкивами собирают по двум сторонам копра на нулевой отметке. На опорах верхнего яруса имеются монтажные шарниры. Основания опор приподнимают и шарниры связывают с обвязочной рамой установленного нижнего яруса. Системой полиспаста обе половины верхнего яруса стягивают до полного подъема и сочленения замковых монтажных шарниров на обвязочных балках верхней подшивной площадки.

После подъема и проверки правильности установки копра шарнирные соединения дополнительно фиксируют болтовыми соединениями с накладками. При монтаже верхнего яруса для подъема и оттяжки собираемых элементов применяют лебедки, входящие в комплекс оснащения ствола. Для сборки элементов копра на нулевой площадке используются автокраны грузоподъемностью 10—16 т. Монтаж нового копра осуществляют за одну неделю.

Весь объем монтажных работ по копру со шкивами, разгрузочным бункером с лядами и контргрузами выполняется за 20—25 рабочих дней. Затем приступают к обшивке копра и одновременно производят работы на проходке технологического участка ствола. В настоящее время применяют два типа новых копров для стволов диаметром до 6 м и глубиной до 800 м и для стволов диаметром 8 м и глубиной до 1200 м.

В табл. 8 приведены основные технические данные применяемых проходческих копров института ВНИИОМШС и новых копров. Применение новых копров при соответствующей подготовке позволяет значительно сократить сроки оснащения и подготовки стволов к проходке, снизить затраты труда. Общая экономия от применения копра нового типа достигает 20 тыс. руб. на один ствол. Наряду с этим при эксплуатации новых копров выявились другие преимущества: удобство обслуживания шкивов на нижней площадке, отсутствие загромождения пространства над стволом опорами разгрузочного станка и др.

Проходческие подъемные установки, служащие для выдачи породы, спуска-подъема людей, инструмента, материалов и т. д., являются одним из главных факторов, определяющим скорость проходки и производительность труда проходчиков.

Производительность подъема должна превышать производительность породопогрузочных машин. При проходке стволов применяют бадьювой подъем вследствие более удобной формы сосуда, незагроможденности рабочего пространства в забое ствола направляющими канатами из-за отставания их на 12—40 м от забоя, возможности опускать подъемный сосуд в любое место забоя.

Бадьювой подъем применяют однобадьювым (одноконцевым) и двухбадьювым. При однобадьювом подъеме одна бадья загружается, а вторая находится в движении. При двухбадьювом подъеме одна бадья загружается породой, а две находятся в движении. При прочих равных условиях мощность двигателя однобадьювого подъема в 1,3—1,5 раза больше, чем двухбадьювого подъема. Производительность двухбадьювого подъема лишь в 1,3—1,6 раза больше производительности однобадьювого подъема.

Одноконцевой подъем обеспечивает большую гибкость в работе, так как при двухбадьювом подъеме трудно обеспечить полную одновременность опрокидывания одной бадьи на поверхности и перецепки другой в забое. Поэтому по сравнению с одной двухконцевой подъемной машиной две одноконцевые имеют в 1,3—1,5 раза большую производительность. Одноконцевые подъемы целесообразны при такой глубине ствола, когда продолжительность полного оборота бадьи меньше времени загрузки ее в забое, т. е. когда рабочее время погрузочных машин не затрачивается на ожидание прибытия порожней бадьи, а также при постоянном подъеме.

Применение двухконцевых подъемных установок целесообразно для стволов значительной глубины и большого поперечного сечения. Выбор типов подъемных машин, кроме указанных факторов, определяется и необходимостью быстрого перехода от сооружения ствола к проведению околоствольного двора. К оборудованию проходческих подъемных установок относят: подъемные машины, бадьи, прицепные устройства, направляющие рамки, подъемные и направляющие канаты, электрическую сигнализацию, ляды с приводом для их открывания и закрывания, затворы породных желобов, проходческие лебедки для подвески оборудования в стволе.

Производительность подъема зависит от емкости бадей, максимальной скорости движения их (особенно в глубоких стволах), тахограммы подъема, обусловленной технологической схемой проходки (числом подвесных полков в стволе).

До 1964 г. при проходке стволов применяли в основном подъемные машины типа БМ-2500, БМ-3000, 2БМ-3000.

Для стволов глубиной более 500 м применяли машины $1 \times 4 \times 2,5$ и $1 \times 4 \times 1,8$, требующие для установки громоздкого фундамента с подвальным помещением. С 1964 г. для проходки глубоких стволов стали применять новые машины Ц-3,5 \times 2 и 2Ц-3,5 \times 1,7, изготавливаемые Донецким машиностроительным заводом им. 15-летия ЛКСМУ. Эти машины при равных возможностях по грузоподъемности более компактны и менее трудоемки в монтаже. Сравнительные данные этих подъемных машин и машин Новокраматорского завода приведены в табл. 9.

Таблица 9

Показатели	Подъемные машины завода им. 15-летия ЛКСМУ		Подъемные машины НКМЗ	
	Ц-3,5 \times 2	2Ц-3,5 \times 1,7	ЦР-4 \times 3,2/0,6	2Ц-4 \times 1,8
Наибольшее статическое натяжение ветви каната, кгс	18 000	15 000	25 000	22 000
Наибольшая разность натяжения каната, кгс	14 000	12 500	16 000	14 000
Диаметр барабана, мм	3400	3500	4000	4000
Ширина одного барабана, мм	2000	1700	3200	1800
Масса машины (без электрооборудования), т	81,4	103,4	114	117
Размеры, мм:				
длина	11 500	11 400	12 350	13 178
ширина	7 900	9 600	9 930	9 930
высота:				
над уровнем пола	2 770	2 770	2 680	2 680
ниже уровня пола	2 530	2 530	3 500	3 500

Подъемные машины типа Ц-3,5 \times 2 и 2Ц-3,5 \times 1,7 с применением бадей емкостью 3 м³ обеспечивают успешную проходку стволов в крепких породах глубиной 900—1100 м. С глубиной более 1000 м и с дальнейшим увеличением емкости бадьи до 4 м³ возникает необходимость применять машины с диаметром барабана 5 и 6 м.

В настоящее время Донецким машиностроительным заводом им. 15-летия ЛКСМУ освоено производство серии новых барабанных проходческих подъемных машин $1 \times 2,5 \times 2$; $2 \times 2,5 \times 1,2$; $2 \times 3 \times 1,5$; $1 \times 3,5 \times 2a$; $2 \times 3,5 \times 1,7a$; $1 \times 4 \times 1,2$; $2 \times 4 \times 1,8$. Основные достоинства этих машин — увеличение на 50—60% грузоподъемности по сравнению с ранее выпускаемыми, простота конструкции за счет рамной компоновки и применения пружинного привода тормозов. Новые подъемные машины

с диаметром барабана 4 м позволяют поднимать бадьи емкостью 5,5—6,5 м³ до глубины 1200 м.

В табл. 10 приведены данные по подъемным машинам Новокраматорского машиностроительного завода. Для стволов глубиной до 500 м, при бадьях емкостью 2,0—2,5 м³ и применении комплексов КС-2У и КСМ-2У наиболее эффективными являются подъемные машины с барабаном диаметром 3 и 2,5 м. Донецким машиностроительным заводом им. 15-летия ЛКСМУ освоено изготовление шахтных электрических подъемных машин новой кон-

Таблица 10

Показатели	Подъемные машины				
	ЦР-4 × 3,2/0,6	ЭЦ-4 × 1,8	ЭЦ-4 × 2,3	ЭЦ-Б × 2,3	ЭЦ-6 × 2,4
Наибольшее статическое натяжение каната, кгс	22 000	22 000	22 000	25 000	30 000
Наибольшая разность натяжения канатов, кгс	14 000	12 500	14 000	18 000	21 000
Диаметр барабана, мм	4000	4000	4000	5000	6000
Ширина одного барабана, мм	3200	1800	2300	2300	2400
Масса (без электрооборудования), т	117	115	118	189	195
Размеры, мм:					
длина	12 350	13 178	14 188	14 928	15 330
ширина	9 930	9 930	9 930	11 200	12 370
высота					
над уровнем пола	2 660	2 660	2 660	3 420	4 100
ниже уровня пола	3 500	3 500	3 500	3 500	3 500

струкции с одним или двумя барабанами диаметром 2,5 и 3 м, предназначенных для оборудования поверхностных и подземных подъемных установок в вертикальных и наклонных стволах, технические характеристики которых приведены в табл. 11.

Одним из направлений, способствующих повышению уровня механизации работ, выполняемых при оснащении стволов, является создание и внедрение при проходке стволов передвижного проходческого оборудования. В этой связи для сокращения времени подготовительного периода при проходке стволов до глубины 150 м в комбинате Донецкшахтострой разработаны и внедрены передвижные проходческие подъемные установки (ПППУ), созданные на базе лебедок БЛ-1200/1030-2, БЛ-1600/1224 и малых шахтных подъемных машин БМ-2000/1530-3А и 1 × 2,5 × 2. Эти

установки представляют собой цельноперевозимые агрегаты, смонтированные в заводских условиях и широко применяемые при сооружении стволов в Донбассе.

Опыт эксплуатации подъемных установок ПППУ-1600 и ПППУ-2000 показал, что погрузка и снятие их с трейлеров грузоподъемностью 20 (40) т производится бригадой такелажников в составе четырех человек за 4—5 ч. Установки транспортируются к месту работ со скоростью 10—15 км/ч. Крепление установки к опорной плите, подключение кабелей и наладка занимают 6—8 смен. Таким образом, на транспортирование установки к месту работы и монтаж затрачивается 4—6 дней, в то время как на монтаж и наладку лебедок БЛ-1600 и подъемных машин БМ-2000 в обычном варианте использования — не менее 1 мес.

Техническая характеристика ПППУ приведена в табл. 12.

В качестве подъемных сосудов для выдачи породы при проходке стволов используют проходческие бадьи различной емкости, бочкообразной формы, которые по способу разгрузки делят на обычные унифицированные типа БП и самопрокидывающиеся типа БПС. Емкость БП — 0,75; 1; 1,5 и 2 м³. Емкость БПС-1;

Таблица 11

Показатели	Тип машины			
	однобарабанные		двухбарабанные	
	1×2,5×2	1×3×2	2×2,5×1,2	2×3×1,5
Диаметр барабана, м	2,5	3,0	2,5	3,0
Ширина барабана, м	2,0	2,0	1,2	1,5
Разность натяжений канатов, тс	6,5	8,0	6,5	8,0
Статическое натяжение каната, тс	6,5	13,0	7,5	13,0
Диаметр каната, м	81	37	31	37
Высота подъема при на- вивке каната, м:				
в один слой	400	385	210	270
в два слоя	1380	1310	785	980
Скорость подъема, м/с	2,7—8,6	3,0—8,6	2,7—8,6	3,0—9,8
Мощность электродвигателя, кВт	650	900	650	900
Масса без электрооборудования, т	45,2	56,6	50,6	70,9
Размеры, м:				
длина (без электродвигателя)	5,95	5,95	5,05	5,95
ширина	6,44	6,78	6,94	7,88
высоты над уровнем пола	2,85	2,85	2,85	2,85

1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5,5; 6,5 м³. В отличие от обычных самопрокидывающиеся бадьи в нижней части корпуса имеют фиксирующие выступы (цапфы) и применяются в комплексе оборудования БПС (рис. 24).

Загруженная породой бадня БПС поднимается до подвешного полка, входит в раструб и, ударяясь цапфами о кривые, поворачивается до момента входа цапф в пазы направляющей рамки. После подъема бадьи в зону верхней разгрузочной площадки льды закрываются, бадня опускается, цапфы ее выходят из пазов направляющей рамки и входят в косые пазы разгрузочного станка. Одновременно бадня садится днищем на упор и вокруг цапф поворачивается при разгрузке и опрокидывается. Разгруженную бадью поднимают и открывают льды, опускают в забой. Цикл разгрузки занимает до 20 с. При этом исключаются операции

Таблица 12

Показатель	Типы установок			
	ПППУ-1200	ПППУ-1600	ПППУ-2000	ПППУ-2500
Диаметр барабана, мм	1200	1600	2000	2500
Ширина барабана, мм	1000	1200	1500	2000
Максимальное статическое натяжение каната, кгс	2500	4000	5000	6500
Максимальный диаметр каната, мм	20	22	25	30
Канатоемкость 1 м при максимальном диаметре каната и навивке:				
в один слой	150	230	320	455
в два слоя	320	485	675	950
в три слоя	490	750	1025	1465
Скорость подъема, м/с	2	2,6	2,5	5,7
Мощность электродвигателя, кВт	55	130	160	400
Основные размеры установки, мм:				
ширина	2600	3800	4000	4400
длина	5825	7070	9690	8972
высота	3500	3200	3550	4600
Масса установки, кг	9500	22 000	46 250	79 300
Основные размеры опорной железобетонной плиты, мм:				
ширина	3100	4000	4 000	5200
длина	6100	6880	10 000	9200
высота	300	400	400	700
Масса опорной плиты, кг	12 700	16 600	24 000	80 000

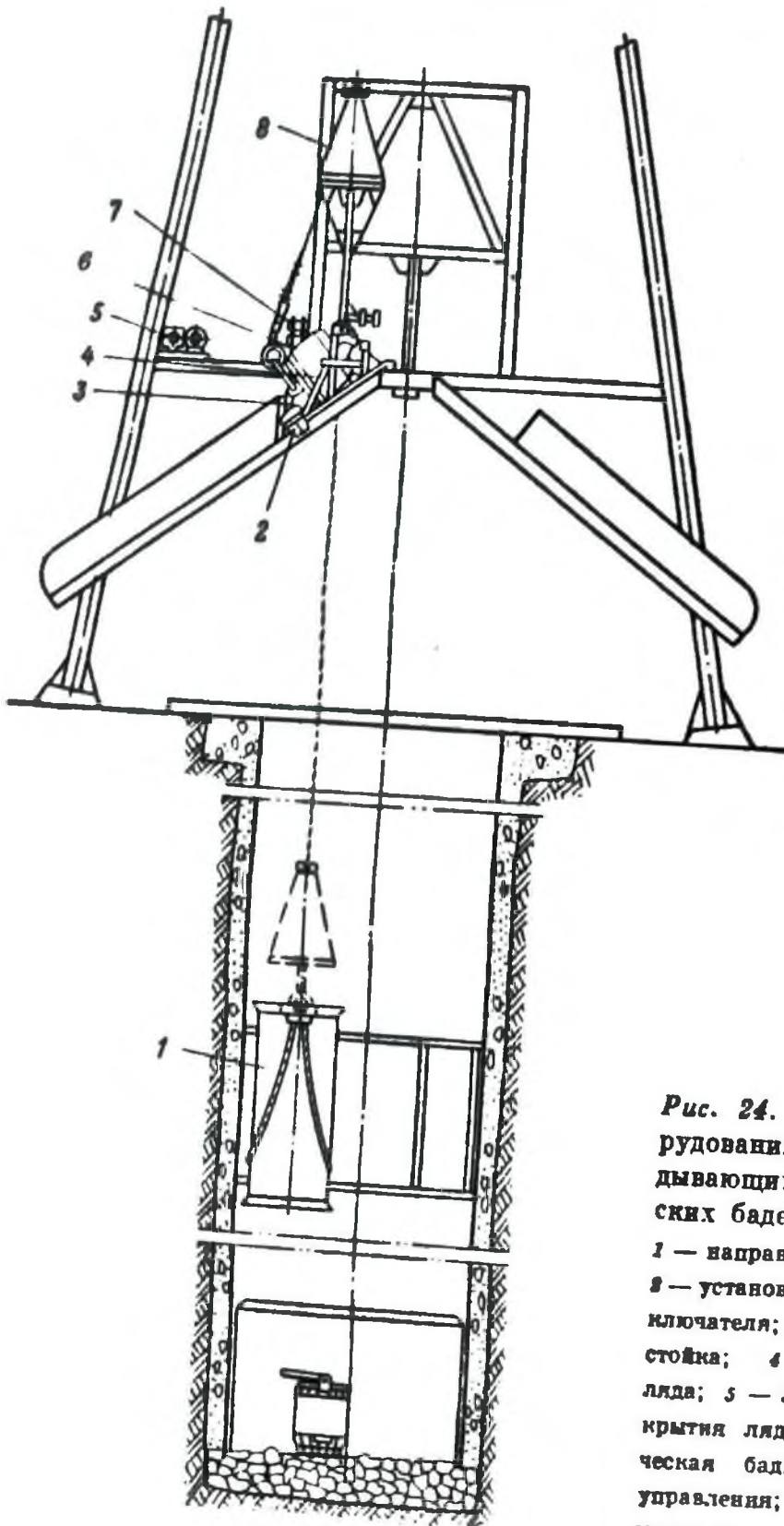


Рис. 24. Комплекс оборудования самопрокидывающихся проходческих бадей БПС:

1 — направляющий растроб;
 2 — установка конечного выключателя; 3 — опорная стойка; 4 — разгрузочная лядя; 5 — лебедка для открытия ляди; 6 — проходческая бадья; 7 — пульт управления; 8 — направляющая рамка

по успокаиванию бадьи, направлению ее при опрокидывании, прицепке крюков с цепями к кольцам бадьи и т. д., как это имело место при обычных бадьях. Из бадьи порода поступает в бункер, из которого выгружается в самосвалы через люк и отводится в отвал. В настоящее время наиболее широко применяют бадьи БНС-3.

Направляющая рамка представляет собой сварную конструкцию, состоящую из сварного каркаса и зонга. Для перемещения по направляющим канатам она имеет подшипники с втулками.

Для смягчения ударов цапф бадьи о рамку предусмотрены амортизаторы. Разгрузочная леда односторонняя, сварной конструкции, выполнена в виде прямоугольной рамы из швеллеров, сверху обшитых листовой сталью. На леде установлены две стойки из стального литья, имеющие пазы, в которые входят цапфы бадьи при ее опрокидывании во время разгрузки. Лебедка для открывания лед устанавливается на разгрузочной площадке. Управление лебедкой — дистанционное с пульта управления, установленного на верхней разгрузочной площадке. Остановка лебедки при полностью открытой или закрытой леде осуществляется автоматически конечным выключателем. Пульт управления помещается также на разгрузочной площадке в удобном для наблюдения месте.

В зависимости от числа бадьевых проемов пульт состоит из одного или двух столиков с размещением на них аппаратуры управления и сигнализации.

Схема разгрузки бадьи способом донного захвата на вращающийся крюк приведена на рис. 25. Такой способ сначала применялся в комплексе с малым копром. В настоящее время он применяется и при больших копрах в период, когда ствол начиная с поверхности проходят без направляющих канатов на временной подъемной установке.

Для обеспечения необходимой безопасности работ при интенсивной работе подъемных машин, обслуживаемых в копре одним рукоятчиком, в схему управления подъемной машины вводят дополнительную блокировку. Схемой предусматривается подача соответствующего светового сигнала рукоятчику нулевой и раз-

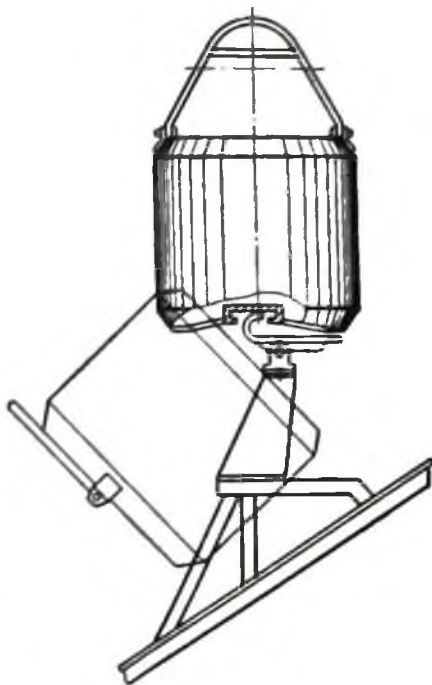


Рис. 25. Схема разгрузки бадьи способом донного захвата на вращающийся крюк

грузочной площадок, а также машинисту подъема, показывающего положение ляды (закрыто — открыто). При движении бадьи на участке ближе 20 м от нулевой площадки при закрытых лядях автоматически срабатывает аварийный тормоз подъемной машины. До открытия ляд включение подъемной машины исключается. При полностью открытой ляде замыкается цепь, шунтирующая предохранительный выключатель, установленный на указателе глубины. В настоящее время для подвески проходческих бадь к подъемным канатам и облегчения их перецепки широкое применение получили прицепные устройства с безопасной защелкой двух типов (рис. 26), техническая характеристика которых приведена в табл. 13. В ЮАР бадьи большой емкости подвешивают на нескольких цепях или канатах.

Таблица 13

Показатели	Прицепные устройства					
	с клиновой заделкой при емкости бадьи, м ³				цанговые при емкости бадьи, м ³	
	1,0	1,5	2,0	3,0	5,5	6,5
Грузоподъемность, т	2,3	3,5	4,5	7,0	11,5	14,5
Высота прицепного устройства, мм	1440	1620	1745	1665	1450	1465
Максимальная ширина, мм	265	285	325	312	314	365
Число звеньев	2	2	2	2	—	—
Диаметр каната, мм	18—26	20—30	23—35	30	36	38
Максимальная масса прицепного устройства, кг	90	100	120	144	215	218

Масса применяемых в настоящее время облегченных прицепных устройств меньше обычных; они удобны в работе при перецепке бадьи в забое и на 0,7—1,2 м короче обычных устройств, что весьма существенно при обеспечении необходимой высоты переподъема в проходческих копрах.

Проходческие канаты по своему назначению делятся на подъемные, направляющие и поддерживающие. Расход их на один ствол велик и достигает 20 км при глубине ствола 800—1000 м.

Подъемные круглые канаты применяют крестовой свивки и специальной конструкции — некрутящиеся канаты и закрытой конструкции ВНИИОМШС.

Применение их обеспечивает увеличение безопасности для работающих в забое проходчиков, повышение скорости движения

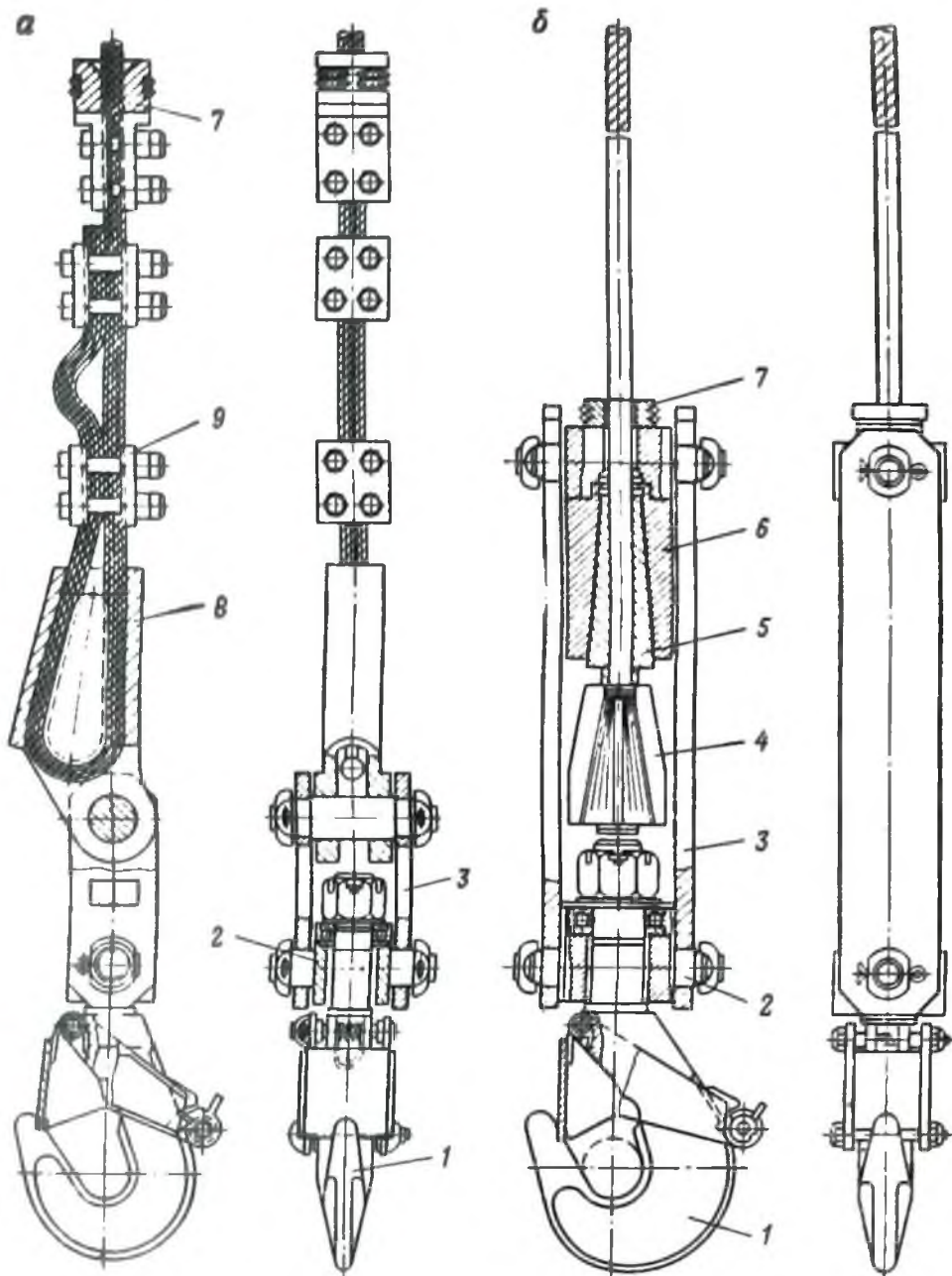


Рис. 26. Прицепные устройства с безопасной защелкой:

а — с клиновой заделкой каната; б — с концевой (данговой) заделкой каната: 1 — крюк; 2 — траверса; 3 — шена; 4 — концевая муфта; 5 — клин; 6 — кожух; 7 — амортизатор; 8 — клиновья втулка; 9 — жимок

бадей, сокращение на 40—50% продолжительности маневров бадей в забое, удлинение срока службы канатов с 7 до 12 месяцев.

Для подъемных канатов на проходческих копрах устанавливают шкивы диаметром 1,5—2 м, желоб которых футеруют деревом для уменьшения изнашиваемости каната.

Направляющие канаты служат для направления бадей при их движении по стволу шахты, в качестве которых ГОСТом рекомендованы спиральные канаты или канаты закрытой конструкции из толстых проволок диаметром от 2,2 до 3,0 мм. Диаметр направляющих канатов 20—25 мм и более в зависимости от глубины ствола. Поддерживающие канаты служат для поддержки на весу и перемещения по стволу подвесного полка, насосов, трубопроводов и т. д. Для подвесных полков применяют канаты диаметром от 40 до 70 мм.

Спасательные лестницы и подвесные насосы подвешивают на некрутящихся канатах. Спасательная лестница подвешивается к лебедке с обособленным питанием для двигателя или с дополнительным ручным приводом.

Для натяжения направляющих канатов и подвески проходческого оборудования в стволе (подвесного полка, трубопроводов, опалубки, различных устройств) на поверхности вокруг проходческого копра устанавливают целый комплекс различных по назначению проходческих лебедок. В соответствии со своим назначением они обладают большой канатоемкостью, высокой грузоподъемностью, малой скоростью движения каната и наличием стопорных устройств.

В настоящее время применяют проходческие лебедки конструкции ЦНИИПодземмаша, позволяющие проходить стволы глубиной до 1200 м (табл. 14).

Таблица 14

Марка лебедки	Максимальное статическое натяжение каната на барабанах, тс	Канатоемкость, м	Диаметр барабанов, м	Наибольший диаметр каната, мм	Средняя скорость движения каната, м/с	Мощность электродвигателя, кВт	Масса, кг	Размеры, мм		
								длина	ширина	высота
Однобарабанные										
ЛП-5/500-1	5	500	0,5	23,5	0,1	11	2 730	2800	1930	1330
ЛПМ-10/800	10	800	0,8	31	0,1	20	7 750	4875	3860	1725
ЛП-18/1000	18	1000	1,1	41	0,1	30	22 270	6400	4060	2260
ЛП-25/600	25	600	1,1	52	0,1	40	26 980	6400	4740	3105
ЛП-45/3	45	1000	2,0	65	0,1	75	66 800	9500	6500	3000
Двухбарабанные										
2ЛП-5/500	2 × 5	500	0,5	22	0,1	20	5 970	3370	3460	1350
2ЛПМ-10/600	2 × 10	600	0,8	31	0,1	32	14 500	4880	3860	1730
2ЛП-18/1000	2 × 1000	100	1,0	43,5	0,1	55	40 650	7300	5240	2190

Эти лебедки имеют два тормоза — маневровый (электромагнитный) и предохранительный (грузовой или ручной), рассчитанные на двукратный тормозной момент.

В последние годы при проходке стволов внедряется полиспасная схема подвески подков. При этом подвесные канаты служат также и направляющими для бадей. При таких схемах пужны лебедки, обладающие большой канатоемкостью. Для этого применяют лебедки канатостанционные проходческие — ЛКП (табл. 15).

Таблица 15

Марка лебедки	Максимальное статическое натяжение каната на барабане, тс	Канатоемкость, м	Диаметр барабана, мм	Наибольший диаметр каната, мм	Средняя скорость движения каната, м/с	Мощность движущий каната, м/с	Масса, т	Размеры, мм		
								длина	ширина	высота
2ЛКП-20 (тяговый агрегат) Бабина	20	—	100	42,5	0,17	75	71 000	6040	5233	2260
	20	3000	—	—	0,17	2х30	—	4664	3280	2250

Подвесной канат несколько раз огибает ведущий фрикционный барабан канатостанционного типа такой лебедки, затем проходит через натяжное устройство, после чего свободно наматывается на бачину большой канатоемкости.

Помимо указанных лебедок применяют специальные типы однобарабанных лебедок (табл. 16) для подвески спасательных лестниц ЛПК (лебедки проходческие с комбинированным приводом —

Таблица 16

Марка лебедки	Грузоподъемность, т	Канатоемкость, м	Диаметр барабана, мм	Диаметр каната, мм	Средняя скорость движения каната, м/с	Мощность электродвигателя, кВт	Масса без электродвигателя, кг	Размеры, мм		
								длина	ширина	высота
ЛПК-4/500	5	500	850	21,5	0,24	20	4510	2570	2107	1490
ЛПК-4/1000	5	1000	850	21,5	0,24	20	5045	2570	2717	1490
ЛПК-1,5	1,5/3	60	300	17,5	0,15	9,3	630	980	560	975
ЛПК	1,5	60	350	17,5	0,24	л. с. 12 л. с.	470	860	600	780

электрическим и ручным); для подвески пневмогрузчиков и производства монтажных работ в стволах — ПЛП-1,5 и ЛППГ; для подъема и опускания грейферов погрузочных машин КС-2У/40 (тельферы 4КФ-40); для перемещения тележек тельферов (пневматические лебедки).

§ 4. Буровзрывные работы при сооружении стволов и средства их механизации

При проходке стволов в крепких породах трудоемкость буровзрывных работ составляет 50—60% всех затрат на проходческий цикл и 30—40% его времени. Буровзрывные работы остаются наиболее важным звеном, предопределяющим эффективность выполнения последующих горнопроходческих операций и всего цикла работ в целом, а также технико-экономические показатели проходки. При проектировании и отработке паспортов буровзрывных работ стремятся расположить шпуры по забою и заряды в них таким образом, чтобы обеспечить точное оконтуривание забоя ствола, минимум неровностей на поверхности забоя, высокий к. и. ш. при оптимально максимальной глубине шпуров, равномерное и мелкое дробление породы.

В связи с круглой формой стволов шпуры в их забоях располагают по нескольким концентрическим окружностям. Расстояние между окружностями в зависимости от диаметра ствола и свойств породы устанавливают в пределах 0,6—0,9 м. Такое же расстояние принимается и между шпурами по окружности, кроме врубовых и оконтуривающих шпуров. Расстояние между оконтуривающими шпурами примерно на 20% меньше. Диаметр окружности для врубовых шпуров принимают равным 0,25—0,30 от диаметра ствола в проходке. Число врубовых шпуров в зависимости от крепости породы и формы вруба равно 6—12. Глубину шпуров на различных проходках принимают различной — от 1,5 до 3 м. На рудниках Урала, комбината КМАруда, Горной Шории и рудного Алтая шпуры при проходке стволов бурят преимущественно на глубину 1,5—2 м, в Кривбассе — на глубину 2—2,8 м. Как показывает анализ хронометражных наблюдений, проведенных на проходках Кривбасса в крепких породах ($f = 12 \div 18$), наиболее целесообразная глубина шпуров равна 2,2—2,8 м. Средний к. и. ш. при этом составляет 0,87—0,95 для стволов диаметром 6,5 м и более. С уменьшением глубины шпуров (менее 2,2 м) возрастают потери времени на 1 м проходки ствола в общем цикле работ вследствие роста соотношения затрат времени на подготовительно-заключительные и основные операции. С увеличением глубины более 2,8 м трудовые затраты и потери времени в связи со снижением скорости бурения шпуров воз-

растают. Оптимальная глубина шпуров, равная 2,2—2,8 м, обуславливается применением на бурении шпуров ручных перфораторов типа ПР-22 и ПР-25МВ. В ряде случаев при проходке стволов диаметром 6 м и более в крепких, но невязких породах оптимальная глубина шпуров достигает 2,8—3 м. Чаще применяют шпуры диаметром 40 мм. Это позволяет при правильном их размещении в забое ствола в крепких породах получать более равномерное и мелкое дробление пород и качественное оконтуривание.

Правильная разметка шпуров в забое имеет важное значение, так как от качества ее выполнения в значительной мере зависят показатели эффективности буровзрывных работ, определяющие эффективность использования горнопроходческого оборудования.

Для перенесения проектного расположения шпуров из паспорта буровзрывных работ на забой ствола нужно применять шаблоны при разметке шпуров. Круговой шаблон (рис. 27) состоит из диска (из листовой стали толщиной 5 мм) диаметром в 10 раз меньшим диаметра ствола, с разметкой на нем в масштабе 1 : 10 шпуров согласно паспорту буровзрывных работ отверстиями диаметром 8 мм. В центре диска закреплена ось, на которую надевают телескопическую штангу с метками обозначающими радиусы окружностей расположения шпуров. Штанга прижимается к диску гайкой. Диск с помощью винтов крепят

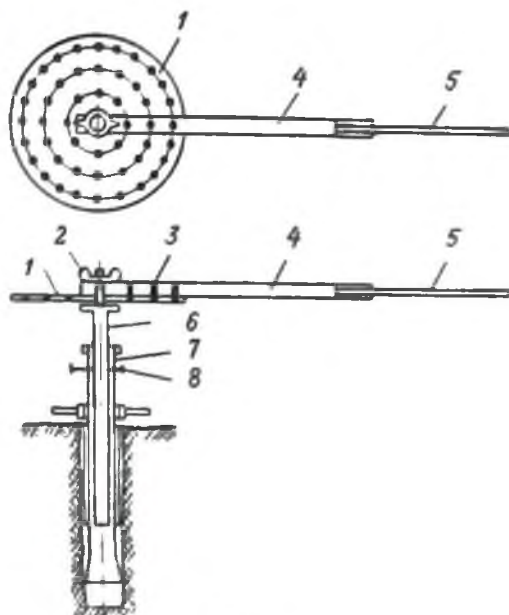
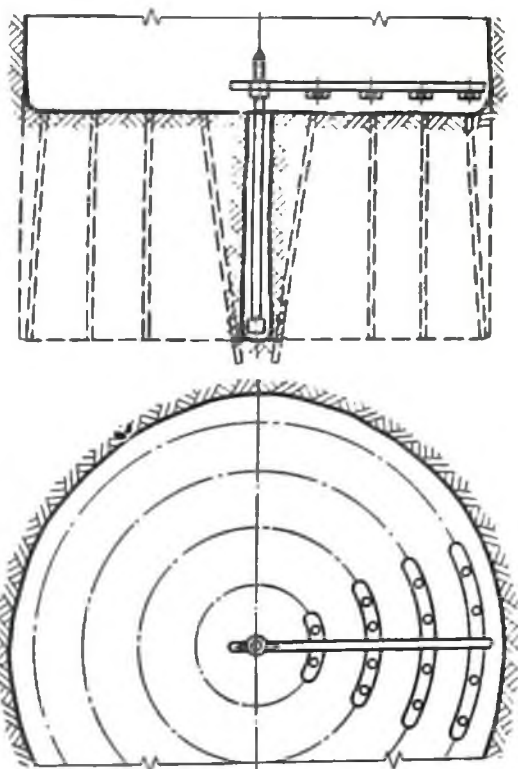


Рис. 27. Общий вид кругового шаблона для разметки шпуров в забое ствола:

1 — диск; 2 — гайка; 3 — фиксатор; 4 и 5 — телескопическая штанга; 6 — фланец; 7 — труба; 8 — винт

Рис. 28. Разметка шпуров в забое ствола с помощью простого шаблона



к фланцу трубы, которая может перемещаться по высоте к другой трубе и закрепляться в необходимом положении винтами. На верхнюю часть трубы навинчивается зажимная гайка, а нижняя часть трубы жестко соединяется с корпусом, которым в шпуре раскрепляется труба, имеющая в нижней части прорези. Для установки шаблона в центре ствола по отвесу пробуривают шпур, в который вставляют трубу шаблона и закрепляют зажимной гайкой. Труба шаблона конусом заходит в нижнюю часть другой трубы и заклинивается в шпуре. После этого в трубу вставляют трубу с диском и зажимают винтами в необходимом положении по высоте. Штанга имеет отверстия диаметром 5—8 мм, через которые в отверстия диска вставляют фиксатор. В зависимости от места установки фиксатора бурят на соответствующей окружности шпур. Круговой шаблон обеспечивает разметку шпуров на забое ствола с точностью ± 5 см.

С помощью кругового шаблона проверяют правильность расположения шпуров по окружности и смещения их по радиусу. Смещение шпуров, особенно оконтуривающих, не должно превышать ± 5 см по окружности и ± 3 см по радиусу.

С помощью шаблона контролируют глубину бурения шпуров так, чтобы забои всех шпуров, кроме врубовых, находились на уровне одной плоскости с отклонением не более ± 3 см. При больших отклонениях после взрывания шпуров происходит растрескивание почвы забоя, обуславливающее увеличение труда на отделение кусков породы при его зачистке. При соблюдении указанных допусков время на зачистку забоя при окончании уборки породы значительно снижается. Глубину шпуров проверяют от условной уровенной поверхности, определяемой вращением телескопической штанги шаблона, и измеряют металлической трубкой диаметром $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ дюйма, имеющей в верхней части деления через 1 см.

Разметку шпуров в забое успешно можно выполнять и с помощью более простых шаблонов, надеваемых на буровую штангу, размещаемую в шпуре, пробуренном в центре ствола по отвесу (рис. 28). Шаблоны целесообразно изготовлять из легкого материала — дюраль-алюминия и др. Центральный незаряжаемый шпур значительно улучшает условия работы врубовых шпуров.

Выбор типа ВВ и средств взрывания определяется крепостью пород и обводненностью забоя. В крепких и весьма крепких породах применяют скальный аммонит № 1 прессованный. В породах средней крепости применяют дивафталит, аммонит № 6 ЖВ и др.

Взрывание шпуровых зарядов только электрическое с помощью электродетонаторов ЭДКЗ и ЭДЗД. Между взрывами врубовых и вспомогательных шпуров, как правило, должен соблюдаться интервал во времени срабатывания электродетонаторов не менее 50—75 мс, обеспечивающий условие образования врубовой поло-

сти к моменту взрыва вспомогательных шпуров. Это позволяет заметно улучшить результаты взрыва: повысить к. и. ш., улучшить дробление породы, уменьшить число отказов, снизить интенсивность ударной воздушной волны, вредно действующей на подвесное оборудование.

Конструкция зарядов — колонковая с патроном-боевиком, размещаемым сверху последним. Однако в ряде случаев при применении глубоких шпуров (2,5—3,3 м) появляются остатки невзорвавшегося ВВ в стаканах. Размещение патронов-боевиков в середине зарядов исключает этот недостаток и в существенной мере улучшает показатели взрыва (дробление, к. и. ш.). Взрывание зарядов в стволах производится от сети 220—380 В. Соединение электродетонаторов — параллельное с применением антенны, монтируемой на деревянных колышках. Для обеспечения безопасности при заряджании забоя и монтаже взрывной сети в момент подсоединения электродетонаторов к антенне оба кольца ее должны быть замкнуты накоротко. В качестве забойки шпуров применяют гранулированный шлак.

Число шпуров на забой

$$N = 12,7 \frac{qS}{\Delta a d^2}, \text{ кг},$$

где q — удельный расход ВВ, кг/м³ (табл. 17);
 S — площадь сечения ствола в проходке, м²;
 Δ — плотность заряда ВВ, гс/см³;
 a — коэффициент заполнения шпура;
 d — диаметр шпура, см.

$$a = \frac{l_{\text{ш}} - w_0}{l_{\text{ш}}} = 1 - \frac{w_0}{l_{\text{ш}}},$$

где $l_{\text{ш}}$ — глубина шпура, м;

w_0 — глубина незаряжаемой части шпура, м.

Для крепких вязких пород при диаметре шпуров 40 мм $w_0 = 0,4$ м, крепких невязких пород (граниты с $f = 14 \div 16$) $w_0 = 0,5 \div 0,6$ м. С увеличением глубины шпуров значение коэффициента заполнения шпуров должно увеличиваться, а не оставаться постоянным. Удельный расход ВВ для взрывания крепких пород (скального аммонита № 1, прессованного в патронах диаметром 36 мм) приведен в табл. 17.

Одним из важнейших критериев эффективности буровзрывных работ в стволах в крепких породах является величина к. п. с. По данным треста Кривбассшахтопроходка с 1958 по 1962 г. за счет переборов породы в связи с применением 62%-ного динамита в шпурах диаметром 52 мм было вышито сверх допустимых норм около 7200 м³ породы и перерасходовано такое же количество бегота, которым можно было бы закрепить 800—1000 м стволов. В последние годы с переходом на шпуры диаметром 40 мм при

Таблица 17

Сечение стволов в проходке, м ²	Удельный расход скального аммонита № 1 (кг/м ³) при крепости пород. равной					
	4-6	7-9	10-12	13-15	16-18	19-20
Менее 16-30	2,2	2,5	2,8	3,2	3,6	3,9
Более 30	1,8	2,1	2,6	2,9	3,3	3,5
	1,5	1,8	2,4	2,5	2,8	3,0

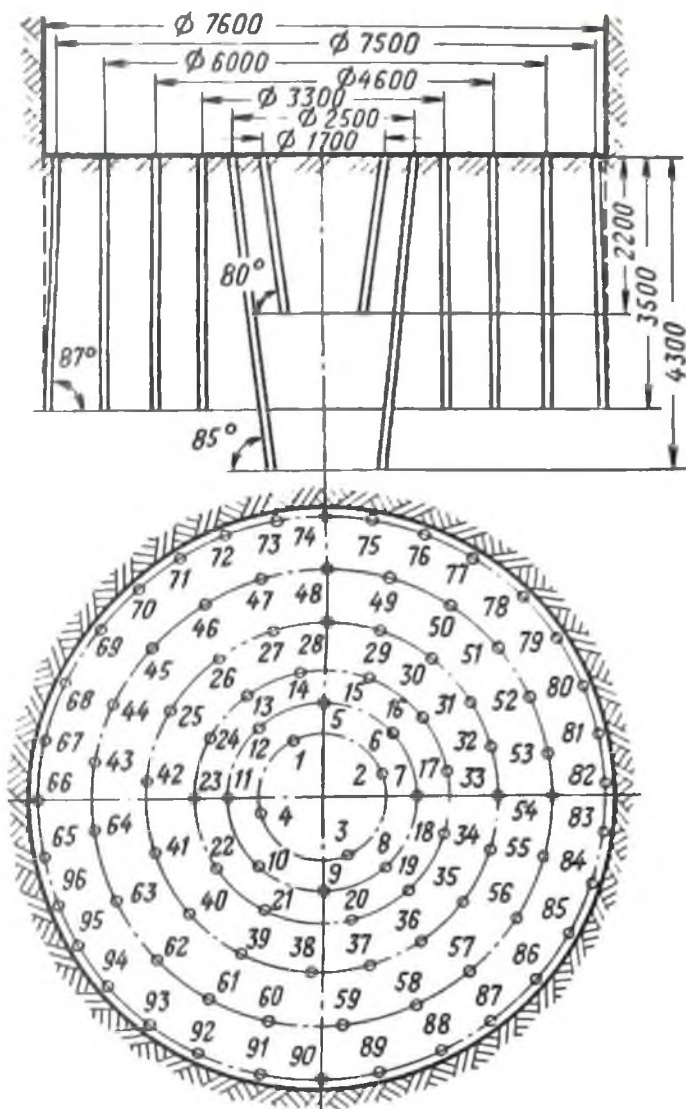
Таблица 18

Породы	Коэффициент крепости пород f	Расстояние от оконтуривающих шпуров до стенок ствола (м) при углах, градус		Расстояние между оконтуривающими шпурами, м
		85	90	
Талько-карбонатные	5-6	0,3	0,2	0,6 ÷ 0,8
Сланцы выщелоченные роговики	7-8	0,25	0,20	0,6 ÷ 0,8
Хлорито-серпичитовые сланцы, гематиты, мартитовые роговики	9-12	0,20	0,15	0,5 ÷ 0,6
Филлиты, ярьозы, граниты, магнетитовые роговики	12-14	0,15	0,10	0,5 ÷ 0,6
Амфиболиты, граниты	15-16	0,15	0,10	0,4 ÷ 0,5
Амфиболиты, роговики, олистатитовые сланцы	16-18	0,15	0,10	0,4 ÷ 0,5

Таблица 19

Показатели	Шахты			
	«Южная» рудника им. Коминтерна	«Южная» рудника им. Р. Люксембург	«Южная» рудника им. К. Либкнехта	«Вентиляционная» № 2 рудника им. Кирова
Диаметр ствола м:				
в проходке	7,1	7,1	7,1	7,1
в сесту	8,5	8,5	8,5	8,5
Коэффициент крепости пород f	14-16	14-18	14-18	15-18
Число шпуров	78	86	80	80
Глубина шпуров, м	2,0	2,3	3,0	2,4
Диаметр шпуров, мм:				
оконтуривающих	40	40	40	40
центральных	53	53	40	40
Расход ВВ, кг на 1 м ³ вмески	1,95	2,05	2,2	2,15
К. и. ш	0,9	0,9	0,9	0,92
К. и. с.	1,03	1,035	1,03	1,03
Расстояние между оконтуривающими шпурами, м	0,5	0,58	0,5	0,55

Рис. 29. Схема расположения шпуров в забое при проходке ствола шахты «Вентиляционная» № 3



при проходке стволов проведена значительная работа по улучшению оконтуривания. При этом переборы породы не превышают величины, допустимых сметными нормами. Для предотвращения переборов породы важно правильно выбрать расположение и угол наклона оконтуривающих шпуров, расстояние между ними, величину заряда, а также величину отставания постоянной крепи от забоя. Опытным путем определены оптимальные расстояния от устьев шпуров оконтуривающего ряда до стенки проектного контура ствола в зависимости от крепости пород и угла наклона шпуров (табл. 18).

При этом расстояние от окружности оконтуривающих шпуров до окружности вспомогательных шпуров (w) должно быть большим по отношению к расстоянию между оконтуривающими шпурами (a), исходя из условия $\frac{a}{w} = 0,8-85$. Соблюдение указанных

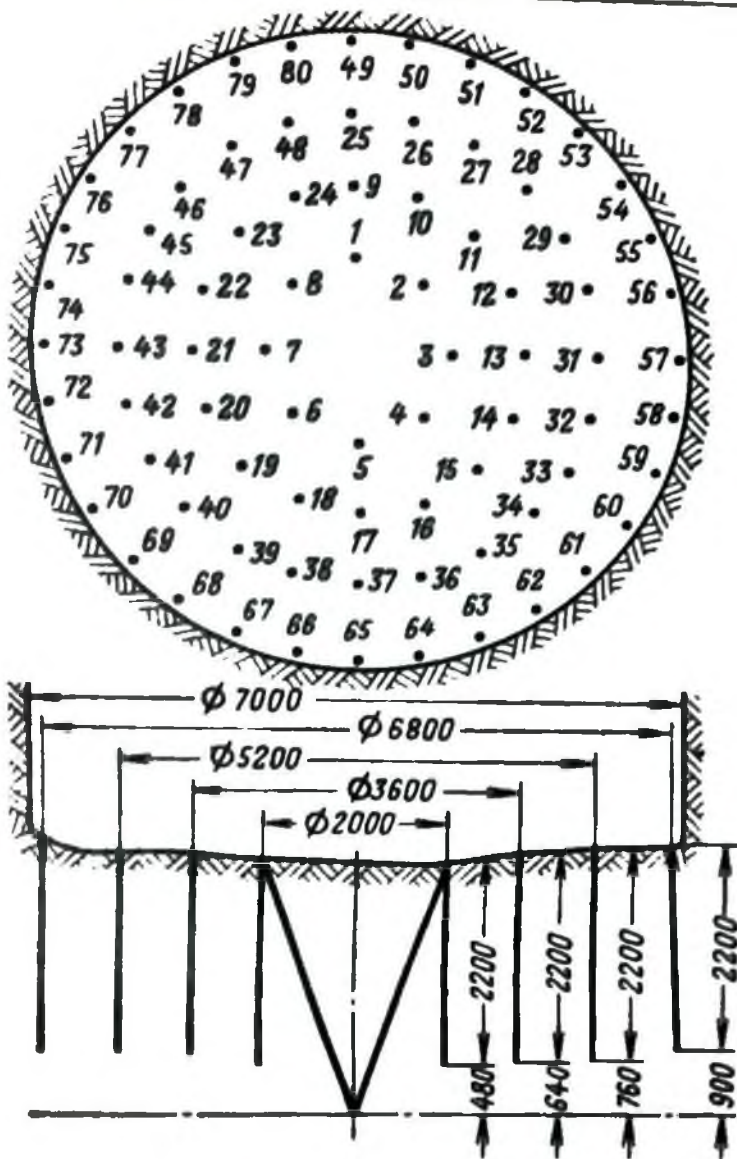


Рис. 30. Схема расположения шпуров в забое при проходке ствола шахты «Вентиляционная» № 2

условий обеспечивает хорошее окоштуривание забоя ствола и хорошую дробимость породы, что ускоряет процесс уборки породы.

В настоящее время шпуров в стволах, проходимых по крепким породам, бурят ручными перфораторами ПР-22, ПР-25МВ, ПР-30А, ПР-30К. Попытки применить в стволах быстроударные перфораторы не дали положительных результатов. Вредное воздействие вибрации на здоровье бурильщиков явилось основным сдерживающим фактором при внедрении быстроударных перфораторов. На рис. 29 и 30 приведены наиболее распространенные паспорта буровзрывных работ, применяемые в Кривбассе. Технико-экономические показатели уровня взрывного комплекса, достигнутые при проходке стволов в крепких породах в Кривбассе, приведены в табл. 19.

За последнее время получают применение механизированные бурильные установки для бурения шпуров. Для механизации бурения шпуров, максимального облегчения труда и ускорения

процесса бурения институт ЦНИИПодземмаш создав бурильные установки БУКС-1м, БУКС-1мц, БУКС-2м, институт КУЗНИИШахтострой — СМБУ-1 и СМБУ-3м. Важным преимуществом бурильных установок перед ручными перфораторами является то, что при их использовании затраты физического труда сводятся в основном к отклонению бурильных машин при забуривании; вибрация буровых машин не оказывает воздействия на рабочих; практически достигается полное подавление пыли благодаря применению воздушно-водяной смеси. Наиболее работоспособной и перспективной установкой для бурения шпуров в крепких породах является БУКС-1м, применяемая в комплексе с породопогрузочными машинами КС-2У или КС-1м.

Бурильная установка БУКС-1м (рис. 31) предназначена для механизации бурения шпуров в забоях вертикальных стволов диаметром 5,5—9 м в свету в породах с f не более 16. Одновременно бурят четырьмя бурильными машинами 1 типа БГА-1 вращательно-ударного действия. При работе ее кольцо 2 закрепляется путем распора пневдомкратом 3 в тельфер 4 и в забой ствола 5. Две крайние бурильные машины могут разворачиваться на 180°. Шарнирное крепление машин позволяет им в рабочем положении размещаться для бурения шпуров по любой окружности, а в транспортном — складываться для прохода через бадейной

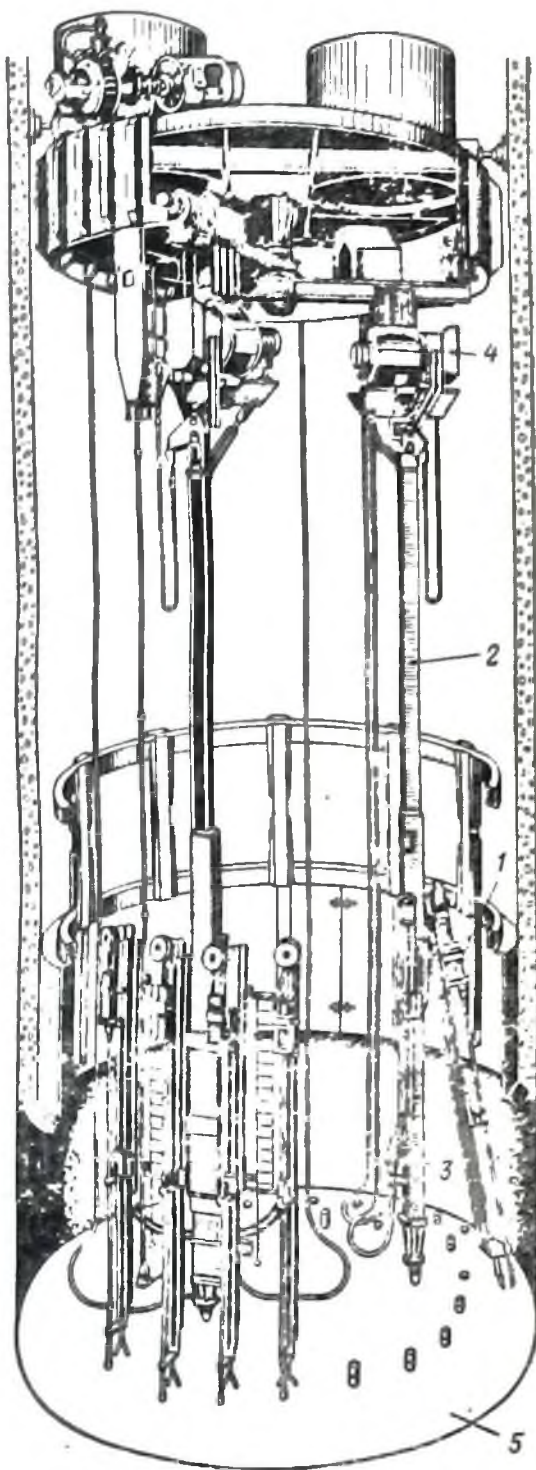


Рис. 31. Общий вид бурильной установки БУКС-1м при обуривании забоя ствола

проем диаметром 1640 мм. Нижние шарпиры имеют запорные устройства, фиксирующие крайние бурильные машины в заданном положении. Для сокращения числа перестановок бурильной установки обуривание забоя ведут секторами по 6—10 шпуров с одного положения центральной колонны. Перемещение установки по окружности производится из кабины управления погрузочной машины. Тележкой полорота в радиальном направлении — тельфером 4 погрузочной машины, грейфер которой на время бурения выдается на поверхность.

Применение установки БУКС-1м обеспечивает точное оконтуривание стенок ствола, позволяет резко сократить трудоемкость буровзрывных работ, значительно повысить производительность и улучшить санитарно-гигиенические условия труда.

Техническая характеристика бурильной установки БУКС-1м

Диаметр шпуров, мм	52 (42)
Глубина бурения, м	4,5
Скорость бурения ГГА-1 коронкой диаметром 52 мм, м/мин:	
в песчаниках ($f = 6 \div 8$)	1,2
в гранитах ($f = 10 \div 12$)	0,8
Масса, т	6,3
Расход сжатого воздуха установкой, м ³ /мин	50—60
Расход воды на промывку 100 м шпуров, м ³	1
Размеры в транспортном положении, м:	
длина	10,3
диаметр описанной окружности	1,54
Стоимость установки, тыс. руб.	24
Годовая амортизация, %	40,1

При проходке ствола диаметром 8 м и свету и 8,9 м в проходке шахты «Красный партизан» комбината Ворошиловградшахтострой применение установки БУКС-1м позволило повысить производительность труда бурильщиков в 3—4 раза по сравнению с ручным перфораторным бурением по породам с $f = 4 \div 8$. Однако в породах с $f = 10 \div 16$ производительность труда бурильщиков снизилась до уровня перфораторного бурения, а продолжительность бурения резко возросла. Так, если на бурение 82 шпуров глубиной 4,3 м в породах с $f = 4 \div 8$ затрачивалось 3,5—7 ч, то в породах с $f = 10 \div 12$ при той же глубине бурения затрачивалось 10—15 ч, а в породах с $f = 14 \div 16$ при глубине бурения 3,5 м — 18—22 ч. Для сокращения продолжительности бурения и повышения скорости проходки в 1972 г. в этом стволе применили две установки БУКС-1м. Ствол был оснащен двух-грейферной погрузочной машиной 2КС-2У/40.

Характер изменения скорости проходки ствола и производительности труда проходчиков при применении БУКС-1м в зависимости от крепости пород показаны на графике (рис. 32). С двумя установками БУКС-1м было пройдено в августе 85 м, в декабре

70 м ствола. С одной установкой в этих условиях скорости проходки соответственно равны 78 и 63 м. Применение двух бурильных установок БУКС-1м для бурения шпуров в породах с $f = 4 \div 8$ повысило скорость проходки ствола на 3—10%, по снизило производительность труда проходчиков на 1—5%; в породах с $f = 10 \div 16$ увеличило скорость проходки соответственно на 14—25%, производительность труда проходчиков — на 6—15%. Таким образом, применение двух установок БУКС-1м при проходке ствола оказалось экономически выгодно в породах с $f = 8$ и более при использовании на них бурильных машин БГА-1. В результате внедрения бурильных установок БУКС-1м на проходке ствола шахты «Максимовка» № 8—8-бис в сланцах с $f = 3 \div 5$ (59%) и в песчаниках с $f = 6 \div 8$ (41%) четыре проходчика (два машиниста-бурильщика, один помощник бурильщика, один машинист погрузочной машины КС-2У/40) обуривали забой за такое же время, как 12—14 бурильщиков при бурении ручными перфораторами. Средняя скорость проходки ствола составила 72 м/мес, максимальная 105 м/мес, а производительность труда проходчиков возросла на 18% и составила в среднем 2,7 м³/чел-смен готового ствола.

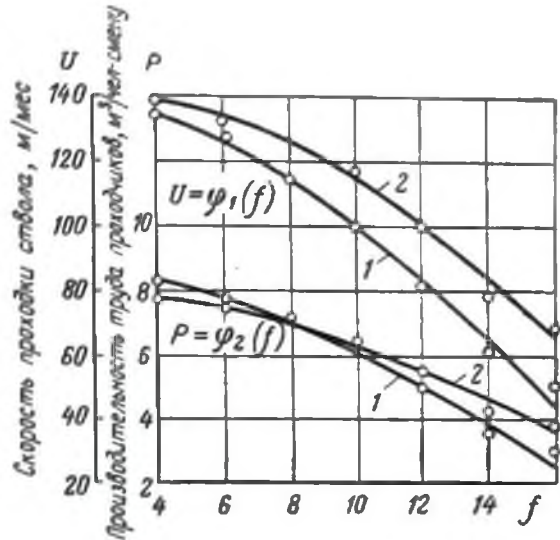
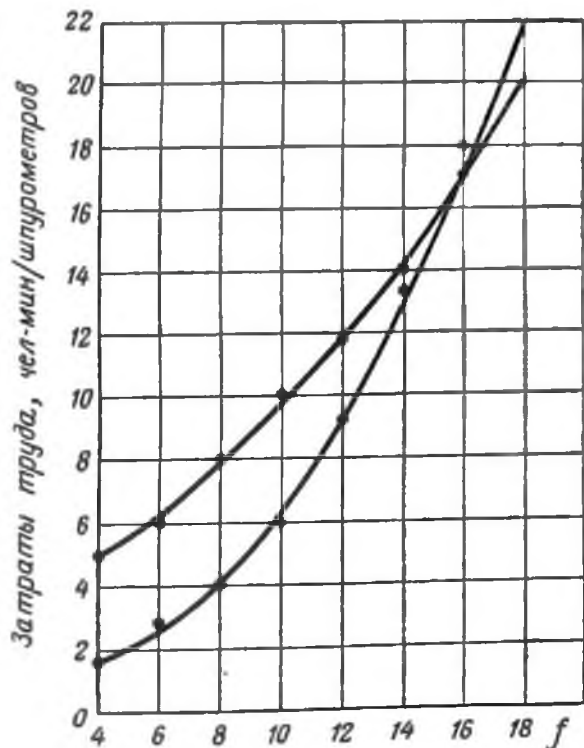


Рис. 32. График изменения скорости проходки ствола и производительности труда проходчиков при применении БУКС-1м в зависимости от крепости пород:

1—1 — при бурении шпуров одной установкой БУКС-1м; 2—2 — двумя установками БУКС-1м

Рис. 33. График зависимости трудовых затрат от крепости пород при бурении шпуров установкой БУКС-1м



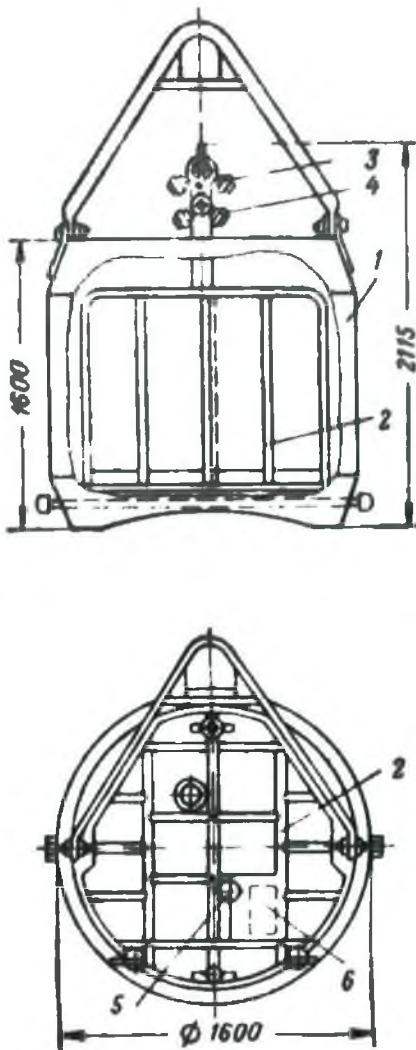


Рис. 34. Контейнер для спуска-подъема бурового оборудования:

1 — корпус бады БИС-3; 2 — ячеистая сассета для бурильных молотков съемная; 3 — штуцеры с автоматическим затвором для сжатого воздуха; 4 — штуцеры для подсоединения воды; 5 — место для буровых штанг; 6 — пневматический съемник коронок

Опыт показывает, что бурильные установки типа БУКС-1м особенно эффективны при $f \leq 8$. В породах с $f > 12$ эффективность работы бурильной установки резко падает даже при применении бурильных машин БГА-1, имеющих энергию удара до 8 кг·м. Изменение трудовых затрат в зависимости от крепости буримых пород представлено графиком на рис. 33.

Таким образом, в очень крепких породах преимущество по этому показателю остается пока за перфораторным бурением. Как показали испытания в Кривбассе, применяемые на бурильных установках БУКС-1м бурильные машины БГА-1 для обуривания забоев стволов в крепких породах ($f = 12 \div 16$) являются неэффективными. В связи с этим при проходке ствола шахты «Вентиляционная» Первомайского рудника в Кривбассе испытали модернизированную установку БУКС-1м с молотками ПК-50и конструкции ИИГРИ и Гипрорудман и с молотками ПК-50 конструкции Гипрорудман.

Испытания показали, что установка БУКС-1м, оснащенная молотками ударно-поворотного действия ПК-50, обеспечивает в крепких породах скорость бурения шпуров и облегчит условия работы бурильщиков. Производительность труда проходчиков при обуривании забоя установкой с молотками ПК-50 повышается на 25—30%. Вместе с тем эти перфораторы оборудованы глушителями шума и, следовательно, обеспечивают более благоприятные условия работы бурильщиков. Основным

видом буровых коронок, применяемых при проходке стволов в крепких породах, являются стандартные съемные коронки долотчатого типа диаметром 40 мм, армированные пластинками твердого сплава ВК-15. В качестве буровых штанг применяют буровую шестигранную сталь марки 55СГ или 95ХМА, обладающую значительно более высокой стойкостью, чем сталь У7.

Таблица 20

Сечение стволов в проходке, м ²	Коэффициенты крепости пород <i>f</i>				
	7-9	10-12	13-15	16-18	19-20
Коронки, шт/м³ в целике					
Менее 16	0,25	0,28	0,32	0,36	0,39
16-30	0,21	0,26	0,29	0,33	0,35
Более 30	0,18	0,24	0,25	0,28	0,30
Буровая сталь марки 55сг, кг/м³ в целике					
Менее 16	0,20	0,23	0,27	0,35	0,39
16-30	0,16	0,19	0,23	0,29	0,34
Более 30	0,12	0,16	0,18	0,22	0,29

Расход буровых коронок и буровой стали при отбойке крепких пород приведен в табл. 20.

Для сокращения времени на подготовительно-заключительные операции при бурении ручными перфораторами в Кривбассе применяют специальные контейнеры для спуска бурильных молотков и штанг в ствол. Бурильные молотки опускают уже подвешенными к воздухо- и водораспределителю, смонтированному в контейнере. На рис. 34 показан контейнер, изготовленный из бады ВИС-3.

Число одновременно работающих бурильщиков в забое определяют из условия 2,5—3 м² площади забоя на один ручной перфоратор. Продолжительность обуривания, зарядки и взрывания определяют равной продолжительности одной, двух и т. д. смен.

Для облегчения труда бурильщиков при снятии коронок с буровых штанг и уменьшения поломок конусных головок следует применять специальный съемник ВШНОМШСа. Время для снятия коронки составляет 5—10 с, масса съемника — 4,5 кг. Для ускорения извлечения заклинившихся в шпурах буровых штанг и обеспечения безопасности работ предусмотрен прибор ВШШ-3. Его масса 13 кг, длина 0,5 м, энергия удара 4 кгм при 3000 ударов в минуту.

Нормы выработки, времени и расценки на бурение шпуров перфораторами типа ПР-22 при проходке стволов в Кривбассе приведены в табл. 21.

Сменная норма выработки в метрах шпуров при обуривании одного забоя за смену буровой установкой на звено:

$$N_{\text{с}} = \frac{T_{\text{см}} - (T_{\text{п.з}} + T_{\text{л.п}} + T_{\text{п.т}})}{(t_{\text{осн}} + t_{\text{всп}}) k_0} \text{ м, м/смен,}$$

где $T_{см}$ — продолжительность рабочей смены бурильщика, равная 360 мин; $T_{п.з}$ — нормативная продолжительность подготовительно-заключительных операций на смену, равная 35 мин; $T_{л.н}$ — норматив времени на личные надобности, равный 10 мин; $T_{п.т}$ — суммарный норматив времени на неперекрываемые технологические перерывы, продолжительность которых не зависит от объема работ по данному процессу и определяется из выражения

$$T_{п.т} = \frac{(m + 1) t_m}{m}, \text{ мин,}$$

где m — число бурильных молотков на установке, обслуживаемых звеном бурильщиков, например, у БУКС-1м-4; t_m — время настройки одного бурильного молотка установки при пуске, равное 4—5 мин; $t_{осн}$ — основное (чистое) время бурения 1 м шпура бурильной машиной (см. табл. 22), определяемое из выражения

$$t_{осн} = \frac{1000}{v}, \text{ мин/м,}$$

где v — скорость чистого времени бурения пород различной крепости данной машиной, мм/мин; $t_{всп}$ — вспомогательное время на бурение 1 м шпура, мин, определяемое по формуле

$$t_{всп} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4,$$

Таблица 21

Коэффициент крепости пород по Протодьякинову	Диаметр коронки 40 мм				Диаметр коронки 55 мм				Расценка, руб. — коп.
	Скорость бурения пород, мм/мин	Норма		Расценка, руб. — коп.	Скорость бурения пород, мм/мин	Норма			
		выработки, м шпура на чел-смену	времени, чел-ч на 1 м шпура			выработка, м шпура на чел-смену	времени, чел-ч на 1 м шпура		
Свыше 20	до 34	5,5	1,09	1—52,7	до 2,6	4,72	1,27	1—78,0	
20	35—40	6,85	0,878	1—22,6	27—30	5,34	1,12	1—57,3	
19—18	41—53	8,36	0,717	1—00,5	31—40	6,52	0,92	1—29,0	
17—16	54—70	10,34	0,580	0—81,2	41—51	8,07	0,744	1—04,1	
15—14	71—81	12,35	0,486	0—68,0	52—62	8,90	0,605	0—85,0	
13—12	82—95	14,22	0,421	0—59,4	63—68	10,55	0,569	0—79,6	
11—10	96—130	16,90	0,355	0—49,7	69—86	12,70	0,472	0—66,1	
9	131—154	19,45	0,308	0—43,2	87—104	14,90	0,403	0—56,4	
8	155—203	21,90	0,274	0—38,4	105—121	16,80	0,357	0—50,0	
7—6	204—247	23,60	0,254	0—35,6	122—148	18,90	0,317	0—44,4	
5	248—313	27,40	0,219	0—30,7	149—157	20,3	0,295	0—41,4	
4	314—376	29,40	0,204	0—28,6	158—196	22,2	0,271	0—37,8	

где t_1 — время на замену коронок, зависящее от стойкости твердого сплава коронок и крепости пород, мин; t_2 — время на забуривание шпура, мин; t_3 — время на переход к бурению следующего шпура, мин (при бурении шпуров перфораторами с пневмоподдержек $t_3 = 0,75$; с буровых кареток и установок $t_3 = 1,3$); t_4 — время на продувку 1 м шпура, равное 0,3 мин для горизонтальных шпуров и 0,6 мин нисходящих; k_0 — коэффициент, учитывающий время периодического отдыха в течение смены, равный при бурении каретками и установками 1,08.

Элементные нормативы времени при бурении шпуров диаметром 40 мм (мин/м) приведены в табл. 22.

Перспективным является применение вместо патронированных ВВ пластичных, позволяющих механизировать процессы заряжания шпуров. Для механизации заряжания шпуров в забоях стволов такими ВВ институт ЦНИИПодземмаши создал установку «Зарядчик-2», прошедший промышленные испытания.

Таблица 22

Коэффициент крепости пород f	Время замены коронок при бурении шпуров перфораторами с буровых кареток, установок, пневмоподдержек, мин	Время замены коронок и буров при бурении телескопными перфораторами, мин	Время забуривания шпуров, мин	Среднее время бурения 1 м шпура перфораторами, мин			
				ПР-22	ПТ-20	ПТ-30	ПК-50
20	2,07	2,55	0,71	25,0	13,32	6,98	3,92
18—19	1,79	2,43	0,61	21,93	12,35	6,63	3,79
	1,38	2,17	0,52	18,86	11,50	6,25	3,65
16—17	1,02	1,94	0,44	16,67	11,23	5,99	3,45
	0,78	1,79	0,37	14,08	9,90	5,81	3,22
14—15	0,57	1,68	0,28	12,28	8,62	5,29	2,97
12—13	0,48	1,63	0,23	11,36	7,94	4,55	2,72
	0,41	1,59	0,20	10,67	7,35	4,03	2,53
10—11	0,39	1,57	0,17	9,05	6,62	3,71	2,37
	0,36	1,56	0,16	7,82	6,07	3,38	2,26
9	0,32	1,54	0,15	6,61	5,41	3,04	2,03
8	0,30	1,53	0,15	5,60	5,30	2,76	1,94
	0,28	1,52	0,14	5,04	4,81	2,62	1,84
6—7	0,27	1,51	0,14	4,57	4,45	2,32	1,67
	0,25	1,50	0,13	4,20	3,58	1,98	1,48
5	0,24	1,49	0,12	3,75	3,21	1,75	1,32
	0,24	1,49	0,11	3,33	2,94	1,57	1,20
4	0,23	1,49	0,11	3,06	2,64	1,40	1,07

Техническая характеристика «Зарядчика-2»

Объем камеры, л	560
Количество ВВ, заполняющего емкость, кг	780
Взрывчатое вещество	Типа акванитов
Диаметр шпуров, мм	52,40
Глубина шпуров, м	до 6
Производительность установки при давлении 5 кгс/см ² (при одном плапге), л/мин	15
Рабочее давление сжатого воздуха, кгс/см ²	5—7
Число взрывающих плапгов	4
Основные размеры, мм:	
диаметр	1012
высота	1590
Масса установки, кг	320

В Кривбассе в 1971—1972 гг. при проходке стволов шахты «Клетевая» рудника им. Кирова и шахты «Вентиляционная» № 1 Первомайского рудника проведено промышленное испытание стволового зарядчика ЗС-1, предусмотренного для механизированного взаряжания шпуров при проходке и углубке стволов любой

Рис. 35. Общий вид зарядчика ЗС-1



глубины и любого диаметра. Зарядчик представляет собой сварную цилиндрическую емкость, работающую под давлением, с эллиптической верхней крышкой и коническим нижним днищем (рис. 35). Зарядчик на поверхности загружается льющимся ВВ типа акванита в объеме, рассчитанном на взаряжание всего забоя.

В нижней части конического днища зарядчика имеются три штуцера с краями, к которым крепятся взаряжающие шланги. В верхней части емкости в штуцерах устанавливаются манометр для наблюдения за давлением сжатого воздуха в емкости, пробка для стравливания сжатого воздуха, пробковый кран с ниппелем для подсоединения шланга подачи сжатого воздуха, две вилки для крепления дужки, на которой зарядчик опускается в ствол.

Заряжающий резиновый шланг состоит из двух частей, между которыми устанавливается кран управления. На шланге крепятся две металлические передвижные контрольные метки, определяющие укладку в шпур необходимого количества ВВ.

Зарядчик устанавливается в центре ствола. Шланг опускают до контрольной отметки в шпур и производят зарядание шпуров одним, двумя или тремя шлангами.

Техническая характеристика зарядчика ЗС-1

Емкость зарядчика, л	420
Максимальное количество заполняемого в емкость ВВ типа аквашита, кг	670
Производительность установки (три шланга), кг/мин	45
Диаметр заряжаемых шпуров, мм	40—52
Глубина заряжаемого шпура, м	до 6
Диаметр подающего шланга, мм	20—25
Число одновременно заряжаемых шпуров	3
Давление сжатого воздуха, подаваемого к зарядчику, кгс/см ²	5—7
Расход сжатого воздуха, м ³ /мин	0,025
Размеры, мм:	
диаметр	1012
высота	1270
Масса зарядчика, кг:	
без ВВ	343
с ВВ	1013

Испытанный при этом аквавит ЗЛ представлял собой льющееся смесевое промышленное аммиачно-селитренное ВВ, жидкой основой которого являлась вода.

Таблица 23

Показатели	ВВ типа аквашита	Скальный аммонит № 1 прессованный
Плотность ВВ, г/см ³	1,45—1,55	1,45—1,50
Плотность зарядания, г/см ³	1,45—1,55	1,05—1,15
Кислородный баланс, %	0,47—0,79	
Работоспособность ВВ в свинцовой бомбе при инцидировании, см ³ :		
№ 8	—	450—480
ТНТ	470—520	
Бризантность при инцидировании, мм:		
№ 8		22—28
ТНТ	20—25	
Скорость детонации в открытых зарядах диаметром 50 мм, км/с	4,5	6
Критический диаметр детонации, мм	40	7
Эквивалентный заряд, мг	1,45	1,0
Чувствительность к удару (частота варывов на стандартном приборе от падения груза массой 10 кг с высоты 250 мм), %	0	36—56

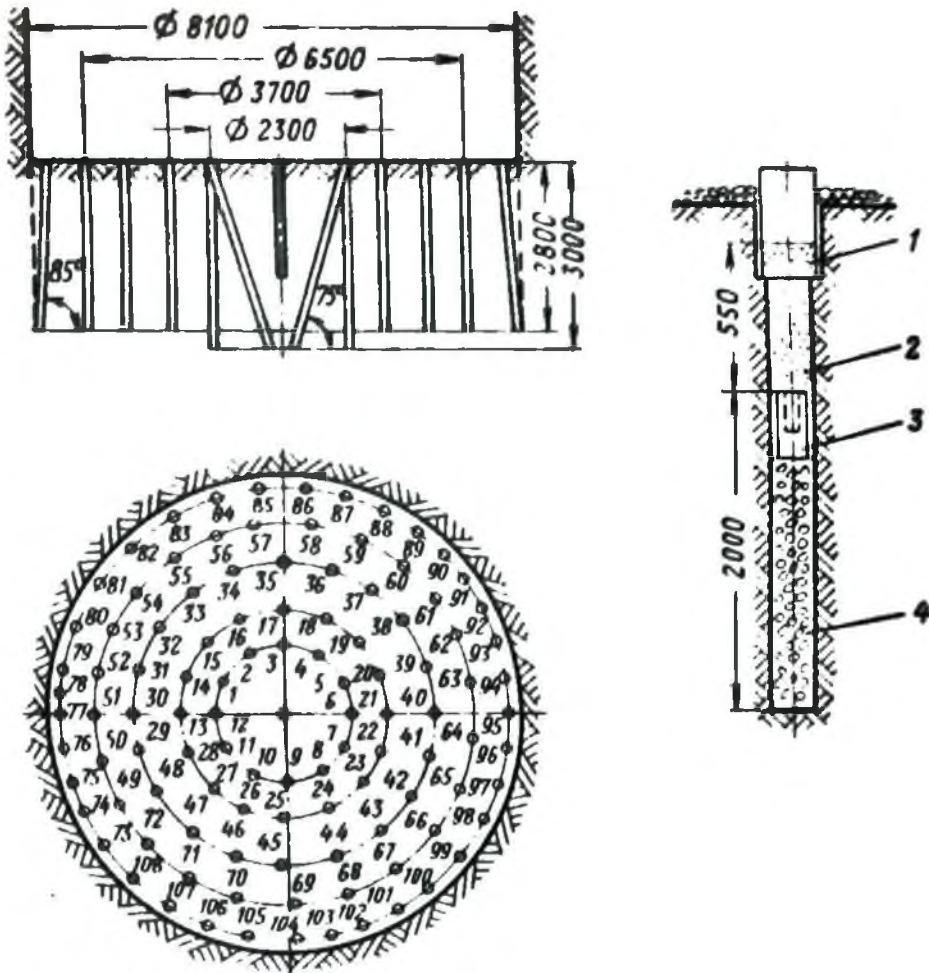


Рис. 36. Паспорт буровзрывных работ при механизированном зарядании шпуров в забое ствола шахты «Клетевая»:

1 — кондуктор; 2 — забойка; 3 — патрон-боевик; 4 — акванит

Таблица 24

№ шпуров по кругу	Число шпуров по кругу	Длина шпура, м	Расстояние между шпурами, м	Масса заряда акванита в шпуре, кг	Общая масса заряда, кг	Длина заряда акванита, м	Очередность взрыва
По паспорту рис. 36							
1—3—5—7—9— —11	6	3,25	1,2	4,12	4,37	2	25
2—4—6—8—10— —12	6	3,25	1,2	2,12	2,37	1	50
13—28	16	2,80	0,725	4,12	4,37	2	100
29—48	20	2,80	0,8	4,12	4,37	2	150
49—72	24	2,80	0,85	4,12	4,37	2	0,5
73—108	36	2,80	0,72	4,12	4,37	2	1,5

По сравнению с применяемыми в настоящее время патронированным скальным аммонитом № 1 были достигнуты при акваните технические показатели, приведенные в табл. 23.

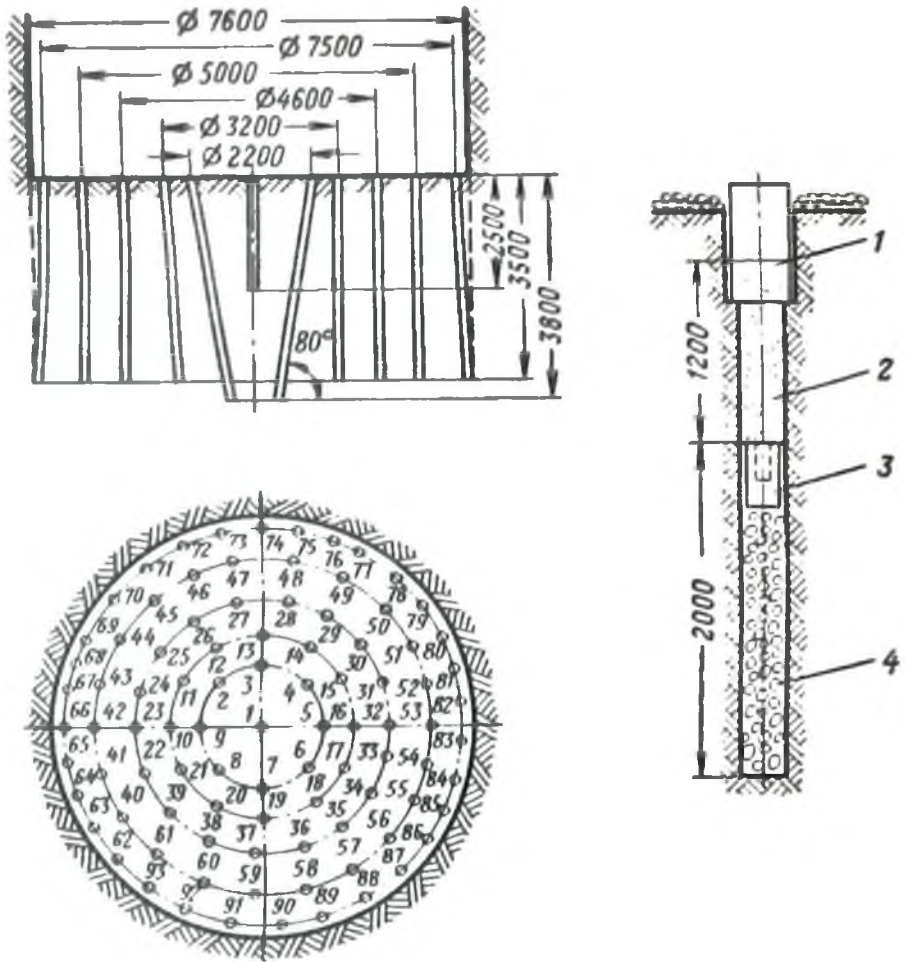


Рис. 37. Паспорт буровзрывных работ при механизированном зарядании шпуров в забое ствола шахты «Вентиляционная»

Продолжение табл. 24

№ шпуров по кругу	Число шпуров по кругу	Длина шпури, м	Расстояние между шпурами, м	Масса заряда эквивалента в шпуре, кг	Общая масса заряда, кг	Длина заряда эквивалента, м	Очередность взрывания
По паспорту рис. 37							
1	1	2,5	0	2,1	2,35	1	0
2—9	8	3,8	0,86	4,5	4,75	2,2	1
10—21	12	3,5	0,84	4,1	4,35	2	2
22—39	18	3,5	0,82	4,1	4,35	2	3
40—61	22	3,5	0,86	4,1	4,35	2	4
62—93	32	3,5	0,72	4,1	4,35	2	5

Акванит поставлялся в полиэтиленовых мешках по 20 кг, упакованных в стандартные деревянные ящики (по два мешка в ящике). Во время испытания зарядчика ЗС-1 ствол шахты

«Клетевая» диаметром вчерне 8,1 м проходили по монолитному среднезернистому граниту с $f = 15 \div 16$ на глубине 650 м, а ствол шахты «Вентиляционная» Первомайского рудника диаметром вчерне 7,6 м — по трещиноватому метапесчанику с $f = 10 \div 12$ на глубине 150 м. Приток воды в забой ствола был равен 2—3 м³/ч.

Паспорта буровзрывных работ на обоих стволах принимали те же, что и для скального аммонита № 1 (рис. 36 и 37).

Данные о шпурах и зарядах к этим паспортам приведены в табл. 24. Схема соединения электросети принята параллельная.

В стволе шахты «Клетевая» бурили 108 шпуров диаметром 40 мм глубиной 2,8 м. Общая масса заряда акванита составляла 480 кг с патронами-боевиками, а скального аммонита № 1 — 315,5 кг. В стволе шахты «Вентиляционная-II» по паспорту буровзрывных работ бурили 96 шпуров диаметром 40 мм глубиной 3,5 м. Общая масса акванита на взрыв составляла 460—500 кг с патронами-боевиками, а скального аммонита № 1 — 240—250 кг. В 1972 г. при проходке ствола в более крепких породах общую массу заряда из скального аммонита увеличили до 315 кг, а из акванита — до 624 кг (с патронами-боевиками) при неизменном числе, диаметре и глубине шпуров.

Перед заряданием шпуров зарядчик загружали на поверхности необходимым количеством акванита. К стволу зарядчик доставляли тельфером, где подцепляли к канату подъема бадьи и опускали в забой ствола. Устанавливали его в центре забоя.

После присоединения зарядчика к сети сжатого воздуха приступали к заряданию шпуров (работало 7 человек, из них 3 на зарядных шлангах заливали акванит в шпуры, 3 укладывали в шпуры патроны-боевики и 1 — забойку). После окончания зарядания зарядчик выдавали на поверхность и тельфером транспортировали в будку, где он хранился. При зарядании шпуров скальным аммонитом № 1 было занято 12—16 человек.

Промышленные испытания показали надежную работоспособность зарядчика ЗС-1 и эффективность применения этого механизированного метода зарядания шпуров при проходке вертикальных стволов. Среднее время зарядания одного шпура зарядчиком по хронометражным данным составило 0,5—1 мин. Время зарядания шпура скальным аммонитом № 1 — 0,7—2 мин.

Продолжительность зарядания забоя при работе 7 человек составляла 40—50 мин, при зарядании скальным аммонитом № 1 и работе 12—16 человек — 40—50 мин. Общая продолжительность зарядания, включая вспомогательные операции; при зарядании акванитом 60—90 мин, при зарядании скальным аммонитом — 80—100 мин.

Механическая производительность подачи акванита по одному шлангу составила 12 кг/мин, по трем — 36 кг/мин.

Эксплуатационная производительность зарядчика составила 6,3—6,6 кг/мин. К. и. ш. составил в стволе шахты «Клетевая» при скальном аммоните № 1 — 0,9, при акваците — 0,92; в стволе шахты «В—I—II» при скальном аммоните № 1 — 0,82, при акваците — 0,79.

В результате промышленных испытаний выявлено следующее.

Применение зарядчика ЗС-1 и ВВ типа аквацита для механизированного заряжания шпуров при проходке стволов обеспечивает к. и. ш. на уровне скального аммонита № 1 при хорошем дроблении взорванной породы и отличается простотой процесса заряжания.

Применение ВВ типа аквацитов, с учетом высокой плотности заряжания и полного использования при этом сечения шпура, позволяет в дальнейшем перейти на шпуры уменьшенного диаметра (36 или 32 мм) без увеличения числа шпуров.

Применение зарядчика ЗС-1 и лыющихся ВВ типа аквацита позволяет повысить производительность проходчиков при заряжании в 2—2,5 раза.

Основными преимуществами механизированного заряжания шпуров зарядчиком ЗС-1 по сравнению с заряжением вручную патронированным ВВ (скальным аммонитом № 1) являются: повышение безопасности работ за счет применения менее чувствительного к механическим воздействиям водонаполненного ВВ; повышение эффективности буровзрывных работ за счет повышения плотности заряда; снижение трудовых затрат при заряжании шпуров за счет механизации работ, снижение стоимости ВВ.

Механизированное заряжание шпуров при проходке вертикальных стволов с помощью зарядчика ЗС-1 и лыющихся ВВ является перспективным решением, обеспечивающим дальнейшее повышение технико-экономической эффективности буровзрывных работ.

§ 5. Проветривание и приведение ствола в безопасное состояние

Одним из важных процессов, определяющим санитарные условия работы и влияющим на производительность труда и темпы проходки, эффективность использования горнопроходческого оборудования, является проветривание, осуществляемое по нагнетательной схеме. Время проветривания ствола после взрывных работ при правильном выборе вентилятора и трубопровода не превышает 15—25 мин. При глубине стволов 800—1200 м время проветривания ствола увеличивается в 3—5 раз. Для сокращения времени проветривания в таких случаях применяют более мощные центробежные вентиляторы ВЦО-1, ВЦО-1,5, работающие на вентиляционные трубопроводы диаметром 800—100 мм со специальным уплотнением стыков. С 1970 г. применяют

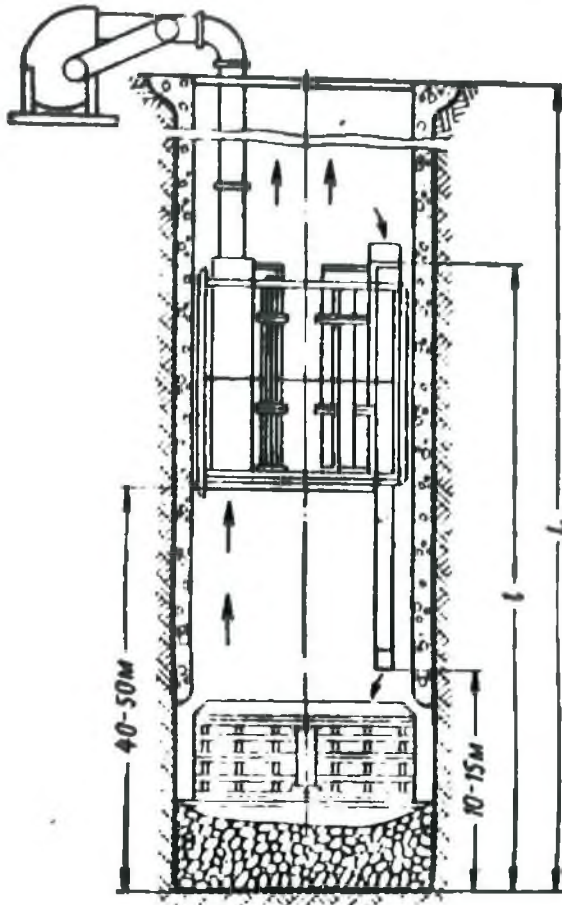


Рис. 38. Комбинированная схема вентиляции при проходке ствола шахты «Фланговая» рудника им. Ленина

сокращающую время проветривания их после взрыва (с 1,5 ч до 20 мин). При этом вентилятор ВЦО-1,5 оборудуют реверсивным устройством. В стволе шахты на нижнем этаже подвешенного полка устанавливают один или два последовательно соединенных пневматических вентилятора, к которым присоединяют гибкий резиновый рукав диаметром 500 мм, опускаемый в забой после взрыва на канате проходческой лебедки. Включают их в работу после

новые более мощные центробежные вентиляторы ВЦП-16 с реверсивным устройством и регулируемым по ступеням числом оборотов рабочего колеса.

В табл. 25 приведены основные технические данные применяемых центробежных вентиляторов.

При глубине стволов 500—800 м вентиляторную установку комплектуют двумя вентиляторами, параллельно подключенными к вентиляционным трубам: более мощный работает после взрыва 15—40 мин, второй, менее мощный, работает в течение всего рабочего времени для обеспечения подачи в забой свежего воздуха. При глубине ствола более 800 м предусматривают последовательную работу двух мощных вентиляторов.

При проходке глубоких стволов в Кривбассе применяют комбинированную схему проветривания (рис. 38), значительно

Таблица 25

Тип вентилятора	Диаметр рабочего колеса, м	Максимальный статический напор, мм вод. ст.	Максимальная производительность, м ³ /мин
ВЦ-0,7	0,7	220	510
ВЦО-1	1,0	434	1020
ВЦО-1,5	1,5	434	2100
ВЦП-16	1,6	900	2700

варыва и нагнетают воздух в призабойное пространство. При этом основной вентилятор включают на всасывание.

Большая часть образовавшихся при варыве газов сосредоточивается в пространстве от забоя до подвешного полка и интенсивно разжижается струей воздуха, поступающей в забой по глубокому рукаву от вентилятора на полке, и отсасывается через металлические трубы, находящиеся на уровне нижнего этажа полка. Свежий воздух при этом поступает в район проходческого полка по стволу. К началу погрузки породы в забое включают вентилятор на полке, а вентилятор ВЦО-1,5 переключают на нагнетательную схему. Такая схема проветривания является более эффективной по сравнению с обычно применяемой нагнетательной, особенно при проходке глубоких стволов в крепких породах.

В настоящее время при проходке стволов на рудниках применяют в основном два типа вентиляционных труб: металлические для нагнетательной и всасывающей схем проветривания и гибкие резиновые только для нагнетательной схемы. При этом вентиляционные трубы крепят к стенкам ствола на специальных конструкциях. Резиновые трубы диаметром 500 и 600 мм применяют при глубине стволов до 150 м, а также для нагнетательного рукава на участке от полка до забоя. Соединяются они с помощью стыковых колец и желобчатых хомутов или же со стыковкой их на жесткой металлической гильзе, служащей основанием установки хомута при креплении трубопровода к стенкам ствола.

Наибольшее распространение получили металлические вентиляционные трубы из листовой стали толщиной 1,5—2,5 мм диаметром 500, 800 и 1000 мм и длиной звена 4 м. Соединение с помощью металлических гильз. Подвеска трубопровода на штырях к стенке ствола исключает возможность обрыва става труб, улучшает аэродинамическое сопротивление трубопровода, уменьшает утечки воздуха.

Для ускорения монтажа трубопроводов в стволе и уменьшения утечек воздуха вентиляционные трубы сваривают в звенья длиной 8—12 м и уплотняют на поверхности. Отставание труб от забоя не должно превышать 15—20 м.

Приведение призабойного участка ствола в безопасное состояние перед погрузкой породы, включая спуск бригады и оборудование, зависит главным образом от технологической схемы проходки, типа породопогрузочных машин и т. д.

При схемах проходки с временной крепью наиболее трудоемкими и длительными операциями являются оборка стенок ствола и ремонт нарушенных участков крепи. При параллельно-щитовой и совмещенной схемах проходки с возведенным постоянным крепью из монолитного бетона приведение ствола в безопасное состояние обычно сводится к подготовке погрузочных машин к погрузке

породы. Затраты времени на подъем-спуск полков с породопогрузочными машинами и приведение ствола в безопасное состояние после взрывных работ при совмещенной схеме проходки составляет 20—30 мин.

§ 6. Погрузка породы и средства ее механизации

Погрузка породы при проходке стволов в крепких породах является одним из трудоемких процессов, занимающим 30—50% времени всего проходческого цикла и около 40% всех трудовых затрат. Процесс погрузки взорванной породы включает ее погрузку в забое ствола в бадьи и выдачу на поверхность. Эффективность погрузки породы определяется производительностью погрузочных машин и подъемных средств, объемом взорванной породы и качеством ее дробления, принятой схемой организации работ. Погрузку породы начинают вслед за приведением ствола в безопасное состояние после взрывных работ и заканчивают зачисткой забоя для очередного бурения шпуров.

Процесс погрузки взорванной породы состоит из трех фаз. В первую фазу погружается основная масса взорванной породы (70—80% общего объема), мелко и равномерно раздробленной, обеспечивающей наиболее производительную работу погрузочных машин. Проходчики в эту фазу занимаются только погрузкой, не отвлекаясь на операции по разборке породы.

Во вторую фазу погружают нижележащий слой взорванной породы (10—20% общего объема), кусковатой и слежавшейся с частичной разборкой разрыхленной породы.

В период третьей фазы, наиболее трудоемкой, производится разборка недостаточно разрушенной породы, нарушенной только трещинами, куски которой не отделены друг от друга. Объем породы третьей фазы достигает 3—10% от общего объема взорванной породы. Во второй и особенно третьей фазе погрузки продолжительность цикла черпания возрастает как за счет затрат проходчиками времени на раскayловку породы, так и за счет увеличения расстояния подтягивания при заполнении грейфера, имеющего место вследствие уменьшения в забое объема подготовленной к погрузке породы. По данным практики, во второй фазе уборки породы продолжительность цикла черпания увеличивается примерно в 2 раза, а в третьей фазе более чем в 3 раза по сравнению с первой фазой погрузки.

Производительность погрузочных машин в этих фазах резко падает. Поэтому породу убирают в этих фазах немеханизированно. При правильно подобранных параметрах буровзрывных работ можно ликвидировать вторую фазу погрузки и значительно сократить третью фазу.

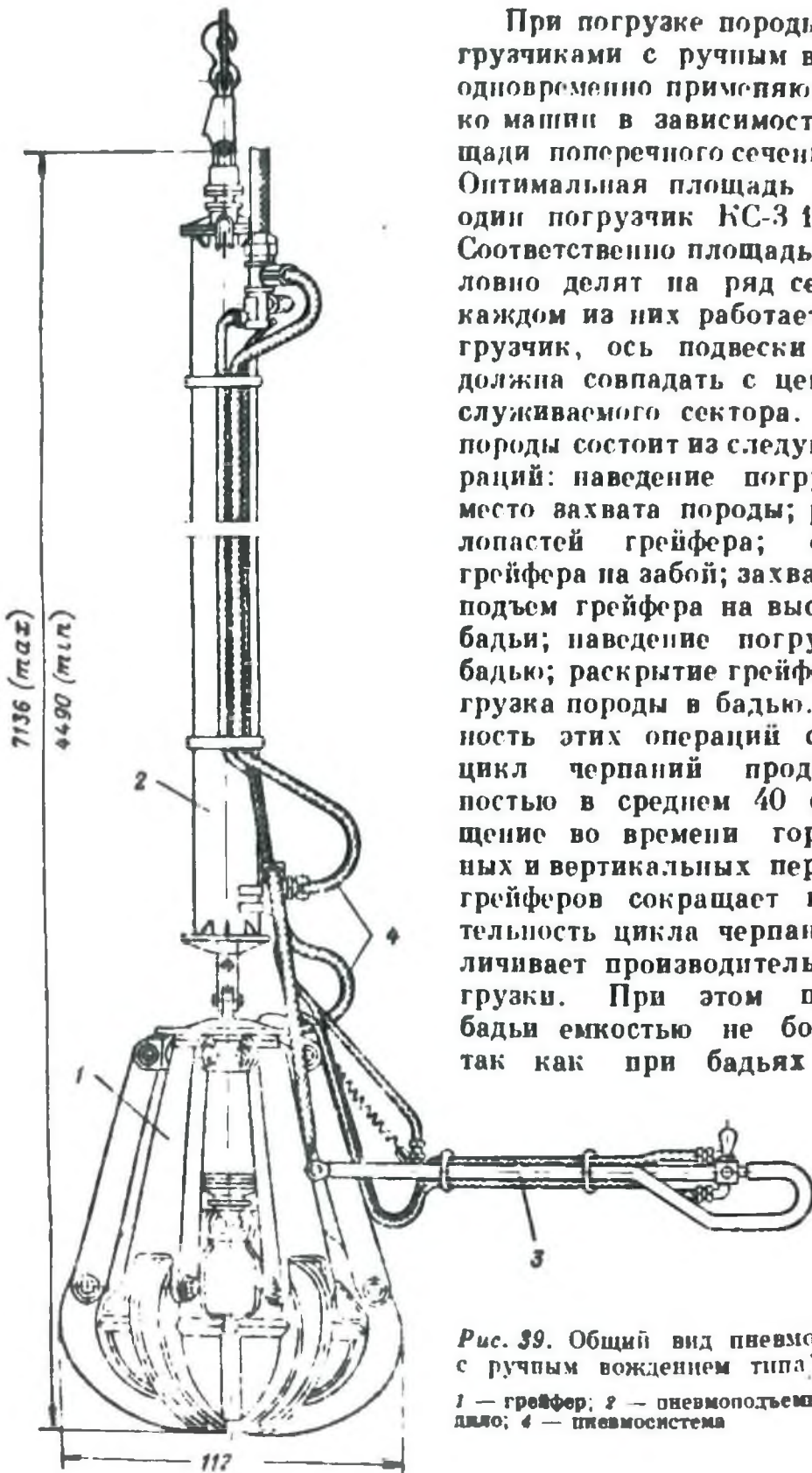
При проходке стволов наибольшее распространение получили многолопастные грейферные пневматические машины (табл. 26), подразделяющиеся по способу вождения и управления грейфером на две группы: с ручным вождением по забою типа КС-3, КС-4 и др; механизированным вождением грейфера по забою типа КС-2у/40, КС-1м, позволяющие осуществлять комплексную механизацию по уборке породы, бурению шпуров и креплепию.

Таблица 26

Показатели	Погрузочные машины				
	ГП-2 с лебедкой	КС-3 с лебедкой	КС-2у/40	КСМ-2у	КС-1м
Способ вождения грейфера	Ручной		Механизированный		
Емкость грейфера, м ³	0,15	0,22	0,65	0,4 или 0,65	1,0
Продолжительность цикла черпания, с	41	35—40	25—30	25—30	25—30
Средний расход сжатого воздуха, м ³ /мин	2,5	3,3	20	20	40
Техническая производительность погрузки разрыхленной породы, м ³ /мин	0,20—0,25	0,23—0,3	1,3—1,6	1,3—1,6	2,0—2,4
Стоимость, руб.	1285	1335	26 000	30 000	52 000
Годовая амортизация, %	34	34	34	34	34

Уровень механизации погрузки породы в нашей стране с применением таких грейферных пневмопогрузчиков достиг в настоящее время 100%. Пневмопогрузчики с ручным вождением типа КС-3 (рис. 39) в настоящее время применяют только при проходке неглубоких стволов диаметром не более 4,5 м, устьев и технологического отхода.

Пневмопогрузчик КС-3 состоит из шестилопастного грейфера, пневмоподъемника и водила, имеющего две рукоятки — правую для управления лопастями для захвата породы и левую для управления пневмоподъемником. Трубчатый каркас водила служит воздухопроводом. Погрузчик при помощи вертлюга, коуша и каната подвешивается к пневматической лебедке ПЛП-1,5 или ЛППГ, установленной на подвесном полке и служащей для опускания погрузчика вслед за подвиганием забоя и для подъема его на 20—25 м перед взрыванием забоя. Перемещение погрузчика по забою производится вручную и трудность перемещения возрастает с уменьшением высоты подвески. При высоте подвески 25—40 м погрузчиком управляет один человек, при минимальной высоте подвески, равной 12—20 м, два человека.



При погрузке породы пневмогрузчиками с ручным вождением одновременно применяют несколько машин в зависимости от площади поперечного сечения ствола. Оптимальная площадь забоя на один погрузчик КС-3 16—18 м². Соответственно площадь забоя условно делят на ряд секторов, в каждом из них работает один погрузчик, ось подвески которого должна совпадать с центром обслуживаемого сектора. Погрузка породы состоит из следующих операций: наведение погрузчика на место захвата породы; раскрытие лопастей грейфера; опускание грейфера на забой; захват породы; подъем грейфера на высоту выше бадьи; наведение погрузчика на бадью; раскрытие грейфера — выгрузка породы в бадью. Совокупность этих операций составляет цикл черпаний продолжительностью в среднем 40 с. Совмещение во времени горизонтальных и вертикальных перемещений грейферов сокращает продолжительность цикла черпания и увеличивает производительность погрузки. При этом применяют бадьи емкостью не более 3 м³, так как при бадьях большей

Рис. 39. Общий вид пневмогрузчика с ручным вождением типа КС-3:

1 — грейфер; 2 — пневмоподъемник; 3 — во-
дло; 4 — пневмосистема

емкости значительно затрудняется вождение грузчиков по забою.

При работе в забое трех и более погрузчиков во избежание их взаимных помех под погрузкой должно быть не менее двух бадей и двух обособленных подъемов по выдаче породы. Породу в каждом секторе убирают слоями толщиной 0,4—0,5 м в направлении от центра к периферии, а затем от периферии к центру с тем, чтобы к концу погрузки одновременно с зачисткой забоя и погрузкой в центре вести бурение шпуров на периферии.

Производительность погрузочных машин зависит от емкости грейферов, крепости и кусковатости взорванной породы и продолжительности цикла черпания. Суммарная производительность пневмогрузчиков в первой фазе погрузки:

$$\sum P_{TP} = \frac{3600}{t_{цкp}} g_0, k_2, k_4, n, \text{ м}^3/\text{ч} \text{ породы в массиве,}$$

- где g_0 — конструктивная емкость грейфера, м^3 ;
 k_2 — коэффициент заполнения грейфера, равный 1,0—1,2 для пород средней крепости и 0,9—1,0 для крепких;
 k_4 — коэффициент использования погрузчиков в зависимости от их числа, равный для двух — 0,9; трех — 0,85; четырех — 0,8; пяти — 0,7;
 n — число одновременно работающих погрузчиков; для стволов диаметром в свету до 6,0 м $n = 1 \div 2$, 6—7 м — $n = 3 \div 4$; 7,5 м и более $n = 4 \div 5$;
 $t_{ц}$ — продолжительность одного цикла черпания грузчика, с; для крепких пород $t_{ц} = 40—45$ с, для пород средней крепости $t_{ц} = 35—40$ с;
 k_p — коэффициент разрыхления породы, равный 1,6—1,7 при высоком качестве буровзрывных работ и 1,9—2,0 при некачественном дроблении породы.

Достоинством этих погрузчиков являются большая маневренность и возможность обслуживания всего забоя вертикального ствола, простота и надежность конструкции, простота и скорость монтажа в стволе, возможность использования в стволах небольшого диаметра (менее 4,5 м) и при проходке устья. Недостатком их являются необходимость ручного физического труда проходчиков, малая емкость грейфера, недостаточная производительность, опасность травмирования находящихся в забое людей при одновременной работе нескольких погрузчиков, неудовлетворительное выдирание грейфера в горную массу при погрузке крепких пород.

С 1961 г. при проходке стволов диаметром в свету 5 м и более стали широко применять большегрузные породопозрузочные машины с механизированным радиально-круговым вождением грейферов емкостью 0,6 м^3 и 1 м^3 типа КС-2у и КС-1м (рис. 40).

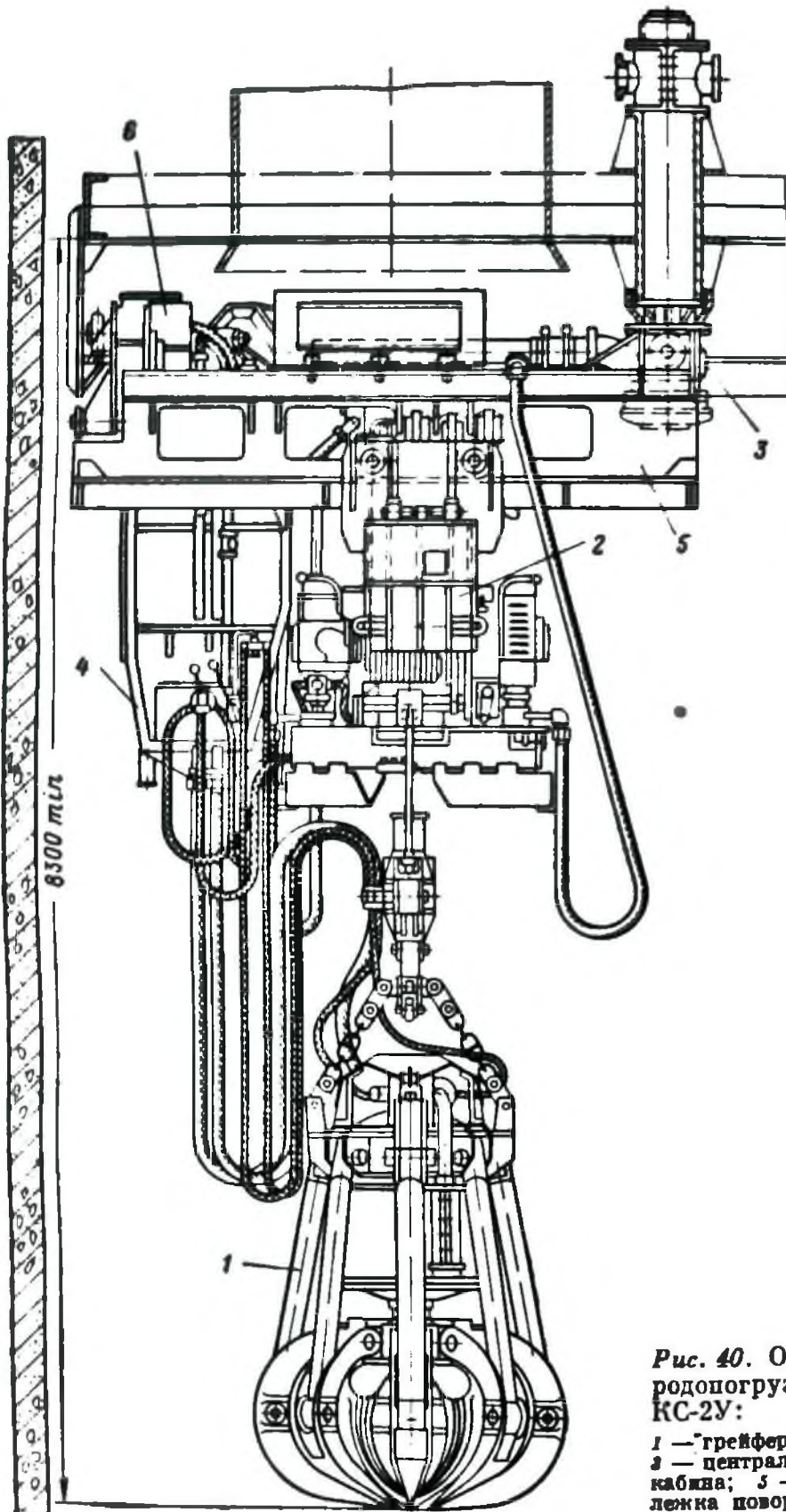


Рис. 40. Общий вид по-
родопогрузчика машины
КС-2У:

1 — грейфер; 2 — тельфер;
3 — центральная опора; 4 —
кабина; 5 — рама; 6 — те-
лечка поворота

При увеличении мощности и емкости грейферов в существенной мере снижается влияние крепости пород на производительность погрузочной машины.

Так, уменьшение производительности в первой фазе загрузки крепких пород по сравнению с породами средней крепости для машин КС-3 составляет 30—35%, для КС-2у — 15—20% и для КС-1м — 10—15%.

Радиально-круговое перемещение грейферов обеспечивает механизированную погрузку породы из любой точки площади забоя ствола. Из зарубежных машин подобной конструкции наилучшие технические показатели имеют пневмогрузчики типа «Кактус» (рис. 41) емкостью 0,58 м³, «Беното» емкостью 0,6 м³ (Франция) и «Вретер» (рис. 42) емкостью 0,85 м³ (ЮАР). В ЮАР в ряде случаев для погрузки породы в бадьи применяют ковшовый погрузчик типа «Эймко-630» на гусеничном ходу, который спускают и выдают по стволу подъемным канатом в каждом проходческом цикле. Производительность таких ковшовых погрузчиков значительно ниже грейферных, по их примене-

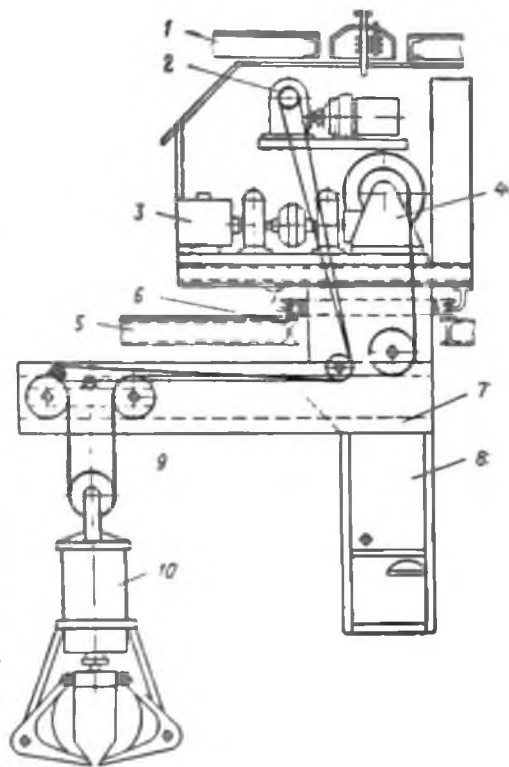


Рис. 41. Общий вид породопогрузочной машины с грейфером типа «Кактус»:

- 1 — основной этаж проходческого полка;
- 2 — лебедка для подъема и опускания стрелы погрузчика;
- 3 — электродвигатель;
- 4 — лебедка грейфера;
- 5 — нижний этаж полка;
- 6 — главная опора;
- 7 — консольная стрела;
- 8 — кабина;
- 9 — передвижная каретка;
- 10 — грейфер

значительно упрощает оснащение ствола, а также позволяет механизировать процесс погрузки породы при сооружении сопряжений и приствольных камер. Отечественные породопогрузочные машины с механическим вождением выпускаются как в одно-, так и в двухгрейферном исполнении. В стволе их монтируют комплексно с подвешенным двухэтажным полком, подвешиваемым на канатах лебедок, установленных на поверхности, и распрямленным в стенки ствола системой гидродомкратов. Одногрейферные машины с радиально-круговым вождением используют при погрузке породы в проходческие бадьи с перецепкой и без перецепки, а двухгрейферные, как правило, только без перецепки и в стволах диаметром более 6,5 м в свету. Объясняется это тем, что при средней глубине ствола до 500 м и использовании одного двухконцевого или двух

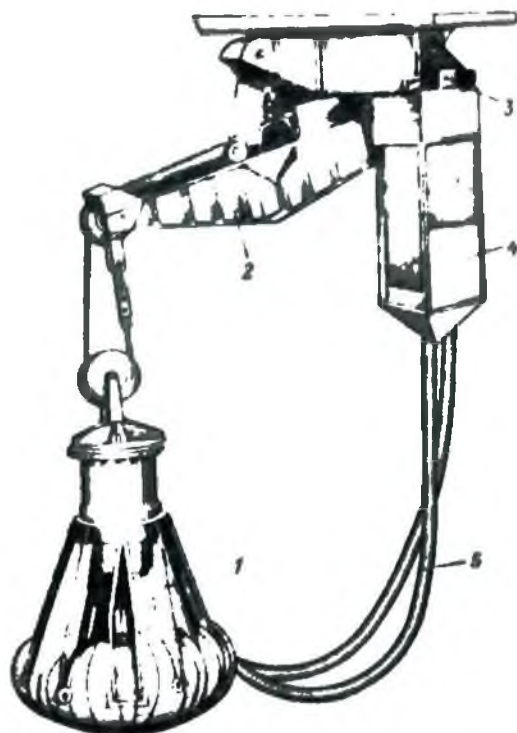


Рис. 42. Общий вид породопогрузочной машины с грейфером типа «Врестер»:

1 — грейфер, 2 — стрела; 3 — поворотная турель; 4 — кабина; 5 — шланги для подачи сжатого воздуха

машинистом из кабины и его помощником, находящимся на полке. В забое при работе с перецепкой бадей находятся четыре проходчика, включая сменного бригадира, занятые приемкой и отправкой бадей, их успокоением, а также обorkой породы со стенок ствола. При работе без перецепки число проходчиков в забое сокращают до двух. Организация работ по погрузке породы второй и третьей фаз существенно отличается от первой. Время на погрузку породы в этой фазе определяется не технической производительностью грейферов, а числом и производительностью гряда проходчиков, занятых на зачистке забоя, продолжительность которой достигает 2—4 ч в общей продолжительности проходческого цикла.

Объем работ по зачистке забоя в третью фазу зависит не только от качества производства буровзрывных работ, но и от типа рабочего органа погрузочных машин. При прочих равных условиях количество породы, не забираемой грейфером, с увеличением его емкости возрастает. Усредненная высота зоны породы, подлежащей разборке, по данным практики, составляет для комплексов: КС-3 — до 0,2 м; КС-2у — до 0,3 м; КС-1м — до 0,4 м.

однокояцевых подъемов призабойный участок ствола свободен от бадей не более 40—50% времени погрузки. В этот период и возможна производительная совместная работа двух грейферов, так как при движении какой-либо бадей на призабойном участке ствола работа второго грейфера исключается.

Поэтому более половины времени погрузки породы двухгрейферной машиной при работе с перецепкой бадей один из грейферов простаивает. Погрузку породы одногрейферной машиной с механическим вождением можно не прекращать в момент приема, перецепки и отправки бадей. При этом обеспечивается максимальное использование производительности грейферного погрузчика и непрерывность процесса погрузки. Дистанционное управление породопогрузочной машины с механическим вождением выполняется

Средняя производительность труда проходчика в третьей фазе погрузки пород, по данным практики, находится в зависимости от типа применяемых погрузочных машин, глубины шпуров, качества выполнения буровзрывных работ (к. и. ш., коэффициент разрыхления и др.), применяемых средств механизации зачистки забоя.

Для ускорения зачистки забоя и погрузки породы в третьей фазе задалживают бригаду проходчиков, обычно из числа бурильщиков, которые после очистки забоя обуривают его согласно паспорту буровзрывных работ. В последние годы при проходке стволов получил применение более производительный метод механизации зачистки забоя с использованием пневмомониторов ручного переносного типа.

Простейшая конструкция его представляет собой металлический патрубок диаметром до 50 мм с выходным соплом и пробковым краем или золотниковой коробкой, а также гибким шлангом для подачи сжатого воздуха (рис. 43).

При его использовании производительность труда проходчиков на зачистке забоя возрастает в 1,5—2 раза по сравнению с работой вручную. Сжатый воздух для зачистки забоя широко применяют при проходке стволов за рубежом.

Применение грейферов с механизированным вождением позволяло на 25—35% повысить производительность труда проходчиков и скорости проходки стволов в крепких породах за счет сокращения времени на уборку породы. Погрузочная машина КС-2м впервые в Кривбассе была применена в 1961 г. при проходке ствола шахты «Новая-Северная» рудника им. Коминтерна диаметром 6,5 м в свету, глубиной 820 м по породам с $f = 12 \div 18$.

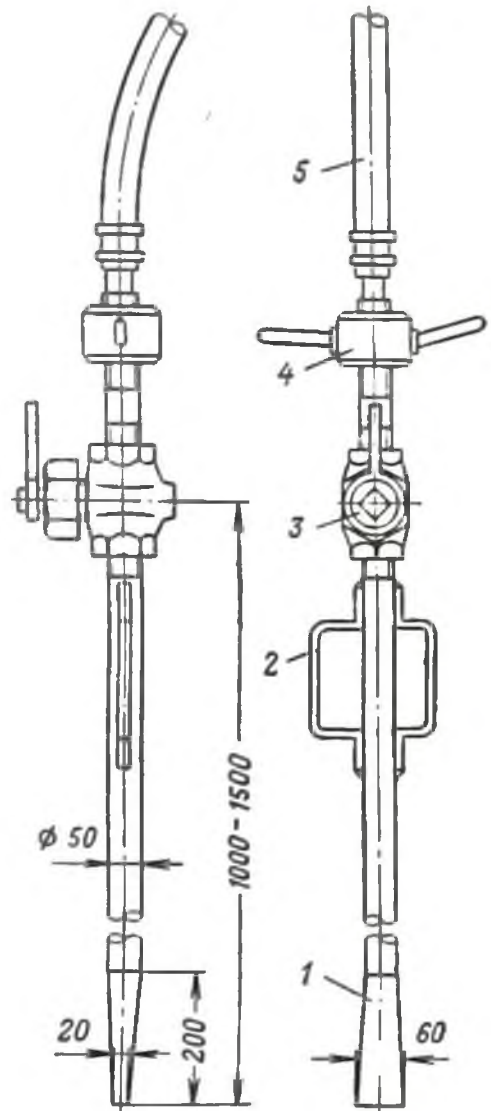


Рис. 43. Пневмомонитор ручного типа для зачистки забоя сжатым воздухом:

1 — сопло; 2 — ручки; 3 — пробковый кран; 4 — патрубок; 5 — шланг

Средняя скорость проходки ствола составила 41,2 м/мес и максимальная 71,4 м/мес. Породу грузили в бады емкостью 1,5 и 2 м³. В стволе был смонтирован специальный проходческий трехэтажный полк с гидрораспором. Новые технические решения в конструкции полка обеспечили его высокую прочность, надежность и удобства в эксплуатации. Этажи полка были собраны из четырех цельносварных блоков. Впервые исключили фартучное перекрытие азуров между стенками ствола и полком, применив ограждение по периметру полка и плотную отбортовку в нижней части ограждения.

Несмотря на тяжелые условия эксплуатации с машиной КС-2м (значительные динамические знакопеременные нагрузки при работе погрузочной машины, систематические подъемы и спуски на 40—50 м перед взрывом), полк оказался прочным настолько, что после окончания проходки ствола шахты «Южная» до глубины 820 м представилось возможным его повторное использование на проходке ствола шахты «Южная-Вентиляционная» рудника им. Р. Люксембург.

Ствол шахты диаметром 6,5 м и глубиной 688 м оснастили комплексом КС-2м и прошли со средней скоростью 53 м/мес по породам с $f = 16 \div 20$. Максимальная скорость составила 100,7 м/мес (март 1963 г.). Месячная производительность КС-2м составила 800 м³ породы. С 1964 г. стали широко применять усовершенствованные погрузочные машины КС-2у/40.

На проходке ствола шахты «Фланговая» рудника им. Ленина диаметром 6,5 м в свету и глубиной 1052 м по породам с $f = 14 \div 17$ с применением погрузочной машины КС-2у/40 и бадей емкостью 3 м³ за 27 дней октября 1967 г. бригада проходчиков в составе 40 человек прошла 106,6 м готового ствола. Месячная производительность грейфера составила 11 200 м³ породы.

Продолжительность цикла погрузки породы пневмопогрузчиками с механическим вождением возрастает с увеличением плеча стрелы подвески, так как при этом увеличивается время на успокоение грейфера при разгрузке породы в бадью. Более целесообразно уборку породы производить при стреле подвески 7—8 м.

Большое влияние на работу породопогрузочных машин оказывает производительность проходческого подъема, которая, как правило, должна превышать максимальную производительность породопогрузочных средств.

Опыт показывает, что основным средством, обеспечивающим рост производительности подъема, является в первую очередь увеличение емкости бадей, а затем повышение максимальной скорости их движения, особенно в глубоких стволах.

Увеличение глубины шпуров приводит к существенному сокращению удельных затрат времени на уборку породы. Эффективность применения высокопроизводительных породопогрузочных

машин с грейферами большой емкости при глубоких шпурах намного выше, чем при коротких. Кроме того, с ростом глубины шпуров степень влияния сниженной производительности машины при уборке породы во второй и третьей фазах резко уменьшается. На рис. 44 представлена графическая интерпретация зависимости трудоемкости уборки 1 м^3 породы с $f = 10$ от глубины шпуров (рис. 44, а) и производительности уборки породы машиной КС-2у от емкости бадей (рис. 44, б).

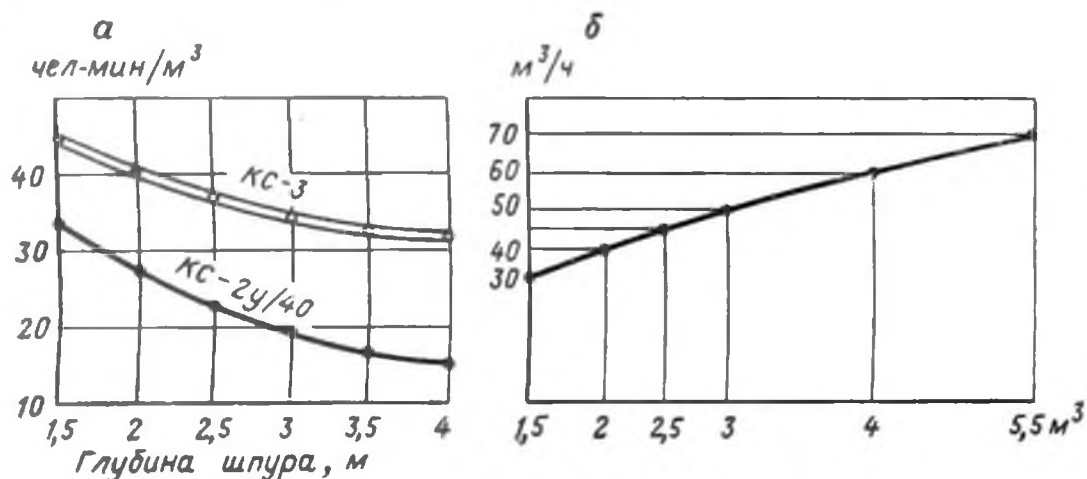


Рис. 44. График зависимости трудоемкости уборки 1 м^3 крепкой породы ($f = 10$) от глубины шпуров (а) и производительности уборки породы машиной КС-2у/40 от емкости бадей (б)

Как отмечалось, большегрузный грейфер при разработке и зачистке забоя в третью фазу работает неэффективно, так как при этом 5—10% общего объема взорванной породы убирают с применением немеханизированного труда. Поэтому с увеличением глубины шпуров снижается удельный вес затрат труда по зачистке забоя и подготовительно-заключительным операциям на 1 м проходки ствола. Хронометражные наблюдения показали, что при погрузке породы в бадьи емкостью $1,5 \text{ м}^3$ вследствие значительного просыпания породы мимо бадей производительность грейфера КС-2у на 25—30% ниже, чем при бадьях емкостью 3 м^3 . При переходе на бадьи емкостью 3 м^3 уменьшаются удельные потери времени от простоя грейфера, маневровых операций, связанных с приемкой и отправкой бадей.

В стволах диаметром 4—5 м разместить породопогрузочные машины с механизированным радиально-круговым вождением грейферов и проемы для пропуска бадей емкостью 2—3 м^3 с зазорами безопасной их работы невозможно, так как круговой монорельс по периферии и подвеска в центре занимают значительную часть сечения ствола. Поэтому при проходке стволов таких диаметров применяют погрузчики ручного вождения, которые из-за

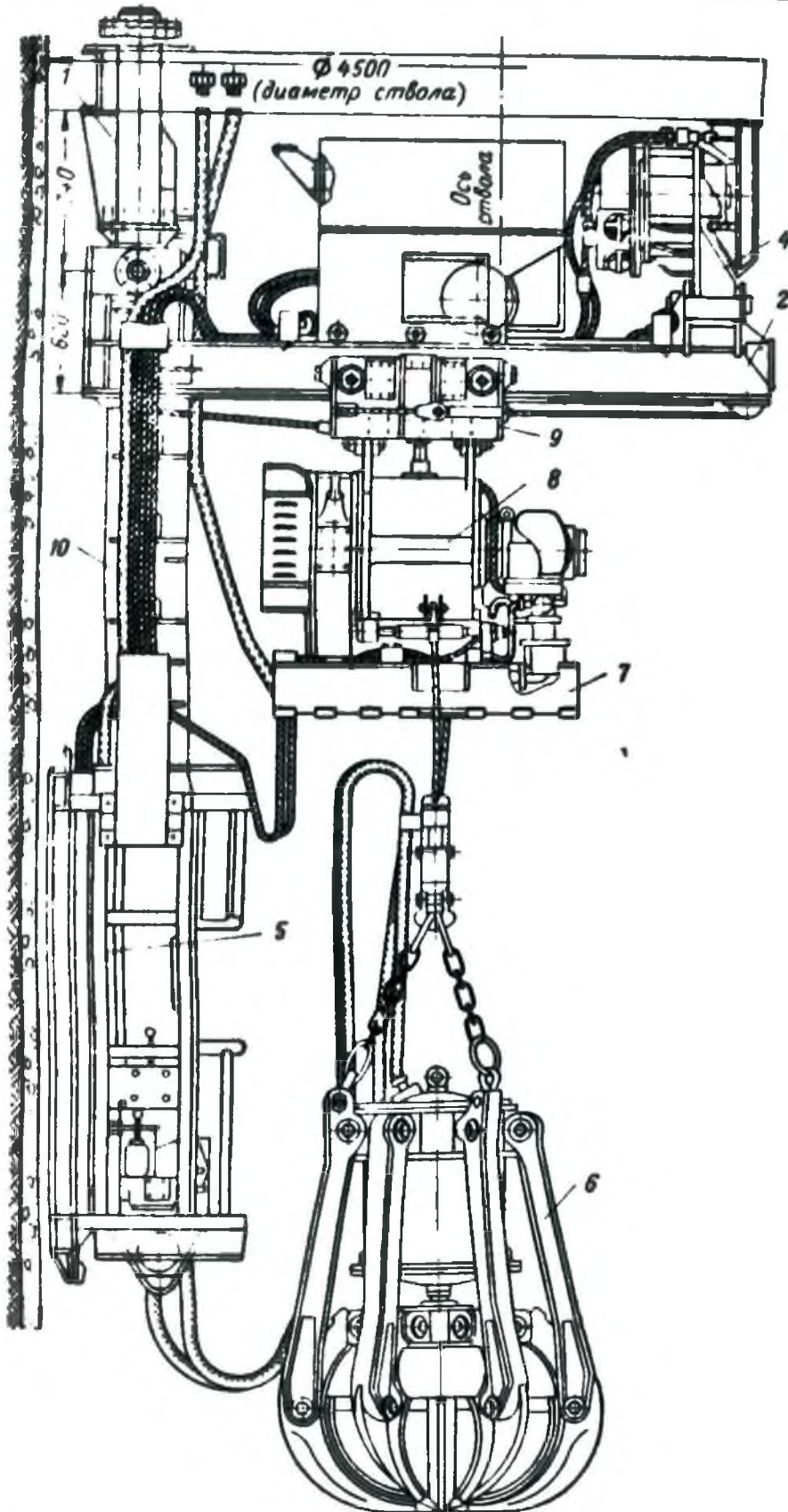


Рис. 45. Общий вид породопогрузочной машины КСМ-2У

никакой производительности не обеспечивают высокие скорости проходки, а работа с ними сопровождается тяжелыми и опасными условиями труда. Для дальнейшей механизации уборки породы при проходке стволов диаметром 4—5 м трест Кривбасшахто-проходка и институт ЦНИИПодземмани разработали грейферную ствольную погрузочную машину КСМ-2у, унифицированную с серийно выпускаемой машиной КС-2у/40. Общий вид этой машины показан на рис. 45, а схема расположения ее в плане — на рис. 46.

Машина КСМ-2у подвешивается под нижним этажом полка и скомпонована так, что центральная часть ствола освобождена от механизмов погрузочной машины, так как опора 1 поворота рамы 2 машины смещена к стенке ствола, а вторая опора этой

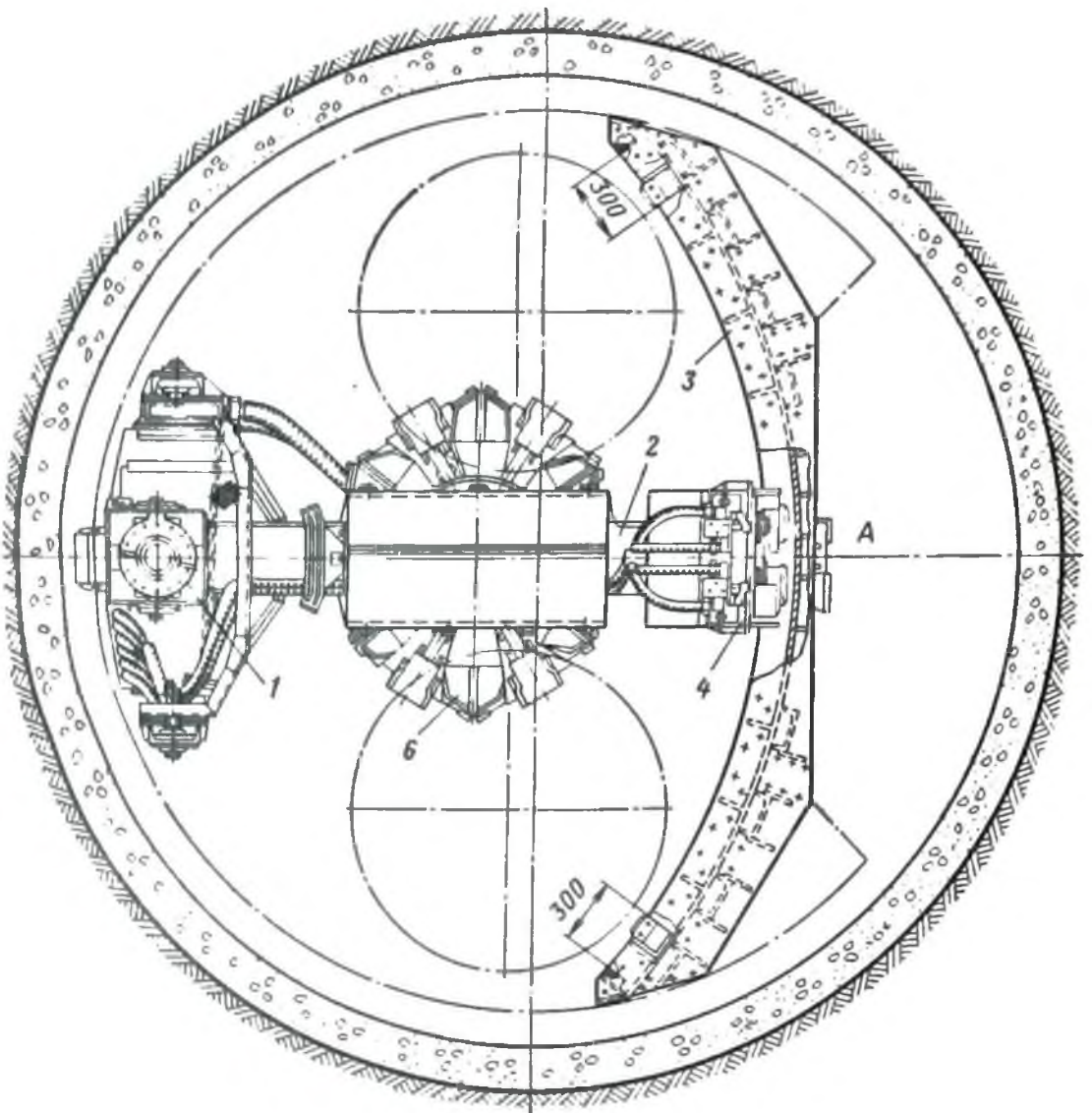


Рис. 46. Схема расположения машины КСМ-2У в плане

рамы в виде дугового монорельса 3, по которому перемещается тележка 4 поворота, размещена у противоположной стороны ствола.

Такое расположение опор 1 и 2 рамы 2 и кабины 5 машиниста освобождает центральную часть ствола для пропуска бадей. При такой компоновке грейфер 6 машины забирает породу не только по сектору забоя, но и по всей площади его, благодаря раскрытию грейфера и его раскачиванию. Емкость пневматического шестилопастного грейфера $0,65 \text{ м}^3$, но при проходке стволов диаметром 4 м его заменяют грейфером емкостью $0,4 \text{ м}^3$. Подъем-спуск грейфера осуществляется пневмотельфером 7 с двигателем 4КФ мощностью 40 л. с., подвешенным к пневмолебедке 8 тележки 9. Тележка поворота 4 опирается катками на дуговой монорельс 3, прикрепленный к проходческому полку, а кабина машиниста 5 с аппаратурой управления шарнирно подвешена на специальной раме 10 к проходческому полку так, что при перекосах и ударах о стенку ствола она отклоняется от вертикального положения.

Так как рама 2 с механизмами перемещения тельфера машины КСМ-2у совершает не полные, а поступательно-возвратные круговые движения, сжатый воздух для питания механизмов подводится гибким шлангом, а не сложным кольцевым воздухоотсосом. Электропитание к неподвижной кабине машиниста подводится без кольцевого токоотсоса.

Аппаратуру сигнализации и связи устанавливают непосредственно в кабине машиниста, что позволяет уборку забоя производить без переделки бадей и в отсутствие проходчиков в забое.

При дуговом монорельсе машины КСМ-2у в зоне А между ним и стенкой ствола целесообразно размещать ставы труб сжатого воздуха, бетона и вентиляции и кабели, прикрепляемые к стенке ствола или к расстрелу.

При таком расположении ставов вне зоны проходческого полка можно свободно поднимать и опускать проходческий полук на любую высоту и навешивать ставы непосредственно с полка. Подъем машины и полка на большую высоту от забоя предупреждает повреждение их взрывом, особенно при проходке стволов в крепких породах. При работе машины проходческий полук закрепляется в стволе гидродомкратами, питаемыми от гидросиловой станции, установленной на машине.

Управление грейфером и механизмами его перемещения производится дистанционно из кабины машиниста, подвешенной на специальной раме к проходческому полку шарнирно так, чтобы между полком и крышей кабины мог перемещаться тельфер. Это позволяет избежать мертвой зоны под кабиной. Благодаря шарнирной подвеске при подъеме и спуске проходческого полка при возможных его перекосах кабина отклоняется и не повреждается о стенки ствола.

Впервые машину КСМ-2у применили при углубке с поверхности ствола шахты им. Коминтерна в Кривбассе с постоянных копра и подъемной машины $2 \times 5 \times 2,3$ как одноконцевой. Ствол диаметром 5,1 м углубляли на глубине 890—1265 м в породах с $f = 15 \pm 18$. Порода выдавали комплексом БПС-3. По забой сечением $25,5 \text{ м}^2$ бурили 77 шнуров на глубину 2,5 м диаметром 40 мм перфораторами ПР-22. ВВ — скальный аммонит № 1, обеспечивающий качественное дробление породы кусками до 100—150 мм. Производительность погрузки породы составила $1,4 \text{ м}^3/\text{мин}$. Однако время подъема и спуска бадьи при глубине ствола 1000 м составило 9—10 мин, а время ее загрузки — 3—4 мин. Поэтому производительность машины из-за простоев в ожидании бадьи составила $15 \text{ м}^3/\text{ч}$. Среднемесячная скорость углубки ствола составила 25,9 м, максимальная — 36 м/мес, к. п. ш. — 0,93, среднемесячная производительность труда забойного рабочего $2 \text{ м}^3/\text{чел-смену}$ (породы в целике).

При уборке породы требовалось большое внимание как от рукоятчика, так и от машиниста КС-2У для избежания столкновения опускающейся в забой бадьи с машиной КС-2У. Поэтому на проходках стволов, как правило, в тахограмме подъема предусматривалась обязательная остановка бадьи на выдержку перед полком, как и перед забоем. Для решения этой важной задачи трестом Кривбассшахтопроходка в содружестве с ЦНИИПодземмашем разработана и внедрена на проходке ствола шахты «Клетевая» рудника им. Кирова в Кривбассе специальная система блокировки, исключающая столкновение бадьи с породопогрузочной машиной КС-2У/40. Принципиальная схема блокировки показана на рис. 47. В настоящее время серийно выпускается комплект аппаратуры для такой системы блокировки.

Наряду с породопогрузочными машинами КС-2У/40, КСМ-2У и 2КС-2У/40 (два грейфера), для дальнейшей механизации горнопроходческих работ, увеличения скорости проходки глубоких стволов диаметром более 7 м предусмотрено использование более мощных машин КС-1м и 2КС-1м (двухгрейферная) в комплексе с саморазгружающимися бадьями емкостью $5,5 \text{ м}^3$. Конструкции их аналогичны машине КС-2У, но отличаются большей емкостью грейфера, усиленным и более совершенным оборудованием. В машине 2КС-1м, так же как и в машине 2КС-2У/40, имеются два грейфера емкостью по 1 м^3 . Эти машины предназначены для скоростной проходки глубоких стволов больших диаметров. В табл. 27 приведены нормы выработки, времени и расценки на уборку породы в стволах Кривбасса погрузочными машинами.

Состав звена: при уборке породы погрузчиком КС-3, БЧ-1 — проходчики V разряда — 2 человека; при уборке погрузчиками КС-2У/40 и КС-1м — проходчики VI разряда — 3 человека.

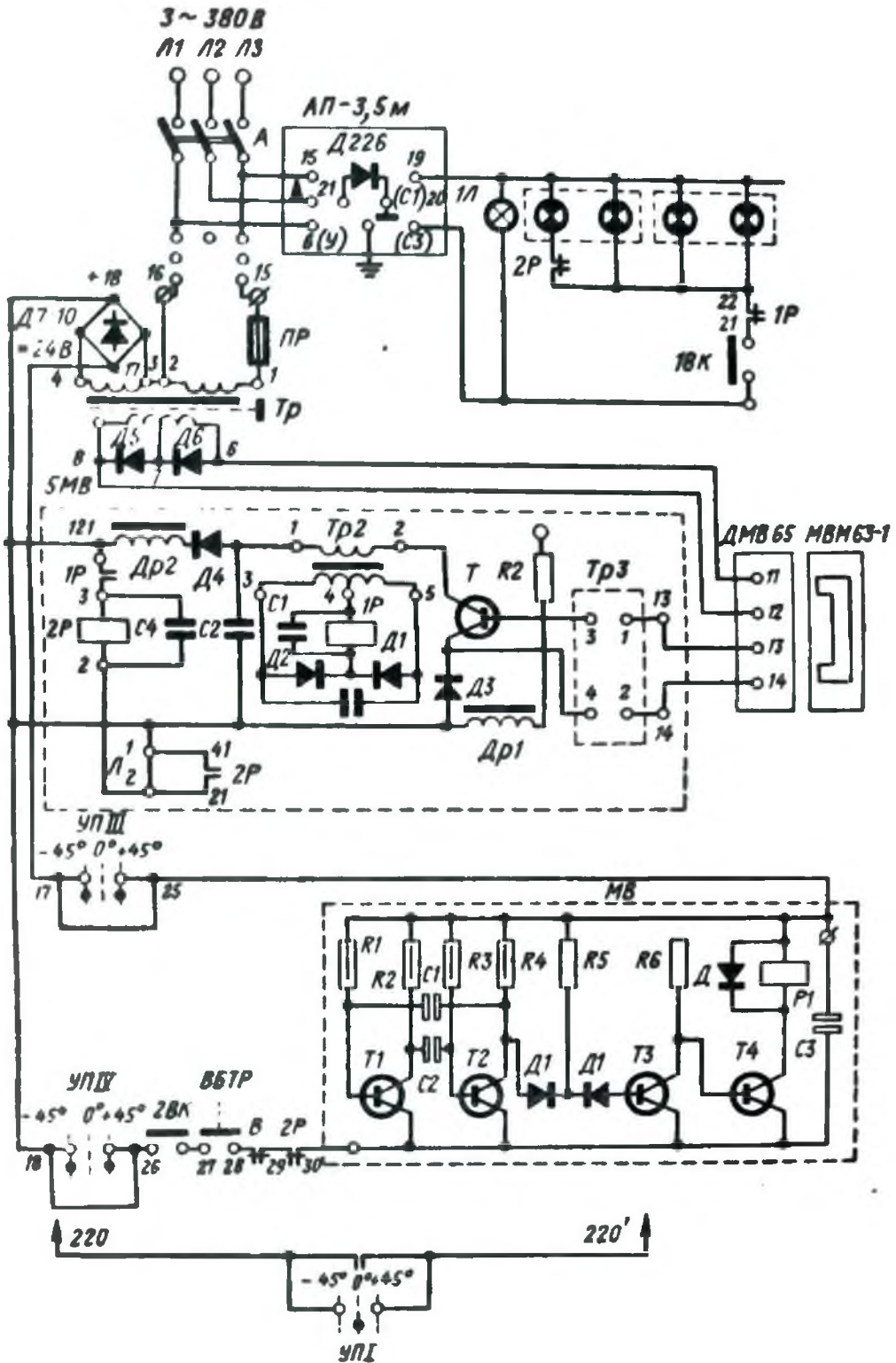


Рис. 47. Принципиальная схема блокировки работы подъемной машины с погрузаочной машиной КС-2У/40

Таблица 27

Тип погрузочной машины	f < 4			f = 5 ÷ 9			f = 10 и выше		
	Норма		Расценка, руб. — коп.	Норма		Расценка, руб. — коп.	Норма		Расценка, руб. — коп.
	выработка, м³/смену	время, чел-ч/м³ целика		выработка, м³/смену	время, чел-ч/м³ целика		выработка, м³/смену	время, чел-ч/м³ целика	
КС-3	9,20	0,65	0-77	7-99	0,75	0-89	6,89	0,87	1-03
«Погрузчик»	9,43	0,64	0-89	8-19	0,73	1-03	7,06	0,85	1-19
КС-2у/40	11,5	0,52	0-73	9,85	0,61	0-85	8,45	0,71	0-99
КС-1м	12,67	0,47	0-68	10,97	0,55	0-77	9,37	0,64	0-90

Данные нормы выработки на погрузку породы рассчитаны для глубины шпуров 2 м, ранее являвшейся наиболее распространенной для условий Кривбасса. Применительно к конкретным условиям сменную норму выработки N_y на автосамосвалов при уборке породы различными грейферными пневмогрузчиками можно рассчитать по следующей методике:

$$N_y = \frac{T_{см} - (T_{п.з} + T_{л.н})}{t_{ок0}}, \text{ м}^3 \text{ в разрыхленном состоянии,}$$

где $T_{см}$ — установленная продолжительность рабочего дня, равная 360 мин;

$T_{п.з}$ — суммарный норматив времени на подготовительно-заключительные операции, относящиеся к смене, равный 10 мин;

$T_{л.н}$ — норматив времени на личные надобности, равный 10 мин;

t_o — оперативное время погрузки 1 м³ разрыхленной породы, мин;

k_o — коэффициент, учитывающий время периодического отдыха в течение смены, равный 1,12;

$$t_o = t_n k_p + \frac{t_s}{l_{ш\eta}}, \text{ чел-мин/м}^3,$$

где t_n — время непосредственно погрузки 1 м³ разрыхленной породы пневмогрузчиком, чел-мин/м³,

$$t_n = \frac{t_u}{g k_n},$$

t_u — продолжительность цикла погрузки, состоящего из операций «опускания грейфера и зачерпывания им разрых-

ленной породы, подъема заполненного грейфера до уровня бадьи, подведения его к бадье, разгрузка и отвод к месту погрузки», мин (табл. 28);

Таблица 28

Показатели	Пневмогрузчики и стволовые породопогрузочные машины			
	КС-3	«Погрузчик»	КС-2у	КС-1м
Продолжительность цикла погрузки $t_{п}$, мин	0,75	0,85	0,85	0,90
Затраты времени на погрузку 1 м ³ породы в разрыхленном виде $t_{п}$, мин	4,01	2,50	1,54	1,06
Трудоемкость уборки породы t_0 , чел-мин	8,22	7,80	4,92	3,48

g — емкость грейфера, м³;

$k_{п}$ — среднее значение коэффициента заполнения грейфера, зависящее от крепости и качества дробления породы и от фазы ее уборки; $k_{п}$ — 0,85 для крепких пород, для усредненных условий при качественном дроблении $k_{п} = 0,9 \div 0,95$;

$k_{р}$ — коэффициент разрыхления породы (табл. 29);

Таблица 29

Показатели	Коэффициент крепости f			
	не более 4	5—9	10—12	13 и выше
Коэффициент разрыхления $k_{р}$	1,4	1,4—1,6	1,6—1,8	1,6—1,9
К. и. ш.	0,98	0,95	0,95—0,90	0,85—0,90

t_2 — трудоемкость зачистки 1 м³ забоя в крепких породах; согласно данным практики, равная 27,2 мин/м²;

$l_{ш}$ — глубина шпуров, м (кроме врубовых);

η — коэффициент использования шпуров (см. табл. 29).

При правильно выбранных параметрах буровзрывных работ, применении шпуров диаметром 40 мм и высокобризантных ВВ (скального аммонита № 1) значение коэффициента разрыхления крепких пород может быть равным 1,6—1,7.

§ 7. Постоянная крепь и средства механизации ее возведения

В отечественной и зарубежной (ЮАР, США, Англия, ФРГ, ВНР и др.) практике в настоящее время вертикальные стволы шахт в крепких породах крепят в основном монолитным бетоном (более 95%).

Постоянная крепь возводится в определенной технологической последовательности после производства работ по выемке породы, обусловленной применяемой технологической схемой проходки ствола, и ее возведение является завершающей операцией собственно проходки ствола.

Крепление вертикальных стволов монолитным быстротвердеющим бетоном осуществляют с помощью передвижной опалубки и бетонной смеси, подаваемой в ствол по трубам. Монолитный бетон является наиболее прогрессивным, экономичным и малотрудоемким видом крепи, значительно удешевляющим стоимость крепления ствола, повышающим производительность труда проходчиков. Возведение бетонной крепи сверху вниз позволило полностью отказаться от временной крепи. Транспортирование бетонной смеси в ствол по трубам имеет неоспоримые преимущества перед доставкой материала крепи в бадьях или контейнерах. Все это практически полностью механизировало процессы возведения бетонной крепи в стволе и вспомогательные работы на поверхности, исключить влияние грузового подъема и лед на нулевой и разгрузочной площадках. Так же значительно сократилось число рабочих, занятых возведением постоянной крепи, и повысилась безопасность работ в стволе.

Для возведения монолитной бетонной крепи сверху вниз вслед за забоем в стволах, проходимых в породах средней крепости и в крепких, при применяемой главным образом, совмещенной технологической схеме, применяют следующие конструкции призабойных опалубок: передвижные металлические секционные конструкции треста «Кривбассшахтопроходка»; передвижные металлические створчатые опалубки типа ОС конструкции института ЦНИИПодземмаш; секционные шагающие опалубки конструкции Криворожского филиала ВНИИОМШС.

Перед укладкой бетона опалубку устанавливают и центрируют на взорванной породе. Перед установкой опалубки порода в забое ствола частично убирается и планируется с таким расчетом, чтобы расстояние от распланированной породы в забое до нижнего края ранее забетонированной заходки соответствовало высоте опалубки. После того как опалубка установлена и отцентрирована, за нее укладывают бетонную смесь. Уборка породы не производится до тех пор, пока за опалубку не будет уложена

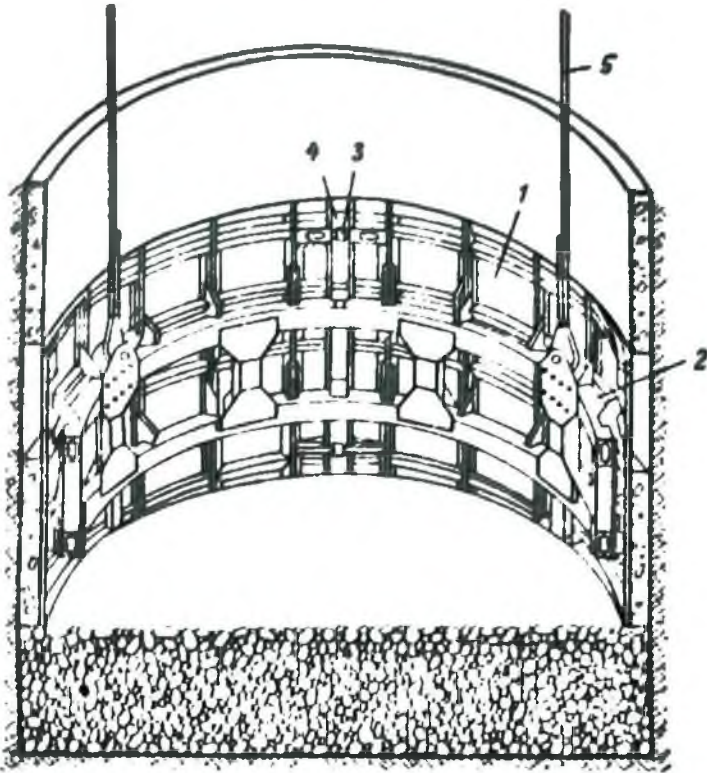


Рис. 48. Призабойная секционная опалубка без поддона:

1 — секция опалубки; 2 — жесткий каркас; 3 — фармофф; 4 — стыковая вставка; 5 — канаты подвески

бетонная смесь на высоту 1,5—2 м по всему периметру. За это время нижние слои бетона успевают схватиться и препятствуют прорыву бетонощит смеси из-за опалубки при уборке породы, осуществляемой затем совместно с последующей укладкой бетонной смеси. Главной задачей при этом является обеспечение максимальной интенсивности подачи бетонной смеси в ствол за опалубку, снижение трудовых затрат и времени на подготовительно-заключительные операции, отнесенные к 1 м бетонной крепи.

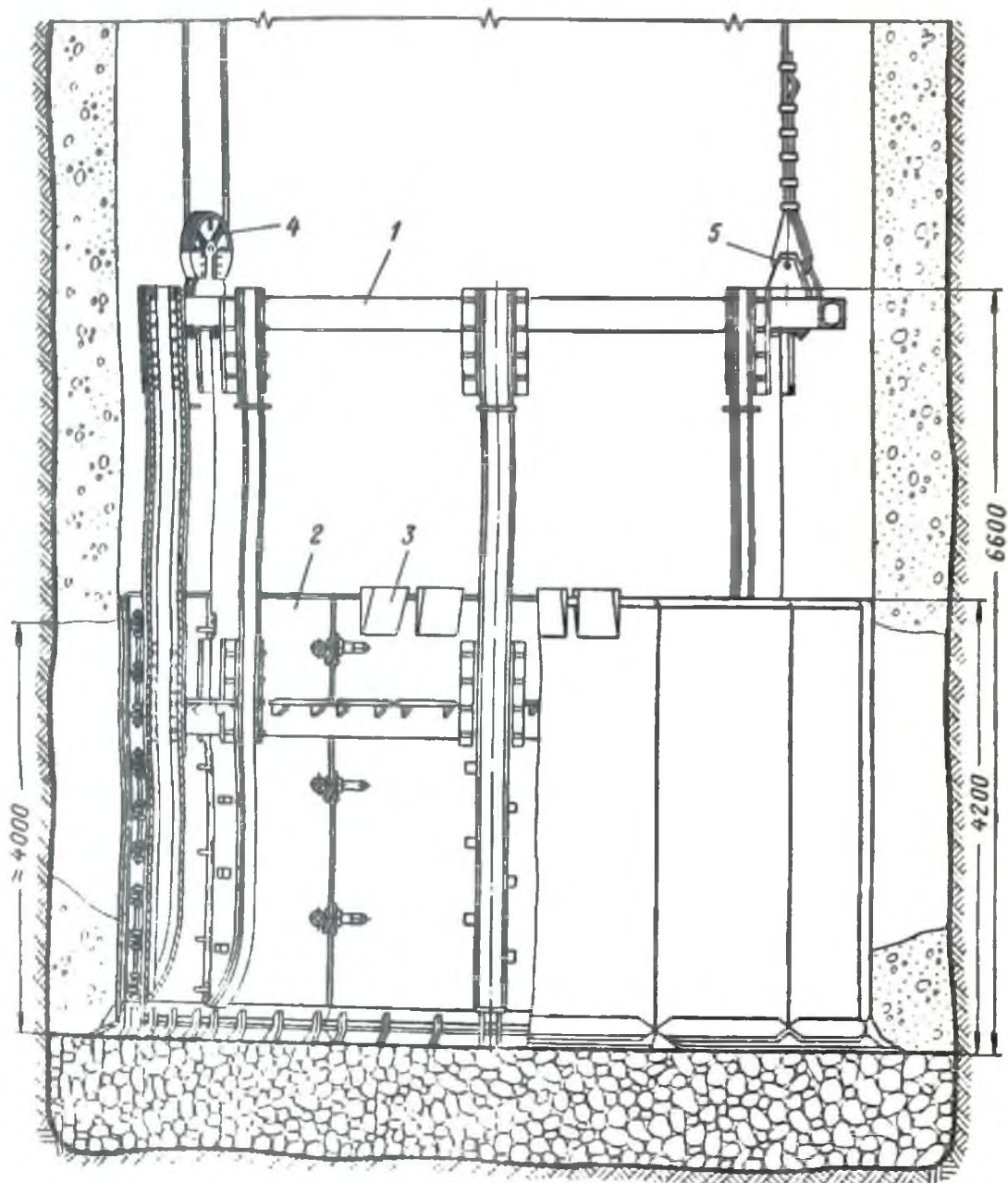
При совершенствовании и разработке новых конструкций передвижных призабойных опалубок увеличивали их рабочую высоту от 2 до 5 м и совершенствовали способ подвески. Наиболее широкое применение в Кривбассе получила секционная призабойная опалубка высотой 4 м (рис. 48). Подвеску опалубки осуществляют на трех канатах через съемные клиновые прицепные устройства, закрепленные на каркасе жесткости через 120° . На поверхности для подвески опалубки устанавливают, как правило, три лебедки различной марки в зависимости от массы опалубки, диаметра и глубины ствола. Секционная опалубка представляет собой набор секций из листового железа толщиной 4—8 мм, усиленных уголками. Секции на специальных кронштейнах подвешивают

вают к жесткому каркасу, состоящему из двух металлических швеллерных колец, скрепленных между собой стойками.

Секции, выполняющие роль опалубки, отрывают от бетона двумя парами стяжных болтов (фаркопфов). Данные, характеризующие основные технические параметры передвижных металлических опалубок различных конструкций, приведены в табл. 30.

Рис. 49. Призабойная створчатая опалубка:

1 — каркас; 2 — опалубка; 3 — карманы для подачи бетона; 4 и 5 — варианты подвески опалубки (4 — полиспастная, 5 — обычная)



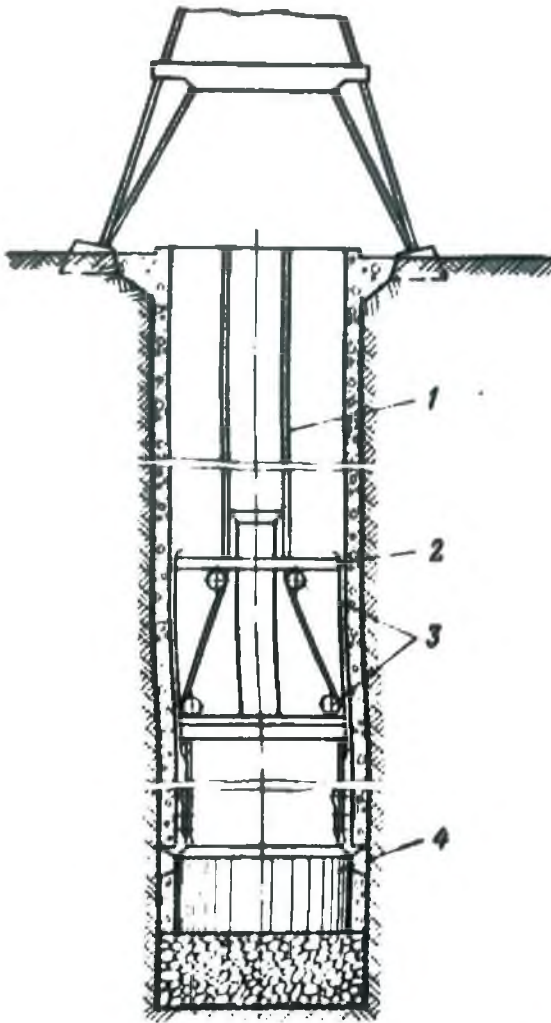


Рис. 50. Схема подвески привабойной опалубки на направляющих канатах:
 1 — направляющие канаты; 2 — проходческий подвесной колок; 3 — отклоняющие шкивы; 4 — привабойная опалубка

Створчатые опалубки конструктивно сложные, обладают более высокой удельной металлоемкостью по сравнению с секционными (рис. 49). Их обслуживание требует больших затрат труда и связано с дополнительным простоем забоя ствола. В то же время они позволяют точнее выдерживать сечение ствола в свету на протяжении всего периода проходки. Секционные опалубки к концу сооружения ствола приобретают эллиптичность, что обусловлено наличием остаточных деформаций за счет многократного сжатия и разжатия. Однако секционные опалубки в силу своих конструктивных особенностей менее подвижны под воздействием взрывных нагрузок, что особенно важно в условиях взрывания крепких пород.

Створчатые опалубки широко применяют в некрепких породах (Донбасс, Караганда), а секционные — в крепких породах (Кривбасс, Алтай и др.). В последнее время секционные опалубки применяют преимущественно при сооружении стволов

Таблица 30

Показатели	Диаметр ствола в свету, м								
	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5
Секционная опалубка:									
рабочая высота, м	3	3	3	4	4	4	4	4	4
масса, т	10	11	12	14	14	20	25	26	28
Створчатая опалубка:									
рабочая высота, м	3	3	3	4	4	4	4	4	5
число створок	12	12	12	14	16	16	20	20	20
масса, т	13	15	16	28	33	40	47	50	67

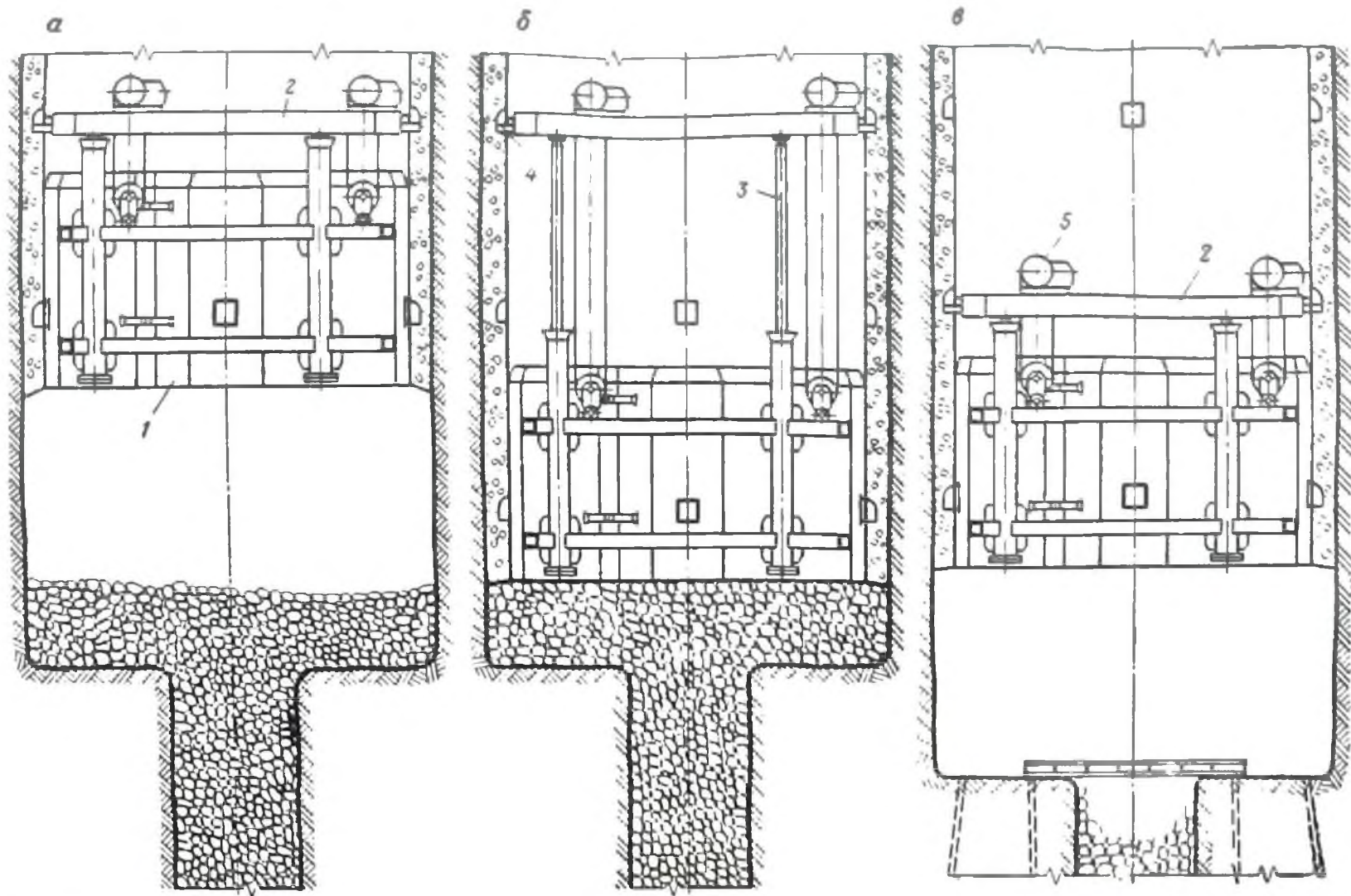


Рис. 51. Призбойная шагающая опалубка:

1 — опалубка; 2 — несущее кольцо; 3 — гидродемпфер; 4 — мерная цепь; 5 — фиксатор

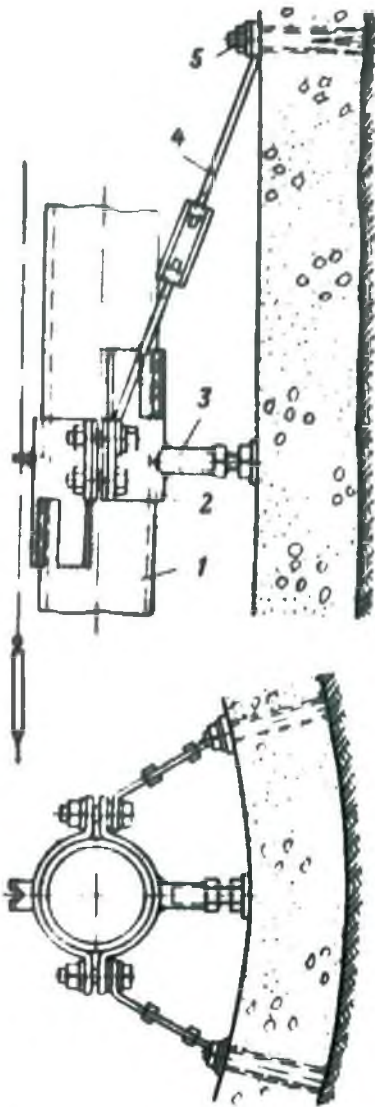


Рис. 52. Узел соединения и подвески труб бетонопровода к стенкам ствола:

1 — трубопровод; 2 — полушайба; 3 — опорный винт; 4 — тяга; 5 — штанговый болт

без ремонта бетонирование 500—600 м ствола в крепких породах.

Шагающая забойная опалубка для возведения бетонной крепи в вертикальных стволах (рис. 51) находится в стадии промышленных испытаний. Основной особенностью ее является отсутствие канатной подвески, исключающей необходимость использования проходческих лебедок. Она состоит из двух узлов: опалубки 1 (секция обечайки и каркас) и несущего кольца 2, соединенных демпферными устройствами 3, представляющими собой напол-

на рудниках. В ряде случаев створчатую опалубку применяют и в крепких породах (Урал). Створчатая опалубка состоит из несущего каркаса и створок из листовой стали. Каркас состоит из нижнего и верхнего колец, соединенных между собой стойками. Цилиндрическая обечайка состоит из 12—18 створок высотой 2—5 м, выполняющих роль опалубки. На каждую стойку шарнирно навешивают две металлические створки. В рабочем положении створки запираются при помощи двух накладных защелок и распорного клина. После окончания бетонирования и набора бетоном необходимой прочности створки опалубки отрывают от бетона внутрь ствола. При этом наружный диаметр опалубки уменьшается на 100—120 мм, что позволяет перемещать ее на новую заходку для бетонирования.

Ныне применяемые секционные и створчатые опалубки имеют относительно невысокую удельную металлоемкость, конструктивно просты и удобны в эксплуатации. С их применением были достигнуты самые высокие скорости сооружения вертикальных стволов в крепких породах в Кривбассе и на Урале.

В последнее время находит применение схема подвески опалубки на четырех канатах (рис. 50), которые проходят через полок и одновременно служат направляющими для бадейных подъемов, что позволяет сократить число лебедок при оснащении ствола. По данным практики, призабойные секционные опалубки при правильной эксплуатации обеспечивают

ненные солядолом цилиндры со штоками. Несущее кольцо 2 и опалубка 1 перемещаются в стволе поочередно так, что при перемещении одного из шагающих узлов второй узел остается неподвижным и обеспечивает передвижение первого узла. При перемещении опалубки на следующую заходку несущее кольцо занимает соответствующее положение в предыдущей заходке и с помощью ригелей 4, передвигаемых пневмоцилиндрами, удерживается в лунках бетонной крепи, устраиваемых при помощи специальных шарнирных выступов на наружной стороне опалубки. Несущее кольцо опускают, когда бетонная смесь уложена за опалубку, которая удерживается силой сцепления ее поверхности с бетоном. Спуск опалубки и несущего кольца производят с помощью демпферного устройства, в котором под действием их массы солядол через отверстия поршней попадает из одной полости цилиндра демпфера в другую.

Промышленные испытания этой опалубки проведены в стволе диаметром 7 м Первомайского рудника в Кривбассе.

При достижении незакрепленного участка ствола высоты, равной высоте опалубки, уборку породы прекращали. Затем у стенок ствола породу разравнивали, подготавливая место для установки обечайки с каркасом (рис. 51, а). Перед отрывом обечайки от бетона производили распалубку лунок. Шарнирный выступ опалубки извлекался из лунки. Обечайку отрывали от бетона и опускали вниз на демпферных устройствах 3 и пневмоталях 5, установленных на несущем кольце 2, которое в этот момент с помощью ригелей удерживалось в лунках предыдущей заходки. Опалубку опускали на породу, служившую для нее воддонном, центрировали за 28—30 мин. Затем устанавливали шарнирные выступы и производили укладку бетонной смеси за опалубку (рис. 51, б). По окончании бетонирования убирали оставшуюся взорванную породу, затем зачищали забой и бурили шпурсы.

Перед заряданием и взрыванием шпуров ригели выдвигали из лунок и несущее кольцо под действием массы опускалось. Затем ригели вдвигали в лунки и несущее кольцо раскреплялось в нижележащем ярусе бетонной крепи (рис. 51, в). Эта операция длилась около 10 мин.

Промышленные испытания опалубки показали, что она надежна в работе, проста в обслуживании, устойчива при взрывах. Однако требуется доработка отдельных узлов (выдвижение ригелей и др.).

Хронометражными данными по применению секционных опалубок в Кривбассе установлена следующая зависимость между трудоемкостью крепления T и высотой опалубки h :

$$T = \frac{100}{\sqrt[3]{h}}, \%$$

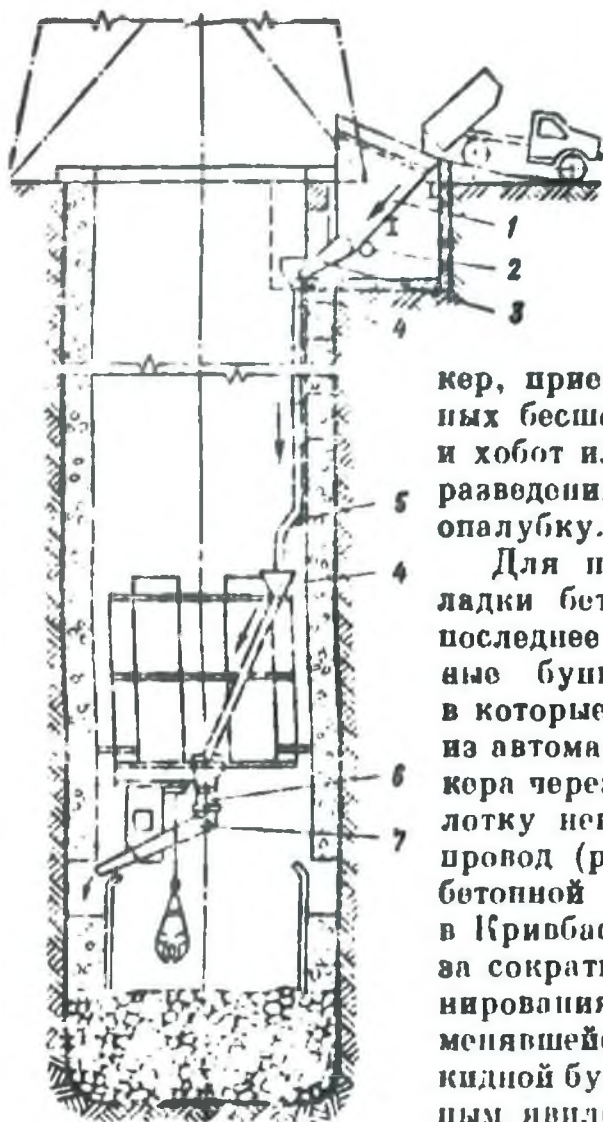


Рис. 53. Схема подачи бетонной смеси в ствол:

1 — приемный бункер; 2 — вибратор; 3 — секторный затвор с лотком; 4 — приемная воронка; 5 — гаситель скорости; 6 — центральная опора с поворотным устройством; 7 — распределительный лоток

Бетонные смеси в ствол подают по трубам диаметром 168 мм с толщиной стенки 8 мм, подвешенным на канатах и лебедках или прикрепленным специальными хомутами к стенкам ствола (рис. 52). В комплект оборудования для подачи бетонной смеси входят: приемный бункер, приемная воронка, став из стальных бесшовных труб, гаситель скорости и хобот или телескопический желоб для разведения бетонной смеси в стволе за опалубку.

Для повышения интенсивности укладки бетонной смеси за опалубку в последнее время применяют заглубленные бункеры увеличенной емкости, в которые разгружают бетонную смесь из автомашин. При этом смесь из бункера через секторный затвор по вибрлотку непрерывно поступает в бетонопровод (рис. 53). Такая схема подачи бетонной смеси, все шире применяемая в Кривбассе, позволила почти в 2 раза сократить продолжительность бетонирования по сравнению с ранее применявшейся подачей смеси через опрокидывающий бункер-лоток. Весьма эффективным явилось применение автоматизированной бетоносмесительной установки типа С-543 производительностью до 30 м³/ч. На укладку бетонной смеси объемом 45—50 м³ затрачивалось при этом не более 2—2,5 ч.

Так как применение типовых бетоносмесительных установок у ствола иногда бывает невозможным, в последнее время в тресте Кривбассшахтопроходка созданы новые специальные приствольные бетоносмесительные узлы. В заглубленном приствольном узле предусмотрена установка в специальной камере, примыкающей непосредственно к устью ствола, лопастного двухвального смесителя непрерывного действия, дозаторных устройств и емкостей для инертных, цемента, воды и химических добавок. Приготовленная смесь из смесителя непрерывно подается

В последнее время в тресте Кривбассшахтопроходка созданы новые специальные приствольные бетоносмесительные узлы. В заглубленном приствольном узле предусмотрена установка в специальной камере, примыкающей непосредственно к устью ствола, лопастного двухвального смесителя непрерывного действия, дозаторных устройств и емкостей для инертных, цемента, воды и химических добавок. Приготовленная смесь из смесителя непрерывно подается

в воронку бетонопровода. Производительность установки 25 м³/ч. В настоящее время бетоносмесительные установки такого типа успешно применяются при проходке стволов.

Смесь, поступающая из бетонопровода, подается непосредственно за опалубку. Работа проходчиков при креплении сводится к направлению бетонной смеси с помощью хоботов или вращающегося желоба в различные места по периметру ствола, разравниванию и трамбовке ее за опалубкой.

Для уменьшения скорости спуска бетонной смеси в нижней части бетонопровода устанавливают гаситель скорости.

Важнейшим условием, предотвращающим истирание труб, является вертикальная подвеска их в стволе и тщательная соосность отдельных звеньев в местах стыковки.

При подвеске бетонопроводов на канатах точной вертикальной прокладки труб добиться практически нельзя. Поэтому в нашей стране и за рубежом трубопроводы в последнее время крепят к стенкам ствола. Трубопровод подвешивают строго по вертикальному отвесу и тщательно стыкуют концы труб. Искривление трубы на каком-то одном участке непременно ведет к ее износу. Для бетонных смесей, спускаемых по трубам, наиболее целесообразно применять щебень фракции до 20 мм. Трубопроводы с приемной воронкой, оборудованной сеткой и вибратором, могут обеспечить подачу бетона до 50—70 м³/ч. Трубопроводы до износа отдельных труб обеспечивают пропуск 2000—3000 м³ бетонной смеси. В глубоких стволах целесообразно применять два бетонопровода.

Для механизации работ по разводке бетонной смеси за опалубку распределительный лоток перемещают по периметру с помощью механизма КС-2у/40. Нормы выработки на возведение бетонной крепи в стволах шахт Кривбасса при применении различных конструкций передвижных опалубок приведены в табл. 31.

В последние годы научно-исследовательскими институтами проведены натурные исследования взаимодействия массивов горных

Таблица 31

Характеристика опалубки	Норма выработки (м ³ /смену) при толщине крепи, мм								
	200			250			300		
Рабочая высота, м	2	3	4	2	3	4	2	3	4
	Секционная без поддона	2,77	3,83	4,75	3,33	4,55	5,57	3,88	5,21
Створчатая	2,34	3,28	4,10	2,83	3,94	4,87	3,32	4,53	5,54
Секционная с объемным кольцом поддона	3,12	4,28	5,43	3,75	5,05	6,14	4,34	5,80	6,90

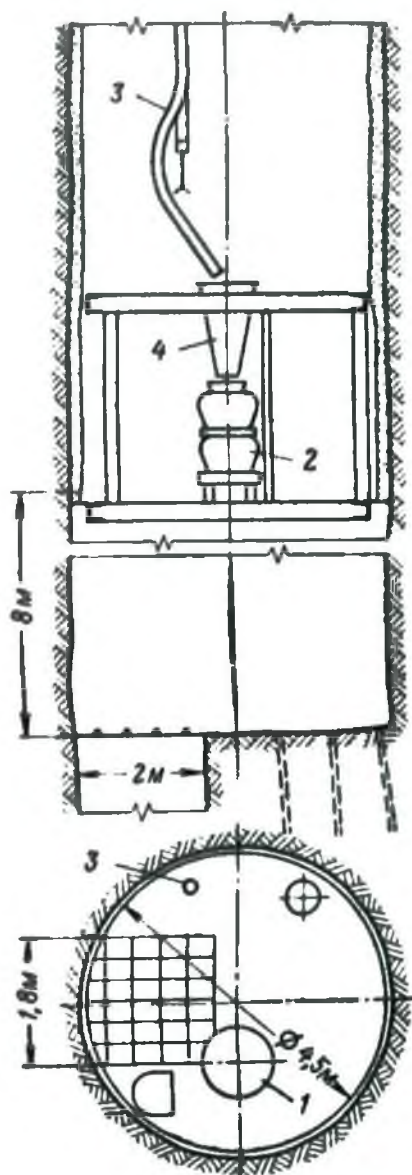


Рис. 54. Схема проходки ствола и расположения проходческого оборудования при креплении набрызгбетоном:

1 — бадья; 2 — пневмобетономашинка БМ-60; 3 — бетонопровод; 4 — приемный лоток

из портландцемента и шлакопортландцемента марки 400, песка с размерами зерен 0,14—2,5 мм и щебня с размером фракций 15 мм. привозилась автосамосвалами, разгружалась на лоток и оттуда через решетку для отбора щебенки крупностью более 15 мм поступала в бетонопровод, снабженный в нижней части гасителем скорости.

пород с крепью вертикальных стволов, которые показали, что в устойчивых и крепких породах крепь играет роль оболочки, не несущей закономерных нагрузок и только ограждающей стенки ствола от различных внешних агрессивных и вывалов отдельных кусков породы. Особенно это характерно для железорудных и меднорудных шахт, где пересекаемые стволами породы являются достаточно прочными и позволяют применять облегченную безопалубочную крепь, в частности из набрызгбетона, возведение которой в наибольшей мере может быть механизировано, особенно при доставке смеси к месту укладки по трубам.

Набрызгбетон для крепления вертикальных стволов шахт ранее применяли только в сочетании с металлическими и железобетонными штангами и с металлической сеткой. Такая крепь является достаточно защитной оболочкой, предохраняющей породу от выветривания, и обладает значительной несущей способностью, повышающей устойчивость пород. Установка штанг и навеска сетки производилась вручную с подвесного полка.

В 1966 г. участок ствола № 15 шахты «Магнетитовая» Высокогорского рудника на Урале на глубине 81—144 м в слабо выветренных сенинтах был закреплён набрызгбетоном с толщиной слоя 7—10 см.

Диаметр ствола 4,5 м в свету. Для возведения крепи из набрызгбетона пневмобетономашинка БМ-60 была установлена на нижнем этаже подвесного полка (рис. 54). Сухая смесь, состоящая

Пневмобетономашина безотказно работала на щебне с размером фракций до 25 мм только при влажности песка до 4%, а щебня — 1—1,5%. При повышенной влажности инертных материалов происходило образование пробок. В качестве ускорителя схватывания и твердения наиболее эффективным оказался алюминатный раствор, полученный путем выщелачивания производственного алюминиевого сисека в кузове вагонетки, удельный вес которого достигал 1,35—1,4. Раствор доставляли к воде затворения из

Операции	Время, мин	Часы					
		1	2	3	4	5	6
Прием смеси в лоток и приготовление ускорителя	30	■					
Спуск смены	10	■					
Осмотр и смазка БМ-60	20		■				
Спуск полка и бетонопровода	60		■				
Подготовка породных стенок	60			■			
Нанесение бетонной смеси	150				■	■	■
Промывка труб и машины	30						■

Рис. 55. График организации работ при креплении ствола набрызгбетоном

расчета 3—4% от массы цемента. Водо-цементное отношение при этом составляло 0,4.

Для защиты от разъедающего действия алюминатного раствора на кожу проходчики работали в резиновых перчатках, а лицо защищали специальным щитком. На отдельных участках применяли также жидкое стекло в количестве 10% от массы цемента, скорость схватывания которого уменьшается. Крепление ствола набрызгбетоном выполняло звено из трех человек: один проходчик управлял пневмобетономашинной, второй проходчик работал у сопла и наносил набрызгбетонную смесь на стенки ствола, а помощник проходчика принимал сухую бетонную смесь и по лотку загружал ее в резервуар машины. Породные стенки предварительно тщательно очищали от заколов и промывали папорной струей воды. Особое внимание уделяли оборке кусков породы, отделенных от массива трещинами, примерно параллельными цилиндрической поверхности стенок ствола. Радиальные трещины любой глубины хорошо укреплялись набрызгбетоном и практически не влияли на устойчивость породных стенок.

Набрызгбетон наносили в два слоя, каждый толщиной 4—7 см (минимальный слой на породные выступы, максимальный — на породные впадины). Работы по бетонированию выполняли по следующей схеме: после взрывных работ и уборки породы (в опережающий

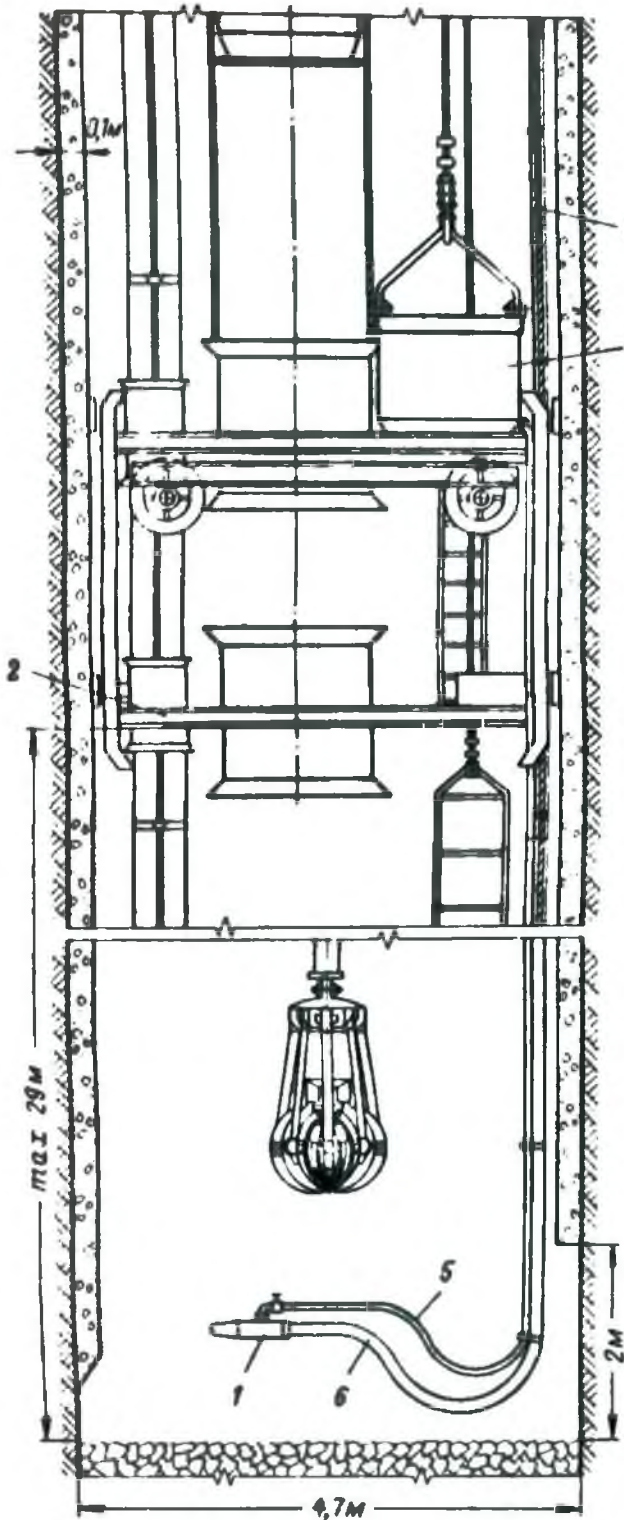


Рис. 56. Схема расположения проходческого оборудования в стволе при креплении набрызгбетоном:

1 — сопло, 2 — проходческий подвесной полок;
 3 — бетонопровод; 4 — бадня, емкость для воды;
 5 — водный шланг; 6 — шланг для сухой смеси

восстающий) опускали подвесной полок и бетонопровод на 3 м и подготавливали породные стенки к нанесению смеси. С нижнего этажа полка наносили первый слой набрызгбетона на участке ствола длиной 3 м. Со второго этажа полка на первый слой, нанесенный в предыдущий цикл, наносили второй. Затем после очередного опускания полка все операции по нанесению набрызгбетонной смеси повторяли. Таким образом, в течение смены осуществляли крепление ствола на участке 3 м (рис. 55).

Перед возведением крепи выполняли два проходческих цикла с продвижением забоя на 1,5 м. Толщину крепи контролировали с помощью реперов, устанавливаемых по одному на 1 м² поверхности крепи. Уход за набрызгбетонной крепью заключался в ежедневной обильной поливке ее водой. Отскок бетона составлял около 15% от объема бетона в деле.

Применение набрызгбетона позволило значительно сократить затраты времени на крепление ствола. Экономическая эффективность крепления набрызгбетоном выявилась в следующем: стоимость крепления 1 м ствола бетоном — 129 руб., набрызг-

бетоном — 44 руб., в том числе расходы на заработную плату соответственно 24 руб. и 7 руб., т. е. уменьшились в 3,5 раза.

Проведенные исследования и опыт сооружения вертикальных стволов с применением безопалубочной крепи набрызгбетоном на рудных шахтах позволили осуществлять крепление вертикальных стволов шахт набрызгбетоном в устойчивых породах и на угольных шахтах. Так, например, ствол № 6 диаметром в свету 4,5 м шахты № 5—7 треста Краснолучуголь закреплен в 1970 г. в качестве постоянной крепи набрызгбетоном толщиной 100 мм. Ранее ствол был пройден и закреплен бетоном толщиной 400 мм до глубины 180 м. При углубке ствола со 180 до 504 м пересечены в основном песчаники (163 м), песчанистые сланцы (98 м), глинистые сланцы (55 м).

На рис. 56 приведена схема расположения оборудования в стволе при механизированном креплении его набрызгбетоном, а на рис. 57 — график организации работ по проходке и креплению ствола с продвижением забоя на 2,1 м за 36 ч. Проходческий цикл начинали с бурения шпуров глубиной 2,5 м. В качестве ВВ применяли скальный аммонит № 1. Масса заряда — 1,5 кг.

Уборку породы производили погрузчиком КС-3 в бадьи емкостью 1 м³ с окошуриванием стенок ствола отбойными молотками. Набрызгбетонную смесь (М200) изготовляли на портландцементе марки 400, песке и каменной мелочи фракции крупностью до 8 мм.

Сухую смесь готовили в бетонно-растворном узле, расположенном на поверхности в вентиляционном канале (рис. 58). В нем имелось четыре бункера емкостью по 6—8 м³ — два для каменной мелочи, один для песка и один для цемента. Из бункеров компоненты для сухой смеси через точки подавали на ленточный конвейер, а затем — в ковш бетономешалки С-742А. В бетономешалке сухая смесь перемешивалась и выгружалась в машину БМ-60, откуда с помощью тарельчатого дозатора под давлением сжатого воздуха по трубам диаметром 50 мм подавалась в ствол.

В сопле сухая смесь смешивалась с водой и растворимыми в ней добавками типа НКА в количестве 4% от массы цемента. Воду к соплу подавали из бадьи емкостью 1 м³, установленной на подвесном полке, по шлангу диаметром 25 мм. Добавка НКА обеспечивала нанесение набрызгбетона на обводненные породные стенки ствола при притоках воды до 5 м³/ч. При увеличении притока воды производили предварительную цементацию пород из забоя и устанавливали водоулавливающие кольца. На 1 м³ сухой смеси набрызгбетона расходовалось цемента 320 кг, песка — 1000 кг, каменной мелочи — 350 кг, добавки НКА — 8,5 кг.

Применение высокоактивной добавки НКА позволило набрызгбетону за первые 6 ч набирать до 15% проектной прочности. При возведении крепи два человека занимались приготовлением

сухой смеси на поверхности, один человек находился на подвесном проходческом полке, один наносил набрызгбетон и один находился на сигнале. Толщину крепи контролировали систематически путем измерения контура ствола до нанесения набрызгбетона (по породным стенкам ствола) и после бетонирования — помощью прибора ВостНИГРИ.

Применение безопалубочной облетной крепи из набрызгбетона в этом стволе позволило достигнуть высоких технико-экономических показателей за счет высокомеханизированного способа возведения этого вида крепи. Стоимость 1 м ствола снизилась на 288 руб., не считая уменьшения сечения ствола в проходке и связанного с этим уменьшения объема работ по выемке и выдаче породы. В целом экономия по стволу в результате применения набрызгбетона составила 204,8 тыс. руб. по сравнению с проектной стоимостью.

Последнее время набрызгбетоном успешно закреплен ряд стволов и на рудниках Кривбасса. Этот вид крепи является прогрессивным не только с точки зрения наиболее высокого уровня механизации работ по ее возведению, но и по другим многим технико-экономическим показателям. Этот способ найдет широкое применение в устойчивых и крепких породах в комплексе с контурным взрыванием.

§ 8. Средства борьбы с притоками воды в ствол

На эффективность использования горнопроходческого оборудования в стволе, производительность труда проходчиков, скорость проходки, качество и стоимость горнопроходческих работ в значительной мере влияют притоки воды в забой. Поэтому вопросам борьбы с притоками воды в ствол и совершенствования средств водоотлива при проходке стволов уделяют большое внимание. В зависимости от конкретных горных и гидрогеологических условий при проходке стволов применяют три основных способа борьбы с притоками воды: 1) откачка всего притока воды из забоя; 2) водоулавливание с последующей откачкой воды эрлифтными установками или стационарными насосными установками перекачных станций; 3) предварительная цементация пород из забоя ствола на обводненных участках.

По первому способу при небольшом притоке воды водоотлив осуществляют забойными насосами с выдачей воды бадьями вместе с породой. Наиболее широкое применение получили насосы Н-1М и «Малютка». Максимальный общий приток W_0 , откачка которого обеспечивается бадьями с применением забойных насосов, определяется из выражения

$$\sum W_0 \leq \sum P_{\text{под}}(k_p - 1), \text{ м}^3/\text{ч},$$

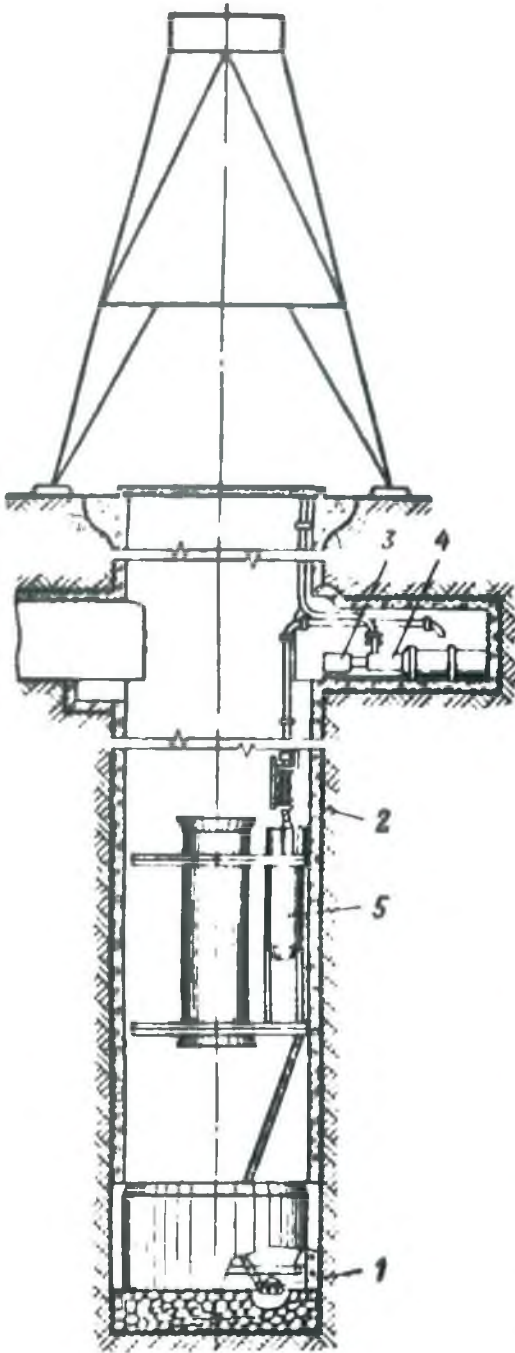


Рис. 59. Многоступенчатая схема водоотлива при проходке стволов:

1 — переносной забойный насос Н-1М;
 2 — подвесной насос ППН-50/12; 3 — электродвигатель перекачного насоса;
 4 — горизонтальный перекачной насос АМС-10 × 8; 5 — промежуточная емкость на подвесном полке

где $\Sigma P_{\text{под}}$ — суммарная производительность подъема, м³/ч; k_p — коэффициент разрыхления пор

Применение этого способа целесообразно при притоках воды до 8—10 м³/ч. При больших притоках воды водоотлив из ствола осуществляют по многоступенчатой схеме (рис. 59). По этой схеме из забоя воду откачивают забойным турбонасосом Н-1м в емкость на подвесном полке, откуда подвесными насосами типа ППН-50/12 откачивают на поверхность или в перекачную станцию.

В схеме с водоулавливанием широко применяют различные варианты с использованием эрлифтных установок. На рис. 60 приведены схемы эрлифтной установки для откачки воды из водоулавливающего кольца непосредственно на поверхность (а) и в промежуточную насосную камеру (б). В табл. 32 приведены основные расчетные параметры эрлифтных установок, успешно применяемых при проходке стволов. При этом, если глубина погружения смесителя ограничивается естественными или техническими условиями, для достижения необходимой высоты подъема воды применяют дополнительный поддув сжатого воздуха в подъемный став труб.

Так, при проходке ствола шахты «Южная» рудника им. Кирова приток воды 15 м³/ч успешно откачивали с глубины 130 м при глубине погружения смесителя всего на 35 м дополнительным поддувом в двух точках. Перекачные камеры для водоотлива устраивают через 200—230 м по стволу и оборудуют, как правило,

Рис. 60. Схемы размещения арлифтных установок для откачки воды из ствола:

а — на водоуплаивающего кольца на поверхности, б — на водоуплаивающего кольца в промежуточную насосную камеру. 1 — воздухопровод, 2 — труба для отдачи воды на поверхность, 3 — гибкий прорезиненный шланг, 4 — труба для откачки воды в камеру, 5 — смеситель, 6 — воздухоотделитель, 7 — сливная труба; 8 — водоуплаивающее кольцо; 9 — перекачивающая насосная станция

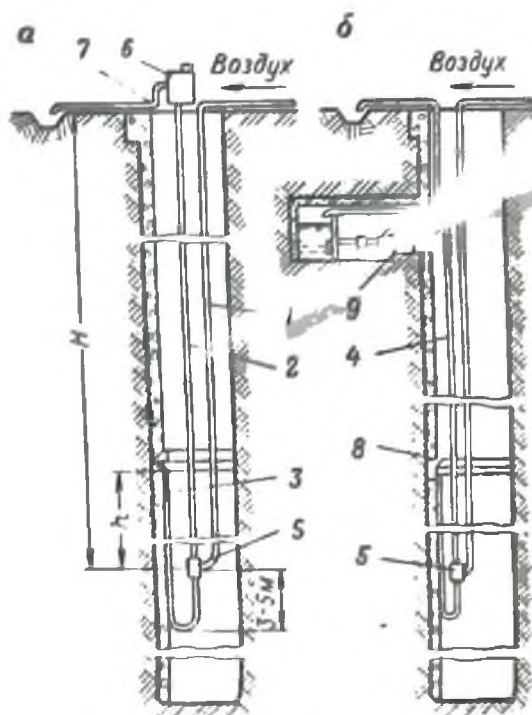


Таблица 32

Показатели	Производительность арлифтной установки, м ³ /ч	Высота подъема воды, м						
		20	40	60	90	120	150	180
Глубина погружения смесителя, м	—	6	12	18	27	34	45	54
Коэффициент погружения	—	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Условный диаметр водоподъемных труб, мм	5	50	50	50	50	50	50	50
	10	70	70	70	70	70	70	70
	20	100	100	100	100	100	100	100
	40	150	150	150	150	150	150	150
Расход воздуха, м ³ /мин	5	1,1	1,4	1,7	2,0	2,2	2,5	2,8
	10	2,3	2,8	3,3	3,9	4,5	5,2	5,6
	20	2,6	5,7	6,6	7,8	8,8	10,2	11,2
	40	5,2	11,4	13,2	15,6	18,0	20,3	22,3
Диаметр воздухоподающей трубы, мм	5	25	25	25	32	32	38	38
	10	25	32	32	38	38	50	50
	20	25	32	38	50	50	70	70
	40	38	38	50	70	70	70	70

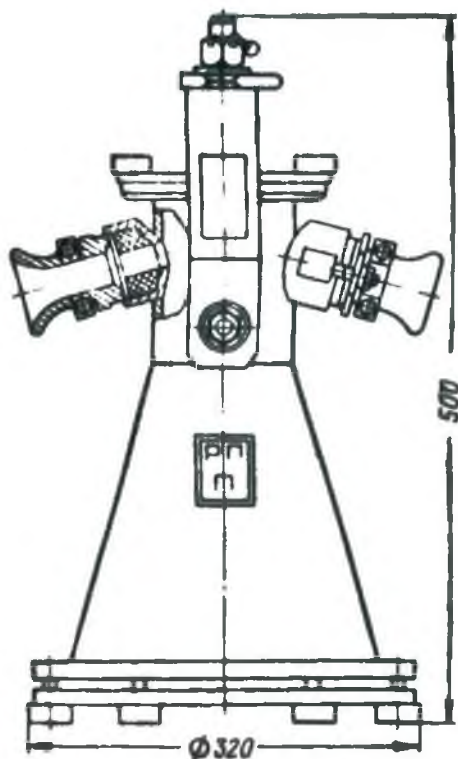
двумя насосными агрегатами и двумя водосборниками. Очищаемая из забоя загрязненная вода поступает в первый водосборник. Осветленная вода переливается во второй водосборник, откуда она забирается насосом насосов. Водосборники периодически чистят по мере накопления ила. Ил вымывается в отстойнике и пульпа через трубу, оборудованную пробковым краном или задвижкой, выбрасывается порциями в бадью по лотку или резиновому рукаву.

В последнее время проходка стволов в крепких породах на участках с ожидаемыми притоками воды более $8 \text{ м}^3/\text{ч}$ производится после предварительной цементации водоносной зоны из забоя ствола, что позволяет в результате подавления притоков воды в забой более эффективно использовать горнопроходческое оборудование, увеличивать скорость проходки и производительность труда проходчиков.

§ 9. Средства освещения, сигнализации и связи

Одним из основных факторов, влияющих на эффективное использование проходческого оборудования, повышение безопасности и производительности труда, является освещение рабочих мест, четкая и надежная связь рабочих мест в стволе и на поверхности.

Рис. 61. Общий вид светильника «Свет-4»



Забой стволов могут освещаться люстрами с суммарной мощностью ламп 150—500 Вт и отдельными светильниками. Институтом ЦНИИПодземмаш разработан проходческий светильник «Свет-4» (улучшенная конструкция «Свет-3») для освещения вертикальных стволов шахт при их проходке и других горных выработок (рис. 61). Он изготовляется в рудничном исполнении повышенной надежности (РН), снабжен взрывобезопасным патроном с тремя зажимами для возможности равномерного распределения нагрузки между фазами и подключения кабеля с сечением жил до 6 мм^2 .

Установленная в светильнике малогабаритная лампа накаливания ПЗК 127—300 имеет баллон параболической формы, внутренняя поверхность которого покрыта зеркальным слоем, что обеспечивает концентри-

рование светового потока с полезным углом 41° , а строго координированное положение пяти канала дает получать силу света в 3500 кд.

Кривые освещенности забоя ствола светильниками «Свет-4» в зависимости от высоты их подвеса приведены на рис. 62.

Техническая характеристика светильника «Свет-4»

Корпус	Стальной сварной
Стекло защитное	Закаленное бесцветное
Лампа накаливания:	
тип	НЗК 127—300
мощность, Вт	300
напряжение, В	127
цоколь	P-27/32—2
продолжительность горения, ч	1500
масса, кг	21

Институт ВНИИОМШС разработал светильник «Проходка-2м» для освещения забоев стволов шахт при их проходке, а также полков и пройденной части ствола. Светильник изготовляют во взрывобезопасном пылевлагоднепроницаемом исполнении. В качестве источника света применена ртутная дуговая люминесцентная лампа высокого давления с исправленной цветностью, четырехэлектродная типа ДРЛ.

Техническая характеристика светильника «Проходка-2м»

Световой поток, лм	4800
Мощность, Вт	125
Напряжение питания, В	220
Срок службы, ч	3000—5000
Дроссель	ДБ-125/220В
Диаметр, мм	338
Высота, мм	516
Масса, кг	19

Институтом ЦНИИПодземмаш разработана аппаратура для стволовой радиотелефонной связи типа «Шахтер». Аппаратура обеспечивает надежную беспроводную связь между поверхностью земли и подвешенными полками, подъемными сосудами, камерами и забоем. В комплект аппаратуры входят две радиостанции: одна наземная стационарная — РТШ-С (радиотелефон шахтный стационарный), вторая переносная — РТШ-Н (радиотелефон шахтный носимый массой 10 кг). Исполнение аппаратуры — рудничное повышенной надежности. Эта аппаратура имеет громоздкое аккумуляторное питание, сложна по устройству, очень дорогая и требует обслуживающего персонала высокой квалификации. Она

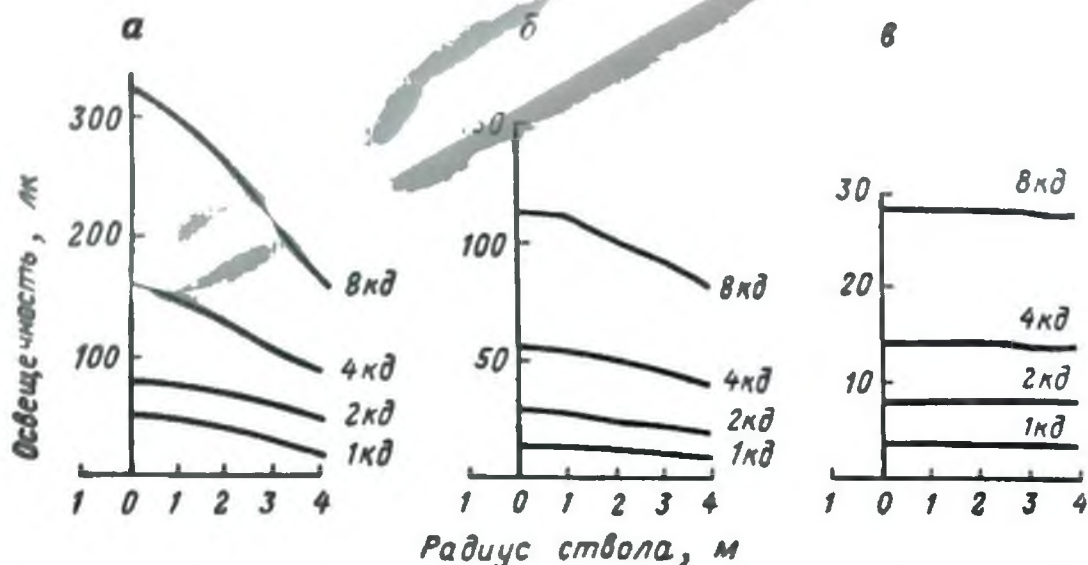


Рис. 62. Кривые освещенности забоя ствола светильниками «Свет-4» при высоте подвески светильников: а — 8 м; б — 15 м; в — 30 м

позволяет вести связь до глубины 1000 м в стволах без армировки и до 600 м с армировкой.

В настоящее время при проходке стволов внедряется беспроводная двухсторонняя телефонная и радиотелефонная связь между поверхностью и любой точкой проходимого ствола.

§ 10. Механизация вспомогательных работ на площадке у ствола шахты

В период проходки ствола шахты производится значительный объем погрузочно-разгрузочных работ, связанных со спуском материалов, оборудования, металлоконструкций и прочих деталей в ствол шахты, а также с их выдачей из ствола. Первоначально привозимые автомашинами к стволу грузы выгружали с помощью автокранов. В настоящее время для механизации этих работ у каждого ствола шахты к проходческому копру монтируется эстакада с монорельсом, оборудованная тельфером грузоподъемностью 5 т. Длина эстакады составляет 20—30 м в зависимости от диаметра ствола и схемы его оснащения.

Привозимый на площадку груз с помощью тельфера выгружается из автомашины и складывается в специально отведенных местах. Затем по мере необходимости перед спуском в ствол его подают с помощью тельфера на нулевую площадку, где производят перецепку на прицепное устройство подъемной машины и опускают в ствол. Общий вид эстакады с тельфером у ствола шахты показан на рис. 63.

Механизация погрузочно-разгрузочных работ с помощью эстакады в шахте позволила исключить применение пемеханизированного труда и значительно ускорить выполнение этих работ.

§ 11. Рекордные проходки вертикальных стволов шахт в крепких породах

Скоростное проведение стволов шахт имеет важное значение для успешного решения важной народнохозяйственной задачи по сокращению сроков строительства или реконструкции шахт.

До 1952 г. среднемесячные скорости проходки стволов на угольных шахтах были равны 15—20 м, на рудных — 8—10 м. Максимальная скорость проходки лишь в одиночных случаях достигала в угольной промышленности 40—60 м/мес, а в горнорудной — 20—30 м/мес.

В результате организации специализированных трестов по проходке стволов в Донбассе в 1952 г., в Кривбассе в 1957 г., на Урале, в горном Алтае и в других местах, коренного усовершенствования техники, технологии и организации горнопроходческих работ шахтостроители нашей страны в творческом содружестве с конструкторскими, проектными и научно-исследовательскими институтами за последние годы достигли значительных успехов в организации и осуществлении рекордных скоростных проходок вертикальных стволов, в том числе и по крепким породам (табл. 33).

Максимальная скорость проходки вертикальных стволов в горнорудной промышленности в крепких породах, примерно в 2,2 раза ниже, чем в угольной промышленности. Это объясняется более сложными горно-геологическими условиями проходки стволов на рудных шахтах, чем на угольных. На скорость проходки стволов влияет крепость пород, высокий их объемный вес, абразивность, трещиноватость.



Рис. 63. Общий вид эстакады с тельфером из ствола шахты

Таблица 33

Шахта, бассейн	Диаметр ствола, м		Квадрат крепости пород f	Скорость режущей проходки, м/мес	Год достижения	Наименование треста
	в забое	в проходке				
«Новая Южная Вентиляционная» рудника им. К. Либкнехта, Кривбасс	6,5	7,1	14—16	101,2	1966	Кривбассшахтопроходка
«Родива» рудника имени К. Либкнехта, Кривбасс	7,5	8,1	14—16	104,0	1966	То же
«Фланговая» рудника им. Лошяна, Кривбасс	6,5	7,1	14—16	106,6	1967	»
«Клетевая» рудника им. Кирова, Кривбасс	7,5	8,1	15—16	110	май 1971	»
«Вентиляционная-1» рудника им. 1 Мая, Кривбасс	7,0	7,1	10—12	160,3	декабрь 1971	»
«Северо-Песчанская», Урал	6,5	7,1	12—15	182	март 1972	Востокшахтопроходка

В Донбассе при установлении мировых рекордов проходки вертикальных стволов на шахте «Пролетарская-Глубокая» в 1964 г. (390,1 м/мес) и на шахте № 17—17-бис в 1969 г. (401 м/мес), которые до настоящего времени не перекрыты, применяли параллельно-щитовую схему проходки ствола, позволившую производить горнопроходческие работы в забое ствола с одновременным возведением постоянной крепи. Эта схема проходки ствола позволила применить самые высокопроизводительные горнопроходческие машины и оборудование, специально разработанные для достижения особо высоких рекордных проходок вертикальных стволов. Так, при проходке ствола шахты «Пролетарская-Глубокая» применили породопогрузочный комплекс КС-1м с емкостью грейферного породопогрузчика 1 м³, а при проходке ствола шахты № 17—17-бис применили новый высокоэффективный комплекс ДШП-1 (Донецкий шахтопроходчик-1), созданный инженерами треста Донецкшахтопроходка (рис. 64).

Средняя техническая скорость проходки ствола с применением этого комплекса достигла 300 м/мес. В обоих случаях при проходке стволов применяли бабьи емкостью от 4,5 до 6 м³ и мощные подъемные установки с диаметром барабана 5—6 м. Этот опыт проходки стволов с достижением рекордных скоростей успешно может быть использован при проходке стволов в крепких породах.

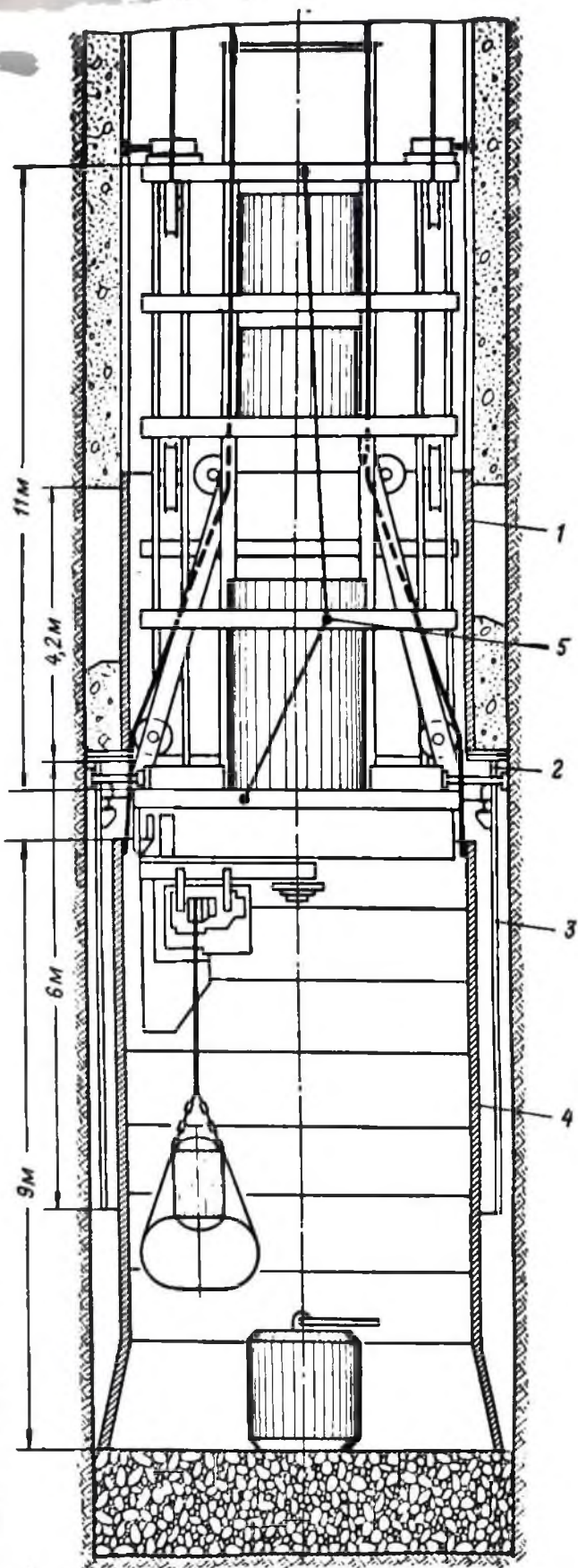
Ствол шахты «Клетевая» проходили в гранитах с $f = 15 \div 16$ на глубину 1045 м. Применяли две подъемные однокопцевые машины с диаметром барабана 6 м, бадьи БПС-3, комплекс 2КС-2у, секционную призабойную опалубку высотой 5 м, копер V типа конструкции ВНИИОМШС, комплекс лебедок.

Скоростную проходку со скоростью 110 м/мес выполняли с глубины 611 м. В забое бурили 108 шпуров диаметром 40 мм на глубину 3,3 м (врубовые) и 3 м (все остальные). В первой окружности бурили 12 шпуров (врубовых), во второй — 16, в третьей — 20, в четвертой — 24, в пятой — 36. На обуривание забоя вызывалась специальная бригада бурильщиков в составе 21 человека. Всего на проходке работало 54 человека.

В качестве ВВ применяли скальный аммонит № 1 прессованный с общим расходом на взрыв 315 кг, или 2,26 кг на 1 м³ взорванной породы в массиве. Для взрывания шпу-

Рис. 64. Схема проходки с помощью комплекса ДШП-1:

1 — механизированная опалубка; 2 — поддон, связанный с опалубкой домкратом; 3 — металлическая защитная обойма, прикрепленная к поддону; 4 — призабойный щит, или телескопический, расположенный внутри обоймы и подвешенный на направляющих канатах для бадьи; 5 — шестиэтажный полук с породопогрузочным агрегатом, подвешенным на канатах двух лебедок



Скоростную проходку ствола с глубины 169 м осуществляла комплексная бригада из 44 человек, состоящая из четырех сменных звеньев по 6 человек и звена бурильщиков из 17 человек, работавших по вызову, двух взрывников и бригадира. Ствол проходили по графику организации работ (рис. 66) в три восьми-часовые смены в сутки при непрерывной рабочей неделе. В забое бурили 96 шпуров диаметром 40 мм глубиной 4,3 м (врубовые) и 3,5 м (все остальные), располагаемых по концентрическим окружностям (рис. 67).

Для сокращения времени на погрузку, спуск и выгрузку бурового инструмента применяли специальный контейнер, изготовленный из бадьи емкостью 3 м³, в котором размещали воздушный и водяной коллекторы с комплектами воздушных и водяных шлангов в необходимом количестве, а также буровые штанги и обсадные трубки для забуривания шпуров. Применение контейнера позволило сократить время на подготовительные операции до 15 мин, а на заключительные — до 10 мин с учетом времени, затраченного на его спуск и подъем.

Шпуров бурили перфораторами ПР-22 с навесными грузами по 12—15 кг. Четкость и интенсивность бурения достигалась разделением всего забоя ствола на секторы, шпуров в которых были закреплены за каждым бурильщиком.

Самые опытные бурильщики бурили оконтуривающие шпуров и врубовые. Для облегчения бурения и исключения ручной разборки забоя применяли обсадные трубки диаметром 2" и длиной 300 мм. Благодаря такой организации работ время на обуривание забоя составляло в среднем 2 ч 8 мин. В качестве ВВ применяли скальный аммопит № 1, прессованный в патронах диаметром 36 мм. Во врубовые шпуров помещали по 14, в остальные — по 12 патронов. Забойку выполняли из гранулированного шлака, засыпаемого в каждый шпур через специальную воронку. При применении в качестве ВВ акванита ЗЛ (льющееся аммиачно-селитренное ВВ) также бурили 96 шпуров глубиной 3,5 м. Для зарядания их применяли пневмозарядчик ЗС-1. Зарядчик загружали акванитом на поверхности и с помощью тельфера доставляли к лядам нулевой площадки, где его подвешивали на прицепное устройство вместо бадьи и опускали в забой ствола. Зарядание шпуров в забое производили один взрывник и шесть проходчиков, имеющие право на ведение взрывных работ. Из них три проходчика управляли шлангами, заполняя шпуров акванитом, взрывник и один из опытных проходчиков закладывали патроны-боевики; два человека производили забойку шпуров гранулированным шлаком.

Взрывание шпуровых зарядов производили электродетонаторами короткозамедленного и замедленного действия с замедлением 25, 100, 250, 500, 750, 1000 мс от сети напряжением 380 В

Скоростную проходку створа глубиной 169 м осуществляла комплексная бригада из 41 человека, состоящая из четырех сменных звеньев по 6 человек. Каждое звено состояло из бурильщиков из 17 человек, работавших по вращению, взрывников и бригадира. Ствол проходили по технологии механизации работ (рис. 66) в три восьмичасовые смены при непрерывной рабочей неделе. В забое бурили 96 шпуров диаметром 40 мм глубиной 4,3 м (врубовые) и 3,5 м (остальные), располагаемых по концентрическому окружению (рис. 67).

Для сокращения времени на погрузку, спуск и выгрузку бурового инструмента применяли специальный контейнер, изготовленный из бадьи емкостью 3 м³, в котором размещали воздушный и водяной коллекторы с комплектами воздушных и водяных шлангов в необходимом количестве, а также буровые штанги и обсадные трубки для забуривания шпуров. Применение контейнера позволило сократить время на подготовительные операции до 15 мин, а на заключительные — до 10 мин с учетом времени, затраченного на его спуск и подъем.

Шпуры бурили перфораторами ПР-22 с навесными грузами по 12—15 кг. Четкость и интенсивность бурения достигалась разделением всего забоя ствола на секторы, шпуры в которых были закреплены за каждым бурильщиком.

Самые опытные бурильщики бурили окоптуривающие шпуры и врубовые. Для облегчения бурения и исключения ручной разборки забоя применяли обсадные трубки диаметром 2" и длиной 300 мм. Благодаря такой организации работ время на обуривание забоя составляло в среднем 2 ч 8 мин. В качестве ВВ применяли скальный аммонит № 1, прессованный в патронах диаметром 36 мм. Во врубовые шпуры помещали по 14, в остальные — по 12 патронов. Забойку выполняли из гранулированного шлака, засыпаемого в каждый шпур через специальную воронку. При применении в качестве ВВ аквапита ЗЛ (лыющееся аммиачно-селитренное ВВ) также бурили 96 шпуров глубиной 3,5 м. Для заряжания их применяли пневмозарядчик ЗС-1. Зарядчик загружали аквапитом на поверхности и с помощью тельфера доставляли к лядам нулевой площадки, где его подвешивали на прицепное устройство вместо бадьи и опускали в забой ствола. Заряжание шпуров в забое производили один взрывник и шесть проходчиков, имеющие право на ведение взрывных работ. Из них три проходчика управляли шлангами, заполняя шпуры аквапитом, взрывник и один из опытных проходчиков закладывали патроны-боевики; два человека производили забойку шпуров гранулированным шлаком.

Взрывание шпуровых зарядов производили электродетонаторами короткозамедленного и замедленного действия с замедлением 25, 100, 250, 500, 750, 1000 мс от сети напряжением 380 В

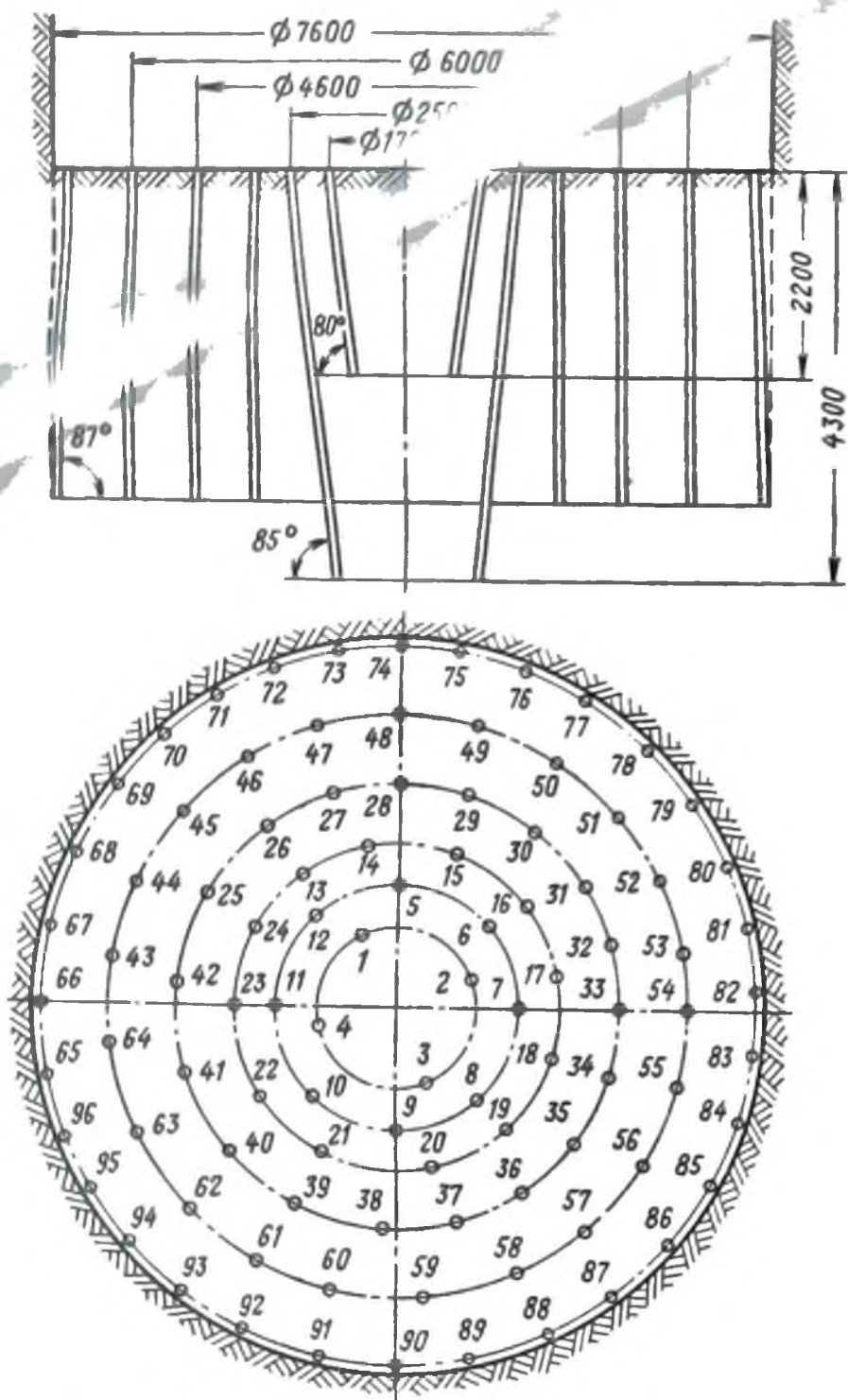


Рис. 67. Паспорт буровзрывных работ при проходке ствола шахты «Вентиляционная» № 1 Первомайского рудника

с поверхности. К. и. ш. составлял 0,95 при применении
ного аммонита № 1 и 0,87 при применении

Взрывную породу из ствола выдавали
и БПС-1 подъемными машинами $1 \times 6 \times 3$ и $4 \times 1,7$ и
БЛ-1600. При погрузке породы один человек управлял машиной
КС-2У/40, два работали на передатке бадей, один — на обслужи-
вании сигнала и насоса и один — на оборке забоя.

Бетонную смесь для крепления ствола готовили на бетонно-
растворном узле шахты на расстоянии 1 км от ствола. К стволу
бетонную смесь подавали автосамосвалами МАЗ-555.
С поверхности подавали призабойную секционную опалубку
высотой 4 м бетонную смесь подавали по бетонопроводу из труб
диаметром 100 мм толщиной стенки 8 мм, прикрепленному с по-
мощью трещиновиков к стенкам ствола, снабженному телескопиче-
ским устройством и гасителем скорости на нижнем конце, а затем
по металлическому телескопическому рештаку, подвешенному
к полку в центре и опирающемуся вторым концом о торец опалубки.
Сжатый воздух под давлением 6 кгс/см² подавали от центральной
компрессорной станции рудника по трубам диаметром 6".

Ствол проветривали вентилятором ВЦО-1,5 с помощью метал-
лических труб диаметром 800 мм, подвешенных на кронштейнах
к стенкам ствола. Водоотлив из забоя ствола осуществляли насо-
сом И-1м в бадьи с выдачей на поверхность. Приток воды в забой
не превышал 1—2 м³/ч. Снижение притока до таких пределов
было достигнуто химическим упрочнением и цементацией пород
верхней части ствола, а также установкой водоулавливающего
кольца на глубине 70 м от поверхности. Воду из кольца в объеме
3—4 м³/ч откачивали на поверхность эрлифтом.

Благодаря подвеске полка на двух двухбарабанных лебедках
без полиспастов и подвеске призабойной опалубки на направля-
ющих канатах бадьевых подъемов оснащение ствола соответст-
венно упростилось, а время на подъем полка сократилось с 30
до 10 мин.

Всего при проходке 160,3 м ствола было выполнено 47 проход-
ческих циклов при среднем подвигании за цикл 3,4 м (к. и. ш. =
= 0,95) и 40 циклов по креплению ствола. Производительность
труда проходчика составила 5,9 м³/чел-смену.

Ствол шахты «Северо-Песчанская» проходили на глубину 610 м
по породам, представленным средне- и крупнозернистым рогово-
обманковым плагиоклазовым порфиритом с $f = 12 \div 15$. По
гидрогеологическим прогнозам ожидаемый приток в ствол соста-
влял 50—60 м³/ч. Для подавления притока воды в ствол была
проведена предварительная цементация пород вокруг будущего
ствола. Через пять скважин диаметром 110—130 мм глубиной
550 м под давлением 60—100 кгс/см² нагнетали 839 м³ цементного
раствора, что снизило приток воды в ствол до 10 м³/ч. Шпурь

диаметром 40 см перфораторами ПР-30ЛУ с виброгасящими каретками и коническими коронками — долотчатой формы, армированными стальными вставками. В забое бурили 80 шпуров по пяти копям по окружностям (рис. 68). Врубовые 7 шпуров располагали по окружности диаметром 1,5 м. Глубина шпуров достигала 2,3—2,8 м и в зависимости от крепости пород. Врубовые шпуры бурили под углом 82° к плоскости забоя. Контурные шпуры располагали на окружности, отстоящей на расстоянии 0,1—0,15 м от проектной стенки ствола. Одновременно работали 16—20 перфораторов. Бурение выполняли три звена, из которых одно — основное — из 4 проходчиков, другие — подменные — по 6—8 человек, работавшие по вызову. Контроль за обуриванием забоя осуществлял специальный горный мастер буровой смены, работавший также по вызову.

По числу проходчиков, занятых бурением, забой разделялся на 16—20 зон, каждой из которых присваивался номер проходчика, бурившего шпуры. Бурение шпуров с подготовительными и заключительными операциями длилось от 1,5 до 2 ч. На зарядании шпуров, длившемся 30 мин, были запыты два взрывника и 6 проходчиков, имеющих право на ведение взрывных работ.

Врубовые шпуры заряжали 9—11 патронами скального аммонита № 1 и патроном-боевиком, остальные шпуры заряжались восемью — девятью патронами скального аммонита № 1 и патроном-боевиком. Конструкция заряда колонковая. Заряды в шпурах взрывали от сети электродетонаторами мгновенного и коротковоздействия с интервалами замедления 50, 75, 100 и 150 мс. Перед взрыванием перфораторы, контейнер с воздухопроводораспределительным коллектором и шлангами выдавались на поверхность, где профилактически осматривались. Время на подъем полка и оборудования на высоту 60 м от забоя составляло 15 мин.

После проветривания забоя, осмотра и приведения его в безопасное состояние, на что затрачивалось 50 мин, приступали к уборке породы. Взорванную породу убирали комплексом КС-2У/40 в бадьи БПС-3 и выдавали на поверхность подъемной машиной 2Ц-4 × 1,8. В работе находились две бадьи — одна на разгрузке, вторая в забое. Время загрузки одной бадьи составляло 3,5—4,5 мин. На уборку породы в забое затрачивалось от 3 ч 45 мин до 4 ч 20 мин. Бадьи прикрепляли к подъемному канату с помощью прицепного устройства МПУ-8.

Постоянную крепь ствола из монолитного бетона марки 150 толщиной 150 мм возводили с помощью створчатой опалубки типа ОС-6,5 × 4 высотой 4 м. Бетонную смесь за опалубку подавали по трубопроводу диаметром 168 мм, подвешенному на двух канатах и заканчивающемся гасителем скорости, располагавшимся на верхнем этаже полка. Бетонную смесь за опалубку укладывали

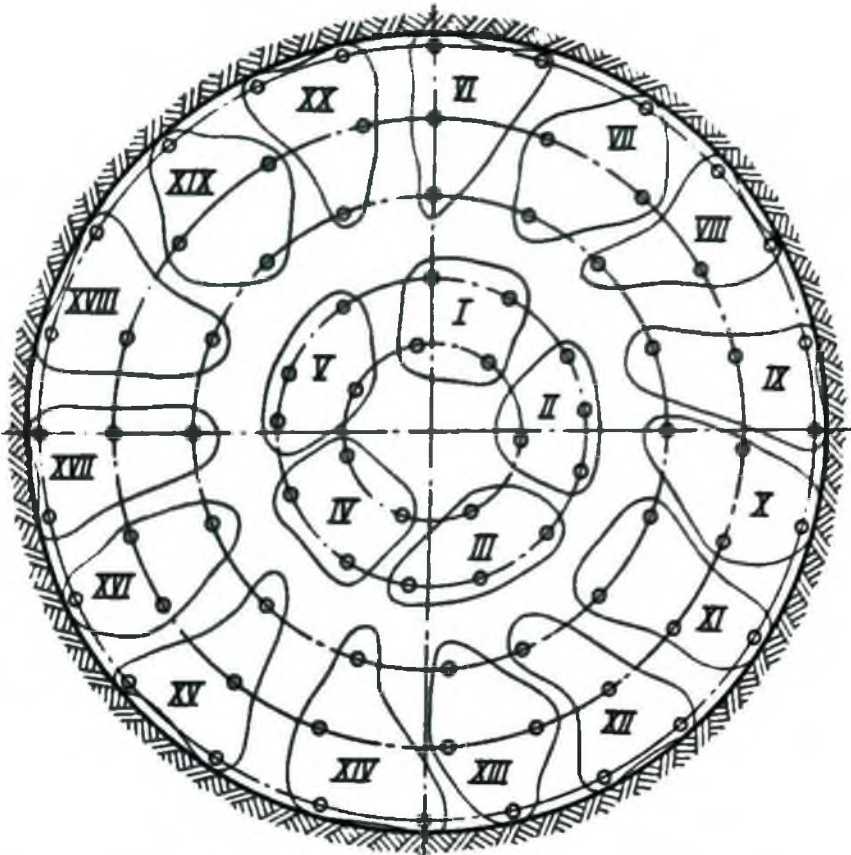
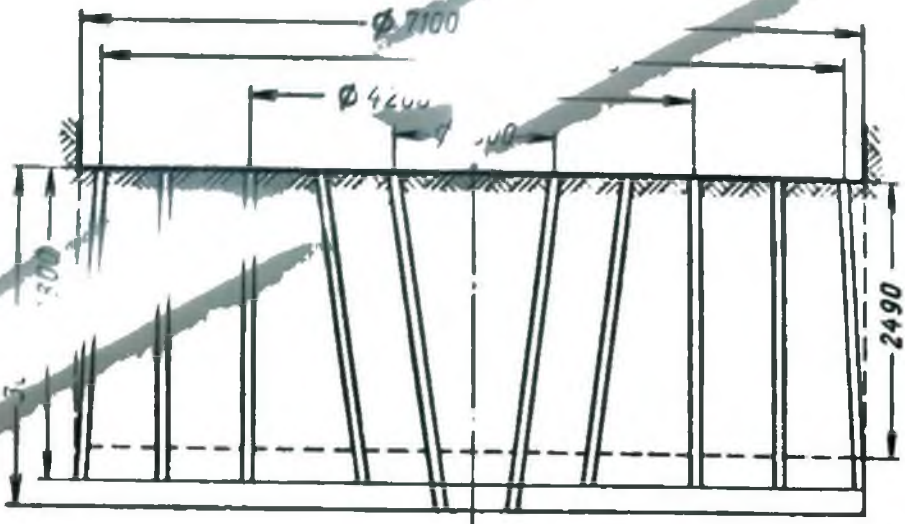


Рис. 68. Схема расположения шпуров при проходке ствола шахты «Северо-Песчанская»

с помощью металлического хобота, смонтированного по центру полка. Верхняя часть бетонопровода была подсоединена телескопической, что позволяло без разрыва забоя перемещать весь став перед взрывом на безопасное расстояние от забоя.

Опалубку для бетонирования залодки опускали после подвигания забоя на 4 м (высоту опалубки) и планировки породы. С бетонного узла шахты «Северо-Песчанская», расположенного в 2,5 км от забоя, бетонную смесь к стволу подвозили семью автосамосвалами ЗИЛ-205, КРАЗ-257 и разгружали в приемный лоток емкостью 10 м³, откуда она самотеком поступала в бетонопровод диаметром 200 мм через разводку за опалубку. На бетонирование забоя затрачивалось в среднем 2 ч.

Сжатый воздух проходка обеспечивалась от центральной компрессорной шахты «Северо-Песчанская» по трубам диаметром 300 мм. В стволе шахты став сжатого воздуха из труб диаметром 159 мм подвешивали на канатах с помощью лебедки 2ППМ-10/600; нижний конец става не доходил до забоя на 60 м. Сжатый воздух к воздухораспределительному коллектору в забое подводился по трем гибким шлангам диаметром 2". Максимальный расход сжатого воздуха составлял 65 м³/мин. Перед взрыванием шланги от коллектора отсоединяли и убирали на подвесной полке.

Ниже водоносных горизонтов на отм. +179 м и 164 м установили водоулавливающие кольца со сливными трубами диаметром 2". Вода по трубам стекала в подвесной бак емкостью 5 м³, откуда насосом ПНН-50/12 выдавалась на поверхность, а часть ее использовалась для бурения шпуров. Вода, поступающая в забой в количестве 2—3 м³/ч, перекачивалась перепосным забойным насосом Н-1м в бадью и вместе с породой выдавалась на поверхность (рис. 69).

Ствол проветривали вентиляторами ВЦО-1 и СВМ-6м, включенными параллельно на металлический трубопровод диаметром 800 мм, подвешенный на канатах к лебедке 2ЛПМ-18/1000.

Во избежание повреждения трубопровода кусками породы при взрывании его подвешивали от поверхности до проходческого полка, а для того чтобы на время нагнетательного проветривания максимально приблизить его к забою, внутри металлических труб пропустили трос диаметром 12 мм, на который навешивали вентиляционный рукав, поднимаемый при взрыве и опускаемый на время проветривания.

Забой освещался двумя прожекторами ПЗМ-25, укрепленными на нижнем этаже полка, освещенного светильниками РС-200.

На скоростной проходке было занято 101 человек, в том числе 12 инженерно-технических работников. Работы в забое были организованы в четыре шестичасовые смены по графику цикличности (рис. 70) с выходным днем по скользящему графику при непрерывной рабочей неделе. Все основные операции выполняли

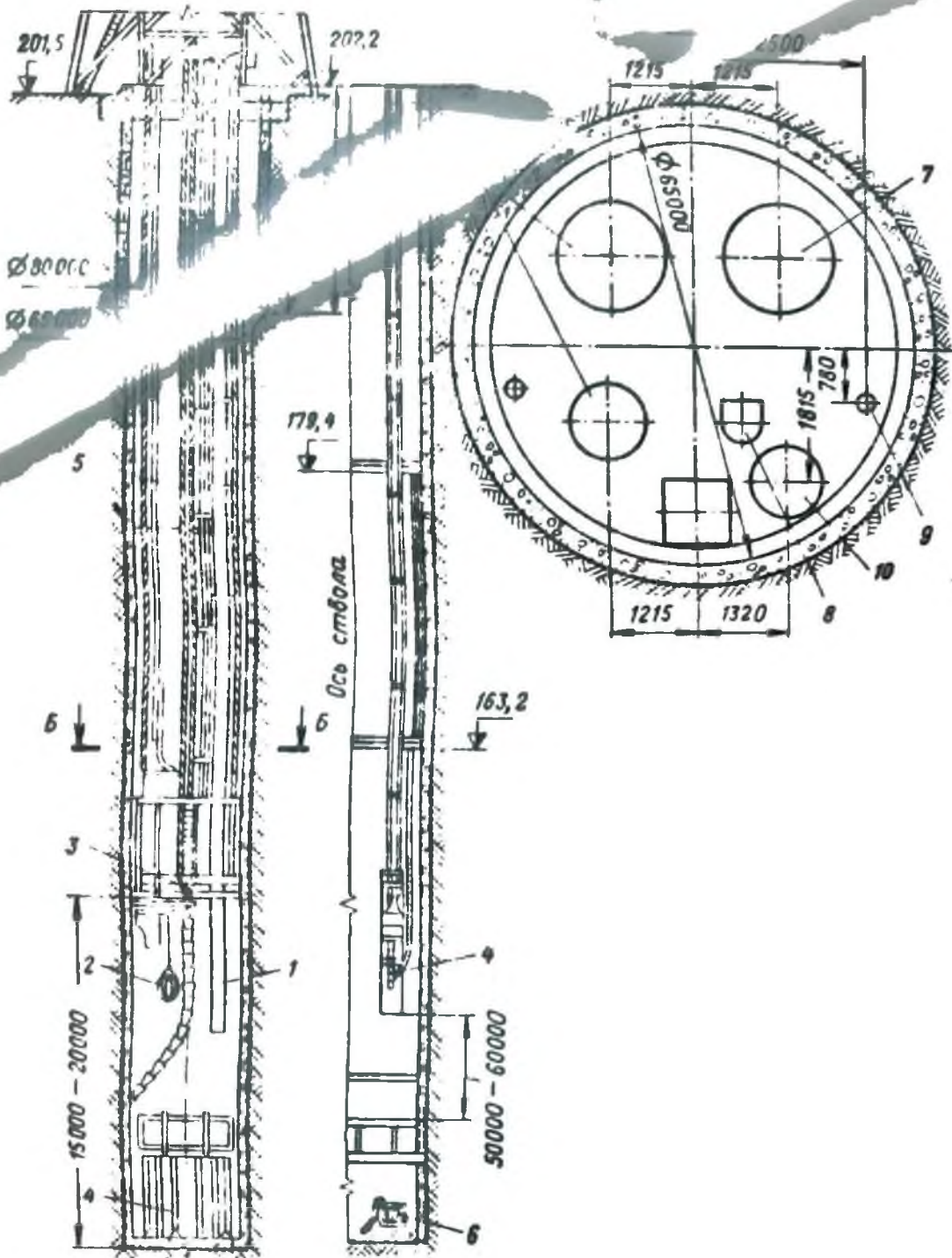


Рис. 69. Схема расположения проходческого оборудования в стволе шахты «Северо-Песчанская»:

- 1 — вентиляционный рукав; 2 — комплекс КС-2у/40; 3 — подвесной проходческий полук; 4 — створчатая опалубка; 5 — трубопровод сжатого воздуха; 6 — насос; 7 — бадня; 8 — спасательная лестница; 9 — трубопровод сжатого воздуха; 10 — вентиляционная труба

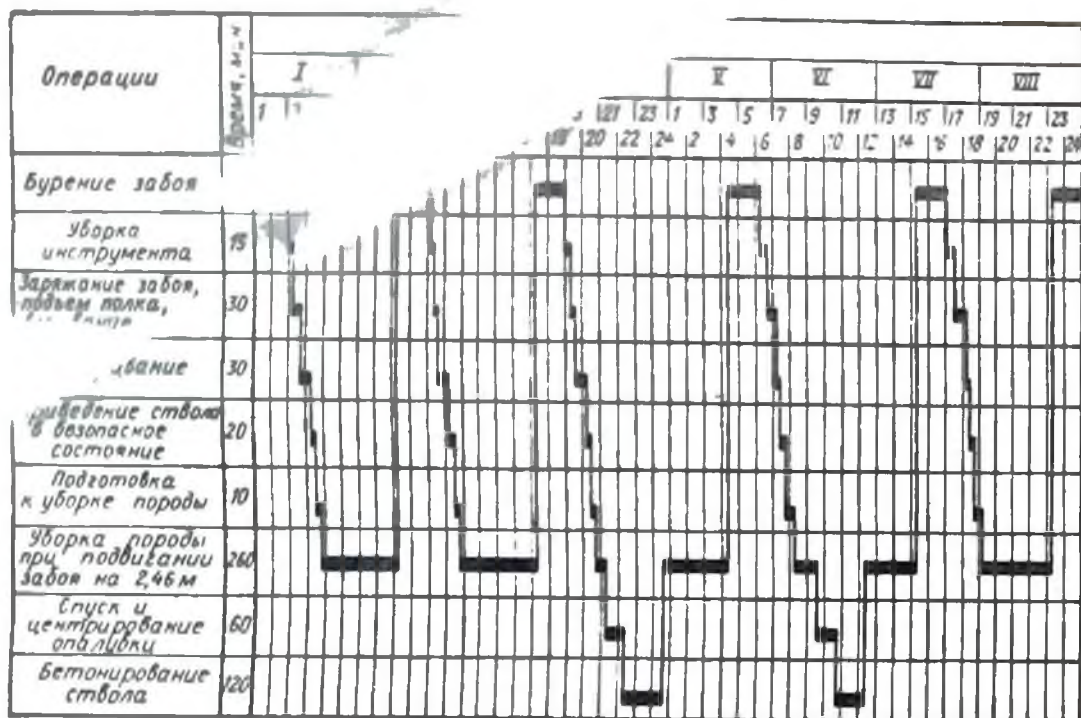


Рис. 70. График организации работ при проходе ствола шахты «Северо-Песчанская»

Таблица 35

Операции	Число операций	Время на одну операцию, ч-мин	Продолжительность затраченного времени, ч-мин
Бурение	77	2-00	154-00
Уборка инструмента	77	0-15	19-15
Зарядка, подъем полка, взрывание	77	0-30	38-30
Проветривание ствола	77	0-30	38-30
Приведение ствола в безопасное состояние	77	0-20	25-40
Подготовка к погрузке породы	77	0-10	12-50
Погрузка породы при подвигании забоя на 2,15 м	25	3-45	93-45
Погрузка породы при подвигании забоя на 2,46 м	52	4-20	225-20
Спуск и центровка опалубки	45	1-00	45-00
Бетонирование ствола	45	2-00	90-00
Итого:			742-50

последовательно, вспомогательные — параллельно. Для четкого выполнения всех операций проходческого цикла за каждым проходчиком закреплялись определенные работы, в каждой смене назначались ответственные лица за сборку породы, подачу сигнала, прием бетонной смеси и т.д. Анализ времени по операциям при проходке ствола со средним диаметром 1,5 м/мес представлен в табл. 35. Производительность проходчика составила 9,07 м³/чел-смену.

Анализ опыта передового опыта механизации горнопроходческих работ при сооружении вертикальных стволов шахт в крепких породах показывает, что достигнутые результаты не являются пределом технических возможностей применяемых механизмов механизации горнопроходческих работ. При достаточно правильной организации горнопроходческих работ и правильном выборе всех параметров горнопроходческого цикла, технологической схемы и при применяемых механизмах и оборудовании возможен дальнейший рост технико-экономических показателей сооружения вертикальных стволов в крепких породах.

МЕХАНИЗАЦИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ

§ 1. Общие сведения

льным выработкам, проводимым по крепким породам квершлагги, штреки, штольни, туннели и др. Их осуществляют в основном сплошным забоем с применением буровзрывчатых работ и механизированной погрузки породы, а также механизированного бурения и заряжания шпуров. Успех горнопроходческих работ при сооружении этих выработок в большой мере зависит от правильного выбора параметров буровзрывчатых работ и особенно средств механизации горнопроходческих работ.

При правильном выборе и соблюдении параметров буровзрывчатых работ достигается проектное сечение и форма выработки, высокий к. и. ш. при взрыве, равномерное дробление и необходимый развал взорванной породы, обеспечивающие эффективное использование погрузочных машин. При этом решающее значение имеет также выбор типа бурильных и погрузочных машин, а также организации работ, обеспечивающей полное, эффективное их использование и достижение максимальной производительности.

§ 2. Разметка, механизация бурения и заряжания шпуров

Решение задачи повышения скорости проведения горизонтальных выработок в крепких породах требует изыскания наиболее эффективных схем расположения шпуров и типов врубов с точки зрения возможности увеличения их глубины при высоком коэффициенте использования, что создает благоприятное условие успешного производства горнопроходческих работ и снижение их трудоемкости.

Правильное расположение шпуров в забое выработки обеспечивает высокий к. и. ш., точное, соответствующее проекту очертывание выработки, исключение подрыва заряда одного шпура другим, кучное отбрасывание породы от забоя не более чем на 4—6 м и кусковатость породы, необходимую для высокопроизводительной уборки погрузочными машинами. Правильно выбранный и выполненный тип вруба обеспечивает максимальное под-

выгание забоя при заданной глубине минимальными затратами рабочего времени и наименьшим расходом ВВ на 1 м³ породы. Поэтому к выбору типа вруба в секретных горно-геологических условиях и сечений горных выработок, особенно при проходке в крепких породах, подходят с особой тщательностью, используя при этом многолетний опыт практики и результаты исследований.

Анализ опыта исследований проведения выработок в крепких породах с применением врубов с наклонными к забоем шпуровыми сечениями показали, что они не являются эффективными. При проходке горизонтальных выработок в крепких породах, особенно в сечениях — до 10 м², наиболее эффективными являются призматические прямые врубы. Они обеспечивают приращение шпуров увеличенной глубины, максимальное подвигание забоя за цикл. При этом некоторое увеличение числа шпуров в удельного расхода ВВ компенсируется значительным улучшением общих показателей буровзрывных работ. Общей характерной особенностью прямых врубов является то, что шпуры пробуриваются параллельно на небольшом расстоянии один от другого. В ряде случаев один или несколько шпуров во врубе не заряжают. Они служат второй обнаженной поверхностью.

Характерной и перспективной их особенностью является то, что при их применении создаются благоприятные условия для механизированного обуривания забоя с помощью буровых кареток и буровых установок.

Эффективность прямых врубов в значительной мере зависит от правильного выбора расстояния между шпурами и очередности их взрывания. По конструкции прямые врубы разнообразны. Наиболее распространенными из них являются призматические и щелевые врубы.

Призматические врубы состоят из нескольких параллельных шпуров, пробуренных перпендикулярно плоскости забоя. При асимметричном расположении шпуров врубы называют спиральными. Щелевой вруб состоит из нескольких шпуров, расположенных в одну линию. В результате взрыва в забое создается щель. Шпуры нередко заряжают через один. Различным физико-механическим свойствам пород соответствуют определенные, наиболее целесообразные расстояния между шпурами. Чем крепче порода, тем меньше это расстояние и тем более точно оно должно быть установлено.

Применяемый в Кривбассе разработанный НИГРИ ярусный вруб, основанный на эффекте запрессовки шпуров при взрыве, состоит из шести параллельных шпуров, расположенных равномерно по окружности (рис. 71). Диаметр окружности расположения врубовых шпуров с увеличением крепости пород изменяется от 600 до 300 мм. Сначала взрывают заряды в шпурах первого,

а затем второго яруса с обычным интервалом замедления для огневого взрывчатого вещества. При взрывании шпуров первого яруса образуется первая врубовая полость на глубину шпуров первого яруса и запрессовывается незааряженная часть шпуров второго яруса, создающая благоприятные условия для эффективной работы зарядов второго

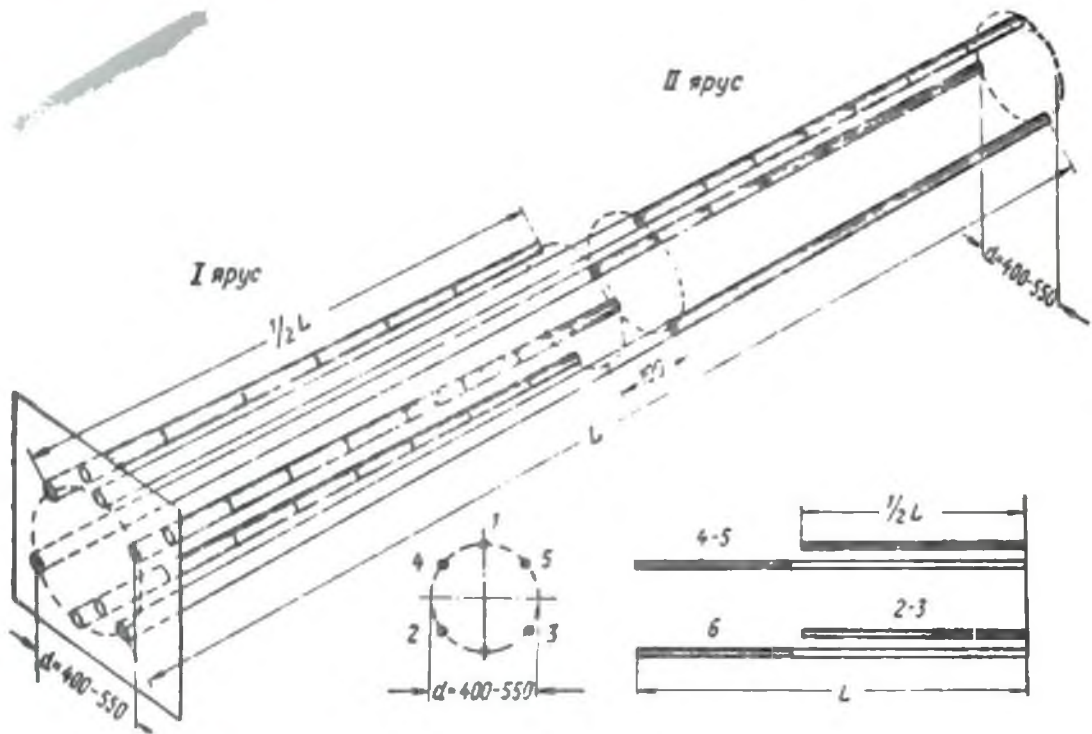


Рис. 71. Ярусный вруб

яруса и достижения к. и. ш. вруба, равного 0,95—1,0. Применение ярусного вруба глубиной 4,5 м при проходке квершлага сечением 9 м² в породах с $f = 14 \div 16$ на руднике им. Дзержинского обеспечило подвигание забоя за цикл 4,4 м, сократило время проходки 1 м квершлага на 15%. На базе ярусного вруба НИГРИ в Криворожском горнорудном институте разработан и внедрен секционно призматический вруб, предназначенный для проходки горизонтальных выработок методом глубоких заходов (4—6 м) при высоких показателях буровзрывных работ, что способствует значительному повышению эффективности использования горнопроходческого оборудования.

Существенное улучшение показателей буровзрывных работ в крепких породах дает применяемый в зарубежной практике (Швеция и др.) новый тип прямого вруба «Коромант» (рис. 72). Вместо одного незааряженного шпура при этом бурят два шпура диаметром 57 мм. При бурении нижнего шпура несколько

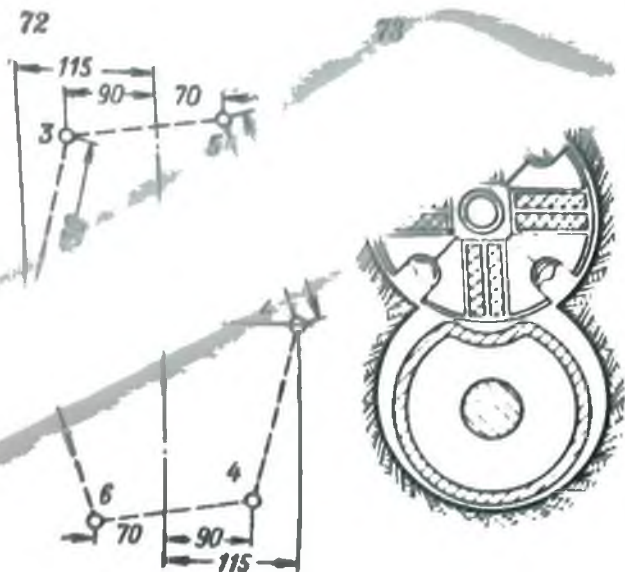


Рис. 72. Прямой вруб «Коромант» для взрывания весьма крепких и крепких пород: 1—5 — номера шпуров

Рис. 73. Бурение щели для вруба «Коромант»

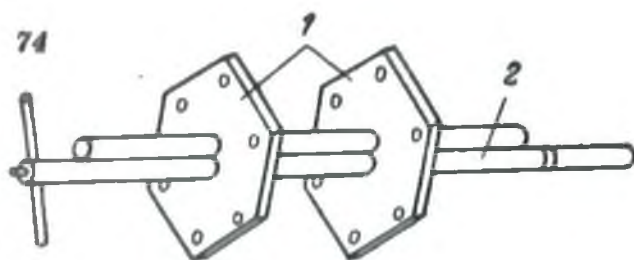


Рис. 74. Шаблоны для разметки и направления бурения шпуров в прямых врубах: 1 — пластины; 2 — штанга с клиновым замком

перекрывается поперечное сечение верхнего. В результате образуется щель высотой около 102 мм и шириной около 51 мм.

Первым бурят верхний шпур, затем в него помещают направляющую трубу с канавкой такой формы и размеров, чтобы труба не препятствовала бурению нижнего шпура (рис. 73). Для более точного соблюдения расстояния и параллельности между шпурами применяют специальный шаблон (рис. 74), состоящий из двух пластин с отверстиями, расположенными в соответствии с расстояниями между шпурами вруба. Шаблоны на забое закрепляют штангой с клиновым замком в ранее пробуренном шпуре большого диаметра.

В крепких породах с применением такого типа вруба средняя длина заходки составляет 3 м при длине шпуров 3,15 м. В крепких породах он обеспечивает большую длину заходки, меньший расход ВВ, более высокий к. и. ш., меньший удельный объем буровых работ. Порядок взрывания зарядов в этом врубе показан на рисунке цифрами. Забойку вместо глины производят патронами с песком или известковым штыбом при помощи пневмозабойника. В качестве средств взрывания применяют миллисекундные детонаторы или с замедлением 0,5 с.

Залогом качественной и безопасной разработки горных выработок с непрерывными выработками с незначительными потерями времени, является правильная разметка шпуров. При проведении горизонтальных выработок шпуров в подавляющем большинстве случаев относительно точки, определяемой на забое с помощью маркшейдерских отвесов, образующих створ, которым проходчики пользуются для определения направления выработки до удаления забоя от последнего отвеса (маркшейдерского) на 30 м. На передовых проходках применяют шаблоны разметки и выбуривания врубовых шпуров (при прямых врубах). Они имеют различные простые конструкции. Основная трудность в выполнении точной разметки шпуров в забое горизонтальной выработки — это определение ее осей в двух плоскостях (вертикальной и горизонтальной или наклонной) на забое, что требует значительных затрат времени. В практике проведения горизонтальных выработок прямолинейное направление задается из начальной точки и передается по мере продвижения забоя с помощью маркшейдерских инструментов — теодолита и нивелира. Максимальное расстояние их действия до 50 м. На установку этих инструментов, выполняемую через каждые 30 м, затрачивается не менее 2 ч. Таким образом, через каждые 30 м теряется около 2 ч непроизводительного времени.

Применение лазерных указателей направления позволяет устранить эти потери времени и дополнительно пройти выработки при скорости проходки 300 м/мес — 8 м, 600 м/мес — 16 м и т. д. В настоящее время при проходке горных выработок большой протяженности за рубежом и в нашей стране находят широкое применение лазерные устройства непрерывного контроля направления, обеспечивающие большую точность разметки шпуров и высокое качество оконтуривания. Лазерные устройства позволяют получить пучок идеально параллельных световых лучей. Достижение такой параллельности световых лучей обычными оптическими средствами невозможно из-за их большого расхождения и быстрого рассеивания. В лазерных генераторах расхождение светового луча зависит только от длины волны и начального диаметра, определяемого выходным устройством лазера. Так, для газового лазера с длиной волны 0,6328 мкм (красный свет) на расстоянии до 500 м луч света с начальным диаметром 2 см расширяется не более чем до 3 см.

Применение телескопического оптического устройства значительно снижает расхождение. Таким образом, удается сфокусировать луч и получить яркое световое пятно на расстоянии нескольких сотен метров. При проходке горных выработок лазер обычно закрепляют с помощью кронштейна к элементу постоянной крепи или непосредственно в породу и во избежание излишней

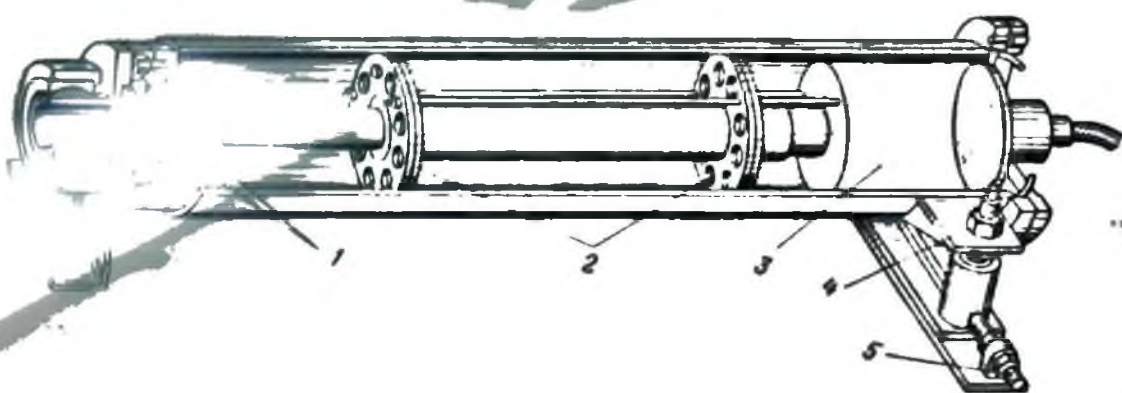


Рис. 76. Взрывобезопасный лазер фирмы Викерс:

1 — линзы; 2 — амортизаторы; 3 — электронное и преобразующее устройство; 4 — винт вертикальной регулировки; 5 — винт горизонтальной регулировки



Рис. 76. Общий вид лазерного указателя направления УНЛ

рефракции устанавливают на расстоянии 0,6—1,0 м от боковой стенки или кровли выработки.

При проходке туннелей в крепких породах в ЮАР применяли два лазера компании «Спектра физикс», устанавливаемые у стенок выработки. С помощью двух лазерных лучей ориентировали шаблон, по которому размещали расположение шпуров. Эти же лазеры использовались при установке опалубки бетонной крепи.

Компанией «Делфос энд Атлас Копко оф Бенони» изготовлена специальная бурильная установка «Промек Т233», оборудованная лазерной системой управления. Для контроля направления и уклона выработки на передней и задней гидравлических опорах установки смонтированы мишени. Оператор, управляющий работой установки, находится на специальной платформе свади машины.

Во всех случаях применение лазеров улучшает технико-экономические показатели проходки выработок.

Для проходческих работ зарубежные фирмы выпускают специальные взрывобезопасные газовые лазеры (рис. 75). Благодаря небольшой мощности полученные лазеры не опасны для обслуживающего персонала.

Лазерные устройства экономичны и быстро окупаются за счет существенного увеличения скорости проходки и более эффективного использования горнопроходческого оборудования, повышения качества и точности горнопроходческих работ, уменьшения затрат труда на нивелирование.

Институтом ВИОГЕМ разработан и предложен лазерный указатель направления (УНЛ), предназначенный для задания горизонтальных и наклонных направлений при обычных способах проходки и визуального определения положения горнопроходческого оборудования (рис. 76).

Краткая техническая характеристика указателя УНЛ

Длина волны излучения, мкм	0,6328
Мощность излучения, мвт, не менее	2
Угол расходимости, с	24
Диаметр луча на выходе, мм	34
Предел фокусировки, м	От 1,5 до бесконечности
Цепя деления цилиндрических уровней	17 ÷ 23"
Дальность действия, м	До 2000
Предел измерения углов в горизонтальной плоскости, градус	От 0 до 360
Точность отсчетного приспособления горизонтального угломерного круга, с	± 30
Питание прибора производится от	
сети переменного тока напряжением, В	220
частотой, Гц	50
индивидуального источника питания напряжением, В	12
Прибор нормально работает при температуре, °С	От 30 до 90
Излучатель:	
масса, кг	6

размеры, мм	530 × 140 × 200
Автономный блок питания:	
масса, кг	8
размеры, мм	400 × 125 × 130
Время работы прибора без замены газоразрядной трубки, ч	500

Указатель состоит из 3 основных блоков: излучателя, блока экрана-марки.

Излучатель состоит из ОКГЛГ-56, коллиматора и устройства специальной шкалой для фокусировки луча в заданном диапазоне глубины резкости. Блок питания — автономный блок, смонтированный в отдельном корпусе, на лицевой стороне которого размещены контрольные приборы.

Экран-марка представляет собой экран, имеющий координатную сетку с шагом ячейки 1,5 × 1,5 мм, в верхней части которого закреплен сферический уровень. В результате испытаний установлена следующая зависимость диаметра пятна (красного) излучения от расстояния до прибора:

Расстояние, мм	100	200	300	400	500	600	700
Диаметр пятна, мм	8	16	28	35	48	59	67

В настоящее время указатель направления УНЛ применяется при строительстве туннелей и может быть широко применен при проходке горизонтальных горных выработок с подвеской его к кровле на кронштейнах.

В Кривбассе при скоростной проходке квершлага со скоростью 773,6 м/мес на шахте № 1 им. Артема шахтопроходческим управлением № 1 комбината Кривбассшахтопроходка впервые был применен лазерный указатель направления «ЛУН-1», позволивший пройти выработку в строго заданном направлении с незначительными переборами пород и за счет устранения непроизводительных затрат времени на маркшейдерские работы дополнительно пройти не менее 36 м квершлага.

При проведении горизонтальных выработок для бурения шпуров применяют пневматические ручные перфораторы ПР-22, ПР-25МВ, ПР-20Л, ПР-25 на пневмоподдерживающих колонках. С применением ручных перфораторов на пневмоподдержках проходчики Миргалимсайского рудника установили мировой рекорд скорости проведения горизонтальных выработок — 1192,1 м/мес, а затем 1237,6 м/мес выработки сечением 9,1 м². Время подготовительно-заключительных операций при бурении шпуров составляло всего 2 мин, а время бурения 25—30 шпуров — 23 мин при глубине шпуров 1,8—2 м.

Однако применяемые в настоящее время пневмоподдерживающие колонки не удовлетворяют основному требованию — воз-

возможности автоматизации бурения и освобождения бурильщика от непрерывного наблюдения за работой бурильной машины. К тому же бурение с них быстроударными машинами вредно отражается на здоровье рабочего, если не применяют специальных гасителей вибраций. Нормы выработки на бурение шпуров диаметром 40 мм ручными перфораторами типа ПР-22 или ПР-25 МВ при проходке горизонтальных выработок в крепких породах приведены в табл. 36.

Таблица 36

Коэффициент крепости пород по Протоdjяконову	Время вспомогательных операций на бурение 1 м шпура, мин	Скорость бурения, мм/мин	Норма выработки шпурометров/смену
Свыше 20	5,15	До 29	6,74
	4,35	30—34	7,90
20	3,85	35—40	9,22
19—18	3,10	41—45	10,70
	2,85	46—53	12,30
17—16	2,50	54—60	14,10
	2,00	61—70	16,30
15—14	1,90	71—81	18,80
13—12	1,90	82—95	21,40
11—10	1,75	96—112	24,80
9	1,65	131—154	32,60
8	1,65	155—183	37,40
7—6	1,60	204—225	45,00
5	1,55	248—276	52,50

Широкое применение на проходческих работах ручных перфораторов объясняется их низкой стоимостью, простотой и быстрой заменой неисправных перфораторов, незначительными затратами времени на вспомогательные и подготовительно-заключительные операции по сравнению с буровыми каретками и т. д. Однако применение ручных перфораторов при проходке горизонтальных выработок тормозит совершенствование их технологии и рост производительности труда.

Применение на обычных и скоростных проходках ручных перфораторов сдерживает увеличение глубины шпуров, что приводит к необходимости многоциклической организации работ. При этом от 25 до 35% полезного рабочего времени цикла расходуется на подготовительно-заключительные операции, зарядка и взрывание шпуров, проветривание и приведение забоя в безопасное состояние.

При многоциклической организации подготовительно-заключительные операции являются такими же физически тяжелыми процессами, как и бурение шпуров ручными перфораторами.

Отрицательными являются также вибрация и шум ручных перфораторов, оказывающие вредное влияние на организм человека. Применение ручных перфораторов на пневмоподдержках не обеспечивает качественного бурения оконтуривающих шпуров, ведет к набуханию породистого массива, к излишним переборам по длине выработок, особенно в их кровле.

При на усершенствование конструкции применяемых ручных перфораторов дальнейшее их развитие сдерживается следующим причинам: увеличение мощности перфоратора, как правило, увеличивает его массу, частоту и силу ударов (а соответственно и вибрацию), что исключает возможность использования его при ручном бурении. Уровень механизации труда при работе на ручных перфораторах с пневмоподдерживающих колонок не превышает 60—70%. Все вспомогательные операции (транспортирование, установка и т. д.) требуют значительных затрат физического труда проходчика.

В последние годы для комплексной механизации бурения шпуров, повышения производительности труда проходчиков, улучшения условий их работы при проведении горизонтальных и слабонаклонных выработок сечением 7—20 м² все более широкое применение получают буровые каретки и установки (табл. 37).

По сравнению с ручными перфораторами на пневмоподдерживающих колонках буровая каретка избавляет проходчиков от вредного воздействия вибраций, устраняет тяжелый физический труд проходчика по перестановке перфоратора, забуриванию и бурению шпуров, а также позволяет применять более мощные перфораторы и перейти на обслуживание рабочими нескольких перфораторов.

Использование более мощных перфораторов и переход на обслуживание нескольких перфораторов с применением буровых кареток повысит производительность труда при бурении шпуров в 2,5—3,0 раза.

Самоходная буровая каретка СБКНС-2 (рис. 77) состоит из ходовой колесно-рельсовой тележки, поворотной платформы, маслонапорной станции, двух гидравлически управляемых манипуляторов, двух автоподатчиков с перфораторами, тормозного устройства, боковых упоров и пульта управления всеми механизмами каретки. Малые размеры позволяют применять ее при проходке различных выработок малого сечения.

Самоходная буровая каретка СБКН-3 (рис. 78) предназначена для бурения шпуров тремя бурильными машинами при проведении горизонтальных выработок сечением 8—14 м² в породах с $f = 10 \div 20$.

Самоходная бурильная установка БУР-2 (рис. 79) снабжена глушителями шума и навесным оборудованием для механизации крепления, настлжки путей и зарядания шпуров. Установка

Таблица 37

Основные показатели	Буровые каретки			
	СБКНС-2	СБУ-2М	БУР-2	СБУ-4
Площадь обуриваемого забоя, м ²	7—10	10—25	8—25	25
Максимальная высота обуриваемого забоя, м	3,0	5,0	4,3	11
Ширина забоя, обуриваемого с одного положения машины, м	3,5	6,0	5,5	8,5
Число бурильных машин	2	2	2	4
Глубина бурения, м	2,0	2,7	2,7	4,0
Тип ходовой части	Колесно-рельсовый	Гусеничный	Колесно-рельсовый	Гусеничный
Расход сжатого воздуха одной бурильной машиной, м ³ /мин	4,2	10,0	10,0	10,0
Размеры в транспортном положении, мм:				
высота	1200	1700	1600	3400
ширина	950	1800	1300	3200
длина	5200	7100	7000	9600
Масса, т	4,0	6,7	5,8	31,8
Скорость передвижения, км/ч	3,5	2,0	4,0	0,8
Стоимость, тыс. руб. (по прейскуранту № 19—02)	9,0	9,0	10,5	18,0
Годовая амортизация, %	40,1	40,1	40,1	40,1

БУР-2 в комплексе с погрузочной машиной позволяет механизировать все основные процессы проходческого цикла.

Буровые каретки СБКНС-2 и СБКН-3 оснащены телескопными перфораторами ПТ-36, а установки СБУ-2М, БУР-2 и СБУ-4 — вращательно-ударными машинами БУ-1 для некрепких пород и БГА-1 для крепких пород. Наиболее распространенными при проведении горизонтальных выработок в крепких породах являются буровые каретки СБКНС-2, оснащенные двумя перфораторами ПТ-36.

Резервом роста производительности буровых кареток является установка на них более мощных буровых машин типа ПК-60, разработанных институтом Гипрорудмаш.

Как показал опыт работы буровых кареток с буровыми машинами ПК-50, при проведении выработок в породах с $f = 12 \div 16$ производительность их повышается на 20—40% по сравнению с перфораторами ПТ-36.

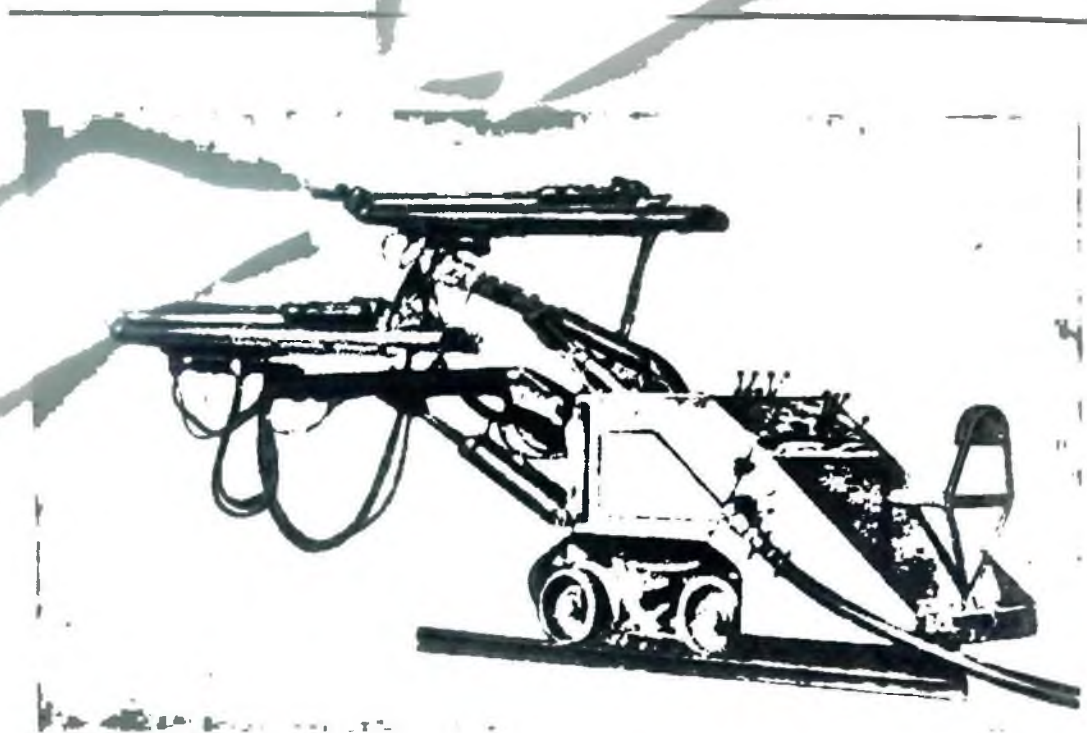


Рис. 77. Самоходная буровая каретка СБКНС-2

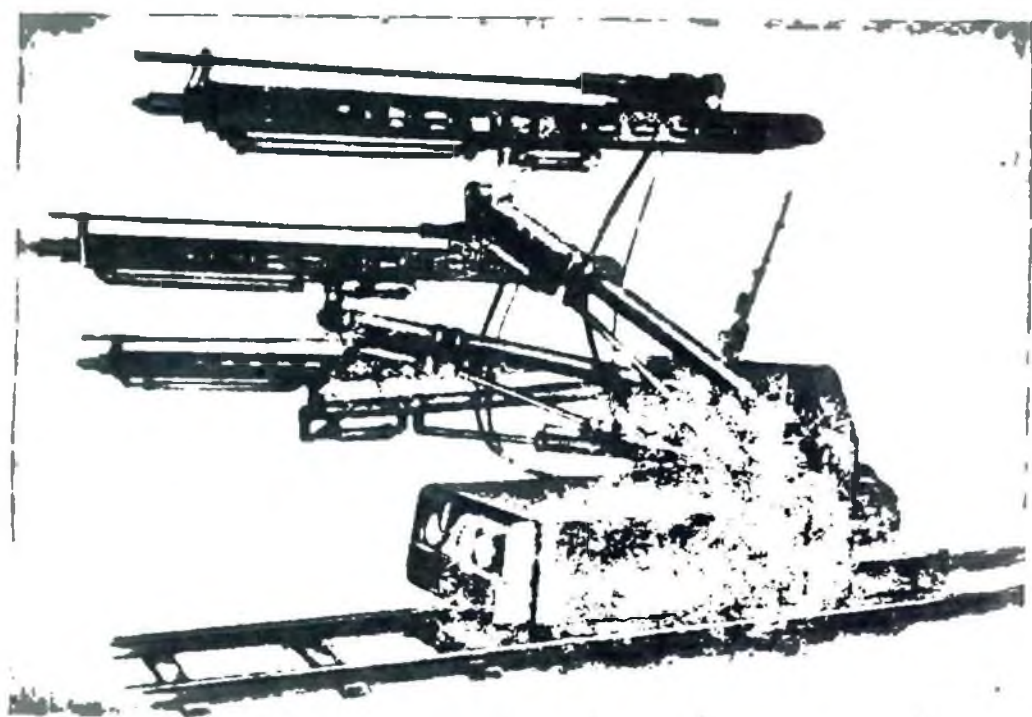


Рис. 78. Самоходная буровая каретка СБКН-3

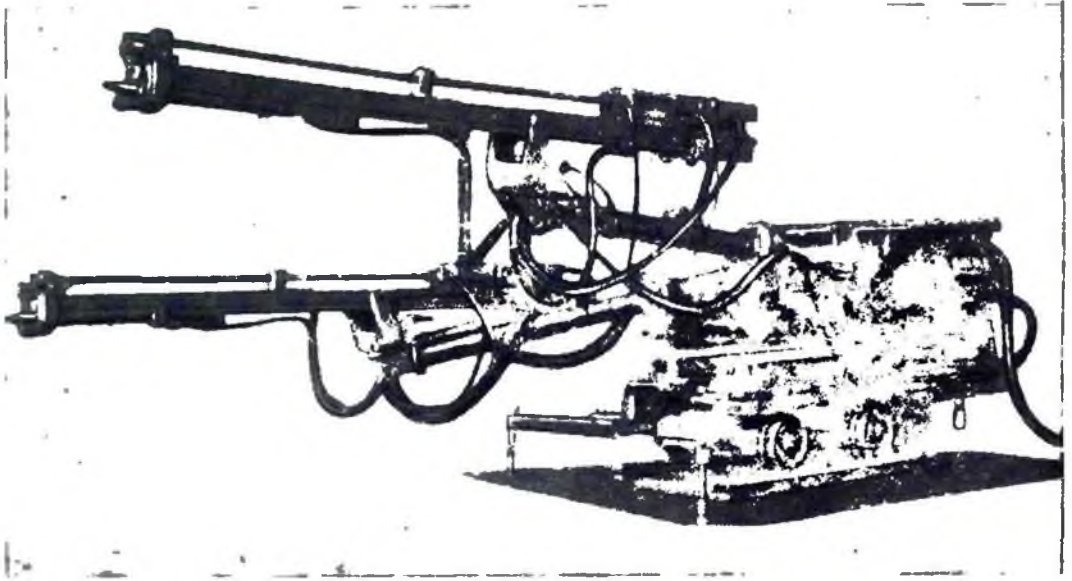


Рис. 79. Самоходная бурильная установка БУР-2

Высокая производительность буровых кареток достигается при использовании их при увеличенных объемах работ в цикле, обеспечивающих уменьшение удельных затрат времени на доставку их в забой, установку, подготовку к бурению, отключение, доставку из забоя и т. д. Поэтому эффективность использования буровых кареток возрастает с увеличением объема бурения шпуров на цикл, т. е. с увеличением глубины шпуров и крепости пород.

С внедрением буровых кареток появились возможности бурения контурных шпуров параллельно продольной оси выработки, что, в свою очередь, создает условия проходки выработок контурным взрыванием.

Внедрение буровых кареток взамен ручных перфораторов коренным образом изменило процесс бурения шпуров в забое как в технологическом, так и организационном отношении. Если при применении ручных перфораторов производительность бурения повышалась за счет увеличения числа одновременно работающих перфораторов, то при применении буровых кареток производительность бурения и число проходчиков, обслуживающих каретку, в каждом конкретном горнотехнических условиях являются практически постоянными. Эта особенность буровых кареток внесла определенные изменения в организацию и темпы проходки выработок.

Рассмотренные буровые каретки и установки по своей производительности (табл. 38) эквивалентны двум-трем ручным перфораторам. Незначительный рост производительности бурения,

несмотря на использование более мощных буровых машин, обусловленные большими затратами времени на вспомогательные и подготовительные операции, чем при применении моторов на пневмоподдерживающих колонках. Благодаря возможности обслуживания проходчиком нескольких буровых машин, установленных на буровой каретке, производительность труда повышается.

Таблица 38

Тип буровой каретки для установки	Тип буровой машины	Условия проходки выработок		Глубина шпуров, м	Среднее давление сжатого воздуха, кгс/см ²	Производительность бурения, м/ч	
		площадь сечения, м ²				фактическая	возможная
СБУ-2М	БУ-1	16,36	10—13	2,55	5,6—6,0	20,8	22,6
	БГА-1	13,0	12—15	2,42	5,0—5,3	19,0	21,8
СБКНС-2	КС-50	9,6	10—12	1,65	5,3	12,4	15,4
	ПК-50	9,6	10—12	1,65	5,3	14,6	19,0
СБКН-3	ПТ-36	11,0	12—14	2,0	5,0	15,6	25,0
БПУ	ПК-50	11,9	10—14	2,2	3,6—4,3	21,8	25,1
НБ-1П	ПК-50	12,0	9—11	2,4	3,7—3,9	22,4	25,6

Опыт эксплуатации буровых кареток, расчеты и анализ показывают возможность и целесообразность увеличения числа и мощности буровых машин и глубины шпуров, обеспечивающих повышение производительности бурения.

Проектно-конструкторскими институтами горного машиностроения в соответствии с новым типовым рядом создаются унифицированные буровые каретки типа БК (табл. 39). Типовой ряд состоит из семи буровых кареток шести типоразмеров. Буровые каретки I—IV типоразмеров предназначены для проходки выработок сечением от 3,5 до 20 м², каретки V, VI типоразмеров предназначены для работы в очистных камерах при площади обуриваемого забоя от 12 до 100 м². Каретки создаются на базе стандартных унифицированных манипуляторов, автоподатчиков, вращателей, пультов управления и т. д. Каретки оснащаются мощными буровыми машинами ПК-60 и ПК-75 с энергией удара соответственно 9 и 15 кгм, полуавтоматической системой управления, системой дистанционного управления всеми механизмами и системой программного управления бурильными маши-

нами. Система программного управления обеспечивает автоматизацию забуривания и самовозврат буровой машины и инструмента по окопчанию бурения шпура на заданную глубину.

Буровые каретки создаются с учетом увязки их с другими горными машинами в единый комплекс. Конструктивное исполнение буровых кареток (II и III типоразмеров) позволяет пропускать под порталом погрузочные и транспортные машины и производить обмен машин при смене проходческих процессов в забое без устройства разминок в выработке. Предусмотрены каретки на пневмоколесном ходу с автономным приводом.

Буровые каретки нового типажного ряда, в отличие от наиболее распространенной каретки СБКНС-2, оснащаются двумя-четырьмя более мощными буровыми машинами при глубине бурения до 4 м.

Применение новых буровых кареток, оснащенных увеличенным числом более мощных буровых машин, автоподатчиками с увеличенной подачей и системой программного управления, позволит значительно повысить как производительность бурения, так и производительность труда проходчиков при сохранении всех тех преимуществ, которыми обладают буровые каретки.

В СССР в последнее время стали широко применять сыпучие гранулированные ВВ, позволяющие механизировать зарядание шнуров при взрывных работах. Из гранулированных ВВ успешное применение для взрывания крепких пород в проходческих забоях получает гранулит АС-8.

Для механизированного зарядания шнуров гранулированными ВВ при проведении горизонтальных горных выработок широко используют зарядные машины: порционные пневмозарядчики типа ЗМК, эжекторные пневмозарядчики типа «Курама» (ЗЭП-Г и ЗЭП-В), рапцевые типа РПЗ-0,6.

Эжекторный пневмозарядчик «Курама» (рис. 80) состоит из бункера конической формы, эжектора, корпуса, рукоятки с клапаном и зарядной трубки. При открытии клапана на рукоятке сжатый воздух поступает в эжекторное сопло, создавая разрежение. Частицы ВВ под действием массы падают из бункера зарядчика в его корпус и втягиваются в зарядную трубку. Поток сжатого воздуха они с большой скоростью транспортируются через трубку в шпур.

Эжекторные пневмозарядчики «Курама» выпускаются двух модификаций — для зарядания горизонтальных шнуров (ЗЭП-Г) и для зарядания восходящих шнуров (ЗЭП-В).

Порционный пневмозарядчик ЗП (рис. 81) камерного типа состоит из бункера, пневмоцилиндра, поршня с конусным затвором и дозатора. Устанавливают его на треноге. К конической части дозатора подсоединяется зарядный шланг, а на шланге

Параметры	Типоразмер и шифр каретки					
	I	II		III	IV	V
	БК-1	БК-2	БК-2д	БК-3	БК-4д	БК-5д
Площадь обуриваемого забоя, м ² :						
наибольшая	8	10	10	14	20	60
наименьшая	3,6	6	8	9	12	12
Наибольшая высота расположения горизонтального шпура, м	2,5	3,2	3,2	3,6	4,3	7
Ширина забоя, обуриваемого с одной позиции, м	2,5	3,2	3,2	4,45	5	8
Число перфораторов	2	2	3	3	3	3
Тип перфоратора	ПТ-36	ПК-60	ПК-60	ПК-60	ПК-60	ПК-60
Наибольшая глубина шпура, м	2	3	3	3,5	4	5
Тип ходовой части	Пневмоколесный	Колесно-рельсовый	Пневмоколесный	Колесно-рельсовый	Рельсовый	Пневмоколесный
Тип привода хода	Пневматический	Пневматический	Дизельный	Дизельный	Пневматический	Дизельный
Расход сжатого воздуха (при бурении), м ³ /мин	10	20	30	30	30	40
Скорость передвижения (наибольшая), км/ч	3	3,5	10	3,5	10	10
Мощность привода хода, л. с.	5	5	30	10	70	100
Максимальный преодолеваемый уклон, градус	15	5	15	5	15	16
Тип манипулятора	—	—	Вращающаяся	Вращающаяся	—	—
Вид обуриваемого забоя	—	—	Портальное	Портальное	Обычное	Лобовой, край стенок
Конструктивное исполнение	—	—	Обычное	Обычное	Обычное	Обычное
Размеры портала в свету, м:						
ширина	—	1,6	—	2	—	—
высота	—	1,9	—	2	—	—
радиус поворота, м	2,3	8	5	10	6	8
Размеры, м:						
ширина	1,25	1,9	1,5	1,9	2,1	2,4
высота	1,2	1,9	1,7	1,5	2,1	2,4
длина	3,6	8	8	9	11	11
масса (ориентировочная), т	2,2	8	10	9	14	20

подачи сжатого воздуха в зарядчик устанавливается пусковой кран.

Принцип действия зарядчика сводится к следующему. Гранулированные ВВ из бункера через конусный затвор, находящийся при отсутствии сжатого воздуха в пневмоцилиндре в открытом положении, просыпаются в дозатор и заполняют его. При включении сжатого воздуха поршень отжимает пружину и перемещается в крайнее верхнее положение. Конусный затвор герметично перекрывает дозатор. При этом открывается канал подачи сжатого воздуха через внутреннюю полость штока в камеру дозатора. Порция ВВ, находящаяся в камере дозатора, под воздействием потока сжатого воздуха выталкивается в зарядный трубопровод и далее в шпур.

Гранулы ВВ из трубки выбрасываются с большой скоростью; при ударе о дно шпура и столкновении между собой они разрушаются, образуя заряд ВВ в шпуре плотностью 1,15—1,2 г/см³.

Дозатор порционного пневмозарядчика имеет перемешную емкость, величина которой регулируется поворотом наружной гайки на нижней части зарядчика, приводящим к подъему (ввинчиванию) или опусканию (вывинчиванию) днища дозаторной

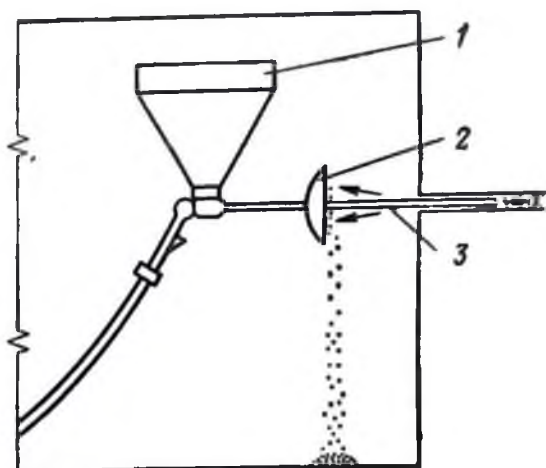


Рис. 80. Механизированное заряжание шпуров пневмозарядчиком «Курама»:

1 — зарядчик; 2 — отражательный щиток; 3 — зарядная трубка

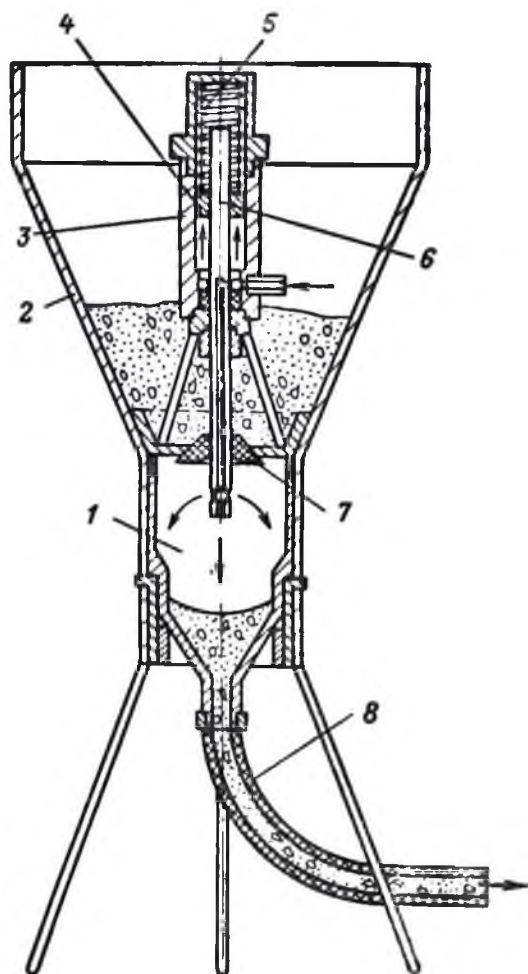


Рис. 81. Порционный пневмозарядчик ЗП:

1 — камера дозатора; 2 — корпус бункера; 3 — пневмоцилиндр; 4 — поршень; 5 — пружина; 6 — шток; 7 — конический затвор; 8 — зарядный шланг

камеры. При зарядке на соответствующую емкость осуществляется при пневмозарядчике, отсоединенном зарядном устройстве ВВ в бункере зарядчика. При управлении пневмозарядчика ЗМК включение его производится с помощью пусковой кнопки на тройнике, соединяющем шланги, идущие от пневмосистемы забоя к пневмоцилиндру зарядчика.

Порционные пневмозарядчики получают широкое применение при зарядании шпуров диаметром 40—42 мм, шпуров и скважин диаметром 65—85 мм. Последние модификации порционных пневмозарядчиков имеют дистанционное управление, что позволяет использовать их более эффективно. При дистанционном управлении подачу сжатого воздуха в пневмоцилиндр зарядчика производят с помощью электроventиля, установленного на пусковом тройнике.

Команда на срабатывание сервокрana или электроventиля подается варывником из забоя перекрытием зарядного шланга или нажатием кнопки в пусковой низковольтной (сигнальной) сети.

Переноска пневмозарядчика ЗМК на небольшие расстояния (в пределах одного забоя) производится без разборки его на основные узлы. При транспортировании на большие расстояния пневмозарядчик ЗМК снимается с треноги и отсоединяется от бункера и зарядного шланга.

В настоящее время при проведении горизонтальных горных выработок успешное применение находят нагнетательные пневматические зарядчики с дозирующим устройством ЗП (зарядчик порционный), предназначенные для механизированного заряжения шпуров и скважин любого направления гранулитам и игданитом. Зарядчик этой конструкции разработан отраслевой лабораторией комплексной механизации буровзрывных работ Казахского политехнического института и изготовляется Лениногорским ордена Трудового Красного Знамени полиметаллическим комбинатом.

Техническая характеристика дозаторного устройства ЗП

Диаметр заряжаемых шпуров (скважин), мм	До 50
Глубина заряжаемых шпуров (скважин), м	До 5
Масса порции, кг	0,7—2,0
Плотность заряжения, г/см ³	1,15—1,20
Рабочее давление сжатого воздуха, кгс/см ²	5—6
Длина транспортирования, м	До 30
Техническая производительность, кг/мин	15—30
Емкость воронки, л	20
Диаметр шлангов, мм:	
зарядного	25
для подвода сжатого воздуха	18
Габаритные размеры, мм:	
высота	850
диаметр дозирующей камеры, мм	120
диаметр загрузочной воронки, мм	570

Зарядчик (рис. 82) состоит из приемного бункера с предохранительной сеткой, пневмоцилиндра с поршнем, штоком и пружиной, дозирующего конуса, соединенных специальной сеткой, треноги и трубопроводов с зарядной трубой. Размеры ячеек предохранительной сетки — 8×8 мм.

К концу полого штока с золотниковыми отверстиями крепится запорный конус гайкой-разделителем, имеющий отверстие для прохождения воздуха.

Емкость дозирующей камеры изменяется от 0,7 до 20 кг регулировочным цилиндром с контргайкой. В пневмоцилиндр воздух поступает через кнопочный кран управления и шланг. Пневмоцилиндр фиксируется на стойке гайкой так, что их сферические поверхности свободно прилегают друг к другу и позволяют запорному конусу самоцентрироваться при заперении загрузочного окна дозирующего конуса. Работа зарядчика сводится к следующему. Врывчатое вещество загружается в бункер зарядчика и через загрузочное окно заполняет дозирующую камеру конуса. Сжатый воздух, поступая в пневмоцилиндр, действует на поршень, который, перемещаясь вверх со штоком и запорным конусом, сжимает пружину. Когда поршень занимает верхнее положение, запорный конус перекрывает загрузочное окно, а сжатый воздух через золотниковые отверстия, полый шток и отверстия в гайке-разделителе (аэратора), поступая в дозирующую камеру, выталкивает ВВ по трубопроводу в шпур.

При работе зарядчик устанавливают в забое и обслуживают 1—2 рабочих. Зарядание следует производить в следующем порядке. Подключить зарядчик к воздушной магистрали и проверить его работу без ВВ, загрузить ВВ в приемный бункер.

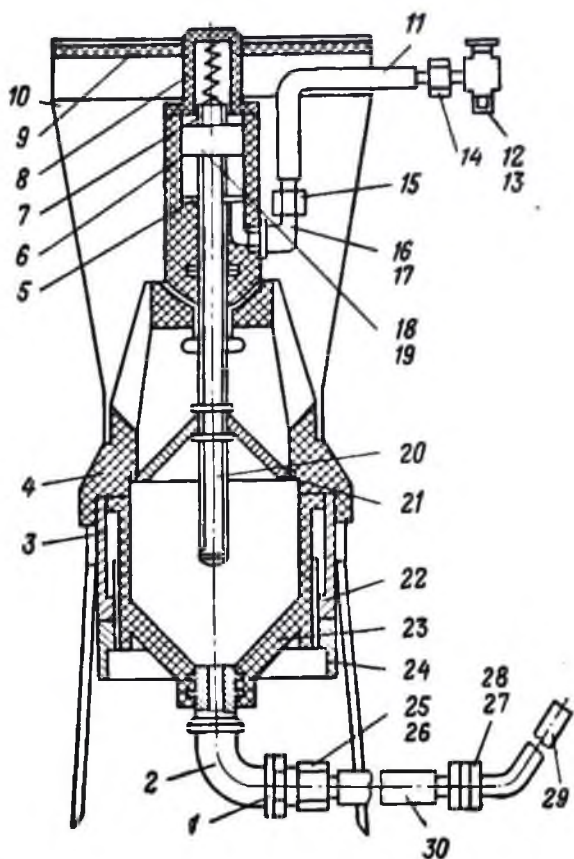


Рис. 82. Пневмозарядчик ЗП с дозирующим устройством:

1, 13, 26, 27 — штуцер; 2 — угольник; 3 — тренога; 4 — стойка; 5, 19 — кольцо резиновое; 6 — пневмоцилиндр; 7 — пружина; 8 — крышка; 9 — сито; 10 — воронка; 11 — шланг воздушный; 12 — клапан; 14, 25 — гайка накладная; 15 — вишпель; 16 — угольник; 17, 24, 28 — контргайка; 18 — поршень; 20 — шток; 21 — конус запорный; 22 — цилиндр регулировочный; 23 — конус; 29 — труба; 30 — шланг резиновый

Вносят зарядную трубку в шпур до упора (в дно шпура или патрон) и затем отвести ее на 0,5—0,8 м. Нажать кнопку крана и по мере заполнения шпура ВВ отводить зарядную трубку, сохраняя расстояние 0,5—0,8 м между ее концом и зарядной частью шпура, что определяется минимальным выносом ВВ. После того как из зарядной трубки пойдет «чистый» воздух (без ВВ), отпустить кнопку крана управления, для зарядки следующей порции отвести зарядную трубку от заряженной части шпура на то же расстояние (0,5—0,8 м) и т. д. Величина порции ВВ подбирается такой, чтобы после досылки последней порции в шпур остался наружный недозаряд. После зарядки одного-двух шпуров необходимо отрегулировать величину порции, для чего отвернуть контргайку, свернуть или вывернуть на несколько оборотов регулировочный конус (один оборот регулировочного конуса изменяет порцию ВВ на 40 г) и завернуть контргайку. После зарядки забоя продуть зарядчик сжатым воздухом и промыть его водой.

При пневматическом транспортировании ВВ движение частиц по трубам происходит во взвешенном состоянии, скачкообразно или с частичным волочением по дну. Зарядные установки работают с перепадами рабочего давления.

В качестве зарядных труб применяют пластмассовые шланги. При движении по ним гранул ВВ, являющихся диэлектриками, возможна статическая электризация и труб, и ВВ. Не исключена опасность накопления электрических зарядов больших величин. Для отвода электростатических зарядов применяют специальные шланги с удельным объемным электрическим сопротивлением 10^4 — 10^6 Ом см. Подбор шлангов и соединителей производится так, чтобы не было резких переходов с одного сечения на другое. Всю систему зарядной установки заземляют. Однако сопротивление материалов электрическому току с течением времени может изменяться. Поэтому необходима дополнительная проверка зарядных шлангов на электропроводимость, которую проще всего осуществлять по методу экспресс-анализа.

Две металлические клеммы с отполированной поверхностью размером 1 см^2 каждая накладывают на испытываемую трубу так, чтобы стенка трубы была зажата между клеммами. Поскольку площадь контакта равна 1 см^2 , электронизмерительный прибор будет показывать удельное сопротивление. Вносятся только поправки на толщину стенки трубопровода. Поправка равна 2,86 для труб с толщиной стенок 0,35 см и 1,85 — для труб с толщиной стенок 0,54 см.

В качестве электронизмерительных приборов используют типовые омметры и мегомметры. Для обеспечения надежного контакта клемм с материалом трубы применяют зажимы типа струбины. Длину проводов выбирают такой, чтобы было удобно произво-

дить замер, выполняемый непосредственно на зарядном шланге.

По мере эксплуатации прочность зарядных шлангов снижается. За ними устанавливают специальный уход. Для транспортирования их применяют специальные катушки. После зарядки все зарядные шланги продувают сжатым воздухом и промывают водой. Шланги хранят в темном прохладном месте. Зарядание шнуров зарядчиками следует производить в строгом соответствии с «Едиными правилами безопасности при взрывных работах» и соответствующими инструкциями по применению гранулированных ВВ и зарядчиков.

§ 3. Механизация погрузки породы

При проведении горизонтальных выработок в крепких породах уборка взорванной породы, состоящая из погрузки ее в рудничные или самоходные вагоны прямо или через конвейеры-перегрузжатели, откаты груженых вагонов до обменного пункта или к пунктам разгрузки, обмена вагонов груженых на порожние, подготовительно-заключительных операций, является одним из основных технологических процессов проходческого цикла, занимающая 40—50% его продолжительности и затрат труда. Это вызывает необходимость широкой ее механизации. За последние годы значительно возросли номенклатура и парк погрузочных машин (табл. 40). По принципу работы машины разделяют в основном на: ковшовые периодического действия с нижним захватом; непрерывного действия с парными загребаящими лапами с боковым захватом; находят применение комбинированные машины: буропогрузочные и погрузочно-доставочные.

Одноковшовые погрузочные машины нижнего захвата разделяются на машины с прямой и ступенчатой погрузкой. Машины прямой погрузки после захвата породы рабочим органом — ковшом перегружают ее непосредственно в вагонетку. Машины со ступенчатой погрузкой снабжены перегрузочным конвейером, передающим убранный породу в вагоны. Основными узлами ковшовых погрузочных машин прямой погрузки являются: ковш с перекаत्याющейся рукоятью — кулисой, ходовая тележка, поворотная платформа с механизмом подъема ковша, привод и система управления. В отечественной практике широко применяется несколько моделей этих типовых машин: ППН-2, ППН-2г, ППН-3, ППН-4.

Машина ППН-2 (рис. 83) широко применяется в различных горнотехнических условиях для уборки породы с размером куска в поперечнике до 400 мм в вагоны или другие транспортные средства с высотой кузова или приемного лотка не более 1350 мм при проходке выработок с минимальной шириной 2,4 м и высотой

Таблица 40

Погрузочная машина	Шифр машины	Классовый коэффициент	Техническая производительность, м ³ /мин	Ходовая часть машины	Фронт погрузки, м, и	Размеры, мм			Масса, т	Стоймость, тыс. руб.	
						ширина	высота				
							машин-мобильная	транспортерная			
Коншовой типа прямой погрузки	ППН-1	0,2	0,5	Рельсо-вал	2,0	0,9	1,15	1,25	2,5	3,5	
	ППН-2	0,32	1,0	То же	2,5	1,32	2,25	1,6	3,5	4,1	
	ППН-2Г	0,32	1,0	Гусенич-ная	—	1,43	2,5	—	4,8	10,0	
	ППН-3	0,50	1,25	Рельсо-вал	3,2	1,8	2,8	1,8	6,5	6,5	
	ППН-4	1,0	2,0	Гусенич-ная	—	2,0	3,0	—	12	—	
Коншовой типа со ступенчатой погрузкой	ППН-5	0,35	1	Рельсо-вал	4,2	1,7	1,9	1,7	9	—	
	ППН-7	0,25	0,8 ($\alpha = 25^\circ$)	То же	4,8	1,4	1,85	1,85	14,3	—	
Непрерывного действия с парными нагребными лапами	ПНБ-1	—	1,45	Гусенич-ная	—	1,1	—	—	2,0 × 1,5	4,7	17
	2ПНБ-2	—	2,0	То же	—	1,8	2,12	—	2,5 × 1,8	10,5	35
	ПНБ-2К	—	2,5	»	—	1,8	1,6	—	2,5 × 1,8	18,0	42
	ПНБ-3К	—	3,0	»	—	2,0	1,9	—	3 × 1,7	24,0	45
	ПНБ-3Д	—	3,5	»	—	2,5	1,9	—	3 × 1,8	25	73
ПНБ-4	—	6,0	»	—	2,7	1,8	—	3 × 1,8	30,0	73	
ПНБ-5	—	2,0	2,0 ($\alpha = 0^\circ$) 1,0 ($\alpha = 25^\circ$)	Рельсо-вал	—	1,95	1,8	—	2,3 × 1,9	15,3	3,5

* Годовая амортизация машины — 30% стоимости.

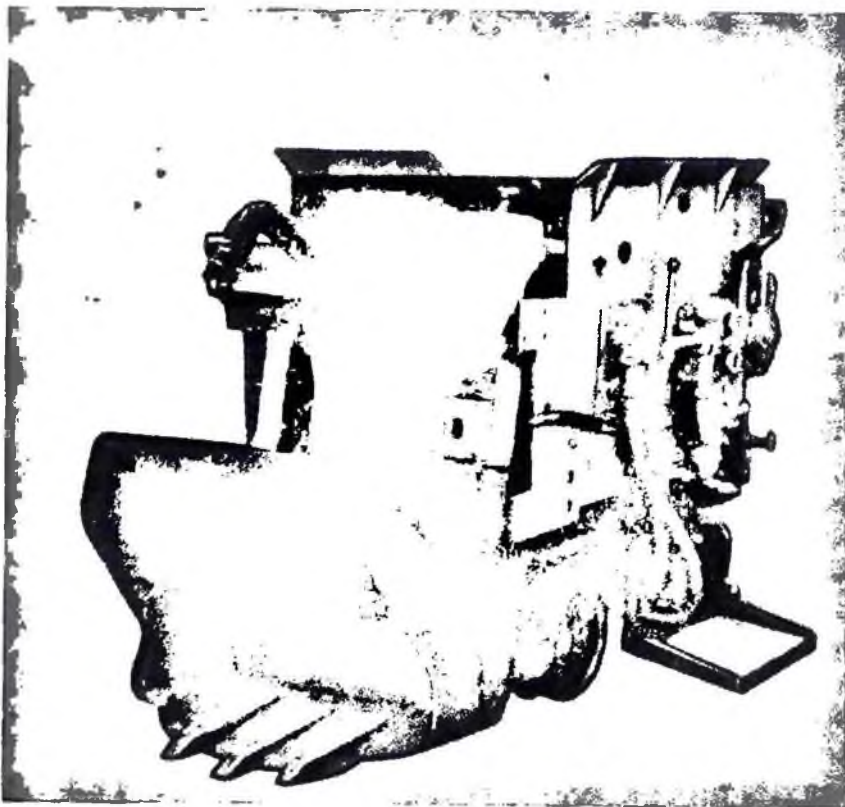
Таблица 41

Показатели	При проходке выработок по породам с <i>f</i>		
	7-8	10-11	12-13
Средний объем породы в цикле, м ³	33,4	34,2	35,0
Производительность:			
машины, м ³ /ч	96,2	86,2	77,5
погрузки породы, м ³ /ч	26,4	25,8	24,4

2,5 м. Техническая производительность ее изменяется в зависимости от крепости пород и высоты навала от 40 до 60 м³/ч.

Машина ППН-2г (рис. 84) эффективно применяется для погрузки взорванной породы в вагоны и другие транспортные средства при проходке безрельсовых горных выработок, засечек, сопряжений, небольших камер. Применение машины ППН-2г совместно с самоходным вагоном ВС-5п обеспечивает проходку таких выработок с высокими технико-экономическими показателями.

Рис. 83. Погрузочная машина ППН-2



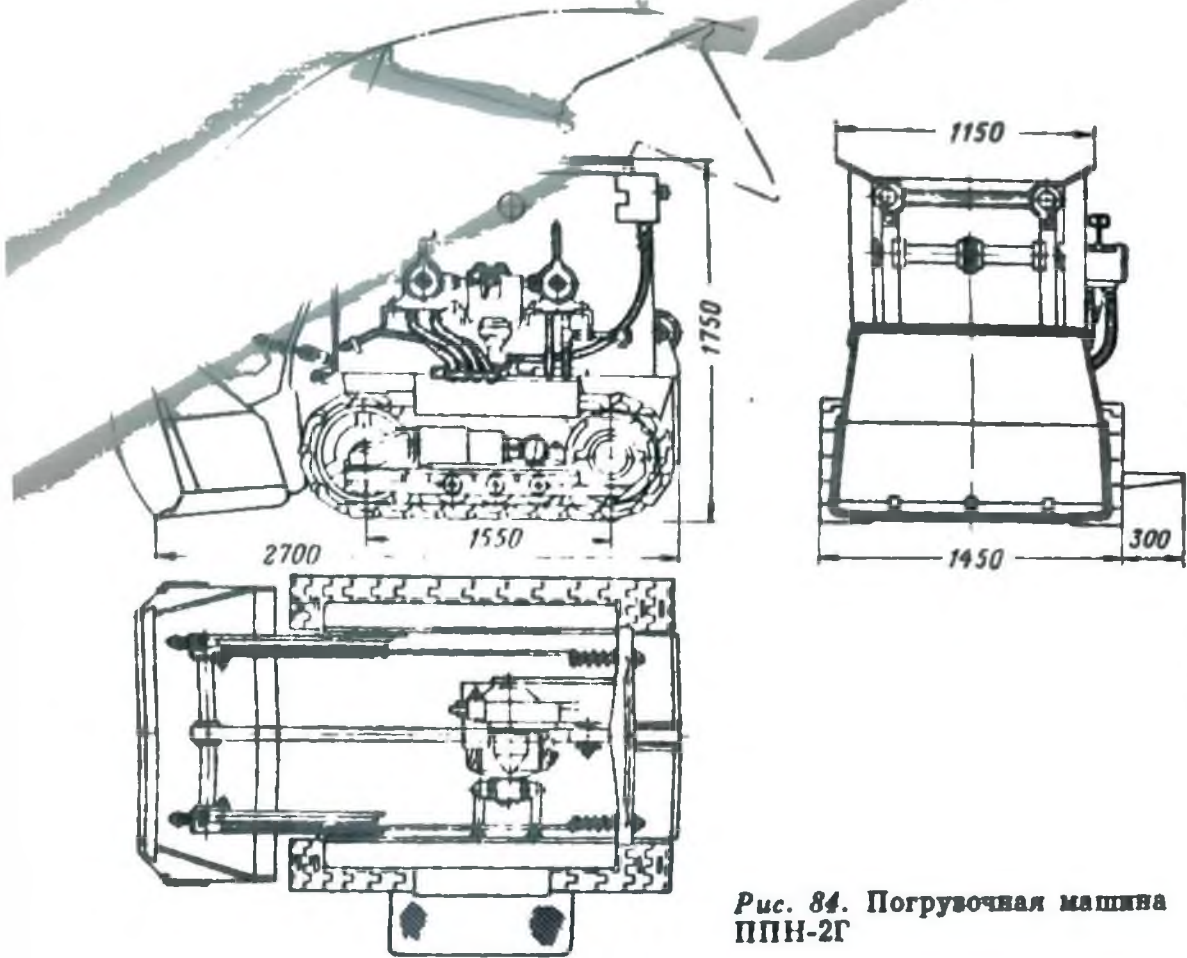


Рис. 84. Погрузочная машина ППН-2Г

Машина ППН-3 (рис. 85) предназначена для уборки взорванной породы с размером куска в поперечнике до 600 мм в вагоны емкостью до 4 м³ или другие транспортные средства с высотой кузова (приемного лотка) не более 1630 мм при проходке выработок шириной не менее 3 м и высотой 2,9 м. Результаты применения машины ППН-3 в комплексе с вагонами емкостью 4 м³ в обмен на стационарных стрелочных переводах при проходке горизонтальных выработок сечением 9 м² на руднике им. Р. Люксембург в Кривбассе приведены в табл. 41.

Машина ППН-4 (рис. 86) имеет гусеничный ход и электрический привод. Предназначена для погрузки породы различных физико-механических свойств при проходке выработок высотой более 3,5 м.

Достоинства этих машин заключаются в компактности, несложности по устройству, простоте в управлении, возможности погрузки породы любой крепости, в том числе и абразивной. Эти машины являются относительно дешевыми. Недостатки: неболь-

шая производительность, ограниченный фронт погрузки. Благодаря своим преимуществам машины этого типа получили широкое применение при проведении горизонтальных выработок в крепких породах. Наиболее производительны они работают при кусковатости породы до 100—150 мм.

Ковшовые погрузочные машины со ступенчатой погрузкой (конвейерно-ковшовые) ППН-5, ППН-7 (рис. 87) предназначены для погрузки горной массы крупностью кусков до 400 мм. Основные узлы машины: ковшовый погрузочный орган, перегрузочный конвейер, механизм передвижения, блок управления, оросительная система. Эти машины перемещаются по рельсовому пути, породу зачерпывают ковшом, смонтированным на стреле. Поворот и подъем ковша со стрелой осуществляется при помощи двух цепей. Стрела с ковшом поворачивается к горизонтальной плоскости и обеспечивает фронт забора до 4 м.

Преимущества этих машин заключаются в пониженной высоте траектории движения ковша, так как отсутствует необходимость в разгрузке его в вагон; равномерной загрузке вагона, так как есть возможность перемещать вагон под консольной частью конвейера машины; в увеличенном фронте погрузки, уменьшающем объем ручной зачистки выработки. Недостатки: наличие перегрузочного конвейера как дополнительного звена, большие габаритные размеры, сложность, более высокая стоимость.

Ковшовые машины со ступенчатой погрузкой получили широкое применение при проведении горизонтальных выработок на шахтах Урала, КМА и в угольной промышленности.

Возросшие требования к горнопроходческим работам, разнообразие условий проведения выработок и относительно низкая производительность погрузочных машин ковшового типа, не всегда отвечающая требованиям практики, привели в последнее время к созданию новых погрузочных машин непрерывного действия с парными загребаящими лапами. В СССР создан ряд машин непрерывного действия с загребаящими лапами (ПНБ), которые в зависимости от назначения и веса разделяются на группы:

легкие, предназначенные для погрузки горной массы крепостью до 10 с крупностью кусков не более 350 мм (ПНБ-1 и др., рис. 88);

средние, предназначенные для погрузки горной массы крепостью до 12 с крупностью кусков до 400 мм (ПНБ-2к и др., рис. 89);

тяжелые, предназначенные для погрузки породы высокой крепости и абразивности с кусками до 600 мм (ПНБ-3к, ПНБ-3д, рис. 90).

Типажем предусмотрен также выпуск сверхтяжелой машины ПНБ-4. Эти машины конструктивно близки и состоят из следующих основных узлов: погрузочной головки с наклонной



Рис. 85. Погрузочная машина ППН-3

Рис. 86. Погрузочная машина ППН-4



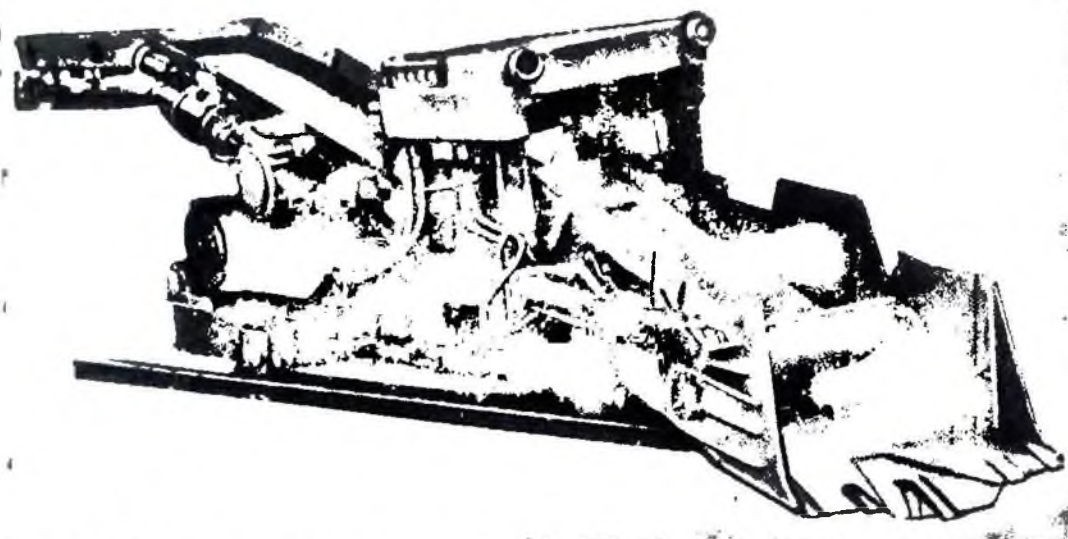


Рис. 87. Погрузочная машина ППН-5

Рис. 88. Погрузочная машина ПНБ-1

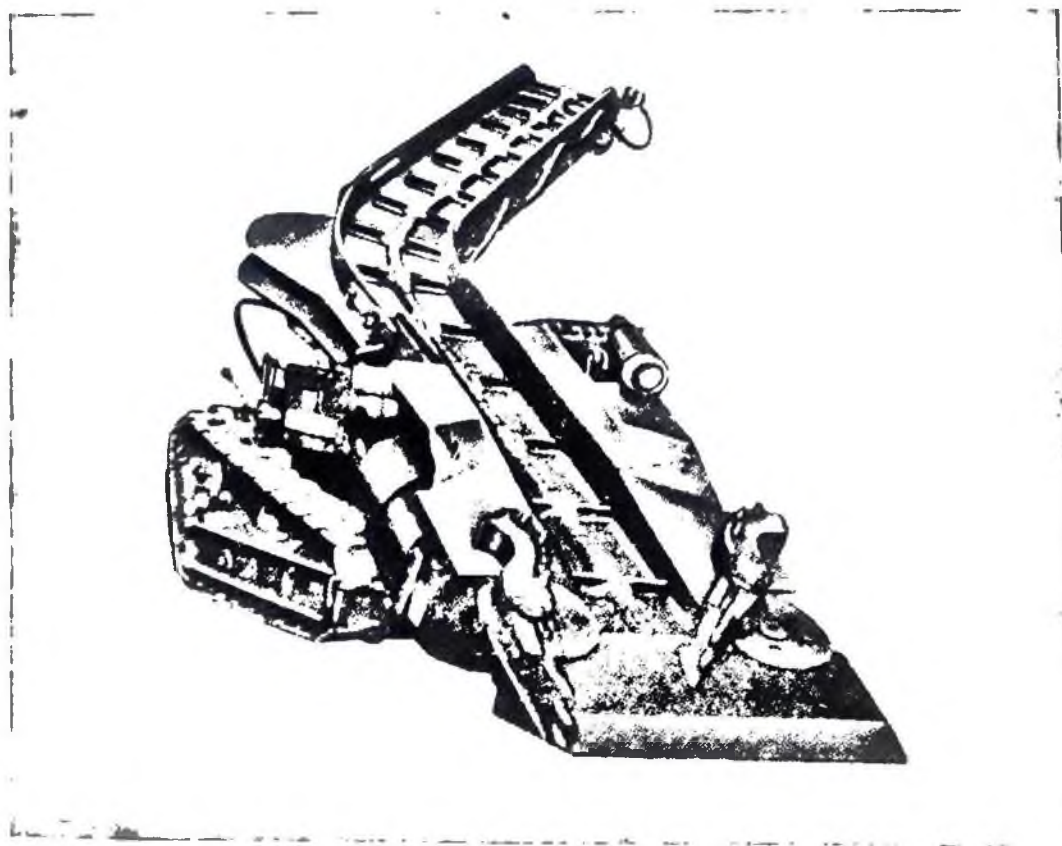
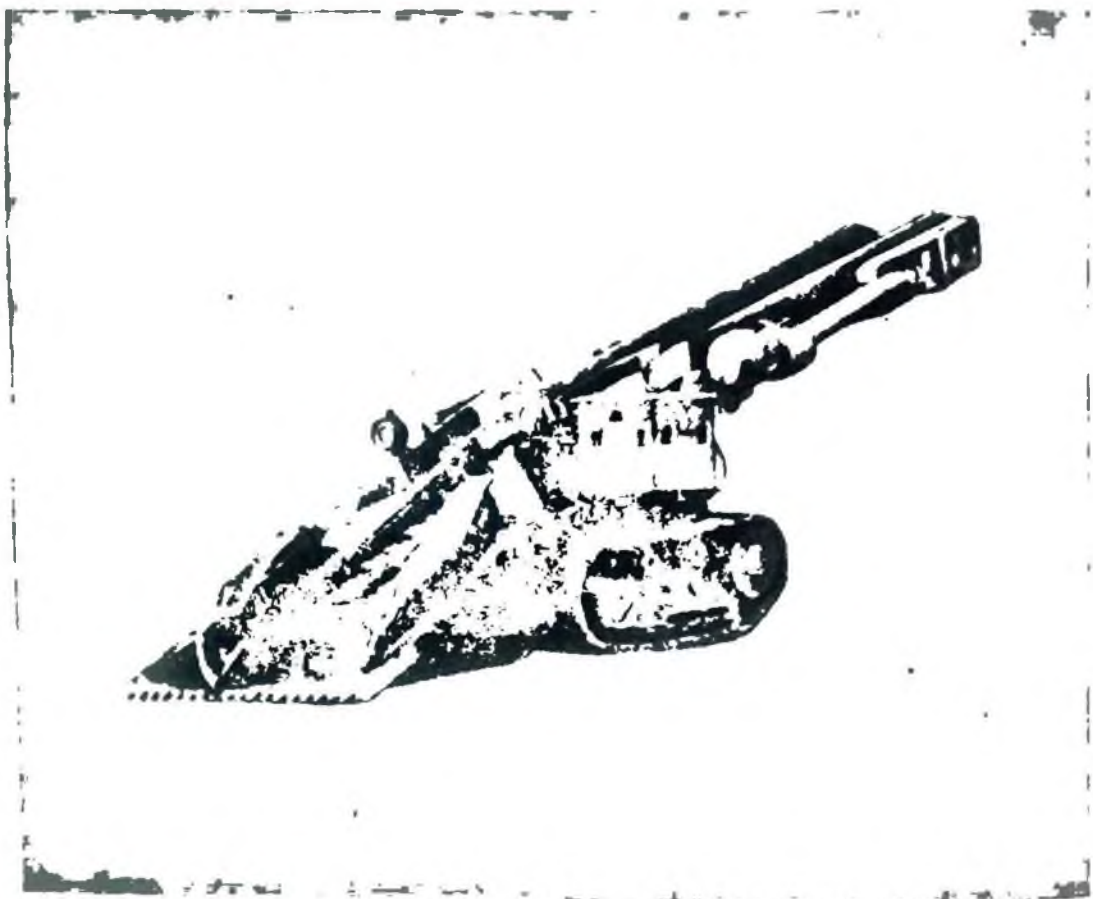




Рис. 89. Погрузочная машина ПНБ-2К

Рис. 90. Погрузочная машина ПНБ-3К



приемной плитой и нагребающими лапами; передаточного конвейера; гусеничной ходовой тележки; систем привода, управления и орошения. Машины на гусеничном ходу предназначены для проходки горизонтальных и слабонаклонных (до 10°) выработок. Привод машин электрический. Скребок конвейера, транспортирующий породу от заборно-погрузочной части, имеет управление подъема, опускания стрелы конвейера и ее поворота вправо и влево от продольной оси машины.

Стрела конвейера машин типа ПНБ опускается до 1200 мм от почвы выработки и поднимается на высоту 2400 мм.

Преимущества машин с загребающими лапами: более высокая производительность; легче осуществлять автоматизацию работ и дистанционное управление; недостатки — сложность и высокая стоимость изготовления. Рекомендуются к применению при проведении выработок высокими скоростями.

Проходческие машины комбинированного типа применяют для выполнения двух или нескольких рабочих процессов и операций. Они представляют новое техническое направление комплексной механизации проходческих работ. Их применение позволяет сократить продолжительность выполнения подготовительно-заключительных и некоторых вспомогательных операций, уменьшить затраты на амортизацию оборудования за счет более эффективного его использования, повысить производительность труда и снизить стоимость проведения выработки.

Буро-погрузочные машины обеспечивают механизацию операций по обурированию забоя, погрузке породы, бурению шпуров под водоотливную канавку и под штанговую крепь, установке крепи и др. Буро-погрузочные машины 2ПНБ-2, 2ПНН-5, ПНБ-7 предназначены для механизации бурения и погрузки породы при проведении горных выработок в породах крепостью до 12 и сечением их в свету 8 м^2 и более. Машина 2ПНБ-2 с навесным бурильным оборудованием состоит из собственно погрузочной машины и установленного на ней навесного бурильного оборудования, состоящего из двух манипуляторов с двумя бурильными машинами вращательно-ударного действия, двух поворотных устройств, двух пультов управления. При погрузке породы бурильные машины находятся на сложенных манипуляторах.

Погрузочно-доставочные машины предназначены для комплексной механизации двух проходческих процессов погрузки и доставки горной массы. Отбитую породу грузят в бункер, откатывают к месту разгрузки и там разгружают. При этом упрощается организация работ, возрастает производительность труда. Ходовая часть этих машин выполняется гусеничной или пневмошинной. Такие машины для уборки породы целесообразно применять при проведении горизонтальных выработок на подэтажах, при

сооружении подземных бункеров
выработок.

дрельсовых

Наиболее высокая производительность погрузки породы достигается при минимальных затратах времени на обмен вагонов или полным исключением этих операций. Так, если техническая производительность погрузочных машин ковшового типа составляет 50—70 м³/ч, то на практике эксплуатационная производительность — 15—20 м³/ч. Такое снижение производительности неудовлетворительной организацией обмена вагонов, на что затрачивается от 30 до 70% времени, обусловлено отсутствием эффективных средств обмена. Опыт показывает, что при правильном решении этого вопроса затраты времени на обмен вагонов сводятся к минимуму и погрузочная машина работает практически непрерывно. В этом случае достигается наиболее высокая производительность погрузки.

Выбор рациональных средств обмена и транспорта породы от забоя имеет особенно большое значение на скоростных проходках при большой численности занятых рабочих и применении дорогостоящих машин, так как здесь всякое замедление проходческих работ приводит к резкому падению производительности труда и росту себестоимости.

В практике проходки горизонтальных выработок по крепким породам применяют различные средства обмена вагонов: средства обмена вагонов по одному и средства обмена составов вагонов. К первой группе относятся перестановщики вагонов горизонтального и вертикального действия, краны, роликовые платформы, накладные и врезные плиты. С помощью этих средств производят обмен вагонов малой емкости. Такие средства обмена для крепких пород являются менее эффективными. Ко второй группе относятся накладные (переносные) стрелочные переводы, перекрестные и односторонние, накладные разминовки, тупиковые и замкнутые, стационарные стрелочные переводы, располагаемые на сопряжениях выработок, в двухпутных или расширенной части выработок. На этих средствах производят обмен как одиночных вагонов, так и составов вагонов. Число вагонов состава или его общая длина при обмене на разминках ограничивается длиной самой разминки. При использовании стрелочных переводов длина составов практически может быть неограниченной.

Обмен вагонов составами позволяет резко сократить удельное время обмена и за счет этого повысить производительность уборки. Производительность погрузки значительно повышается с увеличением емкости обменяемого в один прием состава вагонов до 25—30 м³. Дальнейшее увеличение емкости обеспечивает незначительный рост производительности уборки.

Для загрузки состава вагонов с целью последующего обмена

в один прием применяют проходческие конвейеры — перегружатели различных конструкций и различной полезной длины. Другим направлением уборки больших объемов породы в транспортные средства является применение бункер-поездов, оснащенных скрепером, верхним или донным конвейером, и большегрузных вагонов с донным конвейером типа ВПК. Большегрузные вагоны могут применяться по одному и составами. При этом может быть подобран состав любой емкости, обеспечивающий размещение всего объема отбитой породы за взрыв.

К числу более эффективных средств обмена вагонов следует отнести перекрестно-симметричные стрелочные переводы (рис. 91). При применении этих переводов в выработке настилаются две рельсовые колес и уборка горной массы производится двумя погрузочными машинами типа ППН-2 одновременно или поочередно в зависимости от ширины выработки, определяющей зазоры между машинами и стенкой выработки. Обмен вагонов на стрелочном переводе осуществляется этими же погрузочными машинами.

Применение накладных перекрестно-симметричных стрелочных переводов при уборке двумя погрузочными машинами позволило

Рис. 91. Перекрестно-симметричный стрелочный перевод

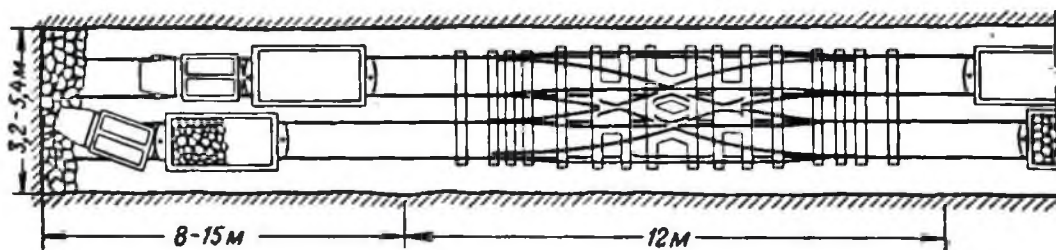
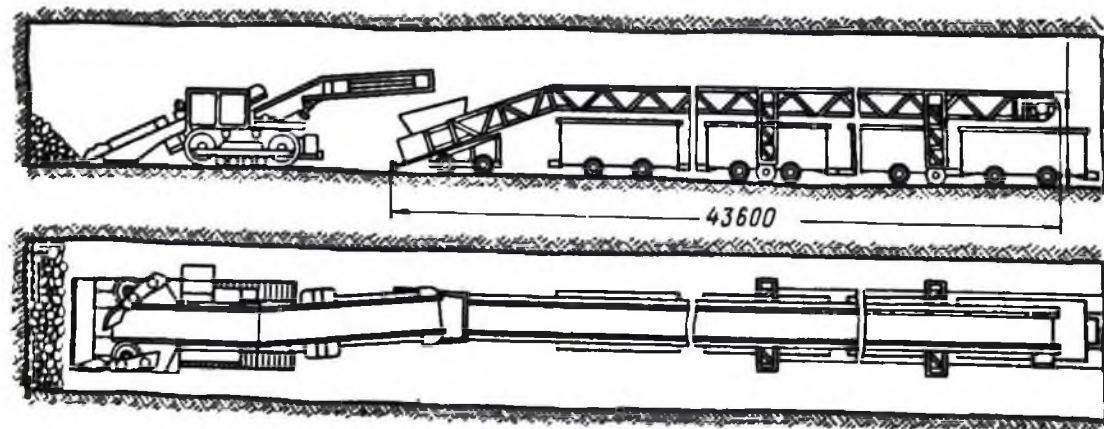


Рис. 92. Конвейер-перегрузатель П5П



проты выработки на руднике им. К. Либкнехта 315 и 403,4 м/мес, на руднике им. Дзержинского при производительности уборки до 28 м³/ч.

Известные проходческие конвейеры-перегрузатели (консольные) представляют собой машины с конвейером, работающим под стрелой фермы. Конвейер (табл. 42) работает с помощью машин. Конвейер имеет длину 30 м, подвешен к рельсовой коле, жестко соединен с натяжным барабаном, вращающимся на тележку; привода, расположенного в конце. Наклонная часть шарнирно соединена с опорой и приподнимается для пропуска порожних вагонов. Каждая опора фермы заканчивается домкратом с цепью для установки в рабочем положении и откидным колесом для перемещения конвейера по рельсовой коле шириной 750 мм. В другом варианте конвейера П5П колесо жестко соединено с опорой. В этом варианте конвейер перемещается по расширенной рельсовой коле, соосной откаточной рельсовой коле (рис. 92). Под фермой конвейера размещается состав из 10 вагонов емкостью 2 м³ каждый.

Таблица 42

Показатели	Конвейер		
	П5П	с боковой разгрузкой	консольного типа
Производительность, м ³ /ч	70	100	70
Габаритные размеры, мм:			
длина	35 000	43 580	17 000
полезная длина	29 000	43 580	12 000
высота общая	1 870	2 000	2 360
высота под порталом	1 470	—	1 500
ширина	1 940	1 200	1 600
Тип привода	Пневматический		
Тип конвейера	Ленточный		
Тип ходовой части	Колесно-рельсовый		
Способ перемещения	Несамоходный		Самоходный
Масса конвейера, кг	6095	14 000	3000

Промышленные испытания конвейера П5П проведены на руднике им. Дзержинского в Кривбассе при проходке откаточного штрека. Породу грузили в вагоны ВГ-4 емкостью 2 м³. При погрузке породы с помощью конвейера П5П время обмена, приходящееся на один вагон, сократилось по сравнению с обменом

одиночными вагонами на 2,87 мин и составило 0,12 мин. Однако применение конвейера привело к увеличению времени подготовительно-заключительных операций, наиболее продолжительной из которых являлась транспортировка конвейера в забой и из забоя. В конечном счете применение конвейера позволило сократить время загрузки и обмена одного вагона на 1,24 мин, что обеспечило повышение производительности уборки на 12—15%.

Конвейер-перегрузатель с боковой разгрузкой (см. табл. 42) предназначен для проходки прямолинейных двухпутных выработок. Конвейер состоит из стрелы-фермы, ходовых опорных тележек, привода и перегрузочного ленточного конвейера. На стреле-ферме установлены приводная и натяжная головки и в передней наклонной части — приемный лоток. Стрела-ферма смонтирована на тележках (ходовая часть рудничных вагонов), которые свободно перемещаются в поперечном направлении, следуя искривлению рельсовой колеи. Перегрузочный конвейер оборудован приводом и смонтирован на отдельной тележке (рис. 93).

При погрузке породы на одной из рельсовых колеи располагается конвейер, на другой — состав вагонов, перемещающийся с помощью электровоза по мере его загрузки. Конвейер перемещается по мере уборки навала породы с помощью погрузочной машины.

Полезная длина конвейера позволяет размещать состав из 14 вагонов емкостью 2 м^3 , что обеспечивает непрерывную уборку 28 м^3 взорванной породы.

Применение конвейера позволило сократить время обмена вагона (перестановки под стрелой разгрузочного конвейера) до 0,1 мин.

При испытании конвейера на руднике им. Дзержинского за 82 рабочие смены пройдено 237,1 м квершлага площадью поперечного сечения $12,2 \text{ м}^2$ по породам с $f = 7 \div 15$.

Самоходный конвейер-перегрузатель консольного типа (см. табл. 42) предназначен для проходки прямолинейных выработок. Консольная стрела ленточного конвейера имеет длину 12 м. Под стрелой размещают четыре вагона емкостью по 2 м^3 или три вагона емкостью по 4 м^3 . Наклонная часть конвейера поддерживается передней тележкой, которая одновременно служит контргрузом. Привод конвейера расположен под наклонной частью (рис. 94).

Применение конвейера на руднике им. Коминтерна при проходке штреков сечением $10,2 \text{ м}^2$ в породах $f = 10 \div 12$ позволило сократить время обмена вагонов с 6 до 3,3 мин на один вагон. Время перестановки вагонов под стрелой по мере загрузки составило 0,1 мин.

Транспортирование конвейера в забой к началу уборки и из забоя занимало 0,3—0,5 мин. Столько же времени задалживалось

на приведение конвейера в рабочее или в транспортное положение. Конвейер применяли в комплексе с погрузочной машиной ПМЛ-9. При технической производительности машины 53 м³/ч производительность уборки составила 35 м³/ч. С помощью конвейера пройден штрек при максимальной скорости 250,4 м/мес. Конвейеры аналогичной конструкции получили широкое распространение на руднике Миргалымсай Ачисайского полиметаллического комбината.

Применение проходческих бункерных поездов для непрерывной погрузки большого или всего объема забоя в цикл. В отечественной и зарубежной практике проходки работ известно более двух десятков бункер-поездов различных конструкций.

На ряде проходок показал хорошие результаты скреперный бункер-поезд ПСПБ-1 емкостью 25 м³, состоящий из отдельных

Рис. 93. Конвейер-перегрузатель с боковой разгрузкой

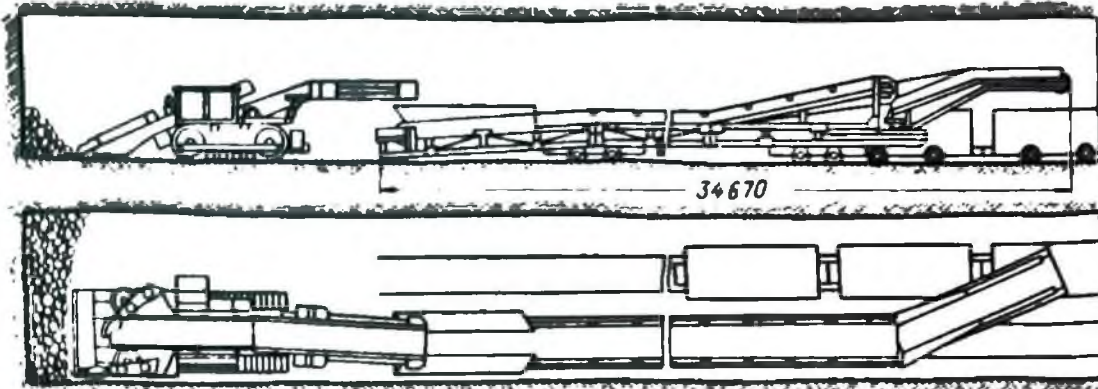
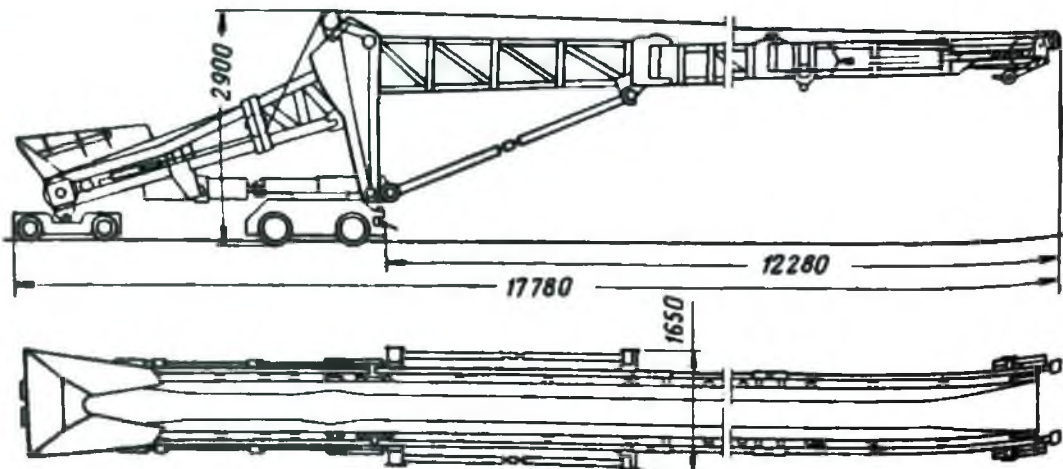


Рис. 94. Самоходный конвейер-перегрузатель ковсольного типа



монтажированных на ходовых тележках рудничных ва-

Бункер-поезд ПБЭ-1 состоит из отдельных секций на колесно-рельсовом ходу и донного пластинчатого конвейера. Бункер-поезд проходит по рельсовой колее с радиусом закругления до 15 м. Поезд может применяться в комплексе с различными погрузочными машинами (рис. 95).

Техническая характеристика бункер-поезда ПБЭ-1

Емкость бункерной части, м ³	22,0
Габаритные размеры, м:	
длина	38,9
ширина	1,36
высота	1,60
Масса поезда, т	42,9

Рис. 95. Бункерный поезд ПБЭ-1

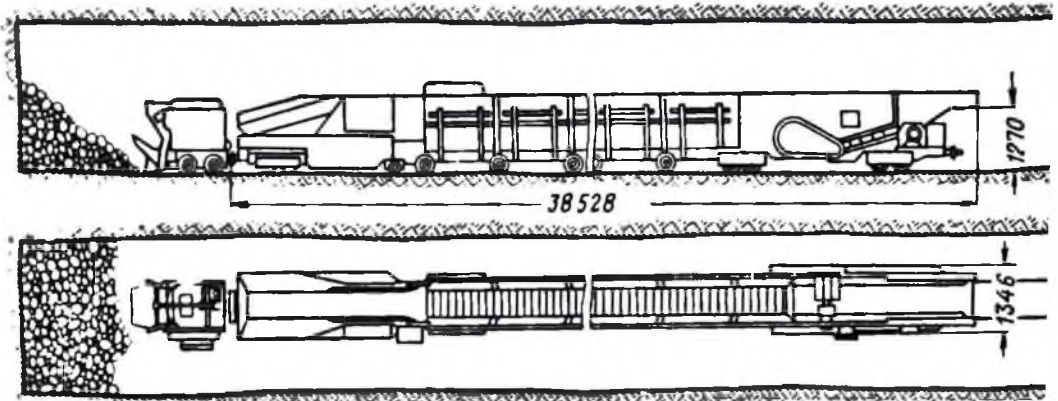
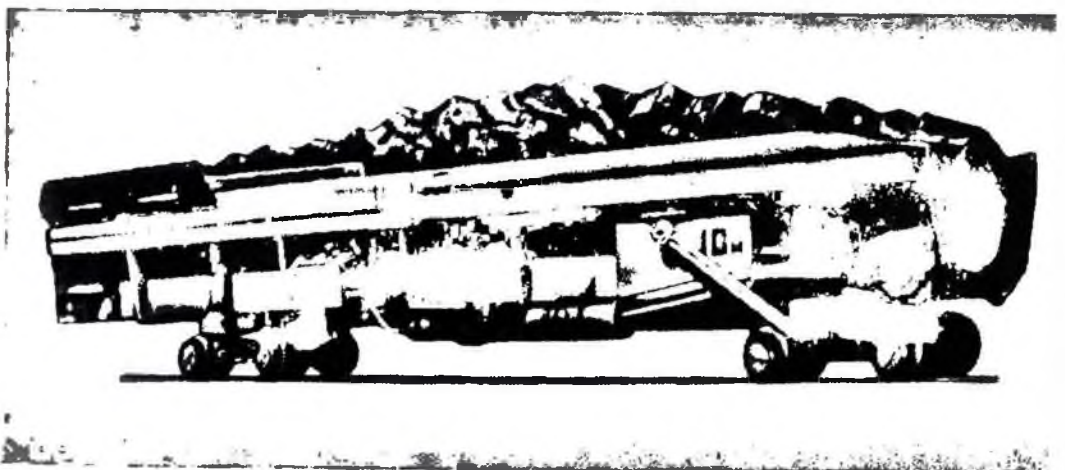


Рис. 96. Проходческий вагон с донным конвейером ВПК-7 или ВПК-10



Проходческие вагоны с донным конвейером ВПК-7 и ВПБ предназначены для приема от погрузочной машины, аккумуляции, транспортирования и разгрузки породы в околостовбные керы или перепускники (табл. 43).

Таблица 43

Емкость кузова, м ³		10,0
Максимальная грузоподъемность, т	11,5	25,0
База вагона по тележке, мм	4000	5800
Минимальный радиус закругления, м	20	20
Тип конвейера	Скребокный	
Ориентировочное время загрузки, мин	2,5—3,0	2,5—3,0
Число пневмодвигателей	3	3
Установленная мощность, л. с.	52	52
Габаритные размеры, мм:		
длина	8300	10 100
ширина	1350	1500
высота:		
в транспортном положении	1650	1650
в рабочем положении	2850	2850
Максимальная высота разгрузки, мм	1300	1300
Масса кузова, т	9,75	12,0
Минимальные размеры выработки, мм:		
ширина	2300	2450
ширина на закруглении	2800	3350
высота	2700	2800

Вагон типа ВПК состоит из кузова, донного скребкового двухцепного конвейера, пневмопривода, двух двухосных тележек, механизма подъема кузова и сцепки (рис. 96).

Вагоны можно применять по одному и составами. В последнем случае вагоны приводят в рабочее положение путем подъема задней части кузова и надвигки (сближения) с помощью механизма подъема, чем создаются условия перегрузки породы с одного вагона в другой, третий и т. д., т. е. создаются условия непрерывного процесса уборки породы.

Вагоны типа ВПК широко применяются на рудниках Кривбасса и других бассейнов. С помощью этих вагонов осуществлен ряд скоростных проходок выработок на рудниках им. Ленина, им. Коминтерна и им. Кирова со скоростью 200; 727; 773,3 м/мес.

Результаты применения вагонов в комплексе с различными погрузочными машинами (типов ППН, ПНБ) показали высокую работоспособность и приемлемость их для проходки горизонтальных выработок в крепких породах на горизонтах, имеющих

околоствольные породные бункеры для разгрузки вагонов или породные перепускники на нижележащий горизонт.

Производительность донного конвейера вагона изменяется от 180 до 240 м³/ч, значительно превышая производительность погрузочных машин. Поэтому равномерная загрузка кузова вагона достигается периодическим включением конвейера вагона по мере поступления породы в переднюю его часть от погрузочной машины. Для этого при уборке на управление конвейером каждого вагона задалживается проходчик.

Большегрузные вагоны типа ВПК отличаются от бункер-поездов тем, что при их применении представляется возможным подобрать состав такой общей емкости, в который загружается весь объем отбитой породы за цикл практически для любых преобладающих условий проходки горизонтальных выработок.

Увеличение объема отбитой породы в забое путем увеличения глубины шпуров повышает производительность уборки за счет сокращения удельного времени подготовительно-заключительных операций по обслуживанию погрузочных и других машин. Большое влияние на производительность погрузочной машины оказывают высота навала и кусковатость взорванной породы. С увеличением высоты навала породы производительность машины повышается за счет лучшего заполнения ковша машин циклического действия и особенно у машин непрерывного действия за счет более эффективного использования их рабочего органа «парные нагребакующие лапы». Так, при увеличении средней высоты навала породы в одинаковых условиях с 0,8 до 1,6 м производительность машины ПНБ-3к увеличивается на 0,8 м³/мин, а машины типа ППН-2 только на 0,2 м³/мин. Укладка породы взрывом в компактный навал достигается правильно подобранными средствами и последовательностью взрывания шпуров в забое.

Увеличение кусковатости породы значительно снижает производительность погрузочных машин.

При определении производительности уборки горной массы учитываются не только технические параметры погрузочной машины, но и средства обмена вагонов и транспорта породы, а также горнотехнические условия. Производительность уборки

$$Q_3 = \frac{60V}{T_{уб}}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где $V = \eta l S_{пр}$ — объем взорванной породы одной заходки, м³;
 η — к. и. ш.;

l — длина шпуров, м;

$S_{пр}$ — сечение выработки в проходке, м²;

$T_{уб}$ — время погрузки породы с заходки с учетом замены вагонеток или состава, мин.

При погрузке породы непосредственно в вагонетки

$$T_{уб. в} = t_n + t_{з. в}, \text{ мин.}$$

При погрузке породы с применением перегружателей

$$T_{уб. в} = t_n + t_{з. с}, \text{ мин.}$$

где t_n — время погрузки породы без учета затрат на подготовку

породы к погрузке, мин;

$t_{з. в}$ или $t_{з. с}$ — время замены вагонеток или машин при погрузке породы машинами ковшового типа в пути ходу

$$t_n = t_{ч. п} + t_{всп}$$

где $t_{ч. п} = \frac{V k_p}{Q_T} k_p$ — чистое время погрузки породы, мин;

Q_T — техническая производительность погрузочной машины, м³/мин;

k_p — коэффициент разрыхления породы, равный 1,6 ÷ 2;

$k_{кр}$ — коэффициент, учитывающий крупность кусков породы и ее физико-механические свойства.

При крупности кусков породы более 400 мм $k_{кр} = 1,3$, а при мелком дроблении породы менее 300 мм он равен 1. Поэтому при производстве буровзрывных работ следует стремиться к тому, чтобы крупность кусков породы в забое не снижала производительности погрузки. Изменением параметров буровзрывных работ можно регулировать крупность кусков породы. Исходя из этих соображений, $k_{кр}$ при расчетах можно принимать равным 1,05 ÷ 1,20. Бóльшее значение коэффициента относится к породам большей крепости.

$t_{всп}$ — затраты времени на вспомогательные операции, мин.

$$t_{всп} = t_{всп. уд} V k_p = (t_{к. п. уд} + t_{о. в. уд}) V k_p, \text{ мин.}$$

$t_{к. п. уд}$ — удельные затраты времени на кайловку и перекидку взорванной породы с периферии к центру выработки, звено-мин/м³;

$t_{о. в. уд}$ — удельные затраты времени на очистку путей и выдвижение рельсов, звено-мин/м³.

Удельные затраты времени на перекидку породы с боков выработки, очистку путей и выдвижение рельсов зависят от ширины выработки. Для выработок, ширина которых равна фронту захвата ковшом погрузочной машины, удельные затраты времени постоянны и равны примерно 1,5 чел-мин/м³. При увеличении ширины выработки до 4 м удельные затраты времени для машин типа ППН-3 достигают 2 чел-мин/м³, а до 5 м — 4 чел-мин/м³.

При погрузке породы машинами с загребаящими лапами на гусеничном ходу время погрузки

$$t'_n = \frac{V k_p}{Q_m} k_{кр} k_{р.п} k_{п.м}, \text{ мин.}$$

где $k_{р.п}$ — коэффициент, учитывающий объем и расположение породы после взрыва, равный 1,1—1,3 (малое сечение выработки);

$k_{п.м}$ — коэффициент, характеризующий продолжительность маневра при погрузке, степень соответствия данного типа машины условиям погрузки и степень квалификации машиниста, равный 1,05—1,10.

Время на замену вагонеток при погрузке породы одной заходки

$$t_{з.в} = \frac{V k_p}{V_в V_з} \frac{2L}{60 v_1}, \text{ мин.}$$

где $V_в$ — емкость вагонетки, м³;

$V_з$ — коэффициент заполнения вагонеток, равный 0,9;

L — расстояние до обменного пункта вагонеток, м;

v_1 — средняя скорость откатки вагонеток или составов с учетом маневров, перецепки вагонетки, составов и др., равная 0,6 м/с по данным практики.

Время на замену составов при погрузке породы одной заходки через перегружатель

$$t_{з.с} = \frac{V k_p}{V_в V_з n_в} \frac{2L}{60 v_1}, \text{ мин.}$$

где $n_в$ — число вагонеток в составе, равное 7—10.

После подстановки значений продолжительности отдельных операций

$$Q_з = \frac{60}{k_p \left(\frac{k_{кр}}{Q_m} + t_{всп.уд} + \frac{2L}{V_в V_з 60 V n_в} \right)}, \text{ м}^3/\text{ч.}$$

При погрузке породы через погрузатель для определения производительности вместо $t_{з.в}$ нужно подставлять $t_{з.с}$. При погрузке породы машинами с загребаящими лапами вместо t_n подставлять t'_n .

Анализ формулы показывает, что производительность погрузки зависит от большого числа различных факторов. Основными из них являются: техническая производительность машины, вид погрузки (прямой — в вагонетки, через перегружатель); способы обмена вагонеток; кусковатость погружаемой породы; сечение выработки; емкость вагонеток или составов; квалификация обслуживающего персонала.

Наибольшее влияние на производительность погрузки имеет техническая производительность погрузочных машин и применя-

емые средства обмена вагонов. При применении накладных с лок, вагоноперестановщиков или других малоэффективных средств обмена показатели такой высокопроизводительной машины ПИБ-3к, мало отличаются от показателей погрузочных машин ППН-3 или ППН-2. При применении конвейера — перегружателя эффективность машины ПИБ-3к во много раз превышает эффективность ППН-3. Большое значение на эффективность работы машины оказывает ее равномерное дробление породы. Равномерное дробление породы обеспечивает снижение усилий при зачерпывании породы, повышению коэффициента заполнения ковша. Хорошее дробление породы в значительной мере улучшает работу машины с загребаящими лапами.

Кучная укладка взорванной породы способствует росту производительности погрузочных машин за счет исключения потерь времени на подгребку разбросанной взрывом породы на большое расстояние от забоя (иногда более 12—18 м).

С увеличением поперечного сечения выработки режим работы погрузочных машин улучшается, так как создаются условия для более свободного движения машины при работе, уменьшается доля породы, требующая ручной ее подброски к машине, и, следовательно, увеличивается объем механизированной погрузки породы. Объем механизированной погрузки учитывают коэффициентом

$$\eta_{\text{погр}} = \frac{V - V_n}{V} = 1 - \frac{V_n}{V},$$

где V — объем породы после взрыва, подлежащей погрузке, м^3 ;
 V_n — объем породы, подгребаемой к машине вручную.

Фактическое значение коэффициента механизированной погрузки равно 0,8—0,9. Погрузочные машины на гусеничном или пневмошинном ходу имеют коэффициент механизированной погрузки, равный 1.

Для погрузочных машин с пневмоприводом важное значение имеет давление сжатого воздуха, подаваемого в машину. При повышении давления сжатого воздуха с 4,5 до 6 $\text{кгс}/\text{см}^2$ производительность машин ППН-2 и ППН-3 возрастает на 40% и наоборот.

Нормы выработки на уборку породы погрузочными машинами при проведении горизонтальных выработок определяют исходя из баланса времени рабочего дня проходчика по уборке породы и удельной трудоемкости уборки 1 м^3 породы. Сменная норма выработки на одного проходчика на погрузку породы погрузочной машиной определяется по формуле

$$N_y = \frac{T_{\text{см}} - (T_{\text{п.з}} + T_{\text{р.п}})}{t_{\text{уд}}}, \text{ м}^3/\text{чел-смен},$$

где $T_{см}$ — продолжительность смены, мин; при шестичасовой смене $T_{см} = 360$ мин;

$T_{п.з}$ — продолжительность подготовительно-заключительных операций, мин (осмотр и приведение рабочего места в безопасное состояние, получение указаний от технадзора, подключение, опробование и смазка машины, перемещение машины в забой, удаление машины после уборки породы в безопасное от взрыва место, отключение машины от источника энергии). Для машин ППН-2 и ППН-3 — 30 мин, а для машин ПНБ-3к — 60 мин;

$T_{р.п}$ — продолжительность регламентированных перерывов, мин. (регламентированные перерывы, связанные с работой, личные надобности), равная 30 мин;

$t_{уд}$ — удельная трудоемкость уборки 1 м^3 породы погрузочной машиной с учетом затрат времени на вспомогательные операции и обмен вагонеток или составов.

Удельная трудоемкость погрузки породы

$$t_{уд} = \frac{T_{уб}}{V} n_{зв}, \text{ чел-мин/м}^3,$$

где $n_{зв}$ — состав звена проходчиков по погрузке породы, обычно $n_{зв} = 2$ (машинист погрузочной машины и помощник машиниста).

Необходимое число человеко-смен для погрузки породы

$$n_{чел} = \frac{V}{N_v}, \text{ чел.-смен.}$$

§ 4. Механизация вспомогательных процессов

Вспомогательные процессы при проходке горизонтальных выработок, имея важное значение, влияют на время выполнения цикла, а следовательно, и на технико-экономические показатели проходки. Их разделяют на процессы, выполняемые последовательно, и процессы, выполняемые параллельно с основными. Процесс настилки временных рельсовых путей при применении ручных перфораторов обычно совмещается во времени с бурением шпуров. С внедрением буровых кареток этот процесс выполняют последовательно, а время выполнения оказывает влияние на продолжительность цикла.

К вспомогательным процессам, выполняемым параллельно с основными (бурение и погрузка), относятся наращивание коммуникаций сжатого воздуха и воды, вентиляции и связи, силовой и осветительной электроэнергии. К числу этих процессов можно отнести проходку и крепление водоотливных канавок. Этот процесс выполняется вслед за подвиганием забоя или со значительным отставанием.

Продолжительность выполнения вспомогательных работ зависит от степени их механизации и колеблется в определенных пределах.

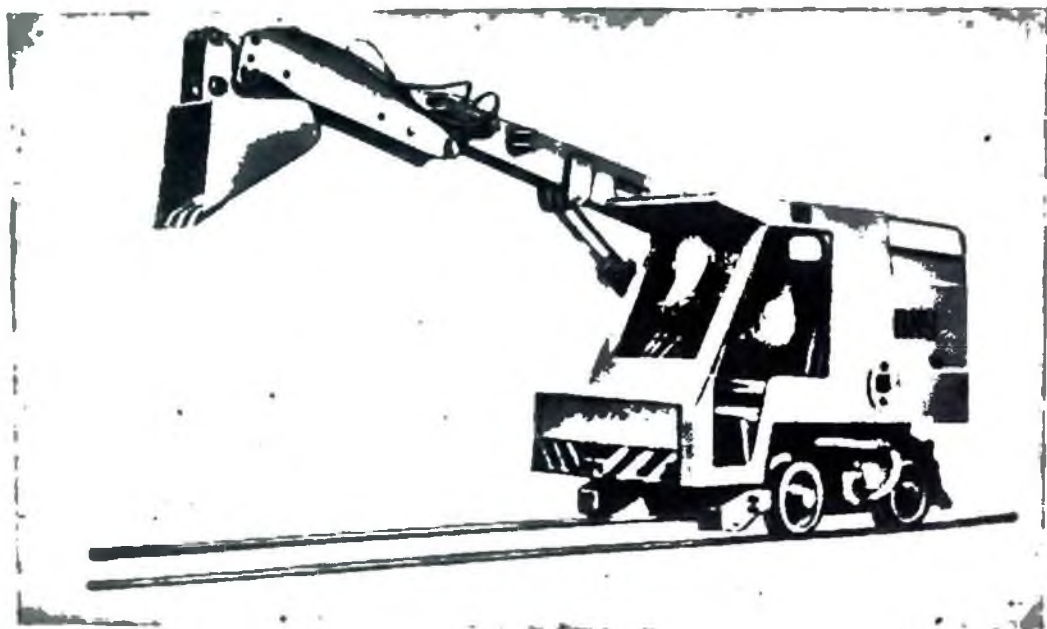
Для настилки временных путей применяют рельсы 1-го и 2-го сорта. Их настилают звеньями длиной 6 или 12 м на деревянных или металлических шпалах. Металлические шпалы имеют преимущество перед деревянными, заключающееся в том, что они не требуют специальной подготовки. После окончания проходки выработанные шпалы заменяют на капитальными. Замена колеи заключается в установке дополнительных шпал и балластировке. При замене путей временных на капитальные обычно используют те же рельсы.

При настилке рельсовой колеи применяют комплекс гидрофицированного инструмента ПГИ-2. Однако при настилке временных путей подготовка капаев под рельсы и шпалы выполняется вручную.

Наращивание коммуникаций и установка вентиляторов частичного проветривания осуществляются в основном без применения каких-либо средств механизации. При монтаже постоянных трубопроводов сжатого воздуха находят применение агрегат для монтажных работ АМО-1 и другие средства механизации.

Для механизации проходки водоотливных канавок применяют универсальный ковшовый погрузчик ПКУ (рис. 97). Он

Рис. 97. Погрузчик ковшовый ПКУ



укомплектован сменным оборудованием: ковшом, крюком, грейфером и вилочным захватом. Сменное оборудование позволяет механизировать ремонт рельсовых путей, подвеску трубопроводов, некоторые операции по креплению выработок и др.

Техническая характеристика ПКУ

Производительность (при проходке канавки сечением 0,2 м ²), м/смену	90
Вид энергии	Пневмогидравлический
Тип ходовой части	Колесно-рельсовый
Ширина колеи, мм	600; 750; 900
Скорость движения, км/ч	5
Емкость ковша, м ³	0,04; 0,07
Грузоподъемность на крюке, кг	1000
Общая установленная мощность, л. с.	42
Основные размеры, мм:	
длина (транспортная)	4000
ширина	1050
высота (транспортная)	1600
Масса, кг	5500

§ 5. Скоростное проведение горизонтальных выработок

В результате внедрения новых горнопроходческих машин и механизмов при проходке горизонтальных выработок создавалась возможность для организации скоростных проходок с более высокими технико-экономическими показателями. За последние годы многие скоростные проходки выполнены с применением высокопроизводительной погрузочной машины ПНБ-3к и различных средств обмена вагонов и транспортирования породы.

Так, в 1964—1965 гг. на Миргалимсайском руднике достигнуты мировые рекорды скорости проведения выработок: соответственно 1192,1 и 1237,2 м/мес в породах с $f = 10 \div 14$. Достигнутые успехи стали возможными благодаря высокой творческой активности всего коллектива, направленной не только на совершенствование технологии и организации, но и механизации горнопроходческих работ. Был осуществлен ряд мероприятий: усовершенствована погрузочная машина ПНБ-3, созданы самоходные тележки, самоходный конвейер-перегрузатель, устройства для зарядки шпуров, разработана высокая организация труда. На погрузочной машине были установлены вспомогательный вентилятор «Проходка-500—2м», работающий на нагнетание, и ороситель-туманообразователь, работающий во время проветривания как туманообразователь, создавая воздушно-водяной за-слон, и во время погрузки — как ороситель, смачивая при погрузке взорванную породу. Погрузочная машина, защищенная бронированными плитами, перед взрывом откатывалась всего

на 10—15 м от забоя. Загрязненный воздух отсасывался по металлическим трубам осевыми вентиляторами СВМ-6м, установленными последовательно через каждые 100—200 м. Проветривание по такой схеме занимало 15 мин. Основным показателем скоростной проходки по длине забоя — 10 м — были расстояния — 2,2 м, среднее количество проходчиков — 1,5, максимальная производительность труда по бригаде — 1,75 м³/ч.

В Кривбассе в 1967 г. была достигнута максимальная скорость проходки на шахте «Гигант-Глубокая» рудника им. Дзержинского — 628 м/мес. Проходили штрек сечением 12 м² по породам с $f = 7 \div 14$.

Достижение такой скорости стало возможным за счет применения погрузочной машины ПНБ-3к. Обмен вагонов ВРГ-4 емкостью 4 м³ производили по челноковой схеме с помощью двух электровозов 14КР-2 на специальных разборных стрелочных переводах, укладываемых через каждые 120 м. Временные пути настилали из рельсов Р-33 звеньями по 6 м на металлических шпалах. На погрузочной машине устанавливали нагнетательный вентилятор, выдувавший из забоя загрязненный воздух, который отсасывался по металлическим трубам диаметром 500 мм вентиляторами СВМ-5. Бурение шпуров осуществляли перфораторами ПР-22. Для ускорения заряжания шпуров применяли алюминиевые кассеты. Забой освещали прожектором ПЗ-55, установленным на погрузочной машине. Проходку штрека выполняли в 4 шестичасовые смены при прерывной рабочей неделе с общим выходным днем в воскресенье. В выходные дни группа слесарей ремонтировала оборудование, наращивала силовые кабели и монтировала вентиляторы.

Комплексная бригада состояла из 83 человек. Средняя производительность уборки породы при скоростной проходке составила 57 м³/ч. Производительность труда проходчика — 5,7 м³/чел смену.

В 1970 г. в Кривбассе на шахте «Большевик» рудника им. Коминтерна пройдено 727,3 м вентиляционного квершлага сечением 10,95 м² в породах с $f = 10 \div 14$ с применением погрузочной машины ПНБ-3к и большегрузных вагонов ВПК-7,5. 29 шпуров длиной 1,8—2,1 м диаметром 40 мм 9 проходчиков бурили ручными перфораторами ПР-22 и ПР-24лу с пневмоподдержек ППК-15у в среднем за 36—40 мин. Шпуры заряжали гранулитом АС-8 с помощью пневмозарядчика «Курама-7». Среднее продвижение забоя за цикл составляло 1,65 м, к. и. ш. — 0,85—0,92. Весь объем отбитой породы, в среднем 33 м³, убрали в 4—5 вагонов. Их загружали по одному. Грузеный вагон откатывали электровозом до разминки, устраиваемой через каждые 200 м, где обменивали его на порожний. Около 50% общей продолжи-

тельности уборки затрачивалось на обмен вагонов. Средняя производительность уборки породы составила 52 м³/ч. Временные пути из рельсов Р-33 звеньями по 8 м настилали на четырех деревянных шпалах. Эти работы совмещали с бурением шпуров. Забой проветривали по нагнетательной схеме вентилятором ВМ-5. Средняя продолжительность цикла составила 89 мин., в том числе: бурение шпуров — 38, зарядание шпуров — 11, проветривание забоя и приведение в безопасное состояние — 12 и порузка породы — 28 мин. Проходческая бригада состояла из 74 человек: 40 проходчиков, 5 машинистов погрузочной машины, 3 рабочих по бурению вспомогательных шпуров, 5 машинистов электровоза, 10 путевых рабочих, 5 взрывников и 5 дежурных слесарей. Бригада делилась на 5 звеньев, работающих в шестичасовые смены по скользящему графику с общим выходным звена на каждые пятые сутки. Производительность труда проходчика составила 7,3, а комплексная 4,1 м³/чел-смену.

В 1971 г. на Урале на Богословском руднике пройдено 761,3 м/мес вентиляционного штрека сечением 12,9 м² в породах с $f = 10 \div 14$. Вместо ранее используемой на скоростных проходках машины ПНБ-3к применили более высокопроизводительную машину ПНБ-3Д в комплексе с большегрузными вагонами ВПК-7. Шпуры бурили перфораторами ПР-24лу. Для максимального сокращения времени подготовительно-заключительных операций на бурении шпуров применили специально разработанное устройство с быстроразъемными соединениями, позволившее соединять и отсоединять от магистрали воздушные шланги в 15 раз быстрее. Применяли всасывающую схему проветривания по двум ставам труб с включением в них через 120—150 м вентиляторов СВМ-6м.

Бригада состояла из 5 звеньев, работающих по скользящему графику с отдыхом через 4 дня. Работу вели непрерывно по четыре смены в сутки. Обязанности каждого проходчика были строго разграничены. Для четкого выполнения всех операций проходческого цикла каждому рабочему присваивали условный номер с закреплением за ним определенного круга обязанностей на всех стадиях проходческого цикла, выполняемых по специальному пооперационному графику.

Графиком организации работ предусматривалось выполнение трех циклов в смену. К бурению готовились в течение уборки породы, осматривали и смазывали перфораторы, подготовляли буровые штапги. Горный мастер со звеньевым размечали шпуры в забое, замеряли подвигание его за цикл. Забой по числу проходчиков делили на 8 зон. В каждой зоне шпуры бурили начиная с верхних. Проходчик, первым закончивший бурение, отсоединял свой перфоратор, подключал продувную трубку и очищал пробуренные шпуры. По мере того как остальные проходчики заканчи-

вали бурение шпуров в своей зоне, они отключали шланги перфораторов от распределителей и выносили перфораторы забоя. После осмотра состояния забоя взрывники доставляли на камеры хранения и приступали к заряданию шпуров.

Машинист погрузочной машины с электрослесарем привязывали к ней шпуровые провода, разрезав их на куски по четыре проходчика. Два шпура начиная с верхних проходчиков выносили на забоя инструмент. Два проходчика включали воздушно-водяной эжектор. К этому времени горный мастер проверял расстановку постов охраны в сбойках и на откаточном штреке.

По сигналу горного мастера взрывник поджигал пучок огнепроводного шнура и уходил в укрытие. Проветривание осуществлялось в течение 10 мин после взрыва. Подготовку к уборке породы производили в течение 5 мин. Через 10 мин после взрыва горный мастер и взрывник осматривали забой. Приступившие к работе проходчики тщательно обирали стены и кровлю выработки в направлении от погрузочной машины к забою. Электрослесарь проверял силовую кабель машины и убеждался в отсутствии повреждений.

Машинист электровоза подавал вагон к забою. По мере продвижения вперед машинист подбирал породу с путей выработки. Два проходчика осматривали и подготавливали буровой инструмент к очередному циклу. Для уборки породы подключали воздушный шланг от трубопровода к вагону, после чего начинали его загрузку. Слесарь следил за кабелем машины.

После наполнения вагона породой отключали воздушный шланг и транспортировали вагон к подземному бункеру ствола на разгрузку. Вспомогательные операции выполняли параллельно с основными. Настилку рельсового пути осуществляли во время бурения шпуров четыре рабочих. В цикле, предшествующем настилке звена путей, транспортные рабочие доставляли рельсы на привзбойный участок в проходческом вагоне ВПК-7. К окончанию уборки породы транспортные рабочие полностью подготавливали звено рельсов к настилке (подносили шпалы, рельсы, метизы к месту укладки пути). Став вентиляционных труб наращивали во время бурения шпуров. Магистраль буровой воды иногда наращивали во время уборки породы на участках штрека, не занимаемых погрузочной машиной при выполнении погрузочных операций.

Трубы наращивали слесари и транспортные рабочие. После проведения штрека до очередной сбойки с откаточным штреком слесари подключали забойные трубопроводы к магистральным, проложенным в откаточном штреке. Трубопроводы предыдущего участка снимали в направлении от ствола к забою. По мере под-

выгания забоя проходчики бурили шпурь для пробок, на которых подвешивали воздушный и водяной трубопроводы, контактный провод, силовой и осветительный кабели.

Контактный провод и осветительный кабель по мере необходимости наращивали дежурные электрослесари.

Затраты времени на один проходческий цикл равны от 72 до 103 мин.

При такой механизации и организации работ значительно уменьшились затраты времени на выполнение основных и вспомогательных операций. Особенно резко сократилось время погрузки породы за счет применения более производительной погрузочной машины ПНБ-ЗД. Если машиной ПНБ-Зк загружали вагон емкостью 7 м³ за 2,5—3,5 мин, то машиной ПНБ-ЗД — за 1—2 мин.

Технико-экономические показатели скоростной проходки северного вентиляционного штрека следующие (в октябре 1971 г.):

Пройдено штрека за 31 календарный день, м	761,3
Численность рабочих забойной группы	81
В том числе:	
бригадир	1
проходчики	40
помощники бурильщиков	5
машинисты ПНБ-ЗД	5
машинисты вагонов ВПК-7	5
машинисты электровозов	5
путевые рабочие	10
дежурные электрослесари	5
Общее число выполненных циклов	457
Максимальное число циклов:	
в сутки	16
в смену	4
Среднее число циклов:	
за сутки	14,4
в смену	3,7
Максимальное подвигание забоя, м:	
за сутки	29,8
за смену	7,8
за цикл	2,1
Среднее подвигание забоя, м:	
за сутки	24,56
за цикл	1,66
Глубина шпуров, м	1,9—2,1
Коэффициент использования шпуров:	
максимальный	0,9
средний	0,83
Производительность труда одного проходчика, м ³ /смену	9,7

Применение машины ПНБ-ЗД непрерывного действия в комплексе с большегрузными вагонами ВПК-7 с донным конвейером позволило в 3—4 раза сократить время погрузки породы.

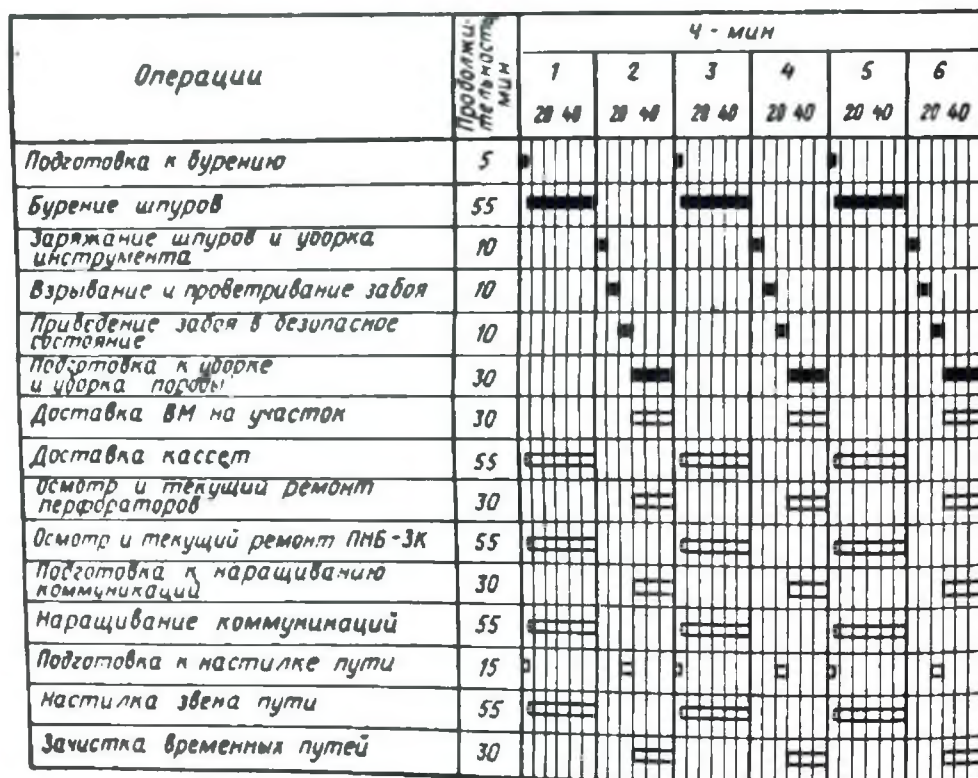
Проведение штрека со скоростью 761,3 м/мес позволило снизить себестоимость 1 м³ до 26 руб.

В 1975 г. в Кривбассе на руднике им. Кирова за 31 рабочий день бригада В. В. Сидорюка шахтопроходческого управле. № 1 комбината Кривбасского горнопроходческого управления прошла 773,6 м квершлага сечением 11,40 м. Производительность $\mu = 11 \div 16$ м установленный новый всесоюзный стандарт по скорости проходки горизонта по Министерству угольной промышленности СССР.

Комплексы проходческих машин проходчиков состав: проходчиков — 10, машинистов проходчиков — 10, взрывников — 5, транспортных рабочих — 10, путевых рабочих — 15, машинистов электровагонов — 10, слесарей — 20. Бригада делилась на 5 авенсов по 22 человека и работала в четыре смены продолжительностью 6 часов. Графиком организации работ предусматривалось выполнение проходческого цикла за 2 ч или три цикла в смену (рис. 98).

36 шпуров глубиной 2,0—2,2 м бурили 8 модернизированных перфораторов ПР-25МВ на пневмоподдерживающих колонках П-11 долотчатыми коронками типа КДА-40. Все шпуровые в забое разделялись по числу работающих перфораторов на восемь вертикальных зон, закрепленных за отдельными проходчиками на все время проходки. В каждой зоне шпуров бурили начиная с верхних. Применяли центральный призматический вруб, состоя-

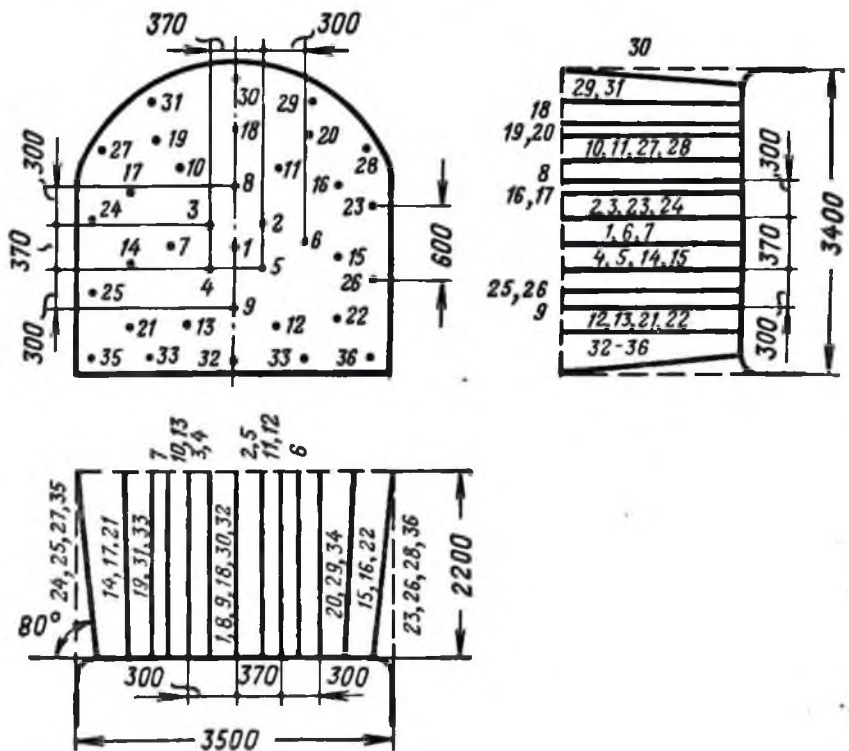
Рис. 98. График организации работ скоростной проходки



щий из 9 шпуров (рис. 99). Сжатый воздух подвели к забою по двум трубопроводам диаметром 100 мм, позволяющим попеременно их наращивать без прекращения работ по обурированию забоя. Воду подавали в забой по трубам диаметром 50 мм. Направление при проведении квершлага задавалось с помощью лазерного указателя направления ЛУН-1. Это позволило сократить непроизводительные затраты времени не только при определении направления квершлага, настилке путей, но главным образом при разметке шпуров. В связи с высокой крепостью пород в качестве ВВ применяли скальный аммонит № 1 и динафталит в комбинированных шпуровых зарядах. Взрывание электроогневое. Расход ВВ на взрыв составлял 61 кг, в том числе скального аммонита № 1—26 кг, динафталита — 35 кг.

Породу убирала машина ПНБ-3к в большегрузные вагоны ВПК-10М, которые к машине подавались электровозами 14КР и отвозились ими для разгрузки. Вторая машина находилась в резерве вблизи забоя. Перед уборкой взорванную породу, стенки и кровлю квершлага тщательно смачивали водой из шланга. На проходке задалживалось четыре электровоза и пять вагонов ВПК. Обмен вагонов производили на разминовке в околоствольном дворе. На уборке породы было занято девять проходчиков:

Рис. 99. Схема расположения шпуров при скоростной проходке



один управлял погрузочной машиной, два — электровоза, один подавал световые сигналы машинисту электровоза, один следил за заполнением вагона порода, два обирали забой, один зачищал пути. Одновременно проходчик во время погрузки породы занимался обслуживанием перфораторов и переходил к очередному бурению.

По выработке на расстоянии одну рельсовую длину (750 мм). Временные рельсовые пути настилали из рельсов длиной 6,25 м на металлических шпалах с отставанием от забоя не более 10 м. Настилку путей производили три рабочих во время бурения.

Проветривание забоя осуществлялось по всасывающей схеме с установкой семи вентиляторов СВМ-6М последовательно по каскадному способу. Отсасывание загрязненной струи воздуха из забоя в вентиляционный восстающий осуществляли по металлическому трубопроводу диаметром 500 мм, проложенному по выработке на специальных металлических конструкциях. Звенья труб длиной по 4 м соединялись с помощью фланцев. В момент взрыва и интенсивного проветривания в забой подавался сжатый воздух с водой, поступающий по специальному шлангу, соединяющему воздушную и водяную магистрали. В результате этого взорванная порода, стенки и кровля квершлага смачивались.

Наращивание труб вентиляции производили во время бурения. Трубы отставали от забоя на расстояние не более 20 м. Участок выработки в 20 м от забоя до начала трубопровода эффективно проветривался двумя эжекторами типа Э-230 производительностью 60 м³/мин, подвешиваемыми к стенкам выработки. Сборка труб сжатого воздуха осуществлялась с помощью быстроразъемных соединений. Нарращивание труб воздухо- и водоснабжения (звеньями по 4 м) осуществлялось поочередно во время подготовительно-заключительных операций по бурению шпуров. Подготовка к наращиванию трубопроводов выполнялась во время бурения. Питание потребителей в забое осуществлялось от воздухораспределителя. Сжатый воздух и воду от магистралей к распределителям подавали по гибким шлангам диаметром соответственно 50 и 25 мм длиной 20 м и от распределителей к перфораторам по шлангам диаметром соответственно 25 и 18 мм длиной по 7 м.

Для электроснабжения основных потребителей электроэнергии при проходке квершлага (погрузочной машины ПНБ-3к и вентиляторов СВМ-6М, трансформаторов освещения ТОР-1,5) использовалась временная подстанция с установкой в ней трансформатора ТКШВП-240/6 мощностью 240 кВт.

Наращивание двух кабелей КРПСН 3 × 10 + 1 × 10 для питания забойных потребителей производилось во время бурения забоя.

Освещение забоя осуществлялось от осветительных пунктов, состоящих из понижающих трансформаторов ТОР-1,5. Квершлаг освещался электролампами напряжением 36 В. Забой освещался автомобильными фарами, смонтированными на погрузочной машине ПНБ-3к.

Дежурные слесари осуществляли текущий ремонт оборудования, производили смазку перфораторов, колонок и погрузочных машин.

За время скоростной проходки было выполнено 376 проходческих циклов со средним подвиганием забоя 2,0—2,1 м. Коэффициент использования шпуров составил 0,91. Средняя продолжительность цикла 120 мин. Максимальное подвигание забоя за сутки достигло 28,6 м. Производительность труда на одного проходчика составила 8,4 м³/чел-смен. Экономический эффект от внедрения скоростной проходки 120 тыс. руб.

Существенное снижение себестоимости проходки 1 м³ горизонтальной выработки достигается увеличением скорости проходки до 250—400 м/мес. Дальнейшее повышение скорости проходки приводит к незначительному снижению, так как удельный вес затрат по общешахтным и накладным расходам, а также амортизационным отчислениям, зависящим от скорости проходки, в суммарных затратах в значительной мере уменьшается. Согласно расчетам, оптимальная скорость проходки, обеспечивающая максимальную производительность труда и минимальную

Таблица 44

Показатели	Шахты			
	им. Коминтерна	им. Дзержинского	им. Дзержинского	им. Кирова
Скорость проходки, м/мес	192,0	151,3	253,8	130,0
Наименование выработки	Квершлаг	Квершлаг	Штрек	Орт-заезд
Площадь сечения, м ²	12,0	17,9	11,9	11,9
Коэффициент крепости пород	12—14	15—18	5—6	4—6
Рабочая неделя		Непрерывная		
Число рабочих дней	31	31	31	21
Число смен в сутки	4	4	4	3
Продолжительность смены, ч	6	6	6	7
Численность бригады	11	15	12	6
Погрузочная машина		ППН-3		
Тип вагонов	ВПК-7	Рудничный	ВПК-7	Рудничный
Буровая каретка		СВКНС-2		
Производительность труда проходчика, м ³ /чел-смену	8,8	9,0	9,6	12,28

стоимость при применяемой технике с обуриванием забоев рывыми перфораторами, состав **250—350 м.**

В связи с этим сталор **целесообразность** организации скоростных **крепких пород** особенно при применении совр **механических машин** рованным обуриванием **каретками** что позволит достигать **техничко-экономиче** телей, особенно по производительности труда.

В Кривбассе в настоящее время достигнуты хорошие результаты в организации скоростных проходок со скоростью более 150 м/мес и более с механизированным обуриванием забоя каретками СБКС-2 и заряджанием шпуров гранулитом АС-8 с помощью зарядчиков ЗП-1 (табл. 44).

§ 6. Технология и механизация возведения постоянной крепи

Сооружение горной выработки завершается возведением постоянной крепи, являющимся одним из трудоемких и дорогостоящих процессов. Стоимость крепления достигает 30% стоимости сооружения выработки. Поэтому вопросы снижения трудоемкости и стоимости возведения крепи за счет механизации имеют важное значение, особенно с переходом горных работ на большие глубины. При проходке горизонтальных выработок в крепких породах крепление почти не влияет на скорость проходки, так как оно выполняется параллельно с проходческими работами в забое при некотором отставании от него в зависимости от устойчивости пород или после окончания проходки всей выработки. Технология и способы механизации возведения постоянной крепи зависят от ее материала и конструкции.

Выработки в крепких породах крепят монолитным бетоном, набрызгбетоном, анкерными болтами, анкерными болтами по сетке, торкретбетоном, металлической арочной крепью с затяжкой железобетонными плитами, сетчатыми элементами и т.д.

Для механизации возведения бетонной крепи применяют бетоноукладчики, подающие бетонную смесь по трубам-бетонопроводам за инвентарную металлическую (рис. 100) и все в меньшей мере за деревянную опалубку. Бетоноводы прокладывают из труб-секций диаметром шесть дюймов длиной от 1 до 6 м (рис. 101), снабженных быстроразъемными соединениями и замками (рис. 102). К концу бетоновода подсоединяют гибкий резиновый шланг. Для механизации возведения бетонной крепи применяют комплекс оборудования, состоящий из пневмоукладчика ЛПУ-2 (рис. 103) и инвентарной металлической опалубки (см. рис. 100). Применение этого комплекса в тресте Свинешахтострой позволило

Рис. 100. Общий вид металлической опалубки на арках и щитков при подаче бетонной смеси бетоноукладчиком по трубам



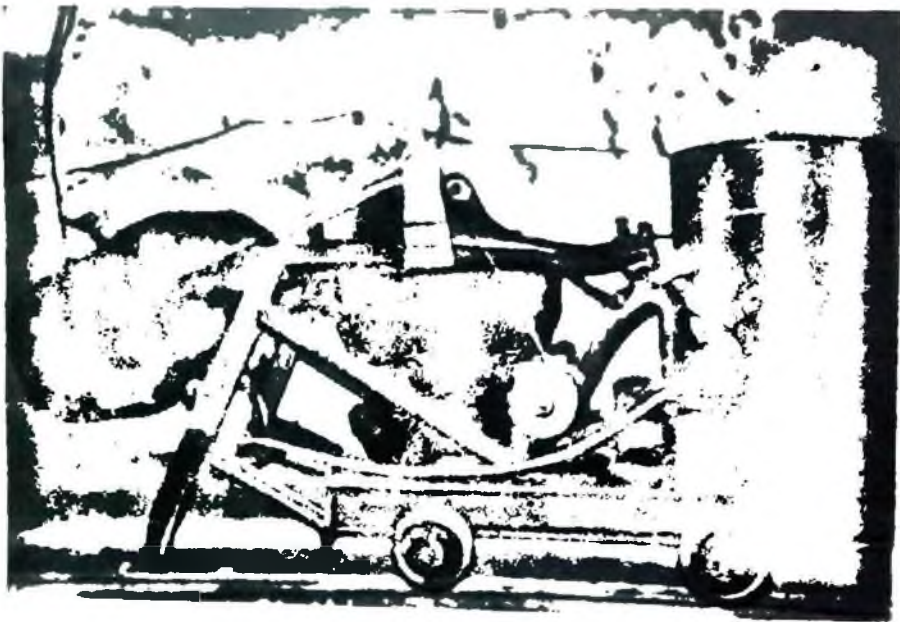
Рис. 101. Трубы-секции бетонс-провода



Рис. 102. Быстроразъемные резиновые соединения к бетонному полу



Рис. 103. Пневматический бетоноукладчик ЛПБУ-2



повысить производительность труда по сравнению с ранее применяемой ручной укладкой бетона в 2,0—2,5 раза и снизить стоимость крепления на 40%.

Созданный институтом ВНИИОМШС комплекс оборудования для механизации крепления горизонтальных выработок монолитным бетоном БУК-1 состоит из пневматического бетоноукладчика УБ-0,5 с ковшовым загрузочным устройством, бетоновозов и механической подъемной стойки для монтажа и закрепления бетоновода.

Техническая характеристика БУК-1

Производительность, м ³ /ч	10,0
Дальность подачи смеси, м:	
по вертикали	До 30
по горизонтали	До 300
Емкость бетоноукладчика, м ³	0,5
Основные размеры, мм:	
длина	2800
ширина	1300
высота	2250
Масса, кг	1400

Применение комплекса БУК-1 позволяет повысить производительность труда при возведении постоянной бетонной крепи в 1,5—2 раза.

Бетоноукладчик УБ-1 и УБ-0,5 представляют собой сварной сосуд с литым поддоном и затвором в верхней части.

В верхней части резервуара размещены загрузочная воронка, воздухопроводящий коллектор и предохранительный клапан. Для доставки бетонной смеси к бетоноукладчику и выгрузки ее из кузова в загрузочный ковш бетоноукладчика применяют бетоновозы (лафеты), представляющие собой вагон, состоящий из кузова, рамы со сцепками и скатами, вибратора и шибера. Механическая стойка, служащая для монтажа бетоновода и закрепления его в выработке, состоит из двух раздвижных труб, раскрываемых при помощи двух пальцев.

Применение бетоноукладчиков позволяет механизировать процесс укладки бетона за опалубку, повысить производительность труда на 60—80%, снизить стоимость крепления. Эффективность применения бетоноукладчиков возрастает с увеличением высоты закрепляемых выработок.

Как показывает опыт, бетоноукладчики наряду с механизацией и удобствами работ обеспечивают высокое качество укладки бетонной смеси, ее повышенную плотность, заполнение всех неровностей, впадин и трещин и повышенные темпы бетонирования выработок.

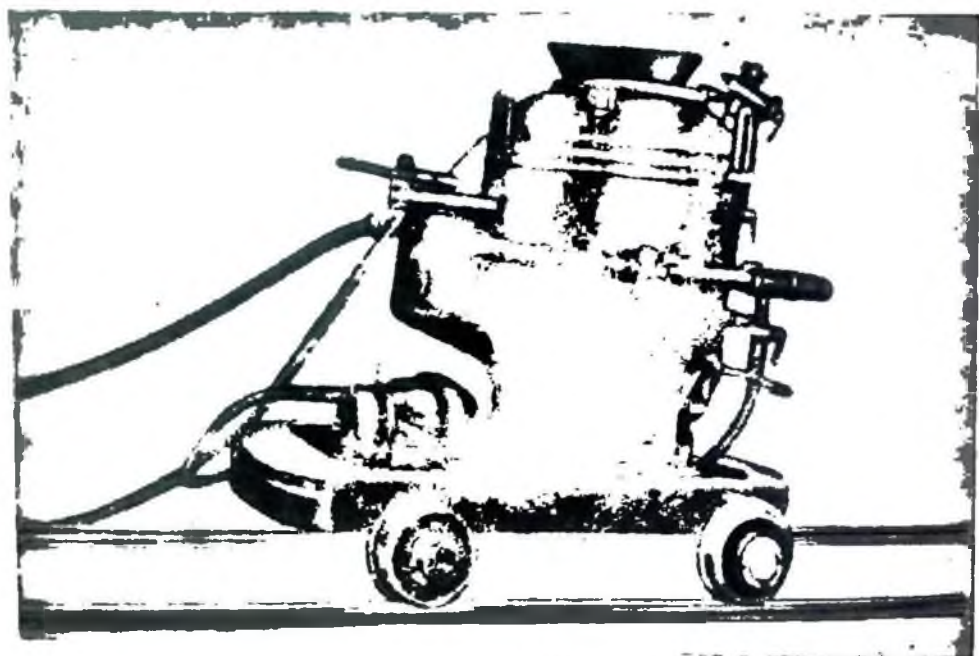
Для механизации и ускорения возведения крепи из монолитного бетона применяют также универсальные сборные и передвижные опалубки.

В последнее время при креплении горизонтальных выработок широкое применение получает безопасное возведение крепи набрызгбетонной и торкретбетонной. Набрызгбетон представляет собой раствор из смеси цемента, наполнителей и воды, нанесенный на поверхность выработки с помощью энергии сжатого воздуха. Он плотно прилегает к поверхности выработки. Крупность фракции наполнителей — до 25 мм, толщина набрызгбетонной крепи — 50—200 мм.

Торкретбетон отличается от набрызгбетона крупностью наполнителей (щебня) — до 8 мм и толщиной слоя — 20—50 мм. В смеси набрызг- и торкретбетона добавляют ускорители схватывания — добавки ОЭС в количестве 2—4% от массы цемента и вторичного патрия в количестве 1%. Добавка ОЭС, предложенная институтом Оргэнергострой, представляет собой порошок, получаемый путем тонкого помола производственного спека Тихвинского глиноземного завода. В состав спека входит до 70% алюмината натрия и феррита патрия.

Преимущества набрызгбетонной крепи: снижение трудовых затрат на 30% по сравнению с литым бетоном; простота возведения крепи. Недостатки: большой отскок (до 25—30%); высокое аэродинамическое сопротивление выработки — в 3—4 раза выше, чем бетонной; высокая запыленность воздуха. Набрызгбетоном крепят вслед за проведением выработки в крепких трещиноватых неустойчивых породах в качестве временной крепи и с отставанием

Рис. 104. Машина БМ-160 для безопасного крепления выработок



от забоя или после проведения выработки. С отставанием от забоя наносят набрызгбетон, используемый в качестве постоянной крепи или усиления других видов крепи — штанговой, штанговой с металлической сеткой, служивших временной крепью.

Набрызгбетон наносят специальными машинами (рис. 104), подающими с помощью сжатого воздуха сухую смесь в шланги или трубы и транспортирующие ее к месту укладки. На конце транспортной магистрали имеется специальное сопло, служащее для затворения сухой смеси водой и нанесения набрызгбетона на покрываемую поверхность. В процессе набрызгбетон непрерывно уплотняется под действием струи сжатого воздуха и вылетающего из сопла материала. Для подачи сухой смеси в шланги используют камерные, шнековые и другие машины. Камера в верхней части машины имеет конусный клапан. В нижней части находится тарельчатый дозатор. Дозатор своими лопастями захватывает порции сухой смеси и подает их к выдувному узлу, откуда смесь поступает в материальный шланг. Во время работы камера машины находится под давлением сжатого воздуха и закрывается специальным клапаном. После израсходования сухой смеси камеру снова наполняют. Поэтому машины с одной камерой являются машинами циклического действия.

Для обеспечения непрерывности работы машину снабжают второй так называемой плюзовой камерой (рис. 105). Во время выдачи материала из нижней камеры верхняя заполняется сухой смесью, после чего она перекрывается клапаном и в нее подается сжатый воздух. Когда давление в камерах выравнивается, разделяющий их клапан открывается и под действием собственной массы смесь попадает в нижнюю камеру. Таким образом, машина работает непрерывно, несмотря на периодическую загрузку верхней камеры.

Достоинства камерных машин: простота устройства, надежность, небольшая мощность привода. Недостатки: большие габаритные размеры, особенно высота и сложность управления для нанесения набрызгбетона.

В настоящее время серийно выпускаются и широко применяются машины БМ-60 и внедряются БМ-68, БМ-60П (табл. 45). Машина БМ-68 (см. рис. 105), конструкции ЦНИИПодземмаша двухкамерная: камеры емкостью по 0,15 м³ расположены одна над другой. На базе машины БМ-60 разработана ее модификация БМ-60П для выработок малого сечения; она имеет одну камеру емкостью 0,4 м³ и пневмодвигатель. Для удобства доступа к дозатору камера машины откидывается на шарнире. Машина БМ-60П является машиной периодического действия, более проста в управлении.

Машина БМ-68 предусмотрена для крепления горизонтальных выработок методом безопалубочного бетонирования и укладки

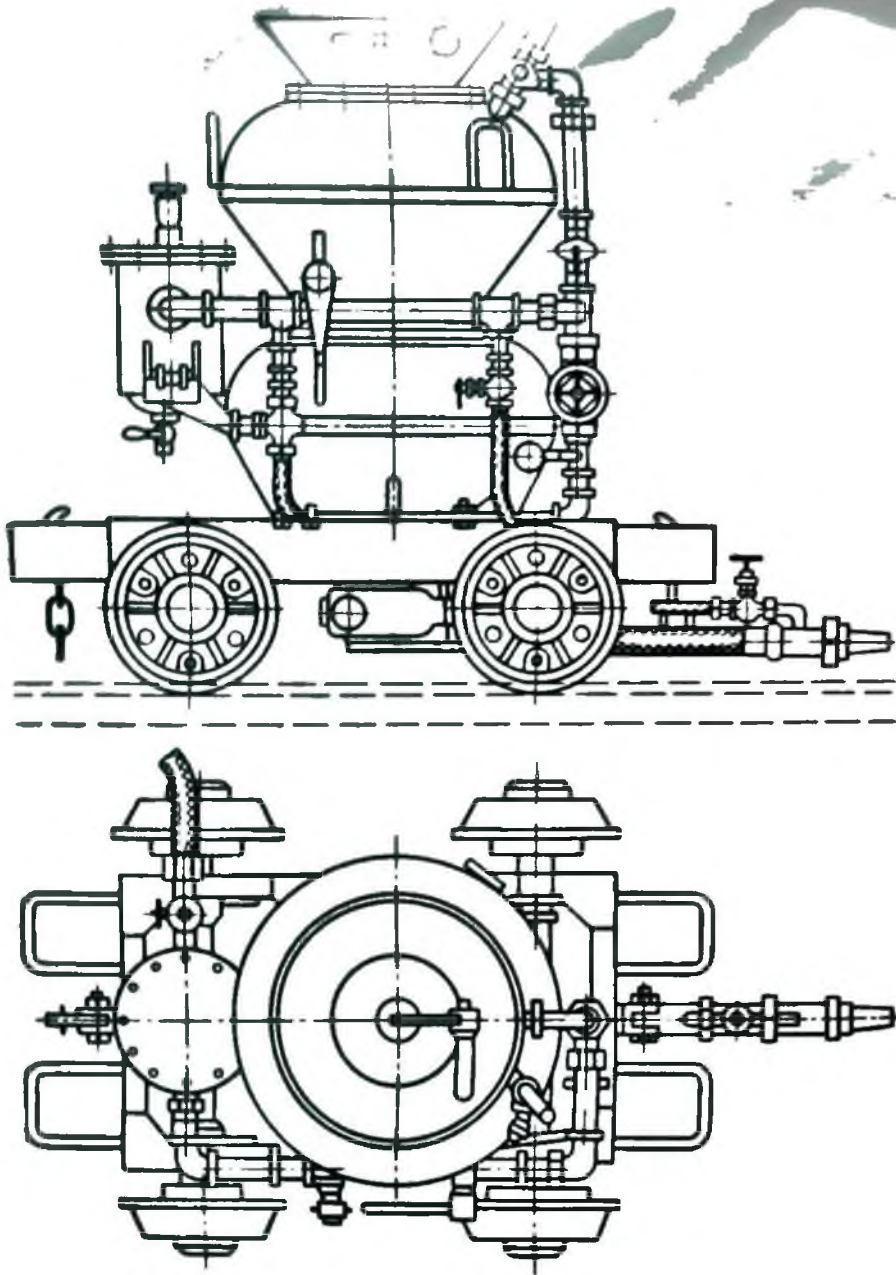


Рис. 105. Двухкамерная машина БМ-68 для безопалубочного крепления выработок

Таблица 45

Показатели	Камерные машины			
	БМ-60	БМ-60П	БМ-68	
			при безопа- лубочном бетонирова- нии	при укладке бетона за опалубку
Производительность по сухой смеси, м ³ /ч	3—4	3—4	5—6	13—14
Максимальная фракция заполнителя, мм	25	25	25	40
Расход сжатого воздуха, м ³ /мин	8—10	12—15	9	15
Внутренний диаметр мате- риального шланга, мм	50	50	50	90
Дальность подачи, м:				
по вертикали	30	30	100	100
по горизонтали	200	200	250	300
Мощность электродвига- теля, кВт	—	—	5,5	5,5
Размеры, мм:				
длина	1740	1700	1450	1450
ширина	1100	1100	836	836
высота	1600	1600	1675	1675
Масса, кг (без шлангов)	1000	1000	780	820
Завод-изготовитель	Московский завод строительных машин			
Стоимость по прейскуран- ту, руб.	1850	1800	1900	1900
Годовая амортизация, %	21,5	21,5	21,5	21,5

бетонной смеси за опалубку. Она относится к классу машин непрерывного действия со шлюзовым дозирующим барабаном. В машине имеются загрузочная воронка, барабанный дозатор, редуктор, электрооборудование, ходовая часть и материальные шланги. Преимущества машины БМ-68: большая производительность, меньшая загрузочная высота, возможность производить укладку бетона за опалубку и непрерывность рабочего процесса.

В настоящее время в Кривбассе на руднике им. Дзержинского для безопалубочного бетоирования горизонтальных выработок успешно применяют разработанную Криворожским филиалом ВНИИОМШС машину ПБМ, представляющую собой сосуд емкостью 4 м³ на базе стандартного шахтного вагона с пневматическим приводом для подачи смеси. Ее загружают сухой смесью на поверхности, опускают в клетки и доставляют к месту крепления. После подключения вагона к магистрали сжатого воздуха приступают к производству работ по безопалубочному бетоиниро-

валию. В работе находится три вагона: один в работе, второй в пути, третий на поверхности под загрузкой.

Техническая машины ПБМ
(при давлении 5 кгс/см²)

Техническая производительность
Эксплуатационная производительность, м ³ /ч
Дальность подачи, м:	
по вертикали 200
по горизонтали 500
Привод Пневматический

Работы по возведению набрызгбетонной крепи состоят из подготовки поверхности под нанесение, приготовления сухой смеси, нанесения материала и ухода за уложенным набрызгбетоном. Перед нанесением набрызгбетона на скальную поверхность производят ее тщательную обorkу, а затем промывают водой с помощью машины для набрызгбетона.

Последнее время широкое распространение получила штанговая крепь на цементном растворе самостоятельно или совместно с металлической сеткой с последующим нанесением по ним торкретбетона или набрызгбетона. Достоинство этого вида крепи заключается в простоте возведения и низкой трудоемкости. Бурение шнуров под штанговую крепь производят телескопными перфораторами, а в последнее время шпур бурят с помощью буровых кареток СВКНС-2. Штанговая крепь на цементном растворе — анкерные болты из периодического профиля диаметром 25—18 мм, устанавливаемые в шпурах глубиной 1,5—1,8 м, заполненных цементным раствором, обладает рядом преимуществ перед другими видами штанговой крепи. Штанги с набрызгбетоном или торкретбетоном по металлической сетке применяют в качестве постоянной крепи в различных выработках, пройденных в крепких трещиноватых породах. Анкеры следует устанавливать сразу после проходки выработки с тем, чтобы трещины в породных стенах и кровле не успели раскрыться и не развились бы пластические деформации. Анкерные болты устанавливают пневматическими или электрическими сбалчивателями или модернизированными телескопными перфораторами. Для нагнетания цементного раствора в шпур перед установкой штанг применяют специальные растворонагнетатели. Время на установку одного анкера длиной 1,5 или 1,8 м с учетом бурения шпура составляет 10 или 15 мин. Стоимость изготовления одного болта длиной 1,5 м — 1,7 руб.

Институтами НИГРИ и НИПИГормаш разработан и успешно испытан на руднике им. Дзержинского с положительными результатами подвесной крепеукладчик КП-1, рекомендованный к серийному производству. Его располагают в верхней части выработки

и перемещают по монорельсу, проложенному у замка свода, благодаря чему не загромождается нижняя часть выработки и практически не ограничивается возможность применения его в комплексе с другими проходческими машинами. Применение его обеспечивает повышение производительности труда при креплении выработок в 1,5—2,0 раза и снижает стоимость работ на 30—40%.

Техническая характеристика крепеукладчика КП-1

Сечение выработки, м ²	5—16
Грузоподъемность, кг:	
на стреле	110
на канате	450
Угол поворота стрелы, градус	360
Основные размеры, мм:	
длина	2250
ширина	480
высота	700
Масса, кг	300

МЕХАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПРИ ПРОХОДКЕ НАКЛОННЫХ ВЫРАБОТОК

§ 1. Общие сведения

Сооружение наклонных выработок, особенно наклонных стволов шахт, по сравнению с вертикальными отличается рядом особенностей: стоимость проходки и крепления 1 м^3 наклонного ствола выше вследствие трудности механизации погрузки породы при проходке; наклонные стволы имеют большую длину; подъем по наклонным стволам сложнее и дороже; водоотлив обходится дороже; спуск-подъем людей и углубка их значительно сложнее.

При вскрытии месторождения наклонными стволами, пройденными в породах лежащего бока параллельно месторождению, длина проходимых от них до рудного тела кварцшлагов, особенно на нижних горизонтах, значительно меньше, чем при вскрытии вертикальными стволами, и тем ощутимее, чем меньше угол падения месторождения. Вскрытие месторождения наклонными стволами в лежащем боку получило широкое распространение на североуральских бокситовых рудниках.

Значительно расширяется область применения вскрытия наклонными стволами при оборудовании их конвейерным подъемом руды на рудниках черной и цветной металлургии. Конвейерный транспорт производителен и дешев. Поэтому вскрытие месторождений наклонными стволами с ленточными конвейерами считается в последние годы в большинстве случаев наиболее перспективным.

Двумя спаренными наклонными стволами шахты № 2 им. Артема с проектной длиной по 2943 м каждый, заложенными под углом 16° , проектом реконструкции рудника им. Кирова в Кривбассе предусмотрена и осуществлена выдача руды при отработке запасов ниже гор. 625 м. Производительность двух конвейерных линий этих стволов составляет 12 млн. т товарной железной руды в год. При этом к наклонным стволам примыкают пять перегрузочных узлов с камерами электроподстанций, обеспыливания, вентиляторов, маслохозяйства, шламоотстойника (через 500 м); погрузочные узлы; разгрузочные околоствольные дворы и уникальный подземный бункер с мощным комплексом подземного оборудования.

Наклонные стволы оборудованы высокопроизводительными конвейерами с резиновой лентой шириной 2000 мм и фунику-

лером для спуска и подъема людей, производства ремонтных работ.

На рис. 106 показана общая схема расположения наклонных стволов шахты № 2 им. Артема, примыкающих к ним выработок и стволов, которые использовались при сооружении всего подземного комплекса. На этом руднике верхние горизонты были вскрыты наклонным стволом под углом 45° со скиповым подъемом руды.

В Канаде на железном руднике «Эригтон» сооружен наклонный рудоподъемный ствол под углом 16° , через который дробленая руда системой ленточных конвейеров длиной 1300 м и производительностью 400 т/ч выдается на поверхность.

Конвейерный транспорт применен и для выдачи руды с нижних горизонтов с глубины около 850 м ступенчатыми конвейерными системами, установленными в специальных наклонных выработках. При этом суммарная длина транспортирования руды конвейерами составляет 4200 м.

Наклонными стволами вскрыто крупнейшее железорудное месторождение на руднике «Вабана» (Канада), находящееся под дном морского залива в 5 км от берега. Угол наклона стволов 8° , производительность конвейеров 1000 т/ч.

В США на руднике «Боуэрс Кэмпбелл» месторождение цинковой руды вскрыто наклонными спиральными стволами, пройденными под углом $8-10^\circ$. Спиральная трасса длиной 1420 м сооружена в устойчивых породах с 3,5 оборотам вокруг рудного тела.

Последние годы наклонные стволы находят применение не только на шахтах, но и на карьерах для выдачи руды конвейерами на поверхность с эксплуатационных горизонтов, вскрытых ниже глубины 300 м.

Сооружение наклонных стволов отличается специфическими условиями производства горнопроходческих работ, осложненными углом наклона выработки и направлением ее проходки.

Организация и механизация производства горнопроходческих работ при проведении наклонных выработок и особенно ряд горнопроходческих операций имеют много общего с организацией и операциями при проведении горизонтальных выработок. Однако наклонное положение выработок обуславливает ряд особенностей при буровзрывных работах, креплении и особенно погрузке взорванной породы в зависимости от направления проходки, угла наклона.

Проведение наклонных выработок осуществляют по трем основным технологическим схемам: сверху вниз, снизу вверх и встречным забоем. При этом они могут проводиться однозабойным и многозабойным способами. Технологические схемы проходки наклонных выработок отличаются в зависимости от

направления проходки и угла наклона, одновременности или последовательности крепления. Наибольшее предпочтение отдается схеме проходки снизу вверх. В выработках с наклоном более 45° проходческие работы ведут как в вертикальных выработках, а с наклоном менее 45° — как в горизонтальных. Уборка и транспортирование отбитой взрывом породы из забоя отличаются своими особенностями по условиям проходки. Так, при проходке наклонных выработок сверху вниз во многих случаях применяют рельсовый транспорт с выдачей породы скипами с помощью подъемных машин при любых углах наклона. При углах наклона менее 18° породу из забоя можно выдавать конвейерами, при углах наклона менее 30° — в вагонетках.

Наиболее трудоемким и сложным процессом является проведение наклонных выработок с углами наклона свыше 8° , где погрузочные машины, применяемые при проведении горизонтальных выработок, не могут быть использованы без специальных приспособлений, а специально сконструированные для этого погрузочные машины только внедряются и требуют доработок.

Скорости сооружения наклонных выработок в крепких породах до настоящего времени остаются самыми низкими, составляя 25—35 м/мес.

Одной из главных причин низкой скорости проходки является недостаточность средств механизации бурения и погрузки породы, занимающей около 60% продолжительности проходческого цикла. Механизация погрузки породы при проведении наклонных выработок в настоящее время является одной из важнейших задач, так как подавляющая часть наклонных выработок и, в частности, наклонных стволов проходится сверху вниз.

§ 2. Оснащение проходки наклонных стволов с поверхности или горизонта

Для проходки наклонных стволов с поверхности на промышленной площадке их монтируется комплекс горнопроходческого оборудования, зданий и сооружений.

На рис. 107 показано оснащение промышленной площадки для проходки наклонных стволов с поверхности шахты № 2 им. Артема в Кривбассе. Работы по оснащению проходки наклонных стволов с поверхности (разгрузочная эстакада, тельферная установка, подъемные машины, электроподстанция, компрессорная, бытовой комбинат, бетонный узел и др.) выполняют одновременно с сооружением устья. При углах наклона ствола менее 45° часть его, выходящая на поверхность и называемая устьем, сооружается до глубины 6—14 м (по вертикали) открытым способом (траншеей с откосами под углом 45 — 75°).

По окончании проходки шахты сооружают устье в соответствии с проектом, трапециевидное в плане и осуществляют дальнейшую проходку ствола под углом к поверхности.

Для выдачи породы с поверхности шахты для каждого ствола монтируют подъемную машину и разгрузочную эстакаду емкостью 6 или 8 м³ (рис. 108).

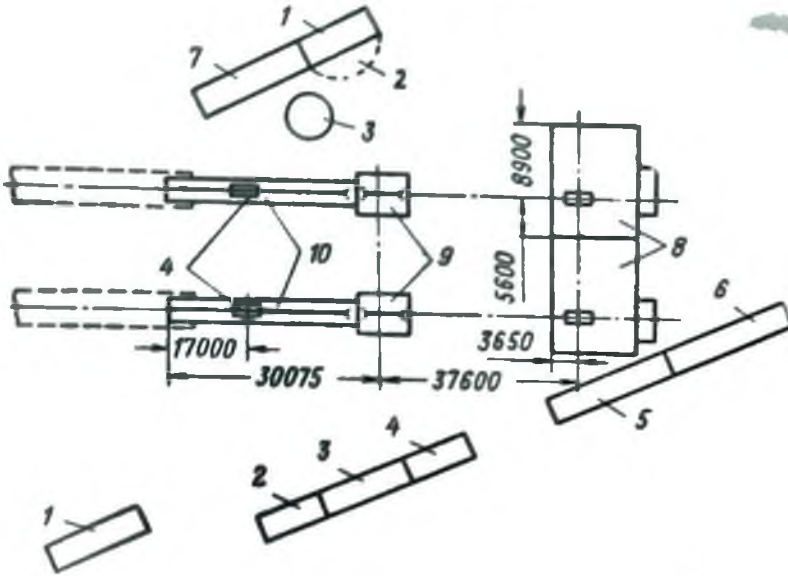


Рис. 107. Схема расположения временных зданий и сооружений при проходке наклонных стволов с поверхности:

1 — парадная; 2 — котельная; 3 — раздевалка; 4 — кладовая; 5 — компрессорная; 6 — электроподстанция; 7 — бетонно-растворный узел; 8 — здание для двух подъемных машин БМ-3000; 9 — копер для отклоняющего шкива; 10 — эстакада для разгрузки скипов

Выбор типа подъемной машины производят по канатоемкости и максимальной концевой нагрузке. При проходке наклонных выработок длиной до 600 м обычно применяют лебедки БЛ-1600, ЛГЛ-1600 и др.; при проходке наклонных выработок длиной свыше 600 м — однобарабанные подъемные машины БМ-2000, БМ-2500, БМ-3000. Одноконцевой канатный подъем хотя и менее производителен, но применяется чаще, так как более маневрен и занимает только один путь. Выдачу породы от проходки наклонных стволов на поверхность чаще производят в опрокидных скипах емкостью 2,0—2,5 м³, разгружающихся через верхний борт (рис. 109) с шириной колеи 900 мм.

Конструкция скипов предусматривает использование их для доставки в забой материалов, необходимых для сооружения ствола. Разгрузка скипов производится на эстакаде с помощью кривых-направляющих, в которые входят два боковых ролика скипа. Для механизации всех погрузочно-разгрузочных работ у устьев стволов монтируется общая тельферная монорельсовая эстакада.

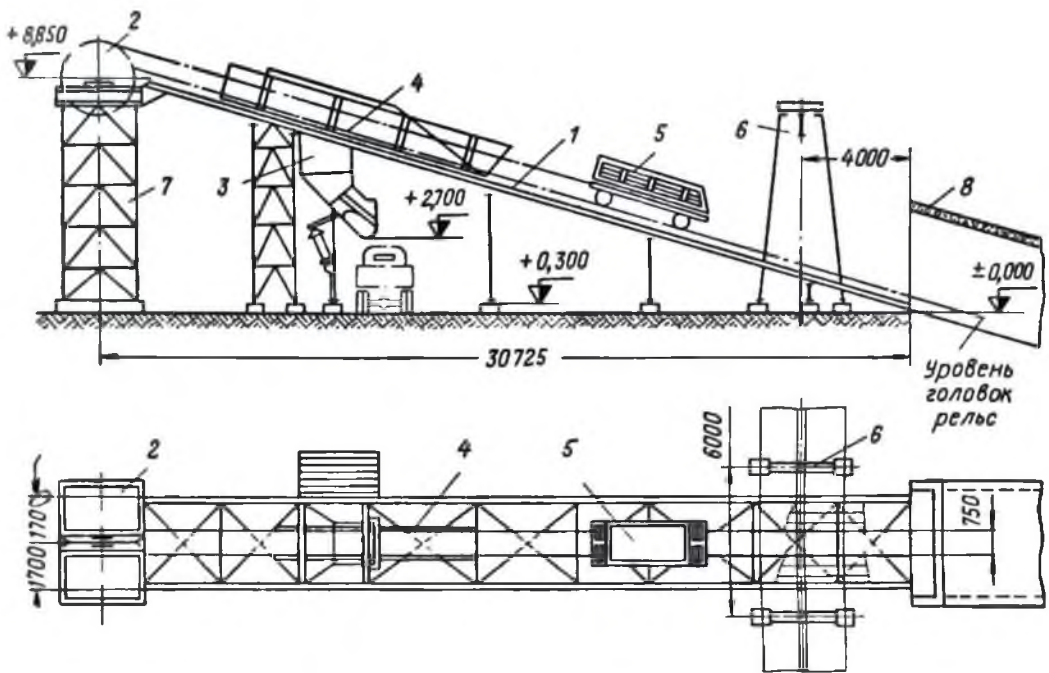
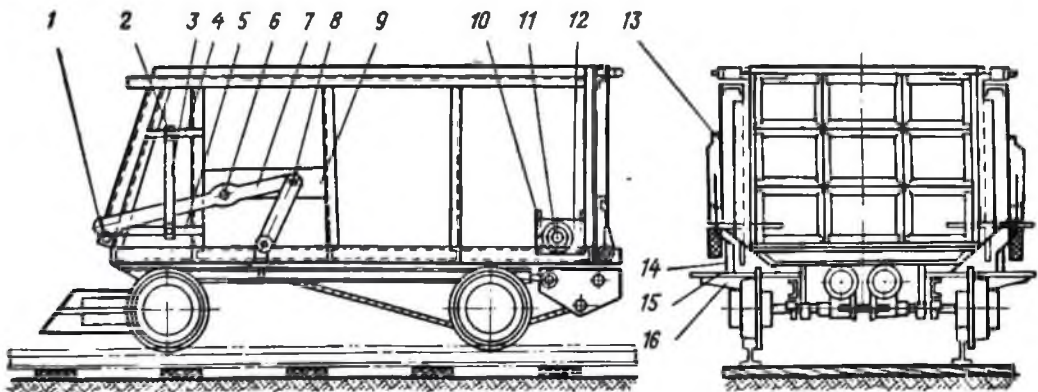


Рис. 108. Эстакада для разгрузки скипов при проходке наклонных стволов с поверхности:

1 — эстакада; 2 — отклоняющий шкив; 3 — породный бункер; 4 — кривые для разгрузки скипа; 5 — породный скип; 6 — тельферная эстакада; 7 — копер для отклоняющего шкива; 8 — устье наклонного ствола

Рис. 109. Общий вид породного скипа для проходки наклонных стволов восстающим забоем:

1 — круг; 2 — болт; 3 — накладка; 4, 5, 9 и 12 — планки; 6 — палец; 7 — втулка; 8 — тяга; 10 — щека; 11 — направляющий ролик; 13 — подкладка; 14 — проушина; 15 — полка; 16 — косынка



При проведении наклонных работ вагонов применяют также тонные, полоторные и стандартные вагонетки, ширину колеи 600 и 750 мм.

Для перевозки людей по наклонным выработкам применяют вагонетки, снабженные автоматически действующим тормозным устройством (парашютом). При углах наклона до 6° допускается применение ручных тормозов.

Для ограждения от сорвавшихся скипов или вагонеток в случае неосторожного маневрирования на верхней площадке или же в случае обрыва каната, прицепного устройства и сцепок в наклонных горных выработках устраивают предохранительные устройства.

При откатке концевым канатом для предохранения от скатывания скипов или вагонеток с верхней приемной площадки разгрузочной бастады на последней устанавливают стропы.

У забоев наклонных выработок при их проходке необходимо применение предохранительных барьеров для ограждения сорвавшихся скипов или вагонеток.

При проходке или углубке наклонных выработок с горизонтов разгрузку скипов механизмируют с помощью направляющих кривых, показанных на рис. 110.

При проведении наклонных выработок восходящим забоем находят применение для доставки материалов монорельсовые дороги, по которым каретка вместе с подвешенным к ней полком для размещения материалов поднимается вверх с помощью лебедки. Вниз каретка перемещается под действием собственного веса. В качестве монорельсов применяют спецпрофиль, используемый для изготовления металлоарочной крепи, который крепят в центре свода выработки.

За рубежом монорельсовые подвесные дороги нашли широкое применение.

На шахте Лордайн в ЮАР в наклонном откаточном штреке успешно работала подвесная монорельсовая дорога фирмы «Райт Андерсон» с дизельным тягачом и составом вагонеток.

Монорельсовый тягач с дизельным двигателем мощностью 62 л. с. массой около 3 т способен создавать тяговое усилие на крюке 3060 кгс, что соответствует максимальному тяговому усилию шахтного электровоза сцепным весом около 14 тс. Тягач имеет две скорости движения: 7,2 и 16 км/ч. Тягач с составом груженых вагонеток массой 30 т преодолевает путь с подъемом до 15°.

В США фирма «Вулкан айрон уорк компани» выпускает самоходные скипы, движущиеся по наземному монорельсу. Однотонный самоходный скип представляет собой экипаж, в средней части которого размещена емкость с открывающимися боковыми стен-

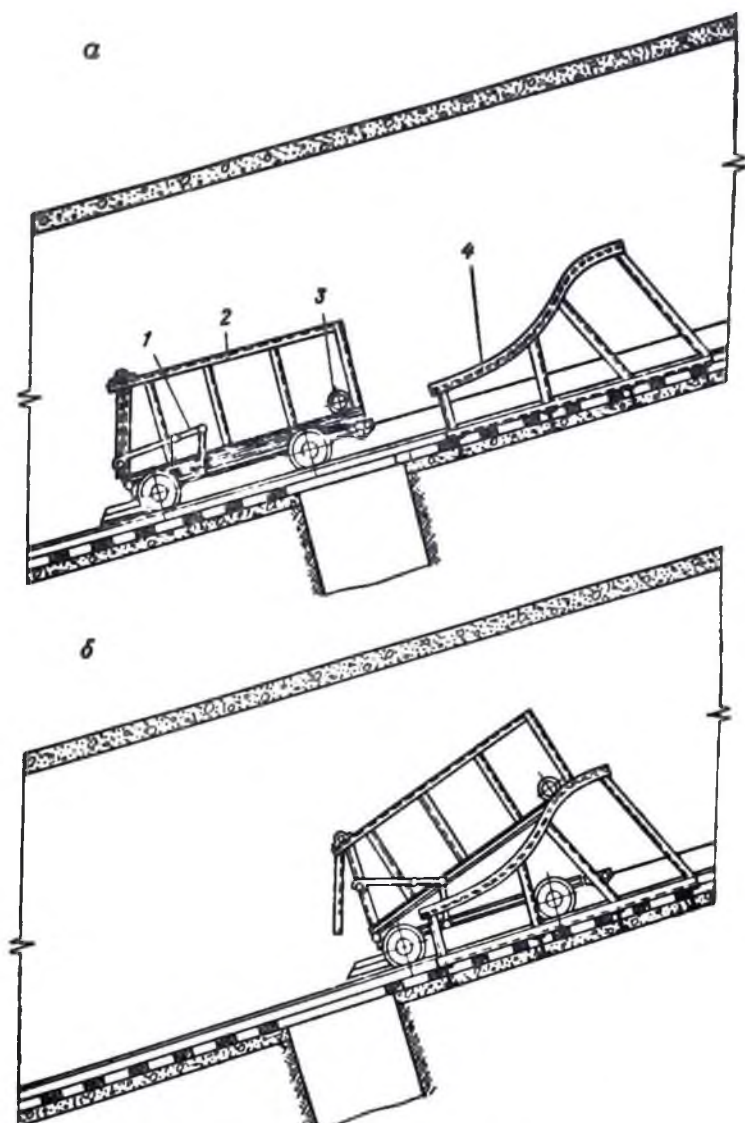


Рис. 110. Саморазгружающийся скип (а — при движении, б — при разгрузке) при проходке наклонных выработок с горизонта и разгрузке породы в бункерный восстающий:

1 — автоматическая защелка скипа; 2 — скип; 3 — ролик для разгрузки скипа; 4 — направляющие кривые

ками для разгрузки. Скип снабжен электродвигателем с питанием от двух аккумуляторных батарей мощностью 12 В. Наибольшая ширина скипа 1000 мм, высота 1060 мм, длина 3000 мм.

Масса скипа 500 кг. Скип преодолевает уклоны до 0,17 и закругленные пути радиусом до 3,6 м.

Такая монорельсовая транспортная система, получившая название мототрем, выпускается в нескольких модификациях: для

транспортирования пород и доставки вспомогательных материалов, людей.

Опыт эксплуатации рельсовых систем как по весных, так и наземных выработках преимущественно по сравнению с другими транспортными средствами при доставке вспомогательных материалов, оборудования и людей по наклонным выработкам, особенно искривленным.

В ФРГ для доставки материалов и грузов в последнее время стали применять тележки штрекенкули, обладающие преимуществом перед монорельсовым транспортом, так как позволяют транспортировать более тяжеловесные грузы.

В горнорудной промышленности у нас и за рубежом начинают широко применять самоходные вагонетки для транспортирования горной массы и выполнения функций вспомогательного транспорта.

Наиболее экономичным транспортом при углах наклона выработок более 8° считается применение самоходных вагонеток на колесно-резиновом ходу с дизель-электрическим приводом во врывобезопасном исполнении.

Широкое внедрение монорельсового транспорта в наклонных выработках для доставки материалов и других грузов позволит механизировать этот процесс и значительно снизить трудоемкость работ.

В Кривбассе при проходке наклонных вентиляционных стволов сечением $18,3 \text{ м}^2$ под углом 45° на руднике им. Кирова применяли два комплекса КПВ-1м, подвешенных на монорельсах, закрепленных к кровле.

§ 3. Буровзрывные работы

Методы производства буровзрывных работ в наклонных горных выработках имеют ряд особенностей, связанных с различным углом наклона. Независимо от угла наклона выработки и направления ее проходки (по падению или восстанию) сечением до 25 м^2 для бурения шпуров наиболее универсальными и глубокими в эксплуатации, а поэтому самыми распространенными средствами являются перфораторы на пневмоподдержках (ПР-22, ПР-25мв, ПР-24, ЛУБ и др.), применяемые при проведении горизонтальных выработок. Современные перфораторы как высокочастотные, так и с обычной частотой удара (1800—2000 ударов в минуту) характеризуются высоким конструктивным совершенством и в сочетании с пневмоподдержками могут обеспечивать весьма высокие скорости бурения шпуров.

Наклонное положение забоя и наличие воды в нем при нис-

ходящей проходке практически исключают возможность применения тяжелых машин, приспособлений и буровых кареток для бурения шпуров.

Однако наряду с дальнейшим совершенствованием конструкций ручных бурильных машин — перфораторов для бурения шпуров в породах с $f \geq 8$ в последнее время ясно выявилась тенденция к созданию и внедрению бурильных установок, в частности, манипуляторов, укрепленных на породопогрузочных машинах для максимальной механизации процесса бурения.

В Советском Союзе такие установки созданы и оснащены бурильными машинами вращательного, вращательно-ударного действия и перфораторами. Созданы также буропогрузочные машины типа 1ПНБ-2, 2ПНБ-2 и др., на которых установлены на гидравлических манипуляторах в качестве несъемного бурового оборудования бурильные машины вращательного и вращательно-ударного действия для бурения шпуров в породах с f до 12. Созданное в основном для проведения горизонтальных выработок это оборудование может быть использовано и в наклонных выработках. При применении погрузочных машин бурение может выполняться при помощи пневмоподдержек, навесного бурильного оборудования, бурильных установок.

Пневмоподдержки предназначены для поддержания и подачи на забой бурильной машины. Они облегчают труд бурильщика, способствуют увеличению производительности труда. При применении ручных перфораторов на пневмоподдержках возможно совмещение бурения и погрузки породы. При применении навесного бурильного оборудования, установленного на погрузочных машинах типа ПНБ-5 (в выработках с углом наклона до 25°), 2ПНБ-2 и 1ПНБ-2а (в выработках с углом наклона до 8°) погрузка породы и бурение шпуров могут выполняться только последовательно.

При проведении наклонных выработок с применением скреперных грузчиков, установленных на салазках (лыжах), бурение шпуров выполняется с применением ручных бурильных молотков на пневмоподдержках. Применение бурильных установок и навесного оборудования в этом случае исключается. При применении ручных бурильных перфораторов и скреперных полков для погрузки породы, устанавливаемых на салазках, возможно совмещение бурения шпуров и погрузки породы. Это достигается за счет предварительного скреперования породы от забоя на расстоянии до 10 м, что создает фронт работ для бурения шпуров и последующей погрузки породы. Это мероприятие позволяет значительно сократить продолжительность проходческого цикла и способствует увеличению скорости проведения наклонных выработок.

В Советском Союзе в области механизации проведения наклонных выработок приняты меры по привлечению на применение породапогрузочных машин с навешенным буровым оборудованием и созданию комбайнов для проходки по крепким породам. Поэтому практикой настоятельно требуется ускорение выпуска и внедрения специальных погрузочных машин, позволяющих при навешивании бурильных молотков производить погрузку породы.

За рубежом при проведении наклонных выработок большое распространение получило применение средств легкой механизации с более совершенной организацией работ, в том числе и для бурения шпуров. Наибольшее распространение для бурения шпуров при этом получили бурильные молотки. Объясняется это тем, что средства легкой механизации в условиях проходки наклонных выработок являются более маневренными и обладают следующими достоинствами: незначительные затраты времени на вспомогательные и подготовительно-заключительные операции; отдельные неисправности и аварии быстро устраняются и не сдерживают скорости проходки; не вызывают затруднений при изменении направления выработки; являются более дешевыми.

Поэтому средства легкой механизации (ручные перфораторы на пневмоколонках) за рубежом, применяемые при проведении наклонных выработок, достигли максимального усовершенствования.

Все рекордные проходки наклонных выработок за рубежом были достигнуты при применении средств легкой механизации и бурильных молотков. Там в настоящее время выпускают большое число бурильных установок для механизации бурения шпуров в горизонтальных выработках, которые в условиях наклонных выработок применяются весьма редко.

При проведении наклонных горных выработок в крепких породах особенно небольшого сечения одним из решающих факторов, обеспечивающим высокую скорость подвигания забоя, является применение мощного взрывчатого вещества. Помимо высокой мощности взрывчатые вещества должны обладать безопасностью в обращении, высокой плотностью, химической стойкостью, негигроскопичностью, труднозамерзаемостью, выделением при взрыве минимального количества ядовитых газов. В настоящее время при проведении наклонных выработок в негазовых шахтах в крепких породах в основном применяют в качестве ВВ скальный аммонит № 1 в патронах диаметром 36 мм, детонит, динафталит водостойчивый и др. в патронах диаметром 28 и 32 мм. Взрывание шпуров в забоях негазовых шахт производят электроогневым или электрическим способом с помощью электродетонаторов мгновенного, короткозамедленного и замедленного действия.

В течение последнего десятилетия в СССР классические порошкообразные и прессованные патронированные ВВ заменяются рассыпными гранулированными и водонаполненными ВВ (гранулитом, зерногранулитом, игданитом, алюмотолом, акватолом и др.), отличающимися высокой сыпучестью, пониженной чувствительностью к механическим воздействиям, т. е. свойствами, необходимыми для механизированного заряжания с помощью зарядчиков типа ЗП-1, «Курама-7» и др. Применение этих ВВ при проходке наклонных стволов является целесообразным.

За рубежом (Англия, ФРГ, Швеция, США) для сокращения времени на заряжание шпуров при проведении наклонных и других горных выработок применяют патроны ВВ увеличенной длины массой до 500 г, а для заряжания шпуров порошкообразными ВВ — специальные зарядчики (эжекторные, нагнетательные и эжекторно-нагнетательные).

На передовых проходках наклонных стволов забой обуривают в два приема. После проветривания и приведения забоя в безопасное состояние с необработанной породы бурят верхние шпуров. Одновременно с этим устанавливают временную штанговую крепь, если это требуется по условиям состояния устойчивости обнаженных пород в забое. Перед погрузкой породы бурение прекращали. После уборки породы добуривали оставшуюся нижнюю часть забоя. В зависимости от физико-механических свойств и состояния пород глубина шпуров изменяется от 2 до 3 м. В качестве ВВ применяют в очень крепких породах скальный аммонит № 1 в патронах диаметром 36 мм, в породах средней крепости — динафталит, аммонит 6 ЖВ в патронах диаметром 32 мм. Диаметр шпуров в подавляющем большинстве случаев при проходке наклонных стволов составляет 40 мм. Бурение верхних шпуров с породы позволяет в значительной мере уменьшить угол их наклона с 35° до 5° к оси выработки, что обуславливает хорошее оконтуривание забоя. При этом для лучшего оконтуривания проводимых наклонных выработок оконтуривающий ряд шпуров заряжают менее мощным ВВ.

Взамен электроогневого в последнее время широкое применение получил электрический способ взрывания шпуров с использованием электродетонаторов короткозамедленного действия. С переходом на электрический способ взрывания показатели буровзрывных работ значительно улучшились, повысилось качество дробления. Типичная схема расположения шпуров при проходке наклонных стволов восходящим забоем показана на рис. 111. При проходке наклонных стволов нисходящими забоями при притоках воды бурение и заряжание шпуров нижнего ряда затрудняются из-за постоянного заиливания. Положительные результаты достигаются при проходке ствола с двухступенчатым взрыванием шпуров. Схема расположения шпуров в нисходящем

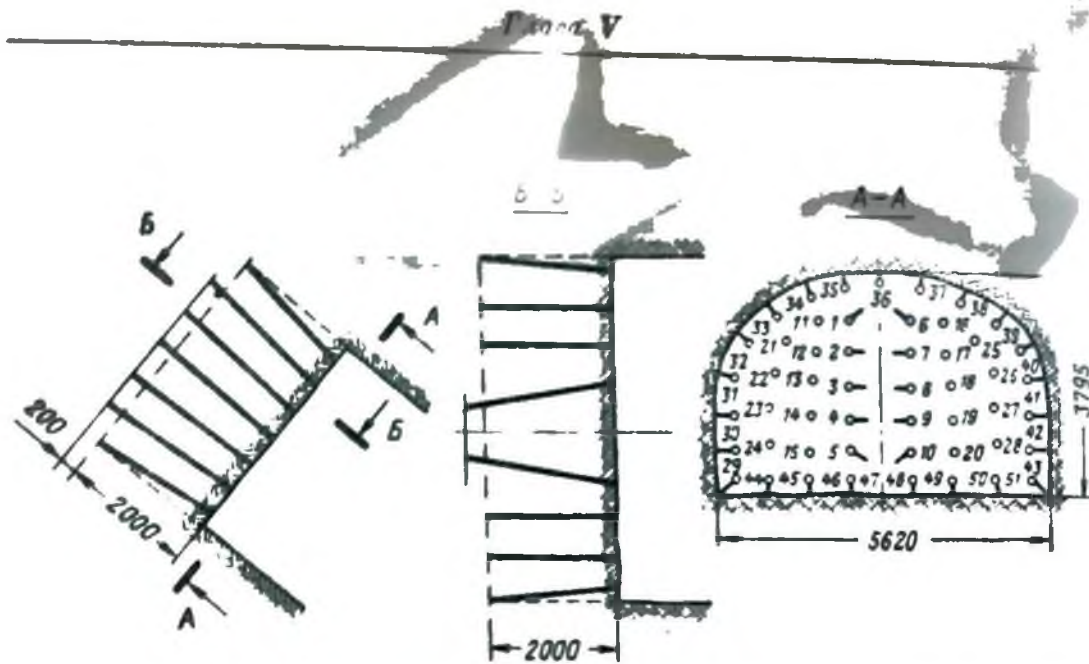
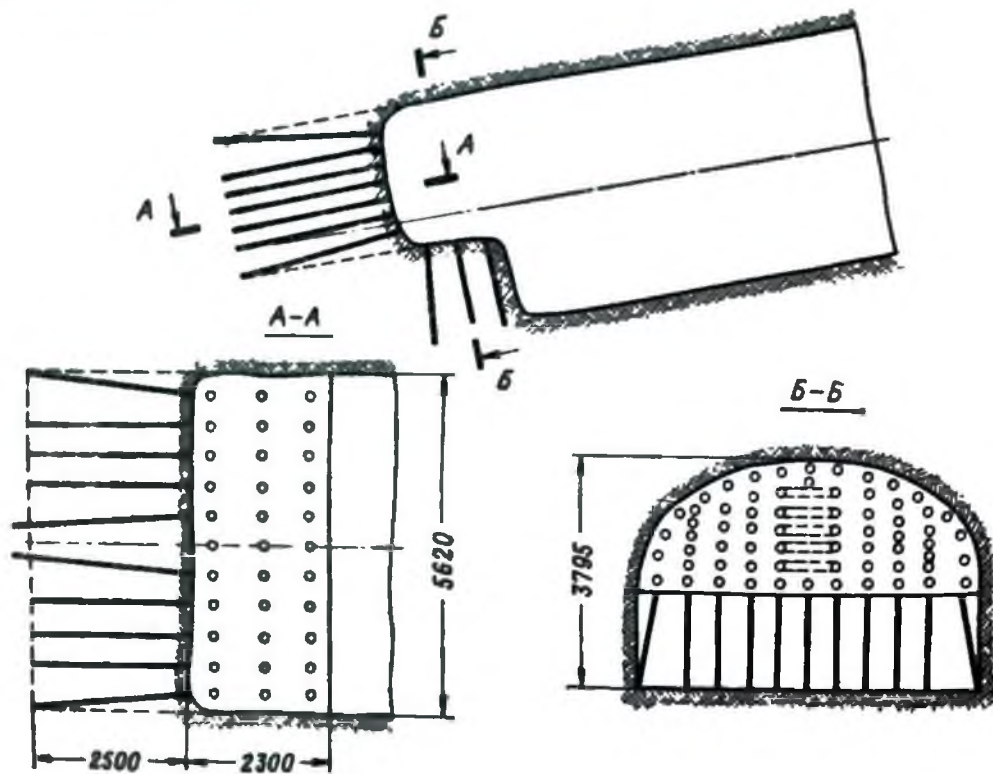


Рис. 111. Схема расположения шпуров при проходке наклонных стволов восходящим забоем

Рис. 112. Схема расположения шпуров при проходке наклонных стволов нисходящим забоем



забое наклонного ствола с уступным их взрыванием показана на рис. 112. Отбойка нижней части забоя серией шпуров с вертикальным размещением исключает необходимость уборки породы в полном объеме перед каждым бурением и обеспечивает отрыв породы по почве ствола. За счет применения такого способа отбойки пород скорость проходки возрастает до 20% и, соответственно, растет производительность труда проходчиков. При проходке наклонных стволов, как и горизонтальных выработок, большое значение приобретает качество оконтуривания, особенно при применении набрызгбетона. При проходке наклонных стволов шахты № 2 им. Артема сечением 18,76 м² по гранитам с $f = 15 \div 16$ гладкое взрывание шпуров позволило достичь высокой эффективности. В забое бурили 86 шпуров глубиной 2 м. Из 43 оконтуривающих шпуров 18 были холостыми. Расстояние между заряжаемым и холостым шпурами составляло 30 см. Верхние шпуры бурили с породы или с подмостей. В качестве ВВ применяли скальный аммонит № 1 во врубовых и вспомогательных шпурах и аммонит В-3 в оконтуривающих. Результаты буровзрывных работ приведены в табл. 46.

Таблица 46

Показатели	При взрывании	
	обычном	контурном
Удельный расход ВВ, кг:		
на 1 м ³ обуренной породы	3,9	3,9
на 1 м ³ выемки в массиве	4,5	4,3
Коэффициент использования шпуров	0,86	0,92
Коэффициент излишка сечения выработки	1,07	1,03
Время обуривания забоя, ч	3,5	4,5
Время уборки породы, ч	19,0	18,0

§ 4. Погрузка породы

Для механизации погрузки породы при проведении наклонных горных выработок применяют: погрузочные машины, переоборудованные для проведения наклонных горных выработок или созданные для работы в наклонных горных выработках; приспособления для погрузки породы в наклонных горных выработках с использованием грейферов; скреперные грузчики; механизмы, облегчающие погрузку породы ручным способом. Для погрузки породы используют также энергию взрыва.

К специальным погрузочным машинам, предусмотренным для проходки наклонных выработок, относятся ППН-7 («Проходчик») и КНС-1.

Погрузочная машина ППН-7 предназначена для механической загрузки взорванной породы кусковатостью до 400 мм в скипы, вагонетки или конвейер при проведении наклонных выработок сверху вниз по падению с углом наклона до 25° с шириной в свету от 4,8 м² и более и высотой не менее 1,9 м от уровня головки рельсов. Погрузочная машина ППН-7 (рис. 113) в вабо

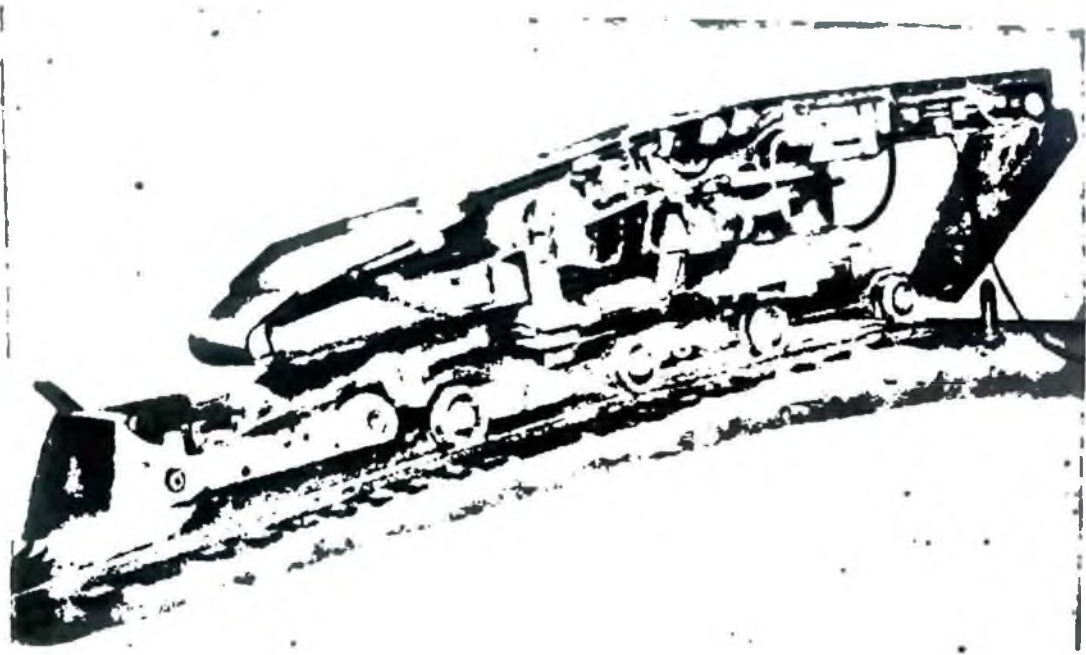


Рис. 113. Породопогрузочная машина ППН-7

подвешивается на канате, один конец которого намотан на барабан лебедки машины, а второй закрепляется специальным устройством в выработке. Подача машины на забой и ее подъем осуществляются лебедкой. Ее техническая производительность 0,6 м³/мин.

Конструктивно машина ППН-7 выполнена в виде трех основных частей: рабочей, приводной и конвейера. Рабочая часть машины состоит из рычажно-ковшовой системы, рукояти с поворотным корпусом и тележки. Смонтированный на тележке поворотный корпус является несущей конструкцией для рычажно-ковшовой системы и рукояти. Все движение ковша по циклу осуществляется гидравлическими цилиндрами, что уменьшает динамические нагрузки на машину. Внедрение ковша в породу производится без перемещения машины по рельсам.

Приводная часть машины состоит из редуктора с электродвигателем, лебедки, скатов и элементов гидравлической системы. Электродвигатель с редуктором является приводом для лебедки, машины, скатов и насосов гидросистемы. Лебедкой обеспечивается

передвижение машины в наклонной выработке по рельсам относительно забоя. При этом свободный конец каната закреплен позади машины в проводимой выработке с помощью специальных устройств. Рабочая и приводная части соединены между собой сцепкой. Над ними расположен конвейер, транспортирующий породу от ковша в скип, вагонетку или на забойный конвейер. Конвейер опирается передней частью на поворотный корпус, а задней — на шаровую опору приводных полускатов. Для удобства транспортирования, монтажа и демонтажа в шахтных условиях рама конвейера выполнена из трех частей, соединенных между собой болтами.

Для обеспечения работоспособности в условиях наклонной выработки транспортная несущая поверхность ленты снабжена двумя рядами резиновых скребков.

Конвейер имеет отдельный привод с электродвигателем мощностью 7,5 кВт.

Возможность легко разобрать машину на три части обеспечивает хорошую транспортабельность при доставке машины к месту работы, а также создает удобство при ее монтаже и демонтаже в шахте. Машина имеет колесный ход на колею 900 мм, по заявке заказчика может быть изготовлена на колею 600 или 750 мм. Переход с одной колеи на другую производится на шахте путем замены осей полускатов.

В комплект машины входят два навесных манипулятора для установки бурильных машин. Машина удобна в обслуживании, снабжена лампами дневного света, системой орошения. С помощью элементов автоматики и соответствующих блокировок обеспечиваются легкость и безопасность управления машиной.

Машина ППН-7 может применяться при различных технологических схемах проведения наклонных выработок. Использование машины в сочетании с рельсовым транспортом или с конвейерами различных типов позволяет применять стационарное оборудование (подъемные лебедки, рельсовые пути, конвейеры), которое в дальнейшем будет использоваться при эксплуатации выработки.

Машина ППН-7 изготавливается Дружковским машиностроительным заводом Донецкой области.

На шахте «Томская» № 1 в Кузбассе с применением погрузочной машины ППН-7 проходили людской уклон под углом 14° по породам с $f = 7 \div 9$ сечением в проходке $9,2 \text{ м}^2$ с притоком воды в забой $15\text{—}18 \text{ м}^3/\text{ч}$. Воду откачивали насосом ВИМ-18. Шпурь бурили перфораторами ПР-24лб на пневмоподдержках П-18. Выдачу породы производили вагонетками грузоподъемностью $1,5 \text{ т}$ с помощью лебедки БГ-800.

Погрузка породы в вагонетку составляла $3\text{—}4$ мин, а ее откатка и обмен при длине уклона $120\text{—}150 \text{ м}$ — $10\text{—}12$ мин. При такой схеме транспортирования на погрузку $13\text{—}15 \text{ м}^3$ породы

на забоя при подвигании за 1,4—1,5 м требовалось 4 м. Суточная скорость проходки достигала 5,2 м, а производительность труда проходчиков — 2,4 м³ горной выработки на выход.

На шахте «Распадская» в Кузбассе при проходке наклонного ствола под углом 11° сечением 15,4 м² в свету и 22,6—34,1 м³ в проходке взорванную породу убирала машина ППН-7 на перегружателе длиной 51,6 м, изготовленный из конвейера РТУ-30



Рис. 114. Породопогрузочная машина КНС-1

и смонтированный на металлической раме с полускатами. Далее установлен был ленточный конвейер КЛ-150. Применение перегружателя позволило осуществлять наращивание конвейера КЛ-150 через 50 м. Перегружатель перемещался по наклонному стволу лебедкой БЛ-1200 и находился от забоя на расстоянии 11—12 м. Применение такой технологической схемы позволило осуществить непрерывную погрузку породы из забоя и достигнуть производительности труда проходчиков на выход при проходке ствола с временной крепью 1,8—2,0 м³ выработки в свету, что почти в три раза выше, чем аналогичные средние показатели проведения наклонных выработок по шахтам угольной промышленности.

Проходческая машина КНС-1 (рис. 114), разработанная ЦНИИПодземмашем, предназначена для механизации горнопроходческих работ при проведении наклонных стволов с углом наклона до 55° с сечением в свету 6,4 м² и выше. Машина КНС-1 механизмирует следующие горнопроходческие операции: обустройство забоя, погрузку взорванной породы в скипы, возведение временной и постоянной крепи, укладку временных путей. Ее производительность 15—20 м³/ч.

В зависимости от вида выполненной работы машина КНС-1 оборудуется различными рабочими органами: шестичелюстным грейфером, бурильной установкой или кренеукладчиком.

В наклонной выработке она подвешивается на канате тяговой лебедки, конец которого закрепляется на якоре, и может погружать взорванную породу как в скипы, так и на конвейер в зависимости от угла наклона выработки.

Машина КНС-1 (см. рис. 114) представляет собой тележку 1, на которой расположены: опорноповоротная тяга со стрелой постоянного вылета 2, цилиндры гидропривода для перемещения стрелы в вертикальной и горизонтальной плоскостях; тяговая лебедка 3 с электроприводом, обеспечивающая передвижение машины вдоль выработки; сидение машиниста с пультом управления 4 и электрооборудование.

Для удержания машины от опрокидывания во время работы в передней и задней частях рамы тележки установлены роликовые захваты 5,двигающиеся по двутавровой балке, проложенной посредине секции временного пути (рис. 115).

Для торможения машины во время проходческих операций, помимо тормоза лебедки, на раме тележки установлено стопорное устройство с гидropружинным механизмом захвата. Это стопорное устройство используется также в случае обрыва каната. Главный привод проходческой машины принят электрический, привод рабочих органов стрелы, стопорного устройства и кренеукладчика — гидравлический. Привод бурильной установки — пневматический.

Породопогрузочная машина 2ПНБ-2 предназначена для погрузки взорванной породы с крупностью кусков до 500 мм и проведения выработок с углом наклона до 8° площадью сечения более $5,4 \text{ м}^2$ в свету в породах с $f \leq 12$. Нагребающая часть машины (рис. 116) выполнена в виде наклонной приемной плиты, снабженной двумя нагребающими лапами и шарнирно прикрепленной к раме ходовой частью. Носок нагребающей части с помощью двух гидродомкратов может устанавливаться в различные по высоте положения (относительно уровня почвы выработки).

При применении погрузочных машин, сконструированных для горизонтальных выработок под углом $16-18^\circ$, к ведущим их колесам прикрепляют два барабана с канатом, пропущенным через ролики балансирующей рамки. Рамка крепится выше машины на упорных стойках и служит для того, чтобы машина не сходила с рельсов из-за неравномерного наматывания канатов на барабаны при движении вверх по выработке.

Выпускаемые породопогрузочные машины и механизмы практически не обеспечивают полностью механизацию погрузки взорванной крепкой породы в наклонных выработках, особенно с углами наклона более 16° , и находятся еще в степени испытаний.

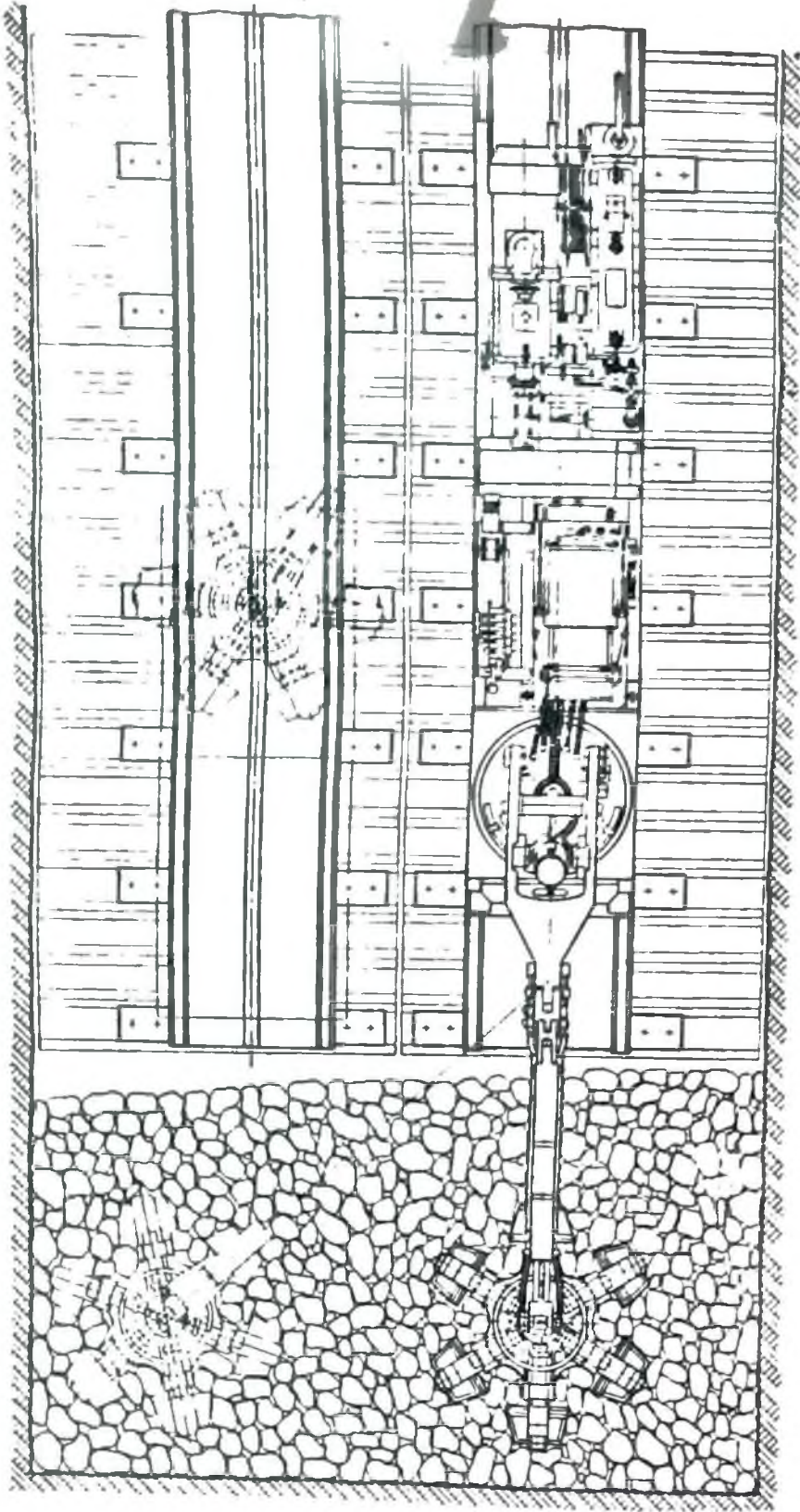
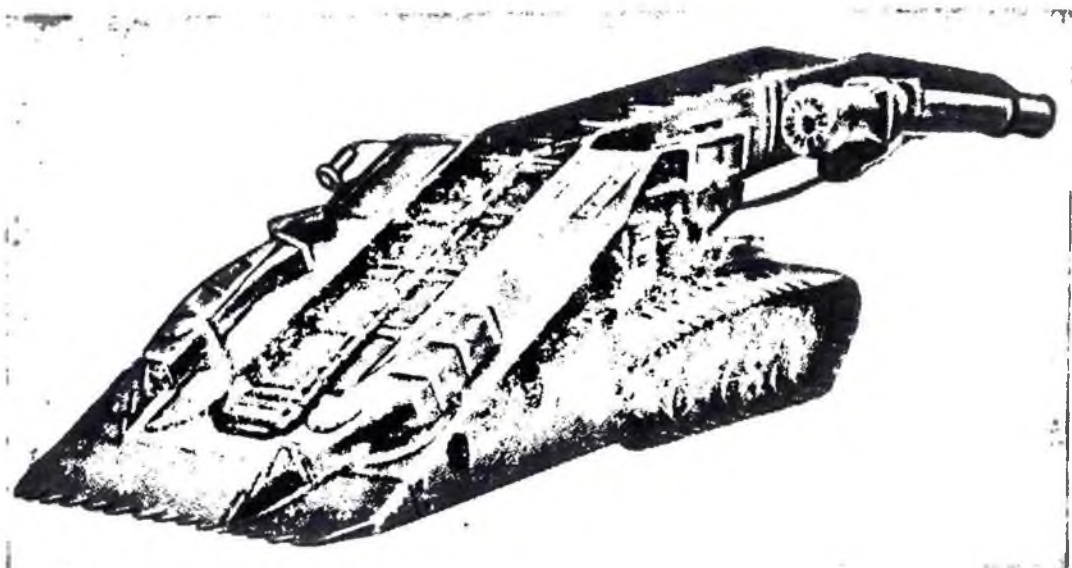


Рис. 115. Породопогрузочная машина КНС-1 в плане

Из-за отсутствия широко применяемых породопогрузочных машин при проходке наклонных выработок нисходящим забоем в настоящее время единственным наиболее надежным средством механизации погрузки крепкой породы при углах наклона до 16° остаются скреперные установки. Поэтому в последние годы за рубежом и в нашей стране при проходке наклонных выработок все чаще применяют скреперную погрузку. Так, во Франции на шахте № 18 «Ленс Льевен» за 25 рабочих дней было пройдено 403 м уклона сечением в проходке $9,5 \text{ м}^2$. ВНИИОМШСом в содружестве с комбинатом Донецкшахтострой и шахтой «Щегловская-Глубокая» разработана технология и создан на базе серийно выпускаемого высокопроизводительного оборудования скреперный комплекс СКУ-1 для механизации погрузки породы в наклонных выработках с углами наклона до 35° , применяемый с 1964 г. на шахтах Донбасса. При уборке взорванной крепкой породы в наклонных выработках наиболее производительной является схема с применением передвижных скреперных полков, устанавливаемых на расстоянии 10—20 м от забоя. Со скреперного полка породу грузят в скипы (или вагонетки), поднимаемые подъемной лебедкой или машиной через шкив, закрепленный на скреперном полке при проходке восходящим забоем. Скреперный полк перемещают к забою скреперной или вспомогательной лебедкой, находящейся в стволе, через блочок, закрепленный в забое. Проектной группой комбината Кривбассшахтопроходка совместно с криворожским филиалом ВНИИОМШСа разработаны специальные скреперные полки для механизации погрузки породы при

Рис. 116. Породопогрузочная машина 2ПНБ-2



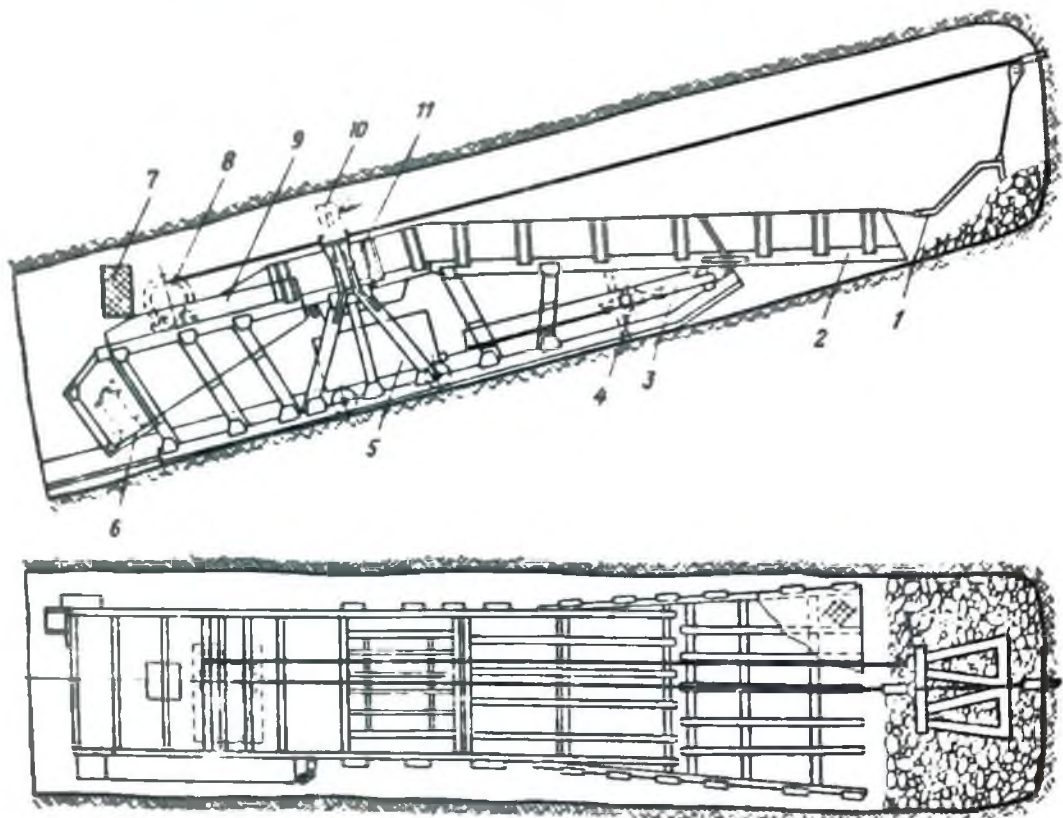
проходке наклонных стволов восходящими и нисходящими забоями, которые нашли успешное применение на шахте им. Артема.

Максимальное расстояние полка от забоя составляло не более 80 м. Для скреперования породы на полке предусмотрены тяжелые литые скрепки и скреперные лебедки ЛС-45, 2ЛС-55 и ЛС-100, устанавливаемые на скреперном полке. Общая ширина захвата скрепков составляла 2200 мм. Общий вид скреперной установки с полком для проходки наклонных стволов восходящим забоем приведен на рис. 117. Подъем скипов по наклонному стволу осуществляется при этом через отводной шкив, закрепленный под скреперным полком.

Расположение шкива обеспечивает необходимый перепад, определяемый требованиями правил техники безопасности. Для исключения спада каната со шкива предусмотрена специальная предохранительная скоба. Для скипов применяют временные пути из рельсов Р-33 с колеей 900 мм.

Рис. 117. Общий вид скреперного полка для проходки наклонных стволов восходящим забоем:

1 — скрепер литой; 2 — лоток для скреперования породы; 3 — контейнер для буров; 4 — блок для подтягивания скипа; 5 — скип; 6 — площадка для сварочного аппарата; 7 — площадка машиниста; 8 — скреперная лебедка 2ЛС-55; 9 — бак для воды; 10 — прожестор; 11 — проиштейн



Для увеличения срока службы подъемного каната последний располагают на специальных роликах, закрепляемых на шпалах рельсовых путей. Холостая ветвь каната (при нисходящем забое) опирается на ролики, закрепляемые тросиком к кровле ствола. Погрузку породы в скипы при проходке восстающими забоями осуществляют двумя способами.

При расстоянии от скреперного полка 25—30 м породу из забоя сразу загружают в скипы. С увеличением расстояния породу сначала скрепером перемещают на 8—10 м от забоя, а погрузку в скипы осуществляют одновременно с бурением нижних шпуров забоя ствола. Чтобы скреперный блок и канаты не затрудняли работу по оборудованию забоя, его закрепляют на канат или цепь. На участке скреперования между полком и забоем через каждые 8—10 м устанавливают оросители на дугообразных трубах, которые подключают к трубам водоснабжения и снимают после каждого перегона полка на новую заходку. Полк на новую заходку перемещали, как правило, через 60—80 м после предварительной планировки почвы до проектной отметки.

Разрешение на перемещение полка оформлялось актом после инструментальной съемки участка маркшейдером. Для перемещения полка применяли скреперную лебедку самого полка. Для этого холостая ветвь каната отсоединялась от скребка и пропускалась через полиспаг. Подвижной блок полиспага прикрепляли к скреперному полку, а неподвижный — в забое ствола к усиленным анкерам, закрепленным в шпуре. Натяжением холостой ветви полк перемещали на расстояние 15—20 м от забоя. Чистое время на перемещение полка не превышало 70—90 мин. В новом положении для большей устойчивости полк тщательно раскрепляли с помощью анкерных болтов, установленных в стенке и почве ствола. После раскрепления полка в новом положении производили настилку путей для скипа. Освещение ствола на участке между полком и забоем осуществляли электрическими лампами напряжением 36 В, подключенными к переносному кабелю. На скреперном полке, как правило, устанавливали мощный прожектор.

Проветривание забоя осуществляли по нагнетательной схеме через трубы диаметром 500 мм, используя последовательно соединенные вентиляторы местного проветривания. Максимальная скорость проходки наклонного ствола в крепких породах восходящим забоем 107,7 м/мес была достигнута в марте 1962 г. на шахте № 2 им. Артема (в гранитах $f = 15 \div 16$). Поперечное сечение ствола 19,17 м² в проходке, глубина шпуров 2 м, к. и. ш. = 0,84. Средняя продолжительность проходческого цикла составила 11 ч 35 мин; сменная производительность одного проходчика — 3,3 м³/смену. График организации работ в восходящем забое наклонного ствола приведен на рис. 118.

Как показал опыт проходки наклонных стволов в гравий с $f = 14 \div 16$ в Кривбассе производительность скреперной погрузки в нисходящих забоях в 2,2--2,6 раза ниже по сравнению с производительностью скреперной погрузки в условиях восходящих забоев, а при наличии притока воды в стволе уменьшается еще больше. Частично это объясняется тем, что при работе скрепера вода вымывает мелкую фракцию породы и переносит ее вниз к забою. При этом нижние слои взорванной породы уплотняются до такого состояния, когда скребок практически скользит по ним, в связи с чем примерно 20% породы необходимо убирать с предварительным рыхлением отбойными молотками. Общий вид скреперной установки с полком для проходки наклонных стволов нисходящим забоем приведен на рис. 119.

Масса скреперного полка составляет 8,5 т. Стоимость 1 т металлоконструкции 250 руб. без оборудования. Наибольшая скорость проходки нисходящим забоем в Кривбассе составила 47,8 м/мес в 1965 г.

При проходке наклонных стволов нисходящим забоем воду из забоя откачивают пневматическими насосами Н-1м или ПИ-12/105 в зависимости от высоты подачи. Доставку насосов ПИ-12/105 в забой и из забоя перед взрывом производят скре-

Рис. 118. График организации работ при проходке наклонного ствола восходящим забоем

Операции	Объем на цикл	время на один цикл	Смены																									
			I							II							III											
			ч	мин	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6
Приведение забоя в безопасное состояние	—	0 20																										
Установка штанговой крепи в забое	5-8	2 10																										
Бурение шпуров верхней части забоя, шт	11	1 20																										
Уборка породы от забоя, м ³	54	2 00																										
Бурение шпуров нижней части забоя, шт	40	5 00																										
Уборка породы, м ³	54	4 00																										
Зарядка шпуров	51	0 40																										
Наращивание трубопровода, м	6	0 30																										
Взрывание и проветривание	—	0 30																										

перной лебедкой на специальных салазках, прикрепленных к скребку.

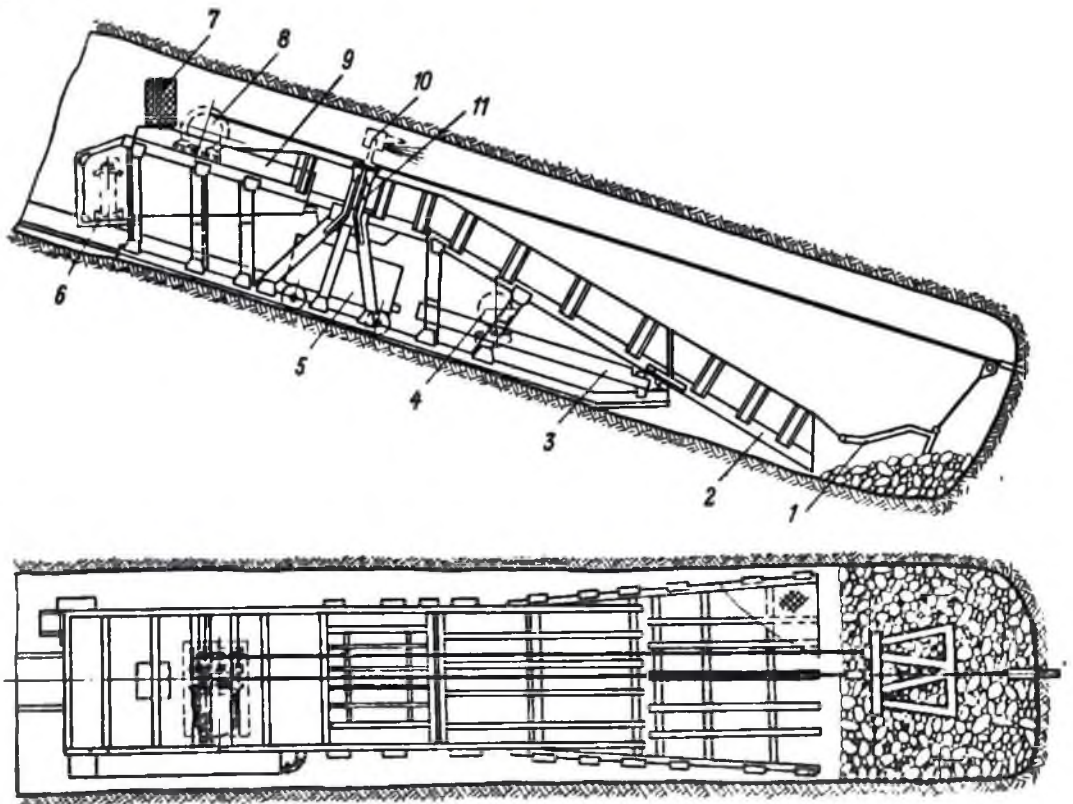
За рубежом основными фирмами, определяющими технический уровень в деле создания погрузочных машин, являются «Джой», «Эймко», «Гудмен» (США), «Атлас Копко» (Швеция) «Мэйвор энд Коулсон» (Англия) и «Зальцгиттер» (ФРГ). Наибольшее распространение получили машины периодического действия с ковшовым погрузочным органом, подразделяющимся на машины с прямой и со ступенчатой погрузкой.

В мировой практике проведения горных выработок все большее распространение получают машины с боковым захватом. При этом наиболее эффективными являются машины с парными нагребными лапами, практически вытеснившие другие типы машин непрерывного действия.

В последнее время в ряде зарубежных стран широкое распространение получают погрузочно-доставочные машины, выполня-

Рис. 119. Общий вид скреперного полка для проходки наклонных стволов нисходящим забоем:

1 — скрепер; 2 — лоток для скреперования породы; 3 — контейнер для буров; 4 — лебедка ЛПТ-3 для перетягивания полка; 5 — скип; 6 — площадка для сварочного аппарата; 7 — площадка машиниста; 8 — лебедка 2ЛС-55; 9 — бак для воды; 10 — прожектор; 11 — кронштейн



еще три операции: погрузка, транспортирование и разгрузка отбитой горной массы.

В последнее время фирмы «Секома» (Франция) и «Мэйвор энд Коулсон» (Англия) выпускают буропогрузочные машины, позволяющие при проведении горных выработок производить бурение шуров и забое и погрузку взорванной породы.

При проведении наклонных выработок с углами наклона до 8—12° применяют те же погрузочные машины, что и в горизонтальных выработках.

В последние годы за рубежом наблюдается сокращение использования машин ковшового типа и увеличение числа применяемых машин непрерывного действия с парными нагребными лапами и машины с боковой разгрузкой ковша. Это объясняется тем, что машины ковшового типа менее производительны и обеспечивают меньшую скорость проходки.

При проведении наклонных выработок с углами наклона более 12° за рубежом применяют специальные погрузочные машины.

Для погрузки породы в забоях наклонных стволов в Канаде и США успешно применяли погрузчик «Крейдерман», состоящий из грейфера, телескопической стрелы с пневмоцилиндрами, рамы с кабиной машиниста и вспомогательного оборудования. Породу грузили в скип. В последнее время грейферные грузчики «Крейдерман» применяют в Австралии при проходке наклонных стволов. В США при проведении наклонных выработок с углами наклона до 18° для погрузки взорванной породы применяют погрузочные машины на гусеничном ходу «Эймко-632», позволяющие достигать скорости проходки до 4 м/сутки и производительности труда проходчиков 5—6 м³ на выход.

В ФРГ при проведении наклонных выработок применяют погрузочные машины типа S и 2S системы Дайльмана с гидроприводом «Вестфалия». Машина типа S имеет ковш емкостью 0,6—1,25 м³ с боковой разгрузкой, который может выдвигаться на 2,25 м и при установке крепи используется как рабочий полук. Машина может применяться в выработках сечением более 5 м². Производительность ее достигает 120 м³/ч.

Погрузочная машина 2S имеет два ковша, что позволило повысить ее производительность до 180 м³/ч. Ее применяют в выработках сечением 14 м² и более. Оба ковша грузят породу на скребковый конвейер, установленный по центру машины. Максимальный радиус действия машины 10 м.

На Японском руднике «Садзаре» впервые в мировой практике при проведении наклонного ствола под углом 45° для механизации погрузки породы применили подвесной самоходный погрузочный экскаватор с ковшем емкостью 0,12 м³. Его подвешивают в стволе к двум направляющим рельсам и перемещают в продольном направлении по зубчатой рейке. Корпус машины фиксируется

в направляющих рельсах специальным тормозом. Масса машины 3,1 т, длина 6,3 м, ширина 1,36 м, высота 1,35 м. Управляет машиной один оператор в специальной кабине, управление гидравлическое. Породу грузят в скипы с полезной массой груза 1,8 т.

Максимальная скорость проходки с использованием этой машины составила 40 м/мес.

В среднем за сутки выполняли один проходческий цикл с продвижением забоя на 1,62 м. Производительность труда составила 2,98 м³/чел-смену выработки в проходке.

На задних колесах ковшовых погрузочных машин, переоборудованных для погрузки в наклонных выработках, монтируют дополнительные барабаны для навивки удерживающего каната, проходящего через блочки, прикрепленные к шпалам.

При проведении наклонных выработок используют погрузочные машины типа «Эймко», «Джой» и др.

§ 5. Постоянная крепь наклонных стволов и средства механизации ее возведения

Широко применяемая при креплении наклонных стволов в крепких породах бетонная крепь в последнее время вытесняется безопалубочным видом крепи — набрызгбетоном, толщина которого достигает 30—100 мм по металлической сетке, и анкерным болтом на цементном растворе.

Бетонная крепь применяется в сильно трещиноватых крепких породах главным образом при креплении сопряжений наклонных стволов с примыкающими выработками. Для механизации укладки бетонных смесей за металлические инвентарные опалубки применяют бетоноукладчики УБ-1, позволяющие транспортировать бетонные смеси на высоту до 30 м на расстояние до 200 м.

До возведения набрызгбетонной крепи анкерные болты и сетку устанавливают частично со скреперных полков и в основном со специальных переносных полков. Набрызгбетонную крепь на стенки и кровлю наклонного ствола наносят с отставанием от забоя на 60—120 м или после окончания проходки при достаточной устойчивости пород. В трещиноватых породах отставание набрызгбетонной крепи может быть уменьшено до 20—30 м.

При применении обычной технологии крепления наклонных стволов набрызгбетоном компоненты сухой смеси доставляют к месту производства набрызгбетонных работ отдельно. Здесь же устанавливают комплекс необходимых механизмов, состоящий из бетономешалки емкостью 250 л, двух бункеров для цемента и песка, машины БМ-60 и транспортера для загрузки ее сухой смесью.

При этом заделживается бригада из 3 человек.

Из-за сложных условий доставки компонентов в связи с загрязненностью подъемных машин, трудоемкости операций по погрузке и разгрузке компонентов смеси, громоздкости и нетранспортабельности комплекса производительность труда рабочих, занятых на набрызгбетонных работах, при такой технологии низкая. Так, при креплении наклонных стволов шахты № 2 им. Артема в Кривбассе среднемесячная производительность одной машины БМ-60 при такой технологической схеме составляла около 330 м² поверхности при скорости не более 30 м/мес ствола. Производительность труда одного рабочего в смену составляла 0,75 м³ сухой смеси, или 5,5 м² выработки. При этом задерживание скипов на доставку сухой смеси к месту производства работ по креплению и неизбежные перегрузки ее отрицательно сказывались на скорости горнопроходческих работ и увеличивали запыленность выработок.

С 1967 г. в системе комбината Кривбассшахтопроходка стали применять новую технологию крепления наклонных стволов набрызгбетоном с помощью комплекса оборудования, обеспечивающего полную механизацию работ. Общий вид технологического комплекса для механизированного крепления наклонных стволов, примененный на шахте № 2 им. Артема, показан на рис. 120.

По новой технологической схеме модернизированная машина БМ-60 устанавливается на поверхности вблизи устья наклонного ствола и загружается сухой смесью скипом с помощью специального комплекса, а транспортирование сухой смеси осуществляется по трубам диаметром 100 мм на расстояние до 3 км к месту нанесения набрызгбетонной крепи. Приготовление сухой смеси производят централизованно на бетонном заводе, где была оборудована специальная механизированная линия по подготовке и сушке песка и автоматическому дозированию компонентов, а доставку ее к установке БМ-60 осуществляли в автосамосвалах.

В машину БМ-60 смесь загружали механизированным способом. Между технологическим комплексом на поверхности и местом производства набрызгбетонных работ была установлена телефонная связь. Сухая смесь транспортировалась по трубам со скоростью 21—23 м/с.

У сопла скорость движения сухой смеси значительно повышается за счет уменьшения выходного диаметра отверстия питателя со 108 до 50 мм. Затворение смеси водой производится на некотором удалении от сопла. Имевшееся соотношение скоростей потока смеси до и после питателя и после затворения водой обеспечивало бесперебойную работу по набрызгу бетона на участке длиной от 200 до 3000 м.

В качестве вяжущего применяется портландцемент и шлакопортландцемент марок 300 и 400; в качестве заполнителя — карьерный песок крупностью 0—10 мм. влажностью 6—8%, с содер-

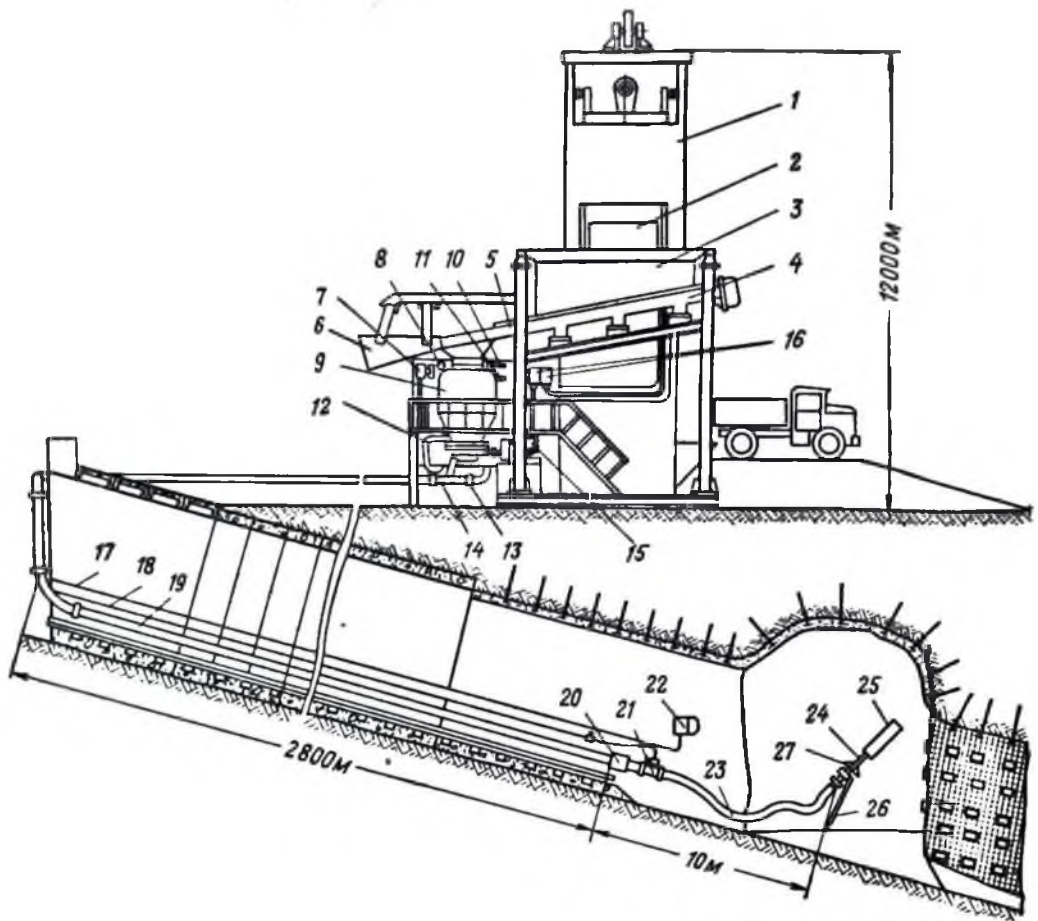


Рис. 120. Схема технологического комплекса для механизированного производства набрызгбетонных работ в наклонных стволах:

1 — вертикальный копер; 2 — скип для сухой смеси; 3 — бункер; 4 — вибропитатель; 5 — сито просеивания сухой смеси; 6 — бункер для отсеянных отходов; 7 — телефон ТАШ МБ; 8 — пневмоколлектор; 9 — машина БМ-60; 10 — рычаг конусного затвора машины БМ-60; 11 — пульт управления подачи сжатого воздуха в дозатор и пневмотранспортную магистраль; 12 — шланг подачи сжатого воздуха в машину БМ-60 диаметром 65 мм; 13 — шланг подачи сжатого воздуха в магистральный патрубок для транспортирования сухой смеси по трубопроводу; 14 — материальный патрубок для приема сухой смеси; 15 — электропривод дозатора машины БМ-60; 16 — пульт управления комплексом; 17 — магистраль телефонной связи ТАШ МБ; 18 — водная магистраль; 19 — пневмотранспортная магистраль; 20 — камерный ускоритель; 21 — камера затворения водой; 22 — телефон; 23 — материальный высокообразивный шланг диаметром 65 мм; 24 — сопло; 25 — насадка полиэтиленовая диаметром 100 мм; 26 — поддержка; 27 — штурвал

жанием глины до 8—9%, с объемом пустот — 40—45%. Состав смеси принимается, как 1 : 3. На 1 м³ смеси расходуется 400 кг цемента марки М300 и 1350 кг песка.

С бетонного завода смесь автосамосвалами доставляется к комплексу и выгружается в скип емкостью 1,5 м³, затем в бункер емкостью 6 м³.

Машина БМ-60 заполняется с помощью вибропитателя, являющегося днищем бункера. При этом материал просеивается через

сито с ячейками 30×30 мм. Все операции на комплексе осуществляет оператор, остальные два человека в забое занимаются набрызгбетонными работами.

До начала транспортирования сухой смеси оператор устанавливает начальное давление сжатого воздуха в системе, затем включает привод машины БМ-60. При прохождении сухой смеси по пневмотранспортной магистрали потери давления увеличиваются, отчего показания манометра повышаются и устанавливается эксплуатационное давление.

До начала набрызга сопловщик регулирует подачу воды в камеру затворения, смывает с поверхности выработки пыль и грязь. Для уменьшения реактивной отдачи струи сопло удерживается с помощью поддержки. В процессе набрызга бетонной смеси сопловщик производит плавные круговые движения, заполняя углубления и неровности, имеющиеся между поверхностью выработки и прижатой к ней болтами сеткой. Затем наносится слой смеси толщиной 2—3 см поверх сетки.

При опорожнении камеры машины БМ-60 оператор выключает привод дозатора. По мере уменьшения количества подаваемой по магистрали смеси давление в ней уменьшается до определенной величины. При этом оператор прекращает подачу сжатого воздуха и выпускает из системы воздух. На этом цикл заканчивается. Расход сжатого воздуха при транспортировании смеси составляет 12—14 м³/мин. Транспортную магистраль, прокладываемую по почве наклонного ствола, собирают из труб $108 \times 4 \times 5$ мм на муфтах, так как фланцевое соединение труб вследствие их большого износа в местах стыкования ненадежно.

Для крепления набрызгбетоном околоствольных камерных выработок и наклонного ствола № 2 смесь подавалась по пневмотранспортным магистралям, подключенным к основной. Отводы выполнялись коленами с двойной футеровкой, которые соединялись на поворотных фланцах. Для уменьшения потерь давления и абразивного воздействия транспортируемой струи радиус колен был принят 3—4 м.

Для затворения смеси сначала применяли стандартное сопло. Исследования показали, что часть цемента не гидратировала, а концентрация пыли у места работ составляла 120—150 мг/м³. Для повышения активности цемента и уменьшения пылеобразования была внедрена улучшенная технология затворения смеси водой. Камера смещения смеси с водой была отдалена от сопла на 5—6 м, а сопло заканчивалось цилиндрической насадкой, которая способствовала лучшему перемешиванию (рис. 121).

Все это позволило повысить прочность набрызгбетона на 30—70%, снизить количество выделяемой пыли до 10—15 мг/м³ и увеличить толщину набрызгиваемого за один прием слоя до 8—

10 мм по своду и до 40—50 мм по стенкам. За 1969—1972 гг. набрызгбетоном закреплено 5,4 км наклонных стволов и 52 камеры. При этом израсходовано более 12 тыс. м³ сухой смеси и закреплено 79 тыс. м² выработок поверхности.

- Крепление набрызгбетоном производилось звеном, состоящим из оператора, сопловщика и его помощника.

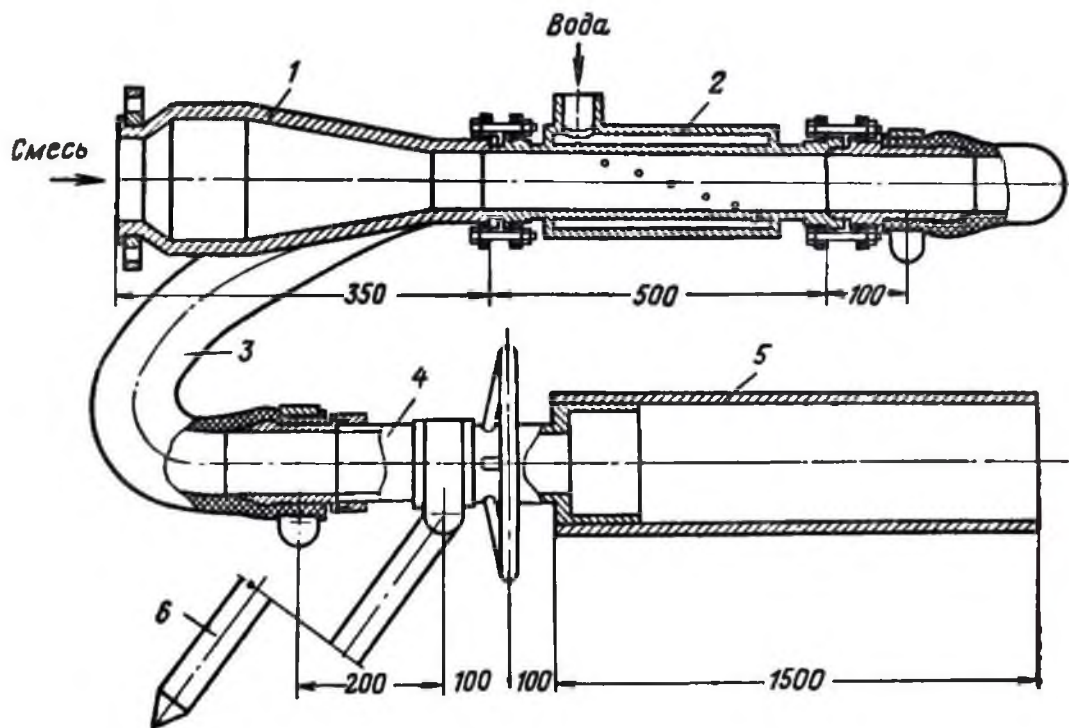


Рис. 121. Устройство для затворения смеси водой:

1 — камерный питатель; 2 — камера затворения водой; 3 — материальный шланг; 4 — сопло; 5 — насадка; 6 — штурвал

В марте 1970 г. бригада из 12 человек за 264 чел-смены закрепила 6 тыс. м² наклонного ствола, уложив 900 м³ сухой смеси при дальности доставки ее 2000 м. Производительность одного рабочего при этом составила 3,37 м³ сухой смеси в смену, или 22,7 м² выработки в смену. В декабре 1971 г. бригада из 6 человек, работая в две смены, закрепила 4100 м² сопряжения наклонного ствола с камерой перегрузочного узла и уложила 480 м³ сухой смеси за 96 чел-смен при расстоянии доставки 2600 м. Производительность труда одного рабочего при этом составила 5 м³ сухой смеси за смену, или 43 м² выработки с толщиной покрытия 60—80 мм. По данным наблюдений за работой комплекса на транспортирование и укладку 1 м³ сухой смеси затрачивалось 26—30 мин.

Скорость крепления наклонных выработок набрызгбетоном в зависимости от толщины слоя и периметра выработки при достигнутой комплексом производительности:

$$V = \frac{TQ\beta}{kPn}, \text{ м/смену,}$$

где T — время работы установки, ч;

Q — производительность, м³/ч;

β — коэффициент выхода, равный 0,65 (для легких бетонов);

k — коэффициент отскока, равный для данных условий 1,1, а для обычных 1,3;

P — периметр выработки, м;

n — толщина набрызгбетонной крепи, м.

Благодаря механизации набрызгбетонных работ при креплении наклонных стволов шахты № 2 им. Артема получен экономический эффект за 1971 г. в сумме 90 тыс. руб. при креплении 21 тыс. м² выработки, а за 1972 г. — 20 тыс. руб. при креплении 4,4 тыс. м² выработок (на остаточный объем работ).

В настоящее время безопасный способ крепления подземных горных выработок с помощью машины БМ-60 конструкции института ЦИИИПодземмаш получил самое широкое распространение.

Эффективность применения этих машин в значительной мере сдерживается из-за низкого качества комплектуемых к ним резиноватканевых рукавов, срок службы которых незначителен. Институтом ЦИИИПодземмаш совместно с Казанским заводом резинотехнических изделий созданы износостойкие резиновые рукава новой конструкции с увеличенной толщиной внутреннего резинового слоя. Резина, применяемая для их внутреннего и наружного слоев, имеет в 5—6 раз большую износостойкость на истирание по сравнению с резинами для рукавов, изготовлявшихся промышленностью ранее.

Рукава указанных диаметров выпускаются длиной по 10 м и работают под давлением 6 кгс/см².

Наиболее эффективными в практике безопасного крепления выработок оказались рукава новой конструкции диаметром 65 мм.

Техническая характеристика рукавов

Диаметр, мм:				
внутренний	38	50	65	90
наружный	52	70	90	120
Толщина внутреннего резинового слоя, мм	5	7	8	10
Минимальный радиус изгиба, м	0,76	10	13	18

МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ВОССТАЮЩИХ ВЫРАБОТОК

§ 1. Общие сведения

В практике строительства и реконструкции шахт одним из трудоемких видов работ является проходка восстающих выработок в крепких породах.

Восстающие проходят под углом $60-90^\circ$ к горизонтальной плоскости. Их длина зависит от высоты этажа и наиболее часто достигает 100 м. Некоторые восстающие, особенно в выработках подземных бункеров, по длине меняют направление. При выборе способа проведения длина восстающего имеет большое значение. Наиболее сложно проходить восстающие высотой 70—100 м; возникают трудности с проветриванием, подъемом материалов и оборудования, передвижением людей и т. п.

Проектами, как правило, предусматривается форма поперечного сечения восстающих с минимальными размерами в свету 1200×1500 мм и максимальными — 3000×2500 мм. Такую форму имеют сечения восстающих, состоящих из двух-трех отделений. Квадратную форму сечений имеют восстающие какого-либо одного назначения. С применением подвесных клетей для проходки восстающих широкое распространение получила круглая форма поперечных сечений.

Сечение круглой формы применяют для вентиляционных восстающих, емкостных частей подземных бункеров, породоперепускников.

В крепких породах применяют две основные технологические схемы проходки восстающих: обычная (самая трудоемкая) и механизированная с помощью различных комплексов и оборудования: *а* — с помощью самоходного комплекса КПВ-1; *б* — с помощью комплекса КПРС; *в* — с помощью подвесных клетей.

В настоящей главе рассматривается механизированная, как наиболее перспективная, высокопроизводительная схема проходки восстающих.

§ 2. Проходка восстающих с помощью комплекса КПВ-1

Для механизации проведения восстающих выработок в устойчивых породах под углом $60-90^\circ$ к горизонту применяют проходческий комплекс КПВ. Он состоит из следующих основных

механизмов и узлов (рис. 122): самоходного проходческого полка передвигающегося по специальному монорельсу, закрепленному штапгами висячем боку восстающего; шланговой лебедки автоматически разматывающей и наматывающей шланг, подводящий

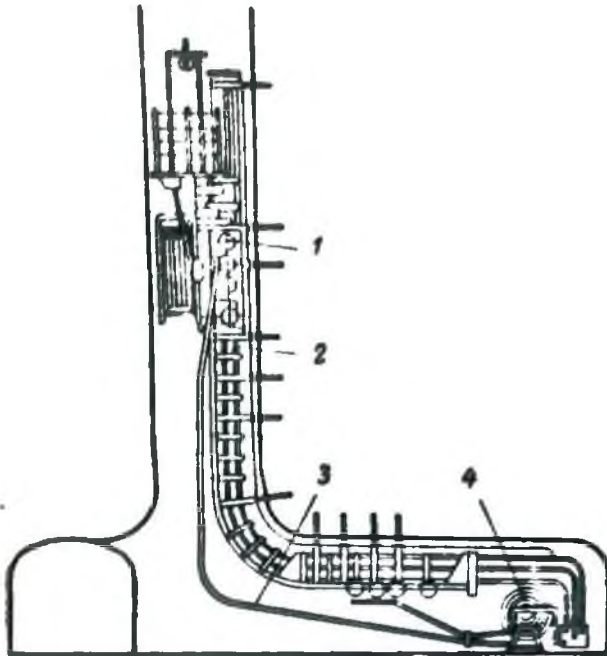


Рис. 122. Комплекс КПВ:

1 — проходческий полк; 2 — монорельс; 3 — шланг в сборе; 4 — лебедка шланговая

сжатый воздух к пневмодвигателю полка; блока питания, позволяющего производить включение и выключение подачи воды в воздух для работы перфораторов из забоя восстающего и для проветривания забоя из камеры; вспомогательного оборудования; лебедки; каната и блока в сборе для отведения полка вместе с откидным звеном монорельса в камеру перед взрыванием; монтажной крыши для защиты от падающих кусков породы при монтажных работах; предохранительной цепи для подвешивания платформы полка к монорельсу на период бурения с целью предупреждения произвольного опускания полка; когтей и монтажного пояса со скобой для аварийного спуска в случае заклинивания полка; радиотелефона и комплекта ЗИП.

Полк состоит из следующих основных узлов: рамы, платформы, редуктора, пневмодвигателя, каретки нижней, каретки верхней и кабины.

Все работы по проходке восстающих выработок ведутся с платформы полка, который является также средством транспортировки в забой рабочих, инструмента и материалов. Для предохранения от повреждений взрывом полк отводится в камеру по криволинейному участку монорельса при помощи вспомогательной лебедки.

Монорельс (рис. 123) представляет собой став, набираемый из отдельных секций на полную высоту восстающего. Секции между собой соединяются четырьмя болтами М20 с колпачковыми гайками.

Для отведения полка в камеру используется кривой участок монорельса, состоящий из секций или откидного звена монорельса. На рис. 124 показана секция монорельса обратной кривизны, которая в случае необходимости может быть изготовлена в мастерских шахты (поскольку в состав комплекта не входит). Применяются такие секции при искривленной форме восстающего.

Секции монорельса (см. рис. 124) сварные, каждая состоит из трех труб, Е-образной направляющей с цевочной рейкой и двух башмаков, служащих для соединения секций между собой. Секции монорельса крепят к стенке выработки цанговыми штангами длиной 800, 1000, 1500 мм. С целью предохранения монорельса от повреждений во время производства взрывных работ на верхнем конце монорельса устанавливается съемная распределительная головка.

Подвод воды и воздуха к трубам монорельса осуществляется шлангами от блока питания.

Лебедка шланговая (рис. 125) состоит из рамы, барабана, пневматического реверсивного двигателя со встроенным редуктором, вертлюга для подвода воздуха и маятникового устройства, связанного с пусковым механизмом двигателя. Лебедка устанавливается в монтажной камере.

Блок питания комплекса состоит из воздушной и водяной магистралей, имеющих по два двухходовых крана каждая, и пневмоцилиндра, смонтированного внутри кожуха, установленного на раме.

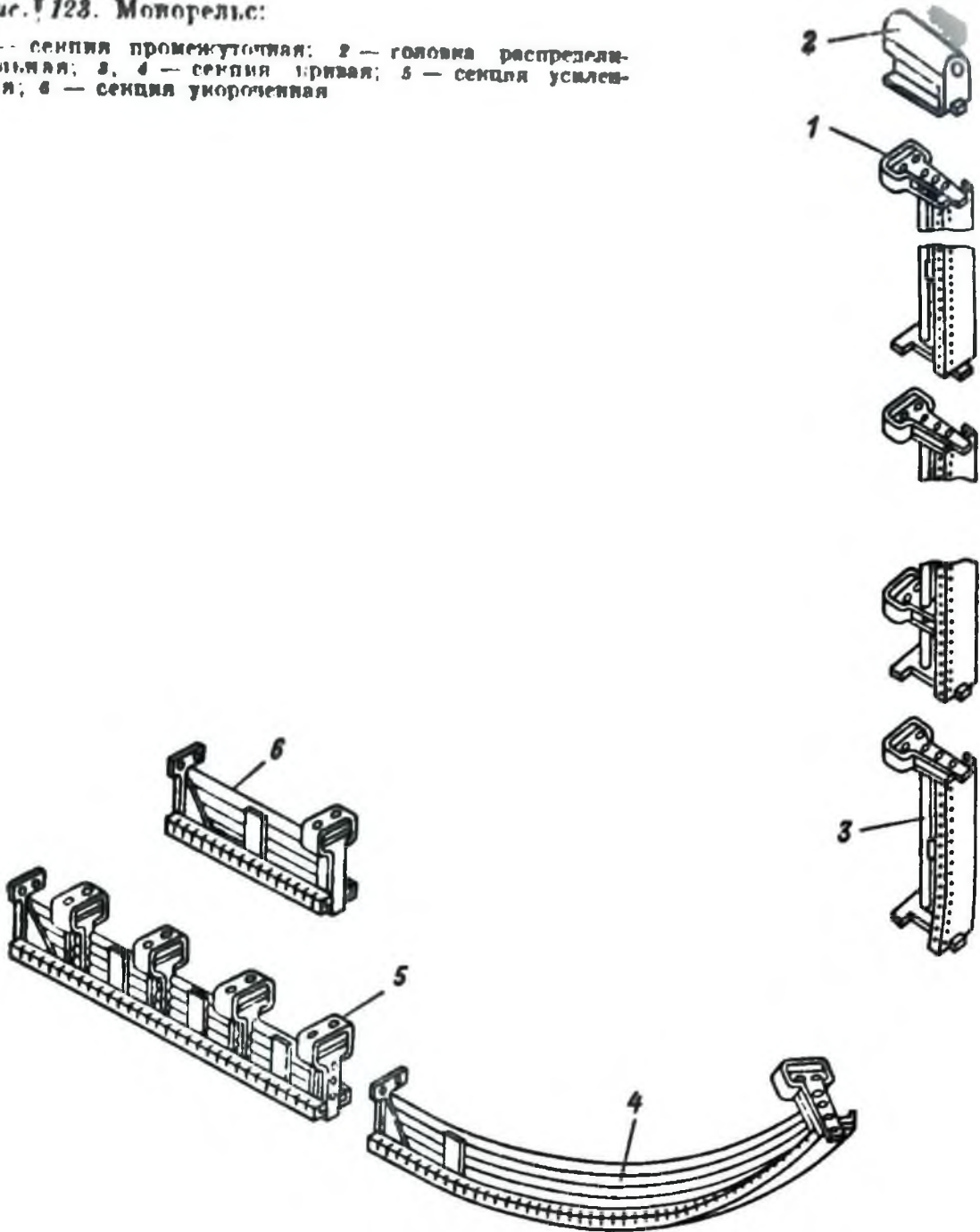
Проходка восстающего с помощью комплекса КПВ-1 производится в следующем порядке: подготовка камеры, монтаж комплекса, собственно проходка и демонтаж.

В зависимости от способа отгрузки отбитой породы, а также от требований, предъявляемых к самим восстающим выработкам, применяют различные варианты устройства монтажной камеры. На выбор варианта подготовки камеры большое значение оказывают направление восстающей выработки, место засечки, наличие средств погрузки, режим работы в восстающем, возможность проезда состава по откаточной выработке и т. д.

До монтажа комплекса проходят 3—4 м восстающего обычным способом для подвески усиленной секции монорельса. Со стороны висячего бока выработки разделяют специальную горизонтальную выработку (камеру), служащую для размещения вспомогательного оборудования комплекса и укрытия полка перед взрывом.

Рис. 123. Монорельс:

1 — секция промежуточная; 2 — головка распределительная; 3, 4 — секция привая; 5 — секция усиленная; 6 — секция укороченная



Расстояние от кровли камеры до нижнего башмака усиленной секции монорельса определяется углом наклона восстающего. Первая усиленная секция монорельса с закрепленными на ней траверсами крепится к висячему боку выработки под заданным углом проходки на восьми цанговых штангах. Выше к этой секции

Рис. 124. Секция монорельса

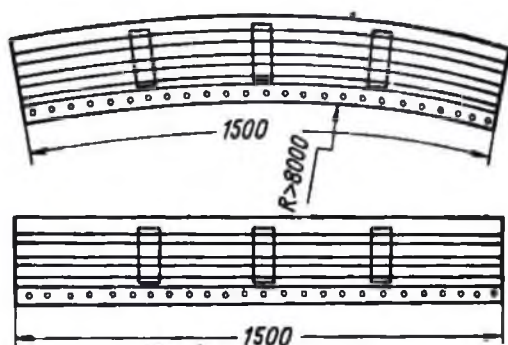
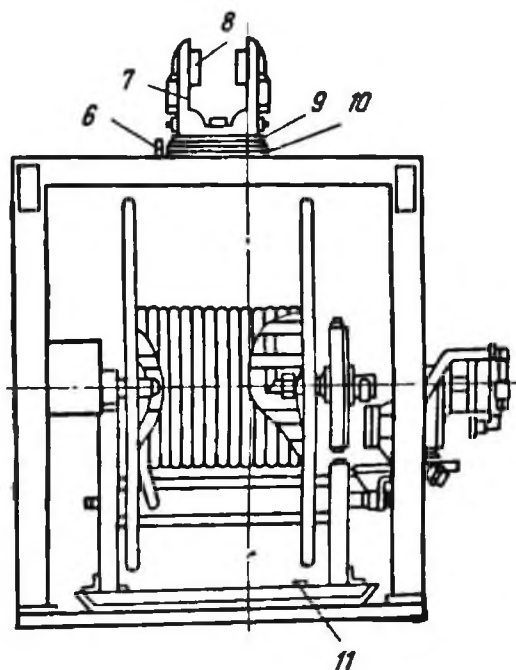
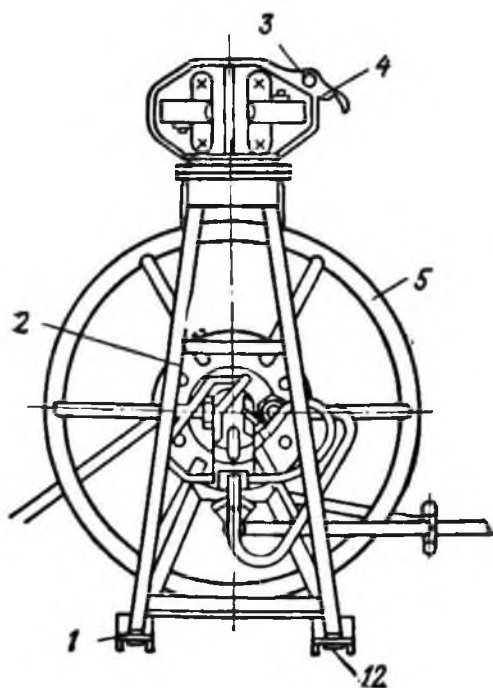
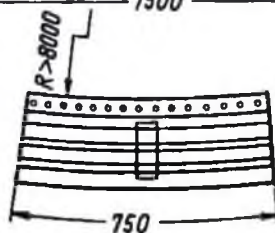


Рис. 125. Лебедка шланговая:

1 — подставка; 2 — рама; 3 — палец; 4 — упор; 5 — лебедка шланговая; 6 — фиксатор; 7 — каретка; 8 — ролик в сборе; 9, 11, 12 — болты; 10 — полукольцо



на болтах крепится укороченная секция. На почве камеры соединяются две промежуточные секции монорельса. Этот участок монорельса вместе с ходовой частью поднимают и присоединяют к нижнему башмаку усиленной секции.

Кривые секции монорельса закрепляются штангами к висящему боку восстающего, а усиленная и укороченная — к кровле камеры.

При установке платформы нужно обеспечить ее горизонтальное положение путем перестановки подкосов в скобах рамы и кронштейнов платформы.

В камере устанавливаются шланговая лебедка, блок питания, вспомогательная лебедка. Проходка восстающего ведется циклично двумя проходчиками. Бурение шпуров производится с платформы полка двумя телескопическими перфораторами ПТ-36. Подъем ВМ к забою производится на полке. После зарядки шпуров и монтажа взрывной сети полка опускается вниз и отводится в камеру. Из безопасного места производится взрывание.

После проходки восстающего производится демонтаж комплекса. Работы по демонтажу ведутся под прикрытием монтажной крыши. Демонтаж горизонтального и криволинейного участка производится до снятия полка. Полка снимается с помощью дополнительного участка монорельса, подсоединяемого снизу к усиленной секции. Последней снимается усиленная секция. После демонтажа усиленной секции производится демонтаж водяной и воздушной магистралей шланговой лебедки и блока питания в камере.

Опыт проходки восстающих выработок с помощью КПВ показал большие возможности применения этого комплекса:

проходку можно вести практически в любых горно-геологических условиях:

при помощи КПВ можно производить расщепки горизонтальных и наклонных выработок и проходить ответвления из восстающих. Для проведения ответвлений из восстающих необходимо иметь став монорельса обратной кривизны, которым комплекс КПВ не укомплектовывается;

при помощи КПВ можно проходить выработки большой длины (до 160 м), не внося в комплекс существенных конструктивных изменений, а увеличив только высоту реборд шланговой лебедки;

внедрение усовершенствованной технологии проведения восстающих с помощью проходческого комплекса КПВ позволяет снизить стоимость проходки 1 м восстающего, повысить безопасность работ, сократить сроки строительства, увеличить производительность труда проходчиков и уменьшить расход материалов.

Техническая характеристика самоходного проходческого полка КПВ-1

Тип	Грузоподъемной, самоходный с пневмоприводом
Грузоподъемность	500 кг
Высота подъема, м	80
Скорость, м/мин:	
подъема	12
спуска	15

Передвижение по монорельсу с цевочной рейкой (длина секции монорельса 750 и 1500 мм);	
Привод	Редуктор трехчервячный с цилиндрической зубчатой парой на входном валу пневматический ДР-13
Тип двигателя	13
мощность, л. с.	800
частота вращения, об/мин	10,5
расход сжатого воздуха, м ³ /мин	5
Давление сжатого воздуха, кгс/см ²	
Тип тормозов	Ручной эксцентриковый на раме полка; колодочный нормально-замкнутый на червячном валу редуктора
Тип ловителя	Эксцентриковый автоматический жесткого действия
Размеры, мм:	
длина (по платформе)	1500
ширина (по платформе)	1500
высота (без ограждения)	1128
Масса, кг	1140

Техническая характеристика лебедки шланговой комплекса КПВ-1

Емкость барабана, м	80
Тип двигателя	Пневматический роторный
мощность при 5 кгс/см ² , л. с.	1,4
частота вращения ротора, об/мин	3000—3500
расход воздуха при 5 кгс/см ² , м ³	2,5
скорость наматывания и сматывания шланга, м/с	0,3
Масса, кг	134

Очень часто в практике шахтного строительства возникает необходимость одновременной проходки откаточной выработки и восстающего.

В этом случае на откаточной выработке в специальной нише монтируется виброшибер (рис. 126), с помощью которого порода после варыва восстающего не попадает непосредственно на откаточную выработку, а задерживается в нижней части, откуда через люк выгружается в вагоны. Конструкция виброшибера представляет собой станок с закрепленными на нем пневмоцилиндрами. Два пневмоцилиндра диаметром 150 мм, ход поршня 600 мм, служат для подъема и опускания откидной тетки, на которой монтируются две щеки для безопасности выгрузки породы из люка. Два пневмоцилиндра диаметром 150 мм с ходом поршня 820 мм поднимают и опускают виброшибер, пропуская КПВ-1, передвигающийся по прямолинейному монорельсу.

Ниша для монтажа виброшибера должна иметь минимальный размер по высоте 6 м. Размеры ниши в плане 2350 × 2300 мм.

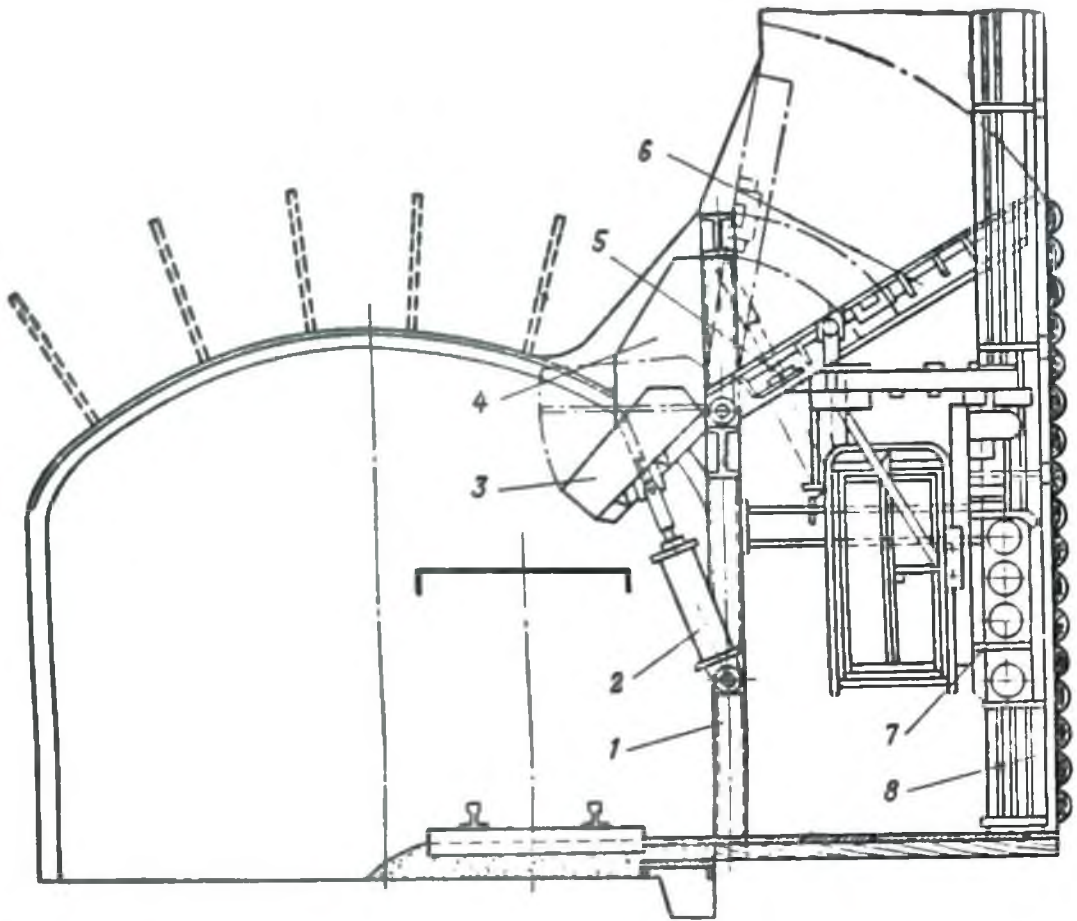


Рис. 126. Виброшибер с пневматическим питателем «Ермак» под проходческий комплекс КПС-1:

1 — станок виброшибера; 2 — пневмоцилиндр диаметром 150 мм, ход поршня 600 мм; 3 — откидная точка; 4 — щеки; 5 — пневмоцилиндр диаметром 150 мм, ход поршня 820 мм; 6 — виброшибер с пневмопитателем «Ермак»; 7 — КПС-1Б; 8 — монорельс

Для предотвращения просыпания породы при взрыве стенки виброшибера по периметру и в месте прохода монорельса уплотняются конвейерной лентой.

Преимуществом установки виброшибера с пневмопитателем «Ермак», кроме возможности проходки восстающего одновременно с откаточной выработкой, является отсутствие необходимости монтажа криволинейных секций монорельса.

§ 3. Проходка восстающих с помощью комплекса КПС-1

Нередко в практике шахтного строительства проходят восстающие, расположенные в непосредственной близости друг от друга. Их проходят с помощью комплекса КПС-1 Свердловского инсти-

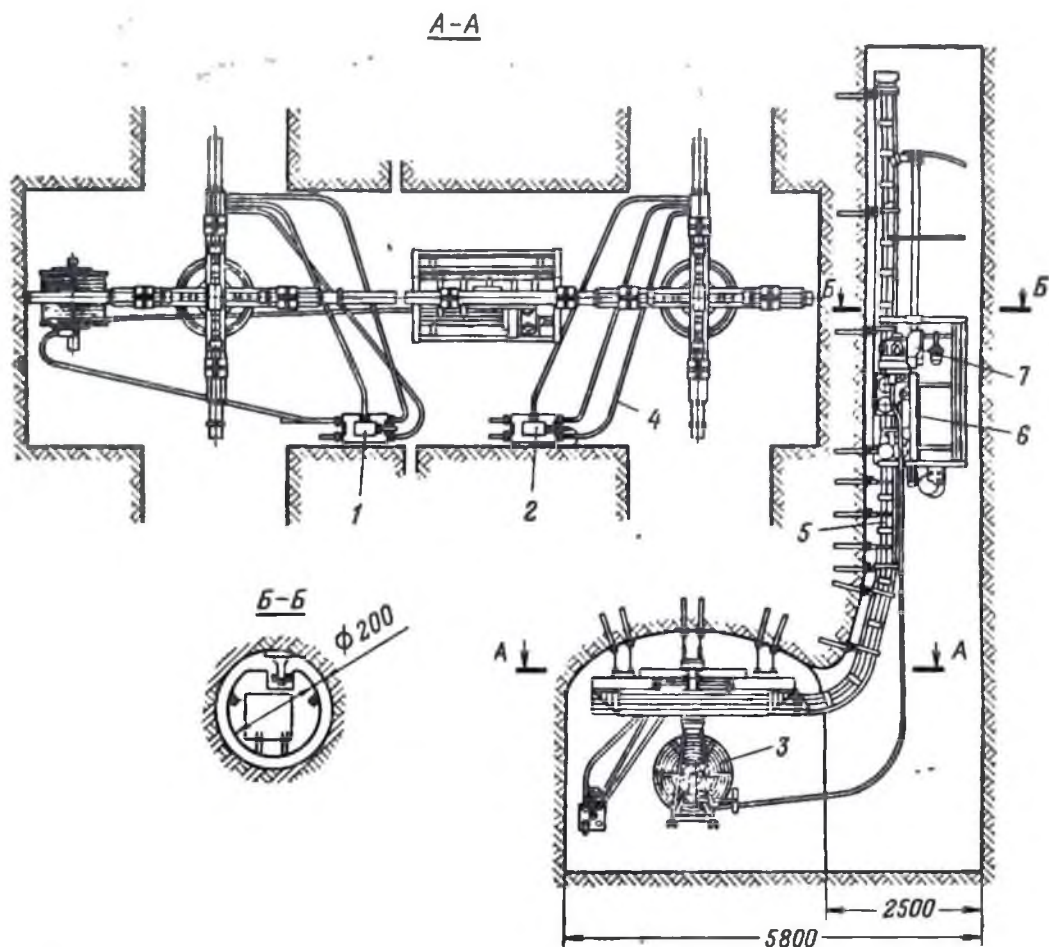


Рис. 127. Комплекс КПРС-1:

1 — блок отбора проб; 2 — блок питания; 3 — лебедка шланговая с кареткой; 4 — пневмогидроразводка; 5 — монорельс; 6 — полок самоходный; 7 — аппаратура связи и освещения

туда НИПИГормаш (рис. 127), конструкция которого позволяет проходить одновременно до четырех смежных восстающих. Комплекс КПРС-1 предназначен для механизации проведения вертикальных восстающих выработок сечением 1,8—2,5 м² в устойчивых породах средней крепости и крепких. Его передвижение осуществляется по монорельсу с цевочной рейкой.

Техническая характеристика КПРС-1

Полок самоходный

Тип	Грузолюдской, самоходный с пневмоприводом
Грузоподъемность, кг	500
Высота подъема, м	80

Скорость передвижения, м/мин:	
вверх	12
вниз	15
Давление сжатого воздуха в сети, кгс/см ²	5
Габаритные размеры, мм:	
высота (при опущенном предохранительном зонте)	2100
диаметр по платформе	1200
Масса, кг	1175

Лебедка шланговая с кареткой

Емкость шлангового барабана (шланг диаметром 32 мм), м	100
Размеры, мм:	
длина	1074
ширина	1500
высота	1675
Тип двигателя	Пневматический
Масса, кг	320

Монорельс

Общая длина комплекта секций монорельса, м	100
Число поворотных устройств	2

В комплект КПРС-1 входят также блоки питания и отбора проб воздуха, системы связи и освещения. Полка самоходный, передвигается по монорельсу, крепится к висячему боку выработки при помощи цапговых штанг длиной 1000 и 1500 мм диаметром 38 мм. Разворот полка самоходного при переезде от одного восстающего к другому осуществляется на поворотных устройствах (рис. 128). Лебедка шланговая и автоматически разматывающий и наматывающий шланг, подводящий сжатый воздух к пневмодвигателю полка, подвешивается к горизонтальному участку монорельса. Блоки питания и дистанционного отбора проб воздуха устанавливаются на откаточной выработке. Освещение на полке

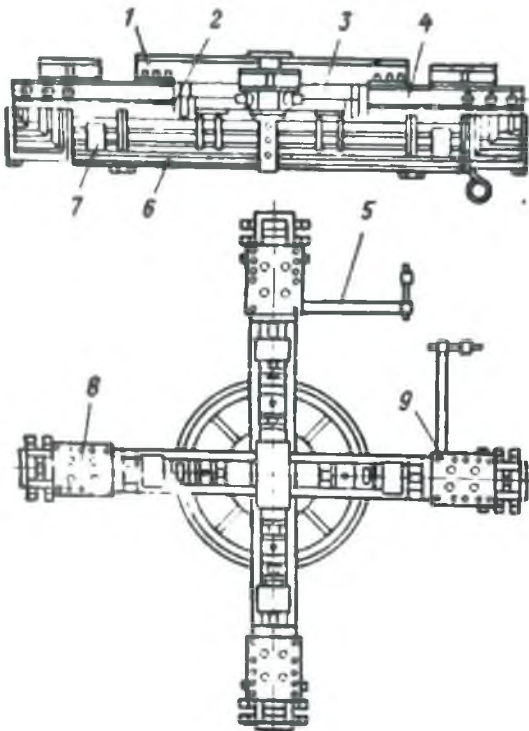


Рис. 128. Поворотное устройство:

1 — крестовина; 2 — ролик в сборе; 3 — круг поворотный; 4 — секция концевая правая; 5 — тяга фиксатора; 6 — секция поворотная; 7 — секция короткая правая; 8 — секция короткая левая; 9 — секция концевая левая

и телефонная связь осуществляются через кабель КПРЛШ-6, пропущенный внутри воздухоподающего шланга от шланговой лебедки к пневмодвигателю полка. Сжатый воздух к пневмодвигателю полка поступает от шахтной магистрали через блок питания по шлангам в пусковую коробку, представляющую собой распределительный золотник, осуществляющий пуск и реверсирование двигателя. Вода и воздух для работы перфораторов и проветривания забоя поступают от шахтной магистрали через блок питания и блок отбора проб воздуха по трубам монорельса к распределительной головке, установленной на верхнем конце монорельса и имеющей смеситель для получения воздушной смеси при проветривании. В зависимости от положения крапов блока питания, блока отбора проб и распределительной головки средняя труба монорельса используется либо для дистанционного отбора проб воздуха, либо для проветривания, либо для дистанционного управления подачи воды и воздуха.

На самоходном полке комплекса КПРС-1 для освещения забоя установлен светильник РН-100-1, а для связи — телефон ТАС-М-4.

Полок самоходный (рис. 129) предназначен для подъема, спуска людей и грузов, а при бурении забоя выполняет роль буровой платформы; состоит из каретки с автоматическим двухэксцентриковым ловителем, ходовой части и полка. По периметру платформы полка установлено ограждение. Для защиты проходчиков от возможного падения кусков породы при оборке кровли полки снабжен защитным зонтом. Полок сварной конструкции является основанием, на котором монтируются все основные узлы самоходного комплекса. Буровая платформа и площадка, связанные между собой рамой и трубами, создают жесткий корпус кабины полка, которая с боков защищена металлической сеткой. Рама полка имеет два шарнира для крепления ходовой части и каретки с автоматическим двухэксцентриковым ловителем. С правой стороны кабины полка имеется лаз, который при движении полка закрыт лестницей. Буровая платформа полка имеет люк для выхода из кабины на платформу.

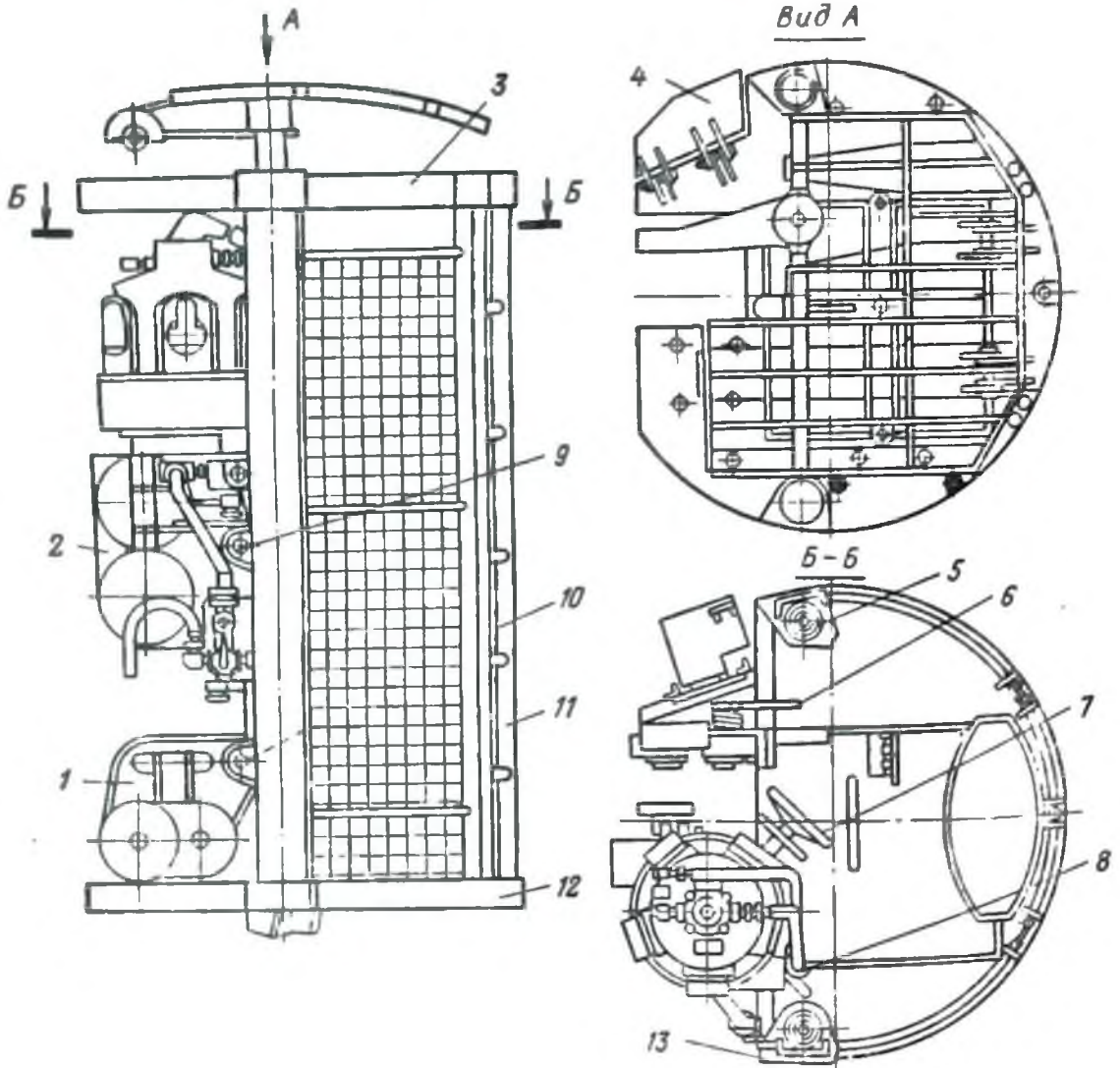
Монорельс (см. рис. 123) представляет собой став, набираемый из отдельных секций. Для отведения полка самоходного по откаточную выработку используется криволинейный участок монорельса, состоящий из двух секций. Для прокладки горизонтального участка монорельса в кровле откаточной выработки, кроме промежуточных секций и укороченных, используются короткие секции, служащие для более точного подбора расстояния между поворотными устройствами. Секции монорельса соединяются между собой четырьмя болтами М20 с колпачковыми гайками. Крепление секций монорельса к стенкам восстающей выработки производится цанговыми штангами длиной 1000 и 1500 мм через отверстия в траверсах. На верхнем конце монорельса устанавли-

вливается съемная распределительная головка, предохраняющая мопорельс в период варива. Поворотное устройство (см. рис. 128) состоит из крестовины, к которой крепятся четыре концевые секции с роликами. На роликах концевых секций вращается поворотный круг с поворотной секцией. В горизонтальной плоскости поворотная секция (через поворотный круг) удерживается четырьмя роликами, укрепленными на крестовине. Фиксация поворотной секции в том или другом положении осуществляется фиксатором.

Лебедка шланговая подвешена к каретке, на которой она перемещается по горизонтальному участку мопорельса. Шарнирная

Рис. 129. Полок самоходный:

1 — каретка; 2 — ходовая часть; 3 — платформа; 4 — вент в сборе; 5 — цилиндр в сборе; 6 — ручка; 7 — маховик; 8 — рукоятка; 9, 10 — палец; 11 — труба; 12 — площадка; 13 — швеллер



подвеска к каретке позволяет разворачивать лебедку относительно оси горизонтального участка монорельса на 90° вправо или влево по направлению движения самоходного полка.

В состав звена при работе с комплексом входят два человека. Проходческий цикл состоит из следующих операций: погрузка отбитой породы, дистанционный отбор проб воздуха, подъем полка к забою и приведение забоя в безопасное состояние, наращивание монорельса, бурение шпуров, зарядание и взрывание шпуров, проветривание забоя.

Погрузка породы производится погрузочной машиной непосредственно в вагоны, иногда скреперной лебедкой.

Для приведения забоя в безопасное состояние полк поднимается к забою. Защитный зонт выдвигается из кабины и фиксируется в рабочем положении. Под прикрытием зонта проходчик производит оборку кровли и боковых стенок восстающей выработки. Очередная секция для наращивания монорельса поднимается на полк в специальном пенале. Затем снимается распределительная головка монорельса, устанавливается новая секция монорельса и крепится четырьмя болтами. Полк поднимается на эту секцию, на верхний конец ее устанавливается распределительная головка, к которой подсоединяется шланг перфоратора. Краны распределительной головки устанавливаются в положении «работа перфораторов». Через отверстия в траверсе монорельса бурят два шпура, в которых секция крепится цапговыми болтами. Через каждые восемь-девять промежуточных секций устанавливается усиленная секция монорельса. Бурение шпуров производится с платформы телескопными перфораторами согласно паспорту буровзрывных работ. Перед бурением полк подвешивается к монорельсу на предохранительную цепь. Для защиты от вибрации во время бурения рабочие находятся на виброзащитной площадке.

После окончания буровых работ дистанционно выключается подача воды и воздуха, краны распределительной головки ставятся в положение «работа воздушного смесителя», шланги перфораторов отсоединяются от распределительной головки. Полк снимается с предохранительной цепи и опускается вниз. Подъем ВМ к забою производится на полке. После зарядки шпуров и монтажа взрывной сети полк опускается вниз и отводится по откаточной выработке. Рукоятки блока отбора проб и блока питания устанавливаются в положение «проветривание». Способ взрывания — электроогневой.

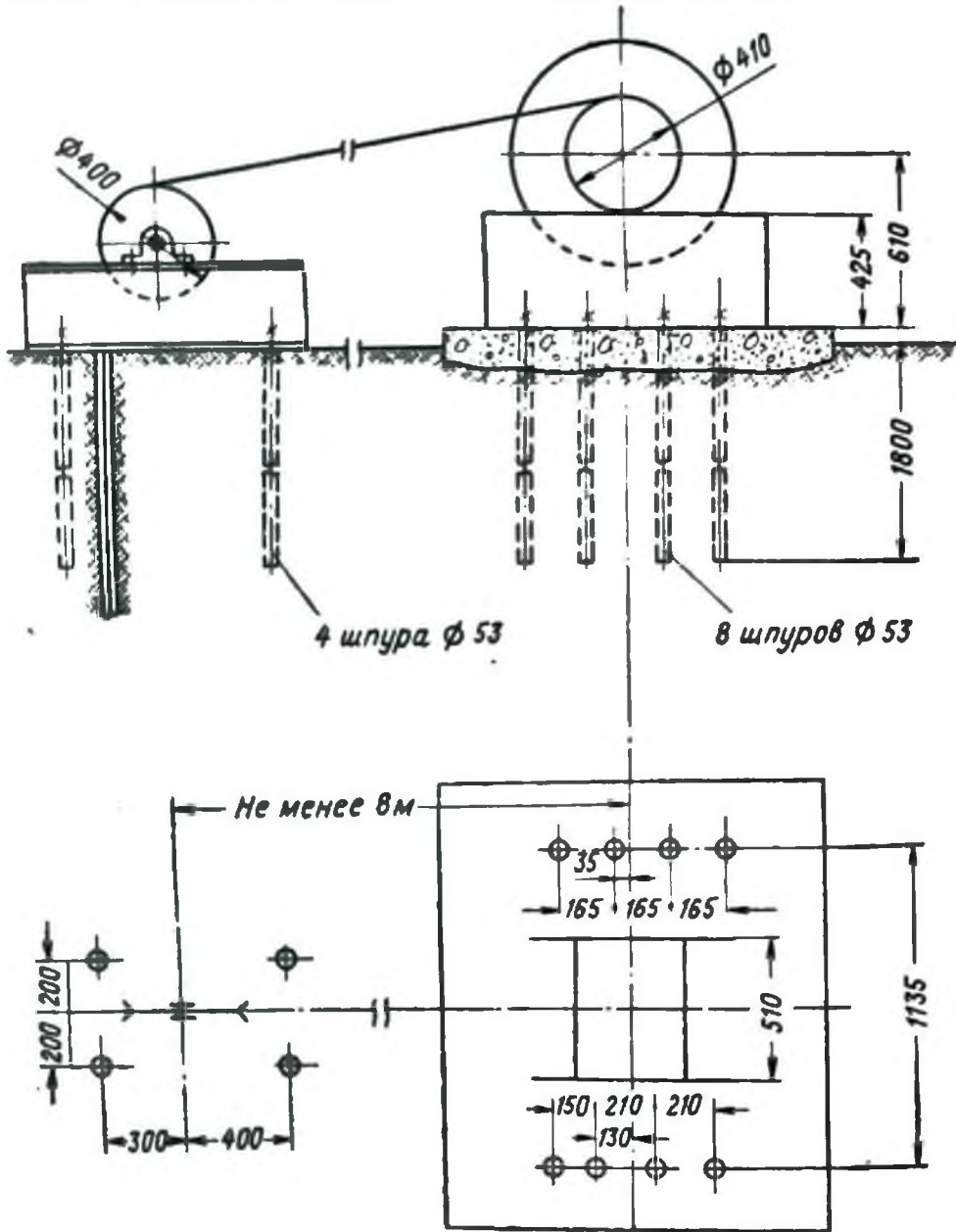
Проветривание осуществляется по комбинированной схеме. Нагнетательным ставом является труба монорельса, по которой подается сжатый воздух от общешахтной магистрали, отсасывающим — сама выработка, у устья которой установлен всасыва-

ющий вентилятор с вентиляционным рукавом. Отбор проб воздуха на забоя производится дистанционно с помощью стабилизатора через ниппель блока отбора проб.

§ 4. Проходка восстающих с помощью подвесных клетей

Сущность этой схемы заключается в том, что сначала по оси будущего восстающего выбуривается скважина диаметром 90—

Рис. 130. Установка лебедки на вышележащем горизонте



300 мм. Скважину можно выбуривать как сверху вниз, так и снизу вверх. Направление скважине задается инструментально с помощью маркшейдерских инструментов закреплением специального кондуктора — трубы длиной 1500 мм. Скважина, кроме основного назначения для пропуска каната, используется для проветривания, а также способствует улучшению эффективности взрывных работ, так как представляет собой вторую плоскость обнажения.

Современные буровые станки (НКР-100) обеспечивают бурение скважины диаметром 90—110 мм по породам с $f = 10 \div 16$ со скоростью 12—16 м/смену и более.

На вышележащем горизонте устанавливают лебедку типа ЛПК-4/500 или ЛКПУ-2 (рис. 130), а также монтируют подшивную раму с установкой шкива диаметром 600 мм.

Канат лебедки пропускают через скважину на нижележащий горизонт, к канату подвешивают клеть. Клеть с канатом соединяют с помощью прицепного устройства (рис. 131), которое изготовляют в местных мастерских и испытывают на канатно-испытательной станции. Для оттяжки клетки на нижележащем горизонте устанавливают пневматическую тягальную лебедку типа ЛТ-3.

Схема проходки восстающих с помощью подвесных клеток показана на рис. 132.

В зависимости от величины и формы поперечного сечения применяют подвесные клетки диаметром 1500—3000 мм (рис. 133) и клетки квадратной или прямоугольной формы. Клеть представляет собой сварную конструкцию, состоящую из двух этажей, соединенных между собой стойками из швеллера, одновременно являющимися лыжами для ее передвижения по восстающему. Верхняя площадка оборудована люком с лядой, нижняя — одним люком. Верхняя площадка защищает находящихся в клетке рабочих от падения кусков породы при подъеме в забой, с нее же производится бурение и зарядание шпуров, а также оборка забоя после взрыва. Для закрепления бурильных молотков и штанг на верхней площадке имеются специальные гнезда. Для сообщения между нижней и верхней площадкой устанавливают лестницу.

В центре клетки предусмотрены две основные каркасные трубы диаметром 4", служащие воздухопроводораспределителями.

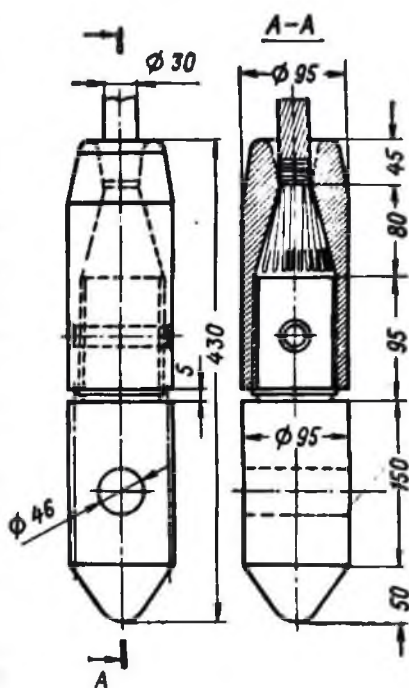


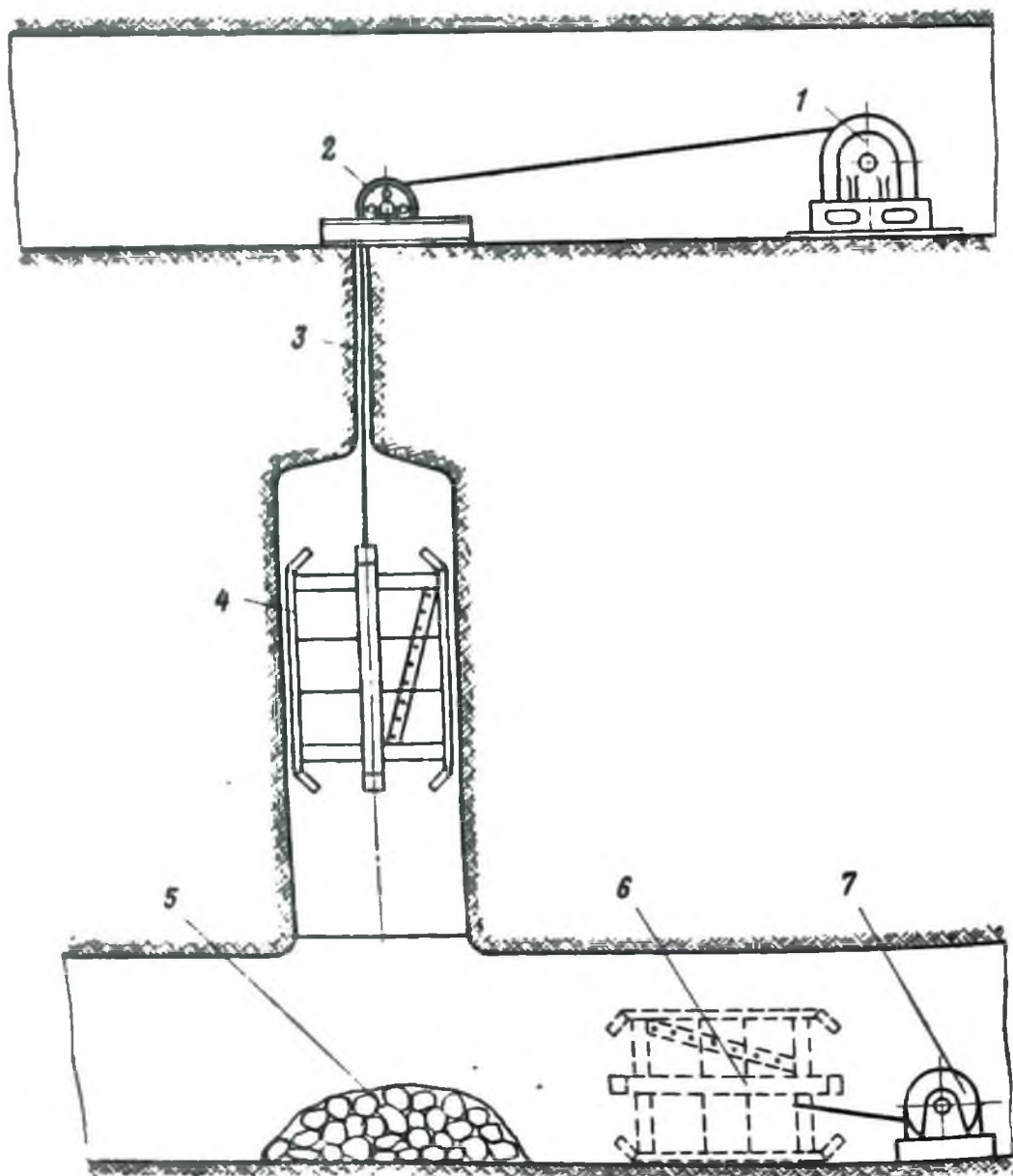
Рис. 131. Прицепное устройство

Техническая характеристика подвесной клетки

Грузоподъемность, кг	500
Тип подъемной лебедки	ЛПК-4/500, ЛКПУ-2
Диаметр малокрутящегося подъемного каната, мм	25
Высота подъема, м	100
Скорость подъема и спуска, м/мин	7—14
Площадь поперечного сечения площадок, м ²	1,8
Высота без ограждения, м	3,0
Масса, кг	580

Рис. 132. Схемы проходки восстающего с помощью подвесной клетки:

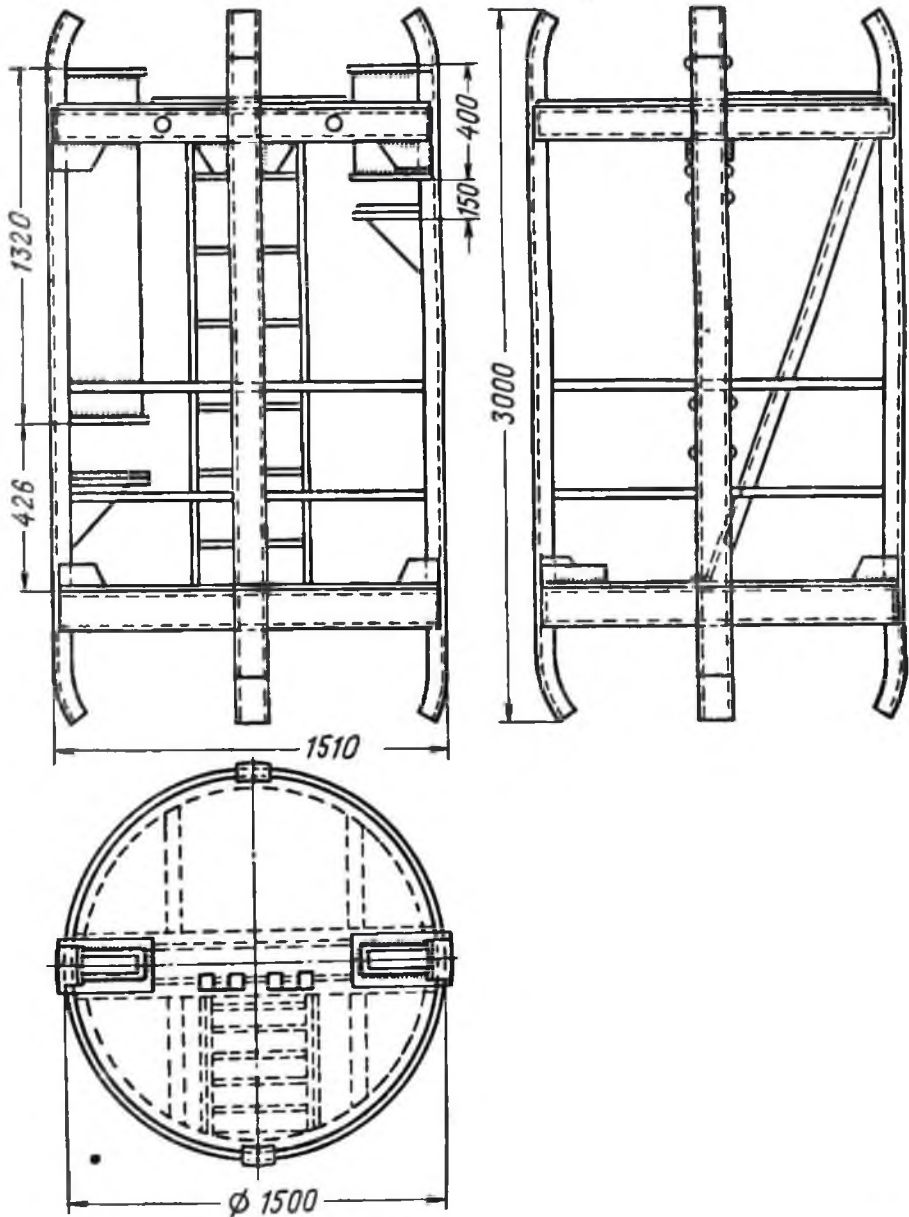
1 — лебедка пневматическая ЛКПУ-2; 2 — шкив; 3 — канат для подвески клетки; 4 — клетка в рабочем положении; 5 — порода; 6 — клетка в положении перед взрывом; 7 — тягальная лебедка



Клеть оборудуют аппаратурой связи конструкции НИГРИ, обеспечивающей громкоговорящий прием у машиниста лебедки и рабочих на клетях.

Кроме того, аппаратура обеспечивает передачу кодового сигнала, используемого для контроля исправности канала связи. Аппаратура сигнализации и связи состоит из двух полукомплектов, представленных полупроводниковыми приборами. Особенностью аппаратуры является то, что устанавливаемый полуком-

Рис. 133. Подвесная клеть



плект на подвесной клетке не имеет автономного источника питания, что упрощает эксплуатацию аппаратуры. В качестве линии связи используется подъемный канат клетки (рис. 134). Кроме сигнализации по канату клетка оборудуется телефонной связью.

Техническая характеристика аппаратуры сигнализации и связи

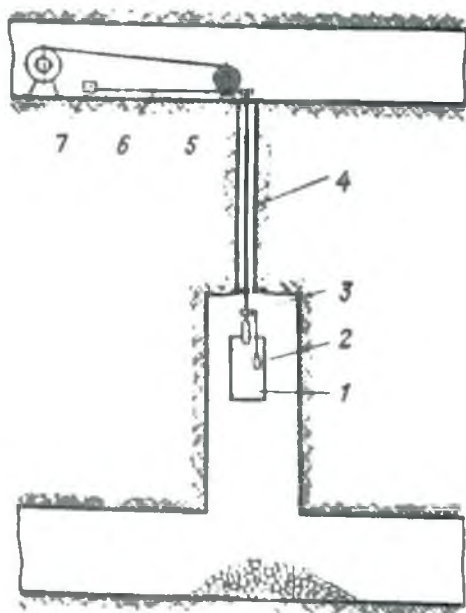
Частота, кГц	900
Мощность передатчика, Вт	1,5
Дальность связи, м	150
Модуляция	Амплитудная
Линия связи	Подъемный канат—порода
Присоединению к линии связи	Индуктивное
Напряжение верхнего полуконтакта, В	36; 127; 220

Подвесная клетка служит для подъема и спуска людей и грузов по восстающему. С помощью клетки выполняются также работы проходческого цикла: приведение забоя восстающего в безопасное состояние после взрыва, бурение и зарядание шпуров в забое восстающего.

Перед подъемом к клетке закрепляется гибкая спасательная лестница. Подъем клетки в забой восстающего производится после погрузки породы. При подъеме клетки проходчики находятся на нижней площадке.

Рис. 134. Аппаратура сигнализации и связи:

1 — клетка; 2 — приемопередатчик клетки; 3 — феррорезонансный трансформатор разъемный; 4 — канат подъемной установки; 5 — феррорезонансный трансформатор; 6 — соединительный кабель; 7 — блок питания и приемопередатчик машиниста



В забое восстающего клетка закрепляется с помощью винтовых устройств. Приведение забоя в безопасное состояние выполняется с верхней площадки. Воздухоснабжение забоя производится по шлангу диаметром 1,5", водоснабжение — по шлангу диаметром 1". Шланги подсоединяются к воздуходораспределителям на площадке клетки.

Бурение шпуров осуществляется телескопическими перфораторами ПТ-36. В качестве буров применяют буровую сталь, в комплект которой входит несколько отдельных ростов. Для бурения применяют долотчатые коронки диаметром 40 мм. Наиболее характерная схема расположения шпуров в забое с разрезной скважинной в крепких монолитных породах

изображена на рис. 135 для восстающего круглой формы диаметром 1700 мм.

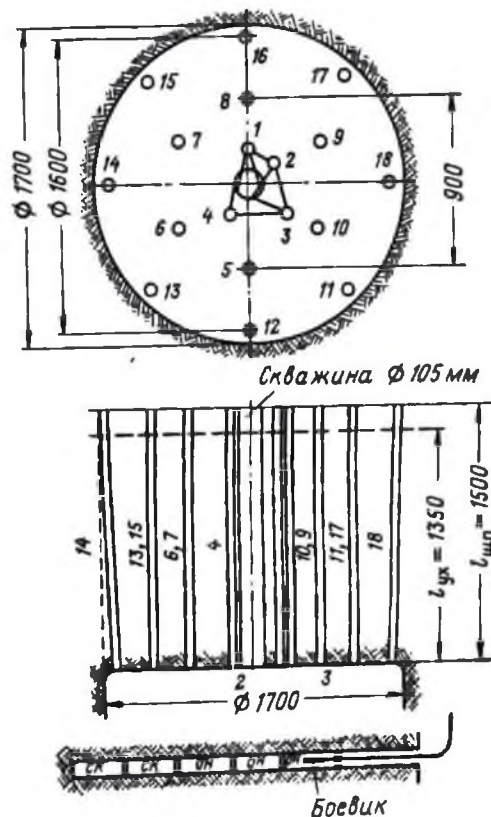
В качестве взрывчатых веществ применяют скальный аммонит № 1, динафталит, аммонит № 6ЖВ. Способ взрывания — электроогневой. По окончании бурения и заряжания шпуров перед взрывом клеть опускается на нижележащий горизонт и с помощью лебедки ЛТ-3 отводится в сторону, где отсоединяется подъемный канат от клетки. Подъемный канат перед взрывом извлекается из скважины. Забой после взрыва проветривается вентилятором СВМ-6, установленным на вышележащем горизонте. Наиболее распространенная схема проветривания — отсасывающая.

Погрузка породы на нижележащем горизонте производится непосредственно в вагоны погрузочными машинами типа ППН-2, ППН-3, ППН-2Г, ППМ-4М, ППМ-4Э. Возможно также скреперование породы скреперными лебедками с загрузкой в вагоны через скреперные полки. С помощью самоходных клеток можно проходить восстающие под углом 70—90° к горизонту.

К достоинствам способа можно отнести следующее: возможность проходки восстающих в породах с $f < 10$, экономия объемов выемки за счет формы поперечного сечения, когда по назначению требуется сравнительно малое поперечное сечение восстающего, возможность проходки в особо крепких и устойчивых породах восстающих полным сечением диаметром 3000 мм и выше без последующей раскоски, улучшение проветривания забоя через скважину, повышение эффективности взрывных работ и уменьшение расхода взрывчатых материалов, упрощение маркшейдерского контроля за направлением восстающего в процессе его проходки.

К недостаткам способа следует отнести: затруднения при проходке восстающих, имеющих по высоте излом направления, дополнительные расходы на бурение скважины, сложность в обеспечении безопасного спуска и подъема людей в подвесной клетке.

Рис. 135. Схема расположения шпуров в забое восстающего



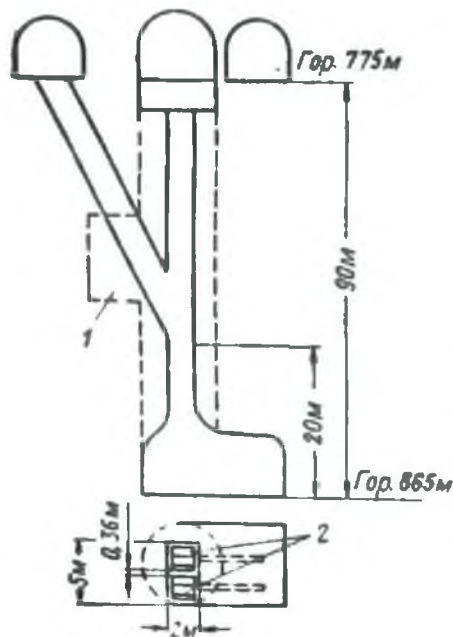
§ 5. Передовой опыт проходки восстающих

Проходка восстающих в Кривбассе осуществляется по механизированным схемам преимущественно с помощью комплекса КПВ-1 или подвесных клетей. Проходка восстающих на один этаж высотой до 90 м сечением 2000 / 2000 мм с помощью комплекса КПВ-1 выполняется в больших объемах на многих рудниках бассейна. Заслуживают внимания усовершенствованные схемы проходки восстающих с помощью комплекса КПВ-1. К ним относятся: проходка восстающих сечением до 10 м² и более с помощью двух комплексов КПВ; проходка восстающих сечением более 4 м² одним комплексом КПВ с увеличенным цолком; проходка восстающих высотой 90—180 м без промежуточных горизонтов с одной установки; проходка восстающих с помощью КПВ-1 в комплексе с виброцибером и применением монорельсов обратной кривизны; скоростная проходка восстающих.

Проходка восстающих при углубке ствола шахты «Северная» рудоуправления им. Кирова в Кривбассе. Углубка ствола шахты «Северная» в этаже гор. 775—865 м выполняется по технологической схеме с раскоской на предварительно пройденный восстающий в сечении ствола с выдачей породы на углубочный горизонт 865 м. Параллельно с углубкой ствола выполняется проходка породного бункера с емкостным отделением от дозаторной камеры до гор. 775 м.

Рис. 136. Схема проходки восстающих с помощью двух КПВ на шахте «Северная»:

1 — камеры дозатора; 2 — комплексом КПВ



Из-за сжатых сроков строительства возникла необходимость одновременной проходки восстающего в сечении ствола и емкостной части бункера. После проходки околоствольного двора на гор. 865 м и технологического подвигания в сечении ствола размером 5 × 2 м в обгонной выработке смонтировали два параллельно идущих монорельса и навесили два КПВ-1а (рис. 136). Проходка восстающей выработки высотой 20 м до уровня камеры дозатора выполнялась двумя комплексами. В районе дозаторной камеры общий восстающий разветвился на два отдельных восстающих. С помощью секций монорельса обратной кривизны было задано направление емкостному отделению бункера сечением 2,5 × 2,5 м. Восстающий в сече-

нии ствола не менял своего направления. Восстающие проходили в гранитах с $f = 14 \div 16$. Бригада состояла из 17 человек, режим работы четырехсменный, длительность смены 6 ч. Выходные дни — общие для всей бригады, в смену на каждом КПВ работало по два проходчика.

Графиком организации работ предусматривалась проходка восстающих в объеме 160 м за 16 рабочих дней. Предусматривалось выполнение четырех циклов в сутки до уровня камеры дозатора и восемь циклов в сутки при проходке двух восстающих выше камеры дозатора. Цикл начинался с бурения шпуров перфораторами ПТ-36 в соответствии с разработанным паспортом буровзрывных работ. За цикл бурили 54 шпура длиной 2 м в восстающем от гор. 865 м до уровня камеры дозатора и 30 шпуров длиной 1,8 м в емкостном отделении бункера. Длина шпуров в восстающем в сечении ствола составляла 1,5 м, число шпуров за цикл 25. В качестве ВВ применялись скальный аммонит № 1 и динафталит. Способ взрывания — электроогневой. Коэффициент использования шпуров составил 0,9. Взорванную породу убирали погрузочной машиной ПНБ-3к в вагонетки емкостью 4 м³. За 15 дней бригада выполнила 102 цикла при максимальной проходке двух восстающих до 12 м в сутки. Общий объем выемки составил 900 м³, производительность труда на выход одного проходчика 3,5 м³.

Примером проходки восстающих с помощью подвесных клетей является проходка двух емкостей подземного бункера шахты № 1 им. Артема (рис. 137). В контурах емкостей предварительно пробурили по скважине. Через них на канате подвешивали клеть-люльку для проходки емкости полным сечением снизу вверх. Бурение осуществляли станком НКР-100 с пневмоударником П-1-75 и трехперыми коронками диаметром 105 мм, армированными пластинками сплава ВК-15. Для задания направления скважин использовали направляющую трубу диаметром 110 мм.

Клеть-люльку подвешивали в сбойке между камерами опрокидывателей на электрической тихоходной лебедке ЛП-5 с помощью стального некрутящегося каната диаметром 25,1 мм.

При проходке первого и второго восстающих по крепким гранитам шпуры бурили телескопными перфораторами ПТ-29 с комплектом буровых штанг длиной 0,7, 1,3, 2,1 м и коронками диаметром 40 мм. Шпуры располагали по трем концентрическим окружностям диаметром 3,2, 2,2 и 1,2 м. Врубные шпуры бурили глубиной 2 м, отбойные и оконтуривающие — 1,8 м. Всего за период проходки произведено 14 взрываний.

Подъемный канат перед взрывом обязательно полностью извлекали из скважины. Связь с верхним и нижним горизонтами осуществляли с помощью тонкого троса, соединенного с сигнальными устройствами. Общие трудовые затраты по проходке емкости № 1

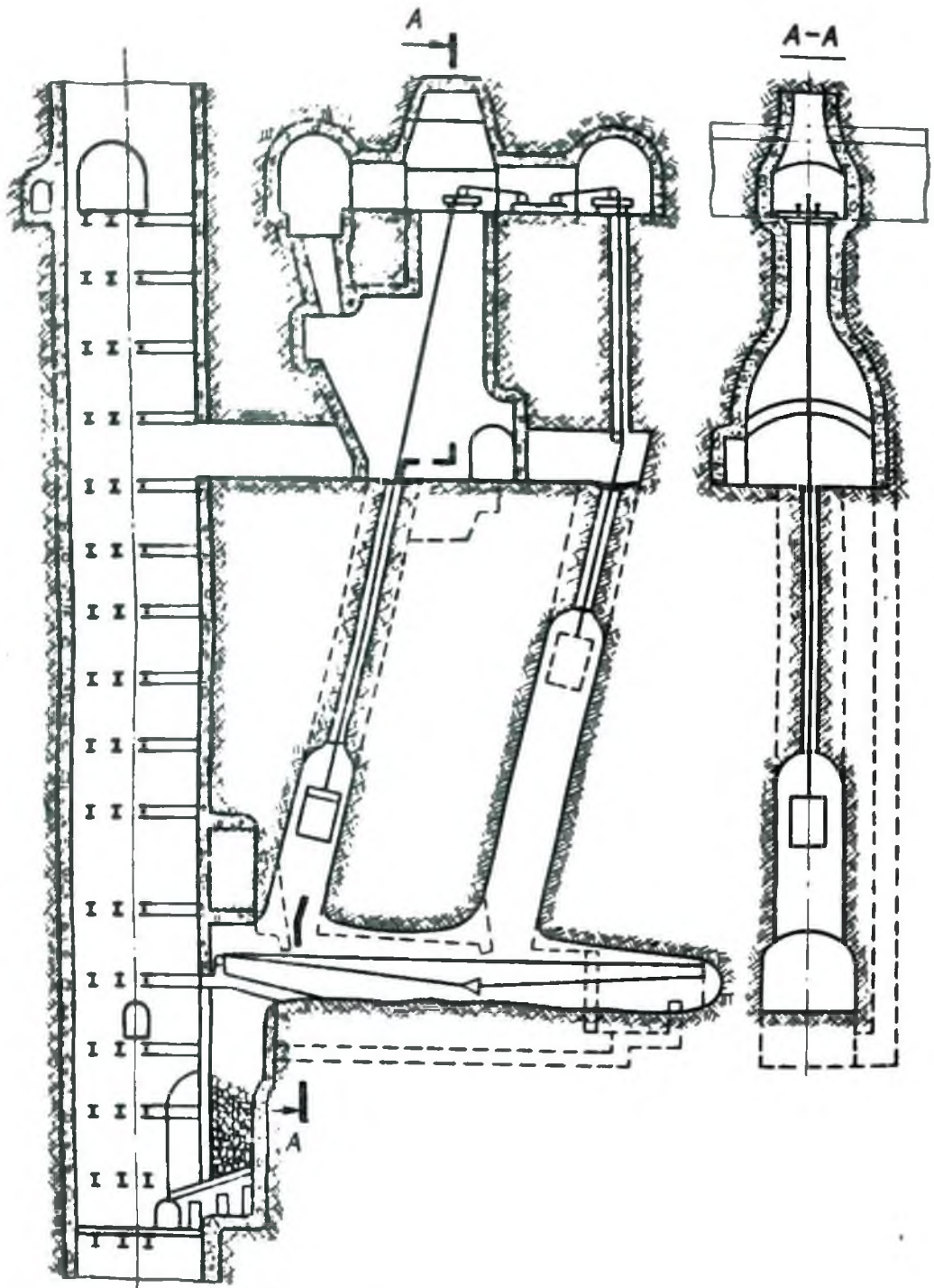


Рис. 137. Схема проходки двух емкостных частей подземного бункера шахты № 1 им. Артема

составили 126 чел-смен; при этом пробурено в породах с $f = 14 \div 16$ 32 м скважины диаметром 105 мм и 1380 м шпуров диаметром 40 мм, убрано 320 м³ породы (в массиве).

Производительность одного проходчика в смену составила 3 м³ выработки, а с учетом подготовки и бурения скважины — 2,65 м³, что примерно в 2 раза выше средней производительности труда по бассейну по проходке аналогичных выработок обычным способом с устройством лестничных отделений.

На шахте «Саксагань» рудника имени Дзержинского при помощи подвесной клетки был пройден этажный вентиляционный восстающий высотой 80 м с гор. 300 м на гор. 380 м. Схема проходки восстающего показана на рис. 138.

До начала проходки на верхнем горизонте прошли нишу для установки бурового станка НКР-100м и пробурили скважину по оси будущего восстающего. Затем ниша использовалась для установки подъемной лебедки ЛКПУ-2, к которой подвешивалась проходческая клеть, сконструированная Шахтопроходческим управлением № 1. На бурение скважины диаметром 100 мм на глубину 76 м затратили 12 смен.

На нижнем горизонте в заданной отметке скважина не вышла. Подсечка ее осуществлялась проходкой восстающего с нижнего горизонта. На высоте 15 м от нижнего горизонта скважина была вскрыта; в месте подсечки ее прошли нишу, в которую при помощи ручной лебедки заводилась клеть во время взрывных работ. Дальнейшая проходка восстающего осуществлялась с помощью подвесной клетки.

Шпуры бурились телескопным перфоратором ПТ-36 с рабочего полка клетки. Наличие скважины облегчило выбор вруба. Особенностью организации работ явилось разделение труда, вызванное необходимостью бурения скважины. Работы вели две бригады: одна (2 человека) бурила скважину, другая (5 человек) проходила восстающий. Работа была организована по графику три цикла в сутки. Отклонение скважины от заданного направления на 2 м вызвало дополнительные расходы средств и времени на проходку выработки для подсечки скважины.

Наличие разрезной скважины позволило сократить число шпуров в забое на 10% и улучшить эффективность взрыва, снизить расход ВВ на 22%, повысить безопасность работ и улучшить проветривание забоя. За 16 дней было пройдено 61 м восстающего. Производительность труда при проходке с учетом затрат времени на бурение скважин составила 1,07 м³/смену, а без учета их — 1,36 м³/смену, что примерно на 30% выше, чем при обычном способе проходки.

Стоимость 1 м³ отбитой породы составила 12,3 руб. (39,47 руб. за 1 м), т. е. на 10% ниже, чем при обычном способе в аналогичных условиях.

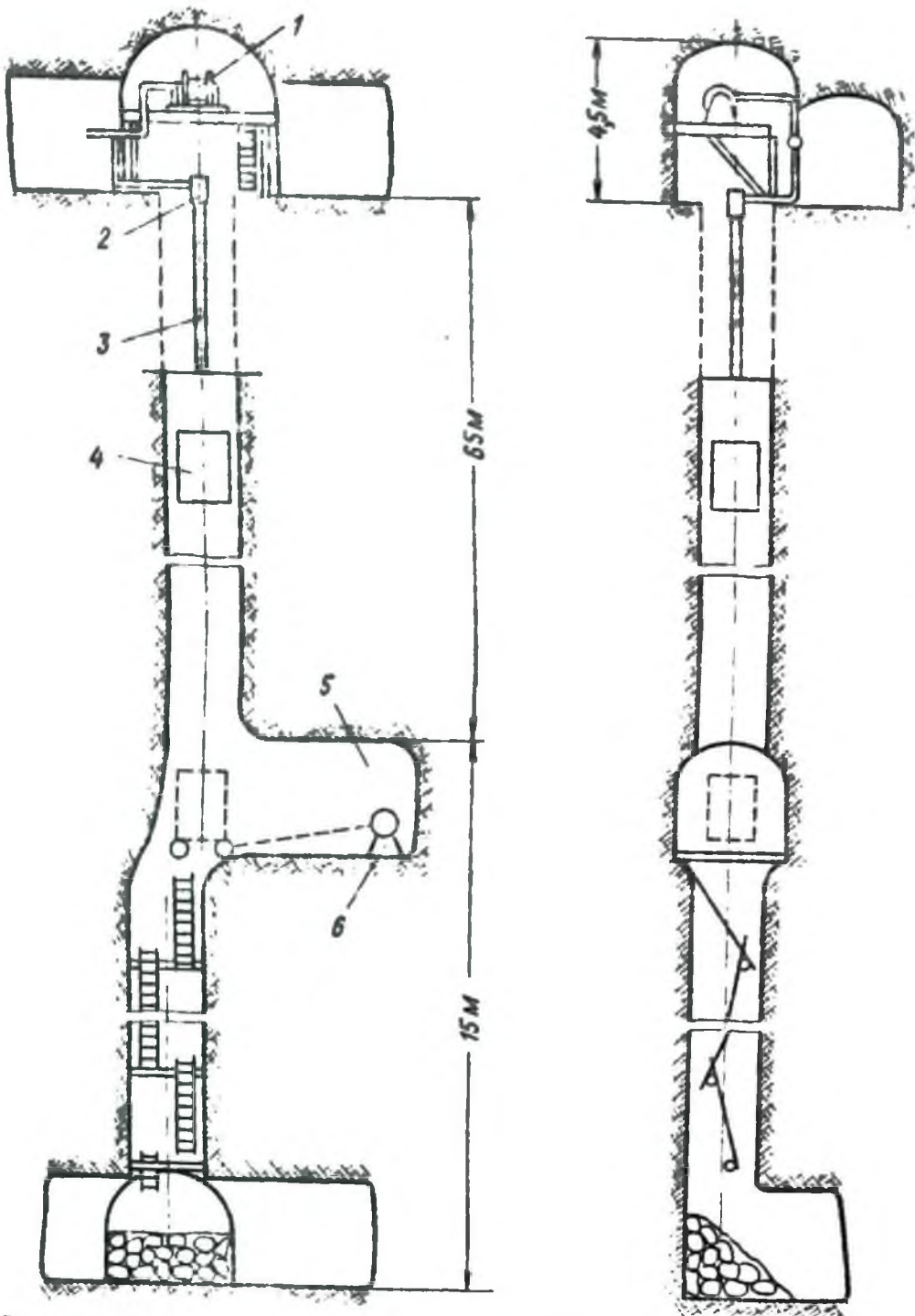


Рис. 188. Схема проходки восстающего с помощью подвесной клетки на шахте «Саксагань»:

1 — пневматическая лебедка ЛКПУ-2; 2 — элеватор; 3 — скважина; 4 — клеть; 5 — камера для клетки; 6 — ручная лебедка

На Тырныаузском горно-металлургическом комбинате применение комплекса проходки восстающих КПВ позволило механизировать проходческие работы по проведению восстающих, снизить трудоемкость их проведения и установить всесоюзные рекорды по скорости проведения восстающих. В 1968 г. бригада В. Воробьева прошла выработки со скоростью 426,5 м/мес, в 1969 г. — бригада В. Амшокова — 602 м/мес, бригада Ш. Муллаева — 766 м/мес. В октябре 1969 г. бригада В. М. Амшокова за 31 рабочий день прошла 602 м восстающих и достигла производительности труда проходчика 11,6 м³/смену. Бригада работала в двух забоях. Работы в них совмещали. Бригада состояла из четырех основных звеньев и одного подменного. Подменное звено демонтировало стволы монорельсов и переспосило полук КПВ-1А на новое место.

Основное звено состояло из проходчика-звеньевое (№ 1), проходчика (№ 2), старшего взрывника (№ 3), взрывника (№ 4), электрослесаря (№ 5), скрепериста (№ 6). Организация работ в проходческом звене следующая. Проходчики № 1 и № 2 поднимаются в забой восстающего № 1. Полком управляет проходчик № 1. Проходчик № 2 осматривает ствол монорельса и состояние бортов восстающего. В это время проходчик № 1 с платформы полка осуществляет осмотр и оборку забоя. Затем проходчик № 2 поднимается на платформу и подключает шланги. Проходчики № 1 и № 2 подают сигнал электрослесарю № 5, находящемуся в монтажной камере, о включении воздуха и воды и приступают к бурению шпуров для крепления монорельса и площадки, а затем обуривают забой. Электрослесарь № 5 следит за подъемом шланговой лебедки, за кранами магистралей сжатого воздуха и воды, готовит буровой инструмент. Проходчики № 1 и № 2 по окончании бурения шпуров подают сигнал о перекрытии кранов, спускаются в монтажную камеру и все трое переходят в восстающий № 2. В восстающем № 2 за 40 мин до начала смены взрывники № 3 и № 4 и скреперист № 6 получают и доставляют ВМ, раскладывают их в контейнеры, грузят на платформу звено монорельса, укладывают цанговые и крепежные болты в кабину КПВ-1А. Затем взрывники № 3 и № 4 поднимаются в забой, а скреперист № 6 следит за работой шланговой лебедки и скреперует горную массу из-под восстающего. Взрывник № 3 поднимается в забой, а затем на платформу и вместе с № 4 наращивает секции монорельса. Затем они заряжают шпур. По окончании зарядки шпуров опускают полук комплекса КПВ-1А в монтажную камеру, где взрывник № 3 подключает взрывную сеть и осуществляет взрыв. После взрыва взрывники № 3 и № 4 уходят на склад за ВМ, а № 6 переходит в монтажную камеру восстающего № 1. Затем цикл работ в звене повторяется.

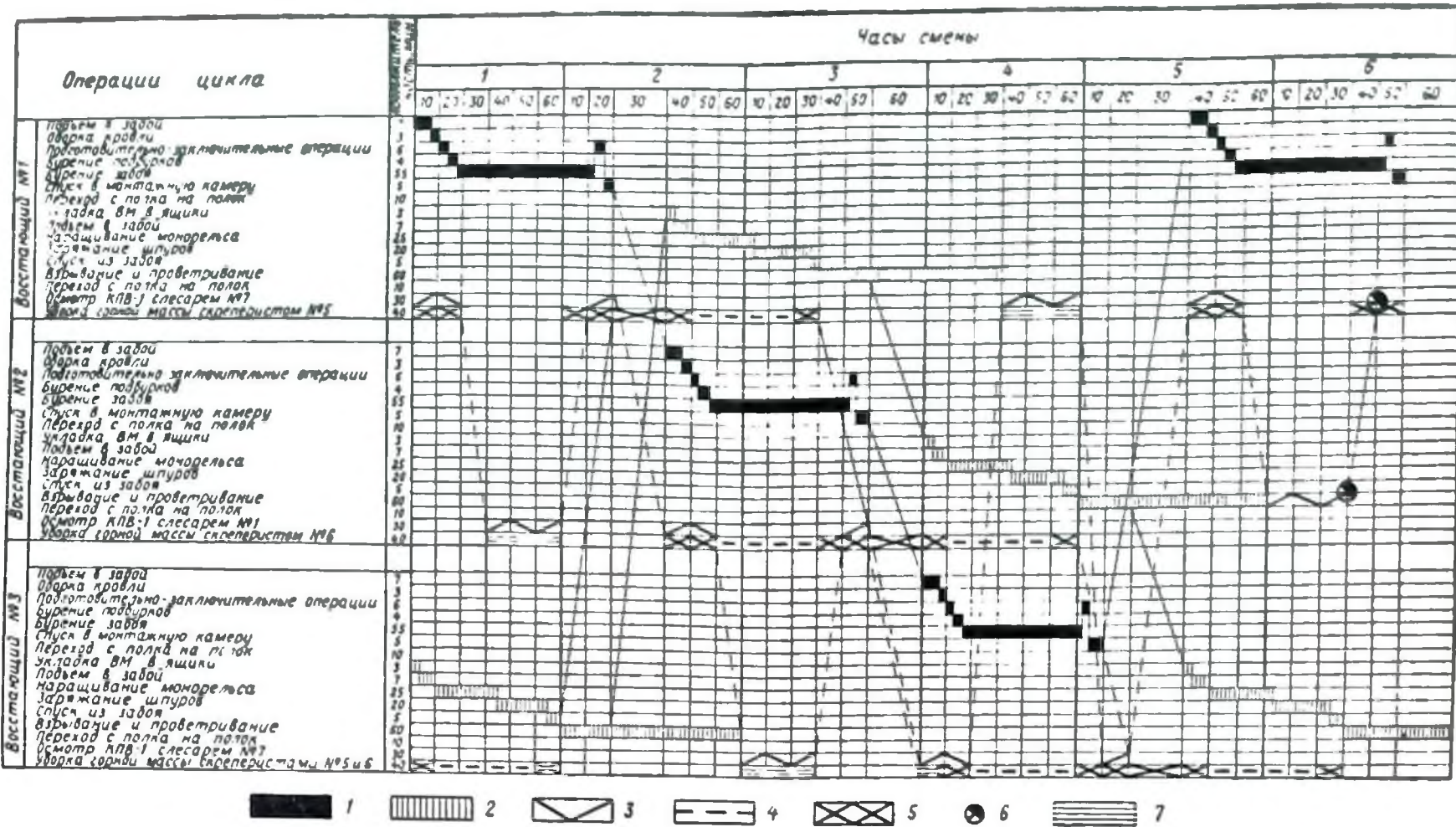


Рис. 139. Циклограмма проходки восстающего на Тырынаузском комбинате:

1 — рабочее время проходчиков № 1, 2; 2 — рабочее время взрывников № 3, 4; 3 — рабочее время электрослесаря № 7; 4 — рабочее время скреперистов № 5, 6 на штрене скреперования; 5 — рабочее время скреперистов № 5, 6 в гараже; 6 — окончание работы взрывниками № 3, 4 и скреперистами № 5, 6; 7 — осмотр КРВ-1 работниками технадзора, проверка направления вертикальных выработок маркшейдерской службы

Таблица 47

Показатели	Комбинат «Сихали» (рудник «Верхний»)						Тырынаузский комбинат (рудник «Молибден»)			
	Способы проходки									
	обыч-ный	с подвес-ной клетью	с помощью КРВ				обычный	с помощью КРВ-1А		
Скорость проходки, м/месяц	46	162.5	91	307.9	410.3	501	22.5	50.2	70	151.2
Число циклов в месяц	29	99	56	183	259	324	26	30	50	116
Число циклов в смену:										
среднее	0.4	1.0	1.33	1.6	2.2	2.6	0.25	0.5	1.0	1.15
максимальное	0.7	1.8	2.0	3.0	4.0	4.0	0.25	1.0	1.5	1.5
Подвигание забоя за цикл	1.56	1.64	1.62	1.68	1.58	1.54	1.4	1.67	1.4	0.94
са смену	0.12*	1.64	2.16	2.66	3.5	4.0	0.35	—	—	1.51
за сутки	1.09	2.95	3.24	5.05	6.3	6.2	0.35	—	—	1.8
за сутки	1.72	6.23	6.5	10.6	13.6	16.2	1.4	—	—	6.04
за сутки	3.12	8.9	8.1	18.5	20.5	24.6	1.4	—	—	7.1
Продолжительность смены, ч	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Состав бригады, из них проходчиков	—	—	—	—	—	24	4	4	6	12
Число дней, отработанных за месяц	6	8	6	10	12	12	2	4	4	8
Коэффициент крепости f по Протодякову	26	26	14	20	30	31	26	27	25	26
Сечение восстающего, м ²	14—15	14—16	14—16	14—16	14—20	14—16	16—18	16—18	16—18	16—18
Производительность труда, м ³ /ч-смену	4.5	4.5	4.5	4.5	5.0	4.5—5.0	5.0	4.5—5.0	5.0	5.0
Экономический эффект по сравнению с обыч-ным способом проходки восстающих, руб.	1.7	4.08	5.32	6.27	8.2	9.72	1.69	2.1	2.9	3.2
Число циклов в сутки:	—	5200	3010	12 181	52 649	64 128	—	2090	6100	13 700
среднее	1.12	3.8	4.0	6.4	8.6	10.4	1	0.5	2.0	4.6
максимальное	2.0	5.4	5.0	11.0	13.0	16.0	1	1.0	3.0	6.0

* В числителе—среднее значение; в знаменателе—максимальное.

Методика проведения восстающих выработок

Показатели	Тырмалукский комбинат (рудник - Молодежь)			Амсайский комбинат			Карталукский комбинат (рудник - Молодежь)			
	Способы проходки									
	с помощью КПВ-1А			с помощью КПВ-1А			обычные			
Скорость проходки, м/месяц	201	426.5	602	766	257	104.5	168.3	209.6	104.1	328.9
Число циклов в месяц	183	372	430	502	161	78	140	162	—	253
Число циклов в смену:										
среднее	1.5	3.0	3.0	4.0	—	—	1.5	1.5	—	2
максимальное	2.0	4.0	4.0	6.0	—	—	—	—	—	—
Подвижение забоя за цикл	1.1	1.14	1.40	1.52	1.6	1.35	1.2	1.29	—	1.3
за смену	1.62	3.42	4.2	6.1	—	—	1.9	1.94	—	2.62
за сутки	2.01	4.57	5.6	9.1	—	—	—	—	—	4.5
Продолжительность смены, ч	6.7	13.7	16.8	24.5	—	—	—	7.76	—	10.6
Состав бригады, из них проходчиков	8.5	18.3	20.4	31.0	—	—	—	—	—	—
Число дней, отработанных за месяц	6	6	6	6	—	—	—	—	—	6
Коэффициент крепости / по Протодьяконову	15	25	30	38	—	—	8	9	—	11
Сечение восстанавливаемого, м ²	10	10	10	10	—	—	—	—	—	—
Проправодительность труда, м ³ /ч-смену	30	31	31	31	27	—	20	31	—	31
Экономический эффект по сравнению с обычным способом проходки восстанавливаемого, руб.	16—18	16—18	16—18	16—18	12—14	—	10—12	—	—	—
Число циклов в смену:	4.5—	5.0	5.0	5.0	5.2	5.2	—	—	—	—
среднее	5.0	8.76	11.6	15.2	—	—	3.56	4.50	—	—
максимальное	25 200	69 200	115 216	139 074	3155	620	1830	2370	—	—
Число циклов в сутки:	6.0	12	14	16	—	—	—	—	—	—
среднее	8.0	14	16	17	—	—	—	—	—	—
максимальное	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

В результате применения проходческого комплекса КПВ стоимость проходки восстающих бригадой Ш. Муллаева снизилась на 847 руб. при достигнутой скорости 750 м/месяц.

На рис. 139 приведена циклограмма проходки вертикальных выработок со скоростью 750 м/месяц бригадой Ш. Муллаева.

Основная экономия при этом получена за счет уменьшения объема крепежных работ и затрат на доставку оборудования и материалов.

Исходя из изучения передового опыта скоростных проходок восстающих на этом комбинате, необходимо соблюдение следующих мероприятий: для создания резерва времени на осмотры и профилактические ремонты комплекса, а также для увеличения производительности работы проходчиков в период демонтажа и перепоса комплекса КПВ на новое место работ необходимо иметь в бригаде резервный комплекс оборудования; с целью ускорения ликвидации непредвиденных остановок из-за отсутствия воды, воздуха, электроэнергии и других неполадок следует иметь в монтажной камере вспомогательного рабочего; в связи с интенсивностью работы необходимо организовать профилактический ремонт перфораторов непосредственно на месте работ, а также иметь резерв бурового оборудования; значительного увеличения скорости проходки и сокращения непроизводительных потерь рабочего времени можно добиться только при многозабойном способе работы большой комплексной бригады. Примерами такой проходки и служат рекордные проходки восстающих на Тырнаузском полиметаллическом комбинате.

Опыт организации скоростных проходок на этом комбинате показал, что высокие скорости достигаются в результате лучшей организации труда, применения высокопроизводительного оборудования и лучшего материально-технического обеспечения. Схема организации скоростной проходки определяется фактором эффективности проходки на текущий момент. В том случае, когда таким определяющим фактором является скорость, обеспечивающая досрочный ввод в эксплуатацию запасов полезных ископаемых, оптимальной будет скорость проходки, при которой сумма затрат на организацию проходки равна экономическому эффекту от досрочного ввода объекта в эксплуатацию.

В случае, когда эффективность производства определяется максимальной производительностью труда, необходимо внедрение многозабойных схем организации работ. Такие схемы требуют инженерного творческого подхода к производству горнопроходческих работ.

В табл. 47 приведены сравнительные технико-экономические показатели проходки восстающих.

МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОХОДКИ
КАМЕРНЫХ ВЫРАБОТОК

§ 1. Общие сведения

При строительстве новых или реконструкции действующих шахт наряду с обычными вертикальными, наклонными или горизонтальными протяженными выработками сооружают большое число различных по назначению камерных выработок. Объем сооружаемых камерных выработок больших поперечных сечений при строительстве горизонтов на шахтах Кривбасса составляет 25—30% общего объема выработок, а продолжительность их сооружения — 30—40% общей продолжительности подготовки горизонта. К числу таких выработок относятся: сопряжения стволов с околоствольными дворами, камеры дозаторов и питателей, насосные камеры, водосборники, камеры электроподстанций, подземные бункеры, камеры опрокидывания, электровозного депо, противопожарных материалов, складов ВМ и т. д.

Отличительной особенностью подземных камер являются большие размеры по ширине (до 7—14 м), высоте (до 6—11 м) и длине (до 20 м), что, естественно, требует особых специфических способов механизации и организации горнопроходческих работ при их сооружении. Во-первых, при производстве буровзрывных работ необходимо ориентироваться на такое оборудование, которое не требует дополнительных затрат на возведение специальных сооружений (полков, помостов и др.). При бурении шпуров в этих условиях наиболее целесообразно применять специальные буровые каретки или агрегаты на несколько перфораторов. Для погрузки породы следует применять наиболее производительные машины с непрерывным черпаньем, так как большой объем взрывной породы позволяет эффективнее использовать такие машины. Учитывая большие размеры подземных камер, необходимо максимально механизировать возведение крепи, применяя бетоноукладчики, бетононасосы и т. д. Проходка околоствольных выработок и особенно околоствольных дворов при подготовке новых горизонтов является трудоемким процессом и занимает значительное время. Механизация, организация и порядок горнопроходческих работ при сооружении этих выработок существенно влияют на срок подготовки горизонтов. К выработкам, подлежащим проходке в начальный период подготовки горизонта, относятся:

рассечка сопряжения околоствольного двора со стволом шахты, приствольная часть околоствольного двора и камеры загрузочных устройств (дозаторов).

Скорость проходки этих выработок составляет в среднем 250—300 м³/месяц, а производительность труда проходчика 1,2—1,6 м³/чел-смену, что в 3—4 раза ниже, чем при проходке других выработок.

Технологические схемы сооружения камерных выработок в зависимости от применяемой проходческой техники, технологии и организации работ определяются многими факторами. В зависимости от применяемых технологических схем камерные выработки можно разделить на две группы: 1) примыкающие к стволу (сопряжения ствола с околоствольными дворами, выработки комплекса загрузки скипов, камеры дозатора) и 2) предназначенные для обслуживания технологического комплекса, находящиеся на отметках откаточных горизонтов (подстанции, насосные, гаражи, склады и др.).

При проходке камерных выработок первой группы применяют в основном механизмы, используемые при проходке ствола. Бурение шпуров производят ручными перфораторами с пневмоподдержек, породу в ствол для последующей уборки сбрасывают с помощью скреперных лебедок. Камерные выработки комплекса загрузки скипов являются наиболее трудоемкими и сложными в проходке. При проходке камерных выработок второй группы применяют горнопроходческое оборудование и работают по той же технологии, что и при проходке горизонтальных выработок. Камеры-водосборники проходят с применением обычного метода ведения буровзрывных работ. Породу убирают погрузочными машинами типа ППН-2 или ППН-3 с выдчей вагонов на горизонт по наклонной части с помощью лебедок или скреперными установками. При значительных поперечных сечениях камерных выработок затрудняется производство бурения с пневмоподдерживающих колонок, ухудшается оконтуривание, затрудняется уборка породы погрузочными машинами типа ППН-2, ППН-3, ППМ-4м из-за малого фронта погрузки, усложняются опалубочные работы и возведение бетонной крепи.

Камеры опрокидов в крепких породах обычно проходят ступенчатым забоем сразу по всему поперечному сечению камеры либо узким забоем с последующим расширением пройденной выработки до проектного сечения камеры. Породу при этом убирают скреперной лебедкой или породопогрузочными машинами. Свод камеры крепят бетоном либо со взрывной породы, либо с устройством лесов. Камеры дробилок проходят также отдельными участками, ступенчатым забоем в нисходящем порядке.

Крепление камеры дробилки начинают со свода. Для возведения постоянной бетонной крепи применяют пневматический бетонный укладчик УБ-1.

Наиболее распространенным способом проходки емкостной части бункера в условиях крепких пород является проходка с помощью восстающих, пройденных снизу вверх, с последующим расширением сверху вниз.

При сооружении камерных выработок в каждом отдельном случае разрабатывается специальный проект производства работ, предусматривающий последовательность проходки и крепления камеры, способ проходки, механизацию горнопроходческих работ, организацию труда и т. д. Большое внимание уделяется механизации горнопроходческих работ, определяющей технико-экономические показатели проходки камерных выработок.

§ 2. Проходка камерных выработок, примыкающих к стволу

Сопряжения скипо-клетевых и клетевых стволов включают в себя двухстороннюю проходку выработки сечением более 20 м², устройство котлованов для толкателей и площадок, проведение примыкающей к стволу обходной выработки и камер сигналиста. Непосредственно примыкающие к стволу дозаторные камеры, сопряжения околоствольных дворов и другие выработки, относящиеся к бункерному комплексу, проходят, как правило, непосредственно из ствола в процессе его проходки или углубки. При этом возникает необходимость значительного обнажения пород с подсечкой ствола и выполнения бетонной крепи сложной конфигурации.

Применяемые технологические схемы проходки этих выработок разнообразны. Их проходят широким или узким забоем, заходками снизу вверх или сверху вниз, одновременно с проходкой ствола или после его проходки. Поэтому стоимость проходки этих выработок изменяется от 30 до 70 руб/м³.

Классификация технологических схем проходки камерных выработок, примыкающих к стволу, приведена в табл. 48.

В зависимости от горнотехнических условий и оснащенности ствола механизмами проходка этих выработок связана со значительными подготовительно-заключительными работами: сооружением временных полков, монтажом и демонтажом механизмов, перемещением подвесного проходческого полка и другими работами. Особенно большие затраты труда (20—40 чел-смен) на эти работы приходится при проходке таких выработок после сооружения ствола.

Экономические расчеты по каждой схеме, выполненные для определения схемы проходки этих выработок, показали, что наи-

Таблица 48

Технологическая схема проходки сопряжения	Индекс схемы	Организация работ по проходке сопряжения	Вариант технологической схемы	Подъем породы
Одновременно с проходкой ствола	I	С забоя ствола	Полным или узким сечением, заходками сверху вниз или снизу вверх	Бадьювой
	II	С проходческого полка	Полным или узким сечением, заходками сверху вниз или снизу вверх	Бадьювой
После проходки ствола	III	С капитального полка	Полным или узким сечением	Клетевой, скипо-клетевой
	IV	С клетки	Полным или узким сечением	То же
	V	Со стороны другого ствола	Полным сечением	»

более высокий экономический эффект достигается при проходке их из забоя ствола одновременно с его проходкой.

Исследования показали, что проходка этих выработок должна производиться одновременно с проходкой ствола по единой технологической и организационной схеме с использованием механизмов и оборудования, предназначенных для проходки ствола. В настоящее время разработана и внедрена на шахтах Кривбасса технологическая схема проходки сопряжения, особенностью которой является переход ствола в районе его сопряжения с околоствольным двором от круглого сечения к квадратному. Это сокращает первоначальный объем работ по выравниванию забоя в местах сопряжения, улучшает оконтуривание выработки переменного сечения. Работа по проходке сопряжения одновременно с проходкой ствола включает 12 последовательно выполняемых этапов (рис. 140).

Сечение ствола приобретает прямоугольную форму в районе сопряжения после I, II и III этапов работ. Затем проходят сопряжения заходками снизу вверх с оставлением временного предохранительного целика в кровле свода и последующей его выемкой (IV, V и VI этапы). Кровля сопряжения в этом случае все время находится под защитой целика. Последующая выемка целика в кровле свода сопряжения уменьшает разрушение контура свода от взрывных работ, улучшает оконтуривание выработки и повышает условия безопасности работ.

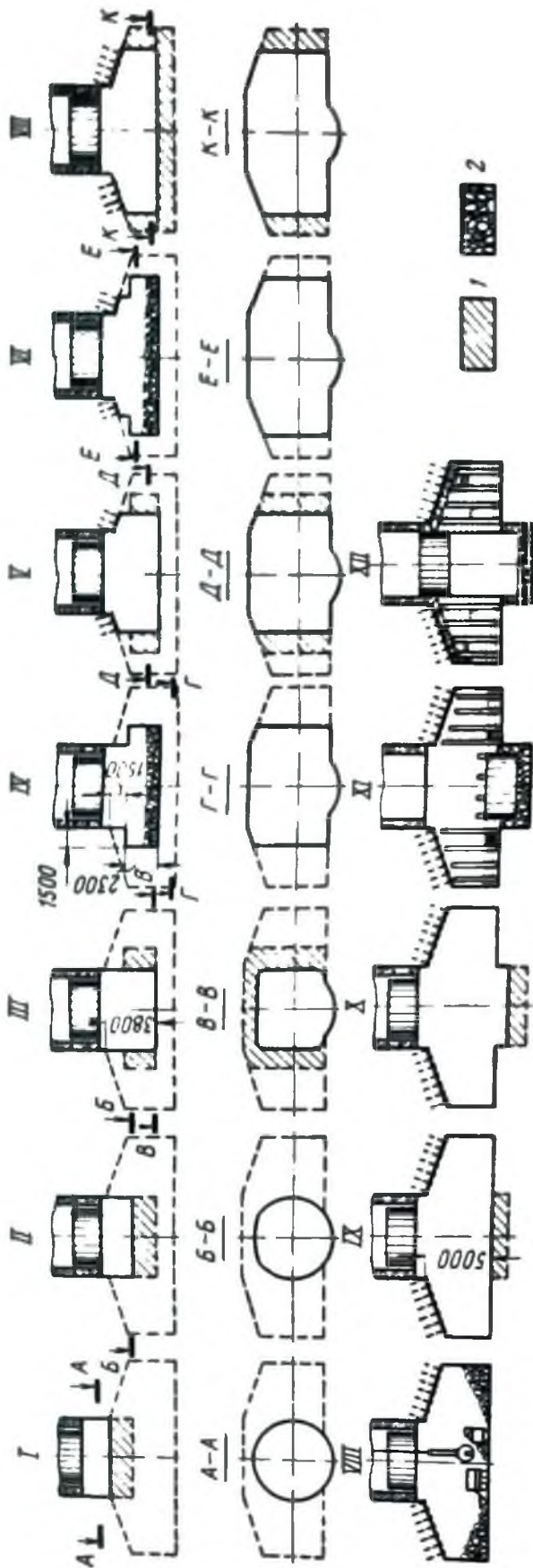


Рис. 140. Технологическая схема проходки сопряжения околоствольного двора одновременно с проходкой ствола:
 1 — массив породы, подлежащий выемке; 2 — взорванная порода; I—XII — последовательно выполняемые фазы проходки сопряжения одновременно с проходкой ствола

Забой сопряжения обуривают с применением тех же ручных перфораторов, что и при проходке ствола, но установленных на пневмоподдержках. Погрузка породы при проходке сопряжения до VII этапа производится грейферным грузчиком, применяемым при проходке ствола. Затем транспортирование породы от обеих забоев сопряжения к центру ствола производят с помощью скреперных лебедок, для чего забой ствола проходят ниже почвы сопряжения. В случае применения при проходке ствола бадей большой емкости через раструб подвешного проходческого полка можно опустить в забой погрузочную или погрузочно-доставочную машину на гусеничном либо пневмоколесном ходу типа ППН-2г, ПДВ-2 или другую для погрузки породы, отбиваемой при проходке сопряжения. С VII этапа погрузка породы может производиться с помощью погрузочной машины, перебрасывающей породу в район действия грейфера, или погрузочно-доставочной непосредственно в бадью. После расчески сопряжения околоствольного двора проходят ствол на 2—4 м ниже почвы околоствольного двора (IX и X этапы), а затем возводят постоянную крепь, используя передвижную призабойную опалубку, применяемую при проходке ствола, устанавливаемую на 1 м ниже почвы околоствольного двора (XI этап).

Бетонную крепь ствола и сопряжения возводят одновременно снизу вверх по мере установки опалубки (XII этап). Первоначально данная технологическая схема была внедрена при расчистке околоствольного двора на гор. 447 м шахты «Орджоникидзе» рудника им. Ленина в Кривбассе при проходке ствола диаметром 4,5 м в породах с f 16 ÷ 18.

Технико-технические показатели, достигнутые при этих проходках, приведены в табл. 49.

Таблица 49

Показатели	Технология	
	старая	новая
Пробурено шпуров, м	1229	1114
Время бурения, ч	409	372
Перерасход бетона, м ³	100	18
Переборы породы, %	27	9
Производительность труда проходчика, м ³ /чел-смену	1,1	2,3
Стоимость сопряжения, руб.	5500	3920

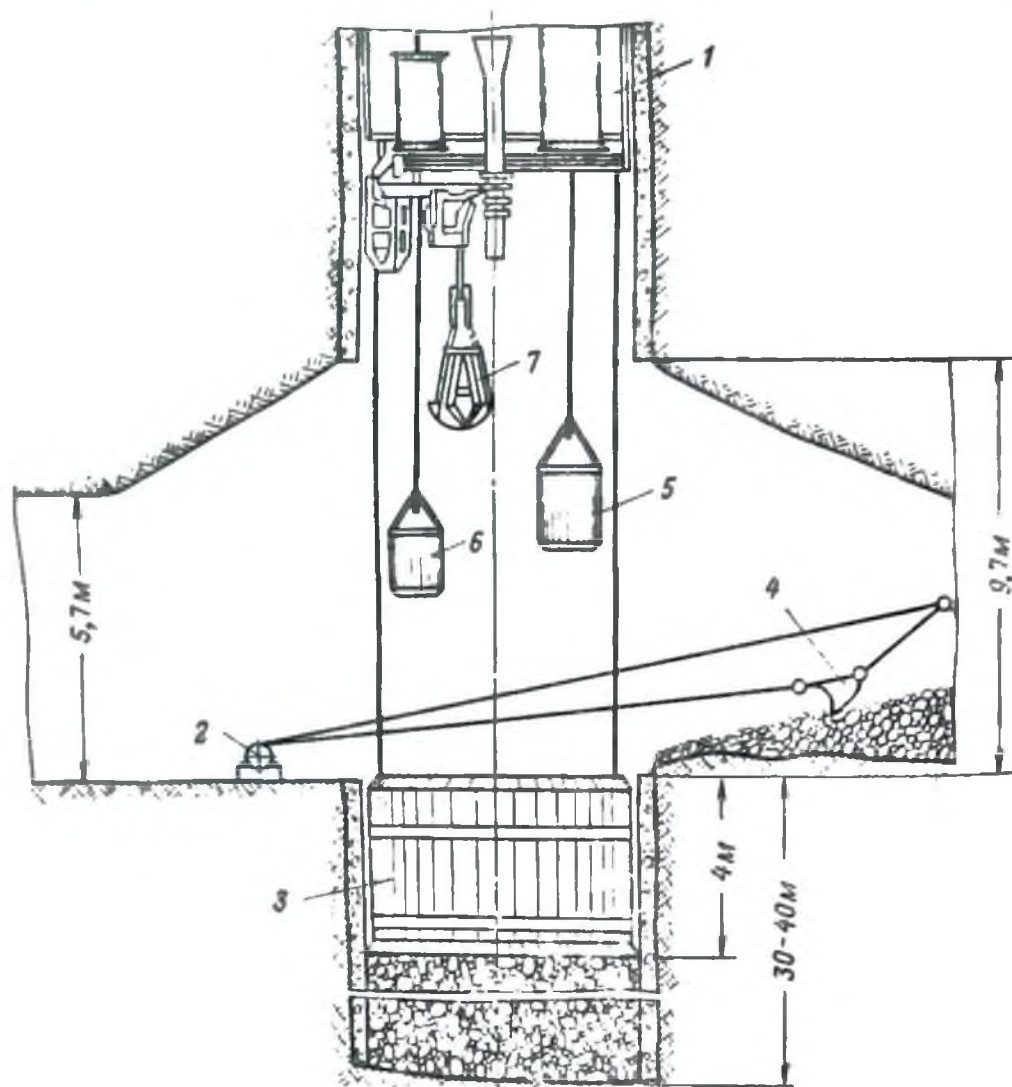
Для определения величины переборов породы при этой схеме производили контрольные съемки поперечных сечений сопряжений выработок с помощью самопишущего прибора ПСК-1. В результате

внедрения новой технологической схемы улучшилось оконтуривание кровли сопряжения, уменьшились на 20% переборы породы и в 2 раза повысилась производительность труда проходчика. В настоящее время такая технологическая схема широко применяется на шахтах бассейна.

На подземных рудниках Алтая на проходку одного сопряжения первоначально затрачивалось 2—2,5 месяца. Для сокращения времени на проходку одного сопряжения применяют следующий порядок работ (рис. 141). Ствол проходят ниже почвы сопряжения на 30—40 м для маганизирования породы. Проходческий подвесной

Рис. 141. Механизация уборки породы при проходке сопряжения:

1 — подвесной проходческий полон; 2 — скрепная лебедка; 3 — передвижная призабойная секционная опалубка; 4 — скребок литой; 5 — бадейка ВПС-3; 6 — бадейка ВПС-1,5; 7 — породопогружающая машина КС-2У



полок поднимают выше свода сопряжения на 15—20 м, а передвижную металлическую опалубку поднимают в район сопряжения и перекрывают по верхнему кольцу сплошным настилом из брусьев и досок, который служит рабочим полом для производства работ по бурению шпуров перфораторами ПР-30ЛУ в обе стороны одновременно. Перед взрыванием рабочий полوك разбирают, а опалубку поднимают выше свода сопряжения на 1 м. В устойчивых породах сопряжения проходят полным сечением на всю длину.

При незначительных горно-геологических нарушениях устанавливают штанговую крепь. Породу после производства взрывных работ в сопряжении скреперуют в ствол скреперной лебедкой типа 2ЛС-17 и др.

При длине шпуров 2,5—3 м проходку сопряжения осуществляют за 6—7 циклов буровзрывных работ. После проходки сопряжения на весь объем возводят постоянную бетонную крепь (рис. 142). Опалубку из досок толщиной 40 мм устанавливают на всю высоту стел, затем устанавливают арматурные каркасы и металлические арки из швеллера № 16. После этого укладывают бетонную смесь за опалубку при помощи бетонопроводов с воздушным поддувом. По мере укладки бетонной смеси опалубку наращивают. Подвесную металлическую опалубку поднимают до свода сопряжения за 3—4 приема вслед за креплением. После возведения постоянной крепи сопряжения и участка ствола приступают к выдаче породы из ствола комплексом КС-2у/40, применяемом при проходке ствола. Такая организация работ (рис. 143) позволила проходить сопряжения ствола (объемом 600—900 м³ каждое) за 20—23 рабочих дня и достигнуть производительности труда на одного проходчика 1—1,2 м³/смену готового сопряжения.

Примыкающие к стволу выработки высотой до 3—3,5 м проходят сразу на всю высоту, когда забой ствола находится на уровне или несколько ниже их почвы.

Поскольку восстающий рудоулавливателя выходит в ствол только верхней своей частью, называемой нишей рудоулавливателя, то засечку ее производят на небольшую длину, т. е. фактически проходят только сопряжение ее со стволом. Затем после проходки заезда к улавливателю на нижележащем горизонте снизу вверх проходят восстающий к нише.

В виду большой высоты, дозаторные камеры одновременно с проходкой ствола проходят как в направлении сверху вниз, так и снизу вверх в зависимости от устойчивости пересекаемых пород. В крепких устойчивых породах при проходке сверху вниз (рис. 144) работы выполняют в следующей последовательности. Когда забой ствола достигает отметки свода камеры дозатора, одновременно с обуриванием забоя ствола производят обуривание горизонтальными шпурами верхней части будущей камеры дозатора на высоту заходки. Взрывание камеры дозатора и забоя ствола производят

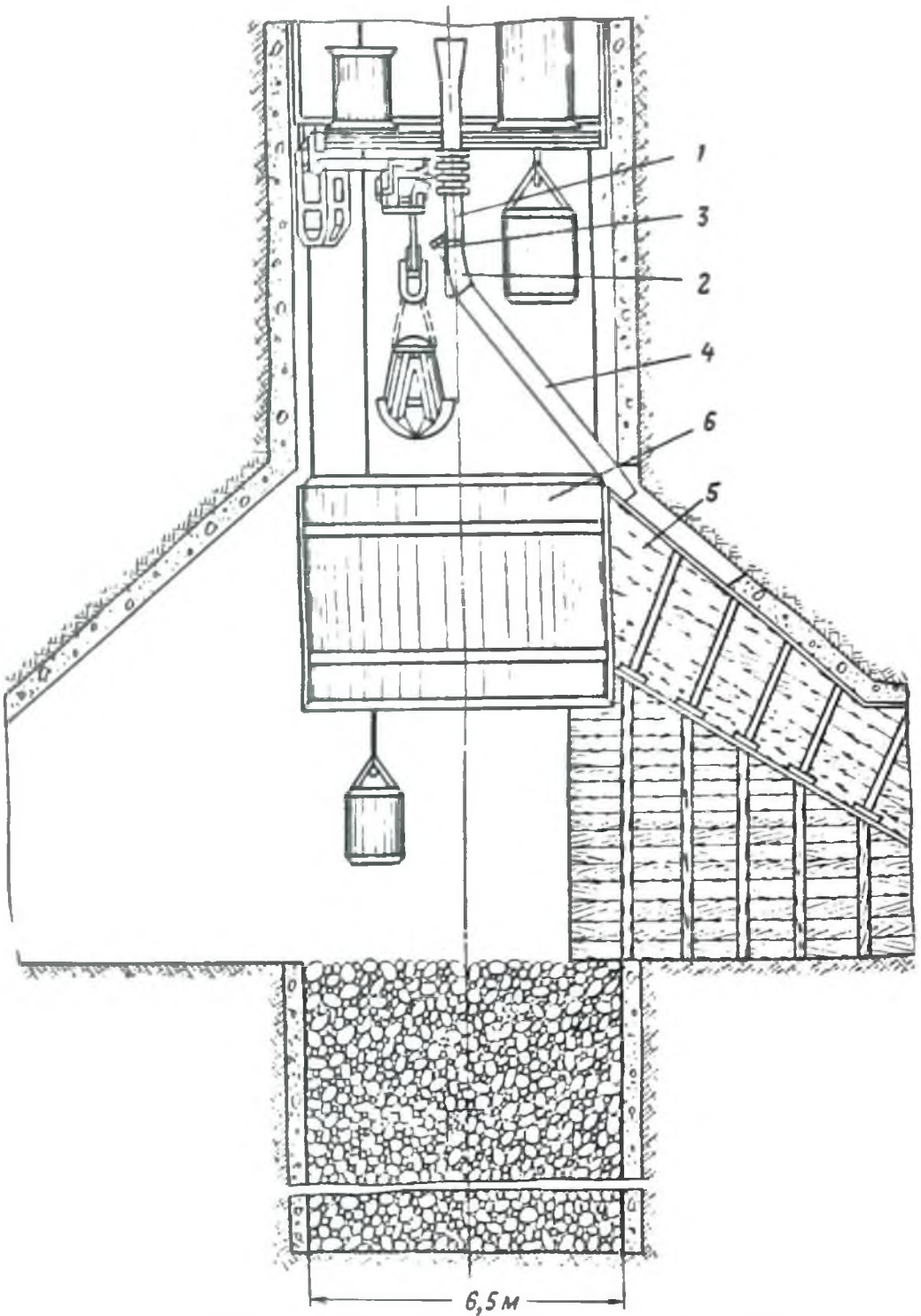


Рис. 142. Механизация крепления сопряжения околоствольного двора:
 1 — бетонопровод из труб диаметром 108 мм; 2 — колено; 3 — патрубок для подсоедине-
 ния сжатого воздуха; 4 — гибкий бетонопровод; 5 — опалубка из металлических арок
 и досок; 6 — металлическая секционная призабойная опалубка

одновременно в положении, когда забой ствола будет находиться ниже от свода камеры на 3,5—4,5 м. В таком положении со взрывной породой производят крепление свода камеры временной штанговой крепью или постоянной бетонной крепью. Дальнейшая проходка ствола и камеры дозатора производится одновременно. При этом забой ствола постоянно опережает забой камеры дозатора на 2,5—3 м, что уменьшает объем породы, остающейся на уступе камеры после взрыва. Основная масса взрывной породы при расщепке камеры дозатора сбрасывается в ствол энергией взрыва, которая убирается затем породопогрузочным комплексом, применяемым при проходке ствола.

Таким образом производят очередное подвигание забоев ствола и камеры. По мере проходки стены дозаторной камеры крепят временной штанговой крепью с применением металлической сетки или без нее.

Возведение постоянной крепи ствола и камеры дозатора производят одновременно в направлении снизу вверх после окончания проходки ее в полном объеме. Для крепления камеры дозаторов применяют деревянную и, в лучшем случае, металлическую опалубку из каркаса и щитков. Для раскрепления элементов каркаса опалубки используют ранее установленные для временной крепи анкерные болты. Для удобства производства бетонных работ через каждые 1,5 м по высоте устанавливают переносные подмости и предохранительные полки, которые после окончания возведения постоянной крепи на всю высоту разбирают после последующей проходки ствола ниже камеры на 10—15 м с целью предотвращения разрушения крепи от взрывных работ. Опалубку снимают с проходческого полка.

В отдельных случаях после проходки верхней части камеры дозаторов на полную высоту заходки (до пяты свода) возводят бетонную крепь одновременно с креплением участка ствола. При этом в трещиноватых склонных к вывалам породах для лучшей устойчивости свода при производстве взрывных работ его опирают на специально пройденный башмак. При последующей проходке камеры заходками стенки ее крепят временной штанговой крепью. Возведение постоянной бетонной крепи остальной части камеры производят в направлении снизу вверх.

Иногда камеры дозаторов проходят после проходки или углубки ствола. Проходку камер в таких случаях производят из ствола или на восстающий, пройденный с нижележащего горизонта.

Проходку камеры через ствол производят, когда оборудование, применяемое при его проходке, не демонтировано. Работы начинают с разбуривания бетона по контуру камеры шпурами с интервалом 60—80 мм глубиной равной толщине крепи. При последующих взрывных работах этим исключалось распространение трещин в бетоне за пределы контура камеры. Для бурения и

осуществления всех других операций по проходке применяют проходческий полук. Проходку камеры начинают с верхней части и производят заходками в направлении сверху вниз. Перед взрывом проходческий полук поднимают вверх. По мере проходки свод и стенки камеры дозаторов крепят временной штанговой крепью. Крепление камеры монолитным бетоном производят сверху вниз. Породу от проходки аккумулируют в зумфовой части ствола и убирают после окончания крепления камеры.



Рис. 148. График организации работ при проходке сопряжения

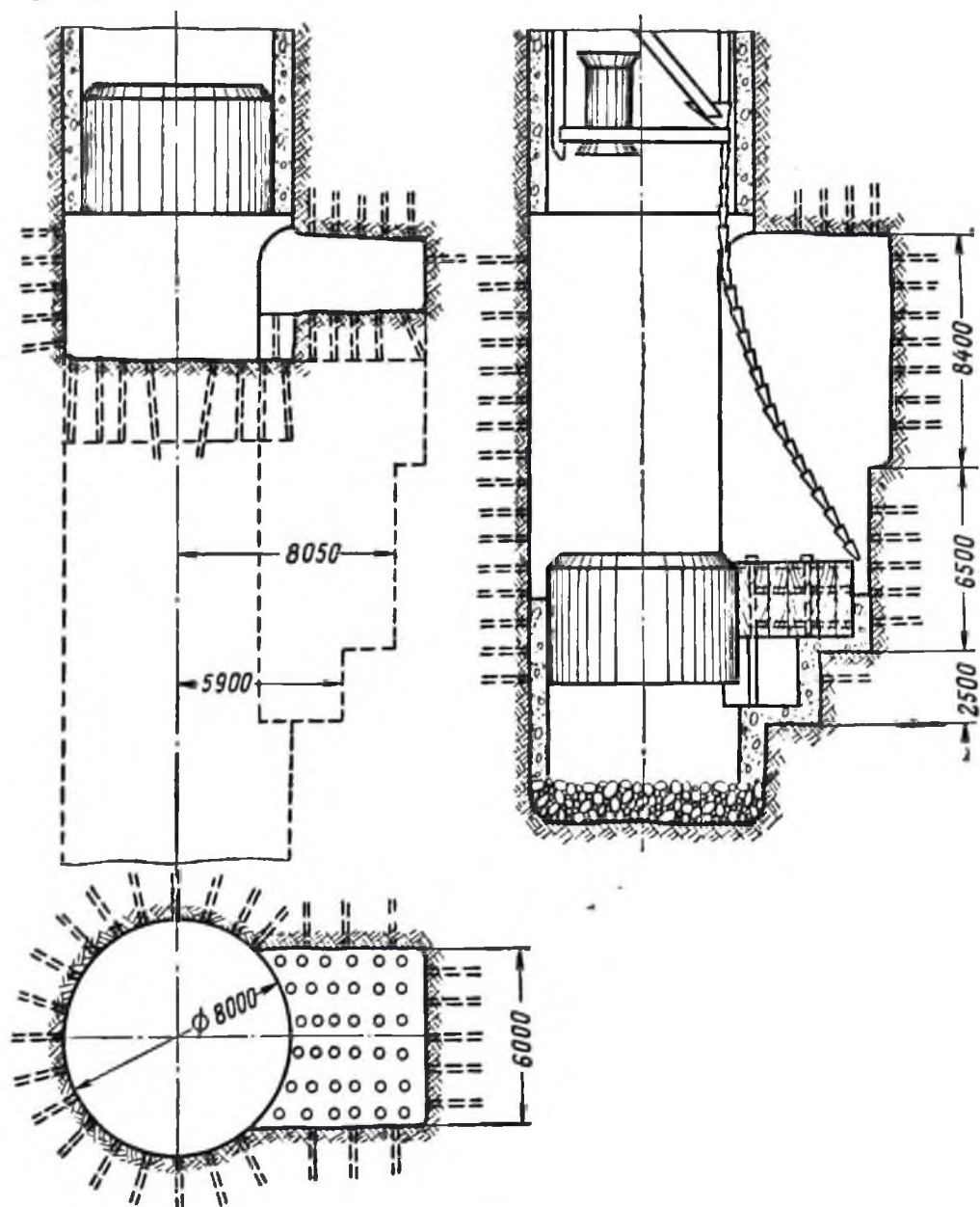
Так, на шахте им. Коминтерна в Кривбассе дозаторную камеру проходили с подвесного двухэтажного полка после окончания углубки ствола. Проходку камеры начали с разбуривания бетона в стволе по ее контуру. Чтобы исключить повреждения крепления остальной части ствола оконаливающие шпуров при разбуривании бетона бурили на расстоянии 60 мм друг от друга глубиной 300 мм. Это предотвращало трещинообразование за проектным контуром выработки при взрывании шпуров. Оконаливающие шпуров не заряжали. После засечки верхней части камеры крепили ее свод временной штанговой крепью. Дальнейшая проходка камеры осуществлялась сверху вниз заходками. Перед взрыванием шпуров полук поднимали, а при уборке породы и бурении опускали на уровень каждой заходки.

При сооружении ствола шахты им. Фрунзе в процессе крепления ствола на участке сооружения камеры был оставлен проем в бетоне. Камеру дозатора обурили с подвесного проходческого полка сразу на всю высоту (16 м) и взорвали за один прием. Шпуров взрывали снизу вверх. Затем были обурены и взорваны следующие по глубине участки камеры. Взорванная порода энергией взрыва

сбрасывалась в забой ствола, откуда после окончания проходки всей камеры ее убрали в бабьи грузчиками КС-3.

Проходка камеры дозаторов с нижележащего горизонта на предварительно пройденный восстающий (будущий рудоуправляющий) производится тогда, когда проходка через ствол по каким-либо причинам невозможна. Работы начинают с проходки восстающих; одного — для выпуска породы при проходке камеры дозаторов и другого, оборудованного лестничным (ходовым) и

Рис. 144. Технологическая схема проходки дозаторной камеры одновременно с проходкой ствола



материальными отделениями. Ходовой восстающий проходят на вспомогательную выработку, примыкающую к камере дозаторов. На уровне почвы камеры между обоями восстающими проходят сбойку. Породу от проходки камеры скреперной лебедкой доставляют в восстающий, через который она поступает на горизонт, где погружается в вагоны погрузочными машинами. При этом особое внимание обращают на то, чтобы исключить возможность выброса породы в ствол при взрывных работах. Для этого паспортом буровзрывных работ предусматривают увеличенное число шпуров с уменьшенными зарядами.

Одновременно взрывают небольшое число шпуров. Кроме того, с внутренней стороны ствола на участке будущего проема камеры с помощью анкерных болтов закрепляют лист железа толщиной 4—6 мм по форме стенки ствола.

Разрушение бетонной крепи ствола на участке камеры дозатора производят отбойными молотками. Закрепленный лист железа при этом служит ограждением от ствола. После окончания проходки верхней части камеры дозатора проходят емкости отделения бункера, а затем возводят постоянную крепь из монолитного бетона. При этом бетонную смесь подают за опалубку бетоноукладчиком, установленным на нижнем горизонте. Бетонопровод прокладывают по материально-ходовому восстающему. Для подъема материалов по материальному отделению применяют лебедку с пневмоприводом, устанавливаемую на сбойке между восстающими. После проходки восстающих выработок бункера и закрепления верхней части производят раскопку нижней части камеры дозаторов сверху вниз заходками глубиной 1,5—2,0 м.

При необходимости в стенках камеры устанавливают временную штапговую крепь. После раскопки нижней части камеры производят возведение постоянной крепи из монолитного бетона снизу вверх. Доставку проходческого оборудования в камеру дозатора производят через ствол или по материально-ходовому восстающему. Ограждение из листовой стали убирают после окончания сооружения камеры. Скорость проходки камер по этой схеме достигает 300 м³/мес.

При подготовке гор. 625 м шахты № 1 им. Артема в Кривбассе сооружена дозорная камера в действующем скипо-клетевом стволе диаметром 7,5 м в свету, пройденном и заармированном до отм. 719,5 м.

Дозаторную камеру нужно было пройти на горизонте 672—685 м в гранитах с $f = 12 \div 16$. Объем выемки породы по камере составлял 475 м³. Для сокращения сроков сооружения камеры, а также для предотвращения деформации армировки и разрушения крепи ствола применили следующую технологию проходки. С заезда к рудоуправлявателю гор. 700 м (рис. 145) прошли восстающий в торцевой стенке камеры до отм. 685 м. С него

прошли выработку сечением 9 м^2 до сбойки со стволом, которую раскошили до сечения 16 м^2 , образуя подсечку камеры. Для перепуска отбитой в дозаторной камере породы в восстающий на ярусе армировки ствола соорудили полук под углом 45° .

Проходка камеры заходками обычной длины ($1,5\text{--}2 \text{ м}$) требовала сооружения большого числа рабочих и предохранительных полков и их разборки перед каждым взрывом, поэтому ее осуществляли методами глубоких заходов. Обуривание всей площади сечения камеры производилось с полков, сооруженных на ярусах армировки ствола шпурами диаметром 40 мм длиной $5,6 \text{ м}$, т. е. до проектной глубины. Бурение производили перфораторами РП-22 с пневмоподдерживающих колонок ППК-15у.

Для предотвращения разрушения бетонной крепи ствола и законтурного массива породы камеры применили метод контурного взрывания с последующим оконтуриванием выработки. С этой целью оконтуривающие шпуры по всему периметру камеры бурили на расстоянии 25 см один от другого, а заряжали их через один. Линия наименьшего сопротивления оконтуривающих шпуров составляла 50 см , заряды в них рассредоточенные. Обрушение камеры производили снизу вверх на выработку подсечки. Оконтуривающие шпуры взрывали в последнюю очередь. В качестве ВВ применяли динафталит в патронах диаметром 32 мм . Отбитую породу по восстающему перепускали в заезд к рудоулавливателю и там погрузочной машиной ППН-3 грузили в вагоны УВГ-4.

Благодаря применению такой технологии проходки комплекс проходческих работ выполнили за 8 рабочих дней вместо 22 дней, предусмотренных планом. Производительность труда проходчиков составила $6,1 \text{ м}^3/\text{чел-смену}$ при норме $2,4 \text{ м}^3$. Армировка и крепь ствола остались неповрежденными, а стены и свод камеры были ровные, без значительных нарушений и вывалов. Переборы при проходке оказались значительно ниже нормативных, что

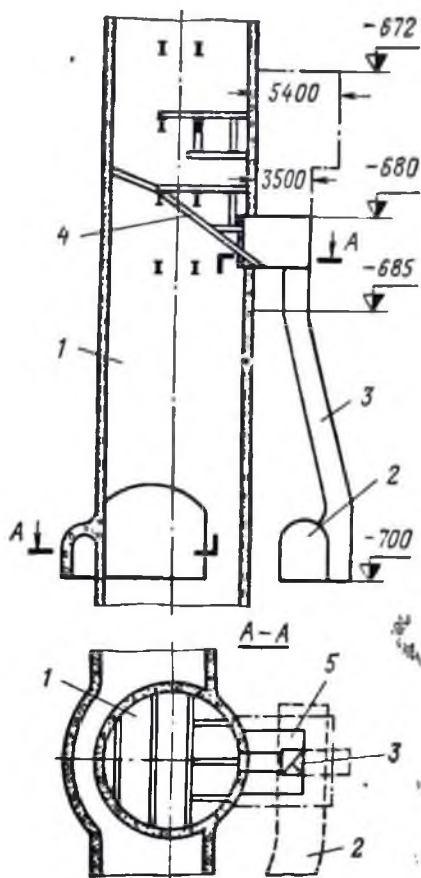


Рис. 145. Технологическая схема проходки дозаторной камеры после сооружения ствола:

1 — ствол; 2 — заезд к рудоулавливателю; 3 — восстающий; 4 — наклонный полук; 5 — выработка подсечки

позволило сократить время на возведение постоянной крепи и закрепить камеру без перерасхода бетона.

Камеры питателей (транспортёров), примыкающие к камерам дозаторов, проходят одновременно с проходкой ствола или после окончания его проходки. Во втором случае породу от проходки камеры выдают непосредственно по стволу на вышележащий горизонт или спускают через восстающий на нижележащий горизонт. В Кривбассе наиболее широко применяют схему проходки камер питателей после окончания проходки ствола. По почве камеры сначала проходят выработку малого сечения, а затем раскапывают ее до полного сечения камеры. В устойчивых породах выработку проходят по всей ширине камеры, достигающей 8 м в проходке (шахта «Гигант-Глубокая» и др.). Бурение шпуров осуществляют теми же перфораторами, что и при проходке ствола. Породу убирают скреперной лебедкой ЛС-28 и др. или машиной ППН-2. При небольшой длине доставки (10—12 м) породу транспортируют в бадью проходческого подъема в ковше погрузочной машины. При большой длине доставки породу грузят в бадью, установленную на лафете (подвагонной платформе). Лафет с бадьей транспортируют к стволу или ходку, где ее перецепляют.

Порожнюю бадью отцепляют от каната и ставят на почву (полок). Затем прицепляют груженую бадью и приподнимают на высоту 1,7—1,9 м. Под груженую бадью с помощью крюка прицепляют порожнюю и, подняв обе бадьи на необходимую высоту, подкатывают под них лафет. Порожнюю бадью устанавливают на лафет, а груженую выдают на горизонт.

С помощью скреперной лебедки породу транспортировали непосредственно в восстающий или через лоток в бадью проходческого подъема емкостью 1,0—1,5 м³. В зависимости от конкретных условий засечку камеры производят по одной из следующих схем: I. В дозаторной камере устанавливают временные деревянные леса, с которых устанавливают перекрытия с грохотом для засечки камеры. Этот способ наиболее сложный, трудоемкий и неэкономичный. Расход леса достигает 20 м³. II. При проходке камеры дозатора закладывают на уровне подошвы камеры питателя балки проектного перекрытия, на которых настиляется полук для засечки выработки. III. Если при проходке камеры дозатора не установили балки перекрытия, то целесообразно применять способ засечки с помощью выдвижных концов; по этой схеме сооружена камера питателя на шахте № 1 им. Артема в Кривбассе (рис. 146). Дозаторную камеру прошли и закрепили бетоном при проходке ствола до гор. 700 м. При армировке ствола на ярусе растрелов устроили полук, с которого в бетонной стенке ствола сделали три проема в дозаторную камеру. В центральный проем шириной 1800 мм заложили трп, а в боковые — по одному рельсу, длиной 6—6,2 м. Рельсы одними своими концами опира-

лись на бетонную стенку, а другими — на торцевой уступ стенки камеры дозатора. Во избежание продольных смещений рельсов к ним катанкой прикручивали отрезки кругляка.

При проходке камеры питателя выдвигные концы рельс распирались в забой. На выдвигные концы рельс настилали полк из досок, с которого производили засечку выработки малого

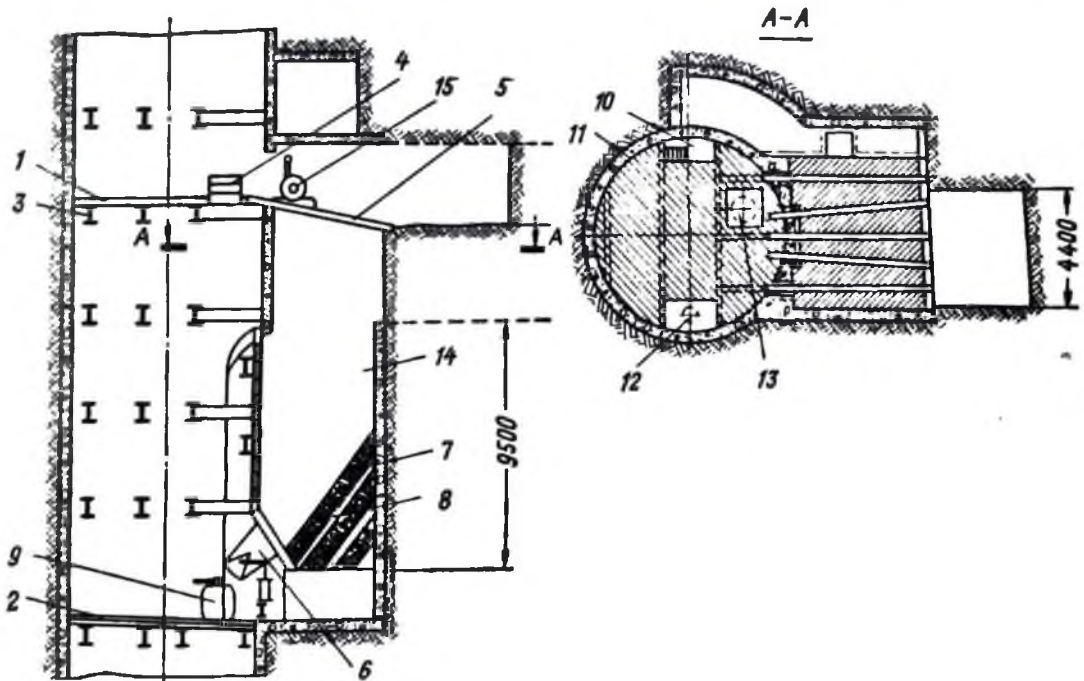


Рис. 146. Технологическая схема проходки камеры питателей:

1 — верхний полк (предохранительный); 2 — нижний полк (капитальный); 3 — растрелы армировки ствола; 4 — ограждение проема полка; 5 — рельсы Р-24 (выдвигные концы); 6 — секторный затвор; 7 — днище из отрезков кругляка; 8 — металлический лист; 9 — бадья; 10 — ходовое отделение; 11 — бетонная крепь ствола; 12 — трубное отделение; 13 — проем для пропуска бадьи; 14 — емкостная часть камеры дозатора для породы; 15 — скреперная лебедка

сечения (3 × 4,4 м) на его уровне. Камеру проходили с выдачей породы на гор. 550 м, откуда она выдавалась через ствол шахты «Южная-Вентиляционная». Для этого на гор. 550 м оборудовали разгрузку бадей с породой в вагоны.

Для подъема применили лебедку БЛ-1600. При переоборудовании камеры дозаторов под емкость для породы для лучшего выхода ее при загрузке бадьи днище выложили деревом и покрыли металлическим листом. Верхний полк оборудовали проемом с растрелом для пропуска бадьи, загружаемой на нижнем полке через люк, оборудованный секторным затвором с пневмоприводом. При производстве первых трех взрывов настил убрали и порода энергией взрыва выбрасывалась непосредственно в емкость. Затем вместо рельсов уложили двутавровые балки № 30, на них устроили

грохота, установили скреперную лебедку ЛС-28 и проходили дальше выработку малого сечения. Отбитую породу скреперовали лебедкой в породный бункер.

После окончания раскопки свода камеры и проходки емкостных отделений бункера производили раскопку камеры до проектного сечения нисходящими шпурами глубиной 1,5—2,0 м.

Для поддержания скреперного полка перед подрывкой под его балки установили поперечную балку, концы которой заделали в боковые стенки камеры дозатора. При подрывке почвы камеры породу скреперовали лебедкой, стоящей на полке без перестановки ее по высоте. Постоянную бетонную крепь камеры возводили после полного окончания всех взрывных работ с подачей бетонной смеси с гор. 550 м по конусным трубам, проложенным в емкостных отделениях бункера. Максимальная скорость проходки камеры питателей равна 480 м³/ч.

§ 3. Проходка камерных выработок с горизонта

Камерные выработки, располагаемые на горизонте для размещения в них оборудования, материалов и некоторых служб (диспетчерская, медпункт, отбора проб, камера ожидания и т. д.), имеют поперечные сечения не более сечения обычных горизонтальных выработок; поэтому способы их проведения почти не отличаются от проведения обычных. Большинство камер сечением более 20 м² (камеры насосной, электроподстанций, опрокидов, электровозного депо и др.) требуют некоторых особенностей механизации работ при их проведении. При значительных поперечных сечениях камерных выработок затрудняется производство бурения с пневмоподдержек, ухудшается оконтуривание, затрудняется уборка породы погрузочными машинами ППН-2, ППН-3 из-за малого фронта погрузки и ухудшения качества дробления породы, усложняются опалубочные работы и возведение постоянной бетонной крепи.

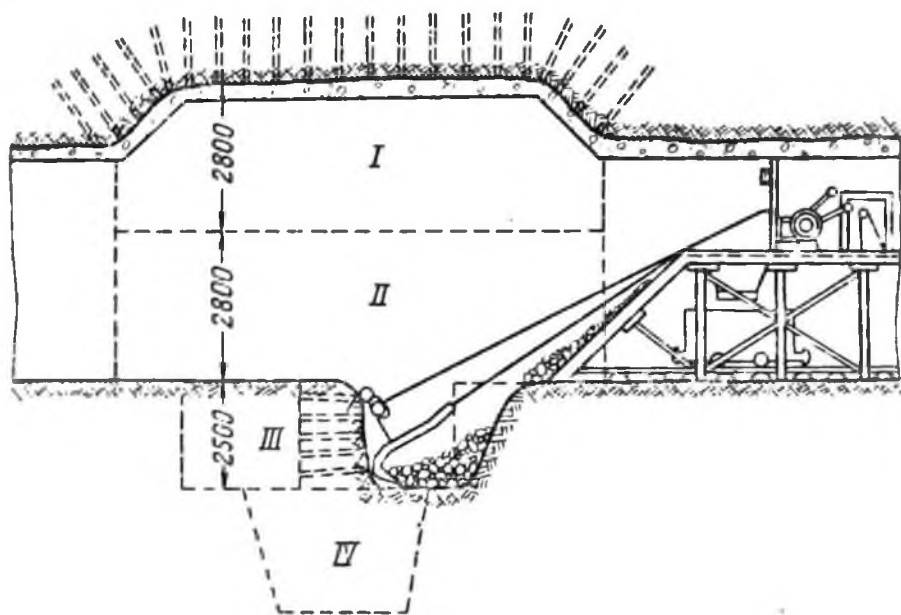
Такие выработки в крепких породах проходят по одной из следующих технологических схем: полным сечением, нисходящими заходками высотой 3,0—3,5 м, узким ходом с последующим расширением до полного сечения, уступным забоем (в два и более уступов).

При проходке полным сечением забой обуривают ручными перфораторами на пневмоподдержках за два приема. Верхние шпуры бурят со взорванной породы, нижние — после погрузки породы. Породу грузят в вагоны УВГ-4 породопогрузочными машинами ППМ-4м, ППН-3 с двух параллельно уложенных путей. По мере проходки свод и стены камеры крепят анкерными болтами на цементном растворе в металлической сеткой, устанавливаемыми с легких переносных сборно-разборных полков, закрепляемых

на высоте 2 м от уровня головки рельсов. Под этими полками свободно проходят породопогрузочные машины и вагоны. Перед взрывом полки убирают. При скоростной проходке этих камер эффективнее применять более производительную породопогрузочную машину ПНБ-3к. Технология работ аналогична проходке горизонтальной выработки.

Проходку камер опрокидов по второй схеме выполняют в два этапа. Сначала проходят свод камеры полным сечением на высоту 2,8—3,2 м с установкой анкерных болтов на цементном растворе. Породу из забоя грузят скреперной лебедкой 55-ЛС2С через стационарный скреперный полук, устраиваемый в торце камеры. Схема проходки камеры опрокидывателей показана на рис. 147. Шпур бурят ручными перфораторами ПР-22, ПР-25мв и др. на пневмоподдерживающих колонках. Шпур для анкерных болтов бурят телескопными перфораторами ПТ-36, оснащенными буровыми штангами с долотчатыми коронками диаметром 40 мм. Участок камеры от пяты свода до почвы пути проходят заходками взрыванием горизонтальных или вертикальных шпуров глубиной 2—2,5 м. Постоянную бетонную крепь возводят после окончания проходки камеры с использованием инвентарной сборно-разборной металлической опалубки и пневматических бетоноукладчиков УБ-1, подающих бетонную смесь за опалубку по трубам. Все шире применяемую безопалубочную крепь из набрызг-бетона наносят с помощью машины БМ-60, устанавливаемой в камере.

Рис. 147. Технологическая схема проходки камерных выработок большого сечения на горизонте



При проходке котлована для опрокидывателей после возведения постоянной крепи камеры породу скрепером грузят через скреперный полук в вагоны или опускают вниз в предварительно пройденный восстающий. Камеру приемных воронок проходят раскоской на этот восстающий.

При проходке камерных выработок узким ходом с последующим расширением до полного сечения сначала по оси камеры на всю ее длину проходят выработку сечением 2,5 × 3,0 м. Затем производят ее раскоску до проектных размеров камеры. Для этого по высоте пройденной выработки параллельно оси камеры бурят шпуров глубиной 2—3 м, заряжают и взрывают. Затем со взорванной породы обуривают верхнюю часть камеры. После взрывания шпуров в верхней части камеры крепят свод временной штапговой крепью и грузят породу с помощью породопогрузочной машины. После погрузки породы операции повторяют. Так, каждое подвигание забоя камеры при раскоске осуществляют за два взрыва, после которых выполняют операцию по погрузке породы. Расположенную ниже уровня почвы околоствольного двора часть камеры опрокидывателей (котлован опрокидывателей) проходят после раскоски и крепления ее верхней части. Котлованы проходят по следующим схемам: с погрузкой породы в вагоны через скреперный полук; с погрузкой породы на почву околоствольного двора скреперной лебедкой и последующей погрузкой машиной в вагоны; со спуском породы по восстающему, пройденному по одной из емкостных частей бункера.

По первым двум схемам проходят выработки при сокращенном сроке подготовки горизонта, когда выработки бункера проходят одновременно с нескольких точек. По третьей схеме котлован проходит после проходки восстающего из дозаторной или транспортной камеры по одной из емкостных частей на подготовительный горизонт, т. е. при последовательной проходке выработок бункера. При погрузке породы через скреперный полук должно быть непрерывное обеспечение забоя вагонами, иначе скреперная установка будет простаивать. Поэтому вторая схема предпочтительнее первой. Скреперной лебедкой взорванную породу скреперуют на почву скиповой ветви околоствольного двора, где грузят в вагоны погрузочной машиной. При этом перерывы в обеспечении забоя вагонами не нарушают ритмичности работы по погрузке породы из котлована. Скреперную лебедку устанавливают сбоку или в нише на почве скиповой ветви или на балках (см. рис. 147), с заделанными их концами в бетонные стенки выработки. Котлован опрокидывателя проходят за две заходки высотой по 1,3—1,5 м. Забой обуривают нисходящими шпурами глубиной 1,5—2,0 м. Для скреперования крепких пород наиболее эффективно применять скреперные лебедки типа 55-ЛС-2с и литые скребки.

§ 4. Проходка подземных бункеров

Проходка подземных бункеров отличается сложностью, трудоемкостью и малой степенью механизации. Особо сложной является проходка камер дробилок. Наиболее распространенным способом проходки емкостных частей бункеров в условиях крепких пород является проходка с помощью восстающих, проходимых снизу вверх из камер питателей в камеры опрокидов с последующим расширением сверху вниз. Для проходки емкостных частей применяют комплексы КПВ-1. На шахте им. Артема рудника им. Кирова емкостные части бункера гор. 550 м проходили под углом 75° к горизонту по гранитам с $f = 15 \div 16$ по Протодьяконову снизу вверх полным сечением с помощью подвесных люлек, поднимаемых к забою канатом, пропущенным через ранее пробуренную в сечении емкостной выработки скважину диаметром 105 мм (см. рис. 137). К этому моменту в околоствольном дворе гор. 550 м прошли и закрепили две камеры опрокидов, сбойку между ними. Из сбойки прошли монтажный колодец в камеру дробилки. Для ускорения проходки камеры дробилки и ее питателя прошли со ствола временную сбойку, использованную затем под обеспыливающую установку. Камеру дозаторов прошли одновременно со стволом. В ней оборудовали временный бункер для породы от проходки камеры питателей и емкостей бункера. Отбитую породу перемещали в камеру дозаторов скреперной лебедкой 55-ЛС-2с, затем грузили в бадью емкостью $1,5 \text{ м}^3$. Скважину диаметром 105 мм бурили сверху вниз буровым станком НКР-100 с погружным пневмоударником П-1-75. Для обеспечения правильного направления скважины перед началом ее бурения с помощью маркшейдерских инструментов установили и закрепили направляющую трубу диаметром 110 мм. Скважину длиной 36 м пробурили за 6 смек. Отклонений от заданного направления практически не было. В контурах второй емкости бункера скважину бурили тем же буровым оборудованием снизу вверх из камеры питателей. Скважина отклонилась всего на 120 мм. Для подъема и спуска клетей применили тихоходную лебедку ЛП-5, установленную на горизонте. Двухэтажная подвесная клеть служила рабочим полком, с которого бурили и заряжали шпуры, оббирали стены от заколов.

Шпуры бурили телескопными перфораторами ПТ-36 с комплектом буровых штанг длиной 0,7, 1,3 и 2,1 м. 40 шпуров диаметром 40 мм располагали по трем концентрическим окружностям диаметром 1,2, 2,2 и 3,2 м. Глубина врубовых шпуров 2 м, остальных 1,8 м. Шпуры заряжали аммонитами скальными № 1 и № 6 ЖВ и взрывали огневым способом с электровоспламенительными патрончиками.