

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Кузбасский государственный технический университет»

Н. Ф. Косарев В. В. Першин А. И. Копытов Н. И. Попов

РЕКОНСТРУКЦИЯ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Учебное пособие

Кемерово 2008

УДК 622.256.7

Рецензенты:

Кафедра шахтного строительства подземных сооружений и шахт Тульского государственного горного университета (зав. кафедрой заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор Н. С. Булычев)

Главный научный сотрудник ОАО «КузНИИшахтострой» доктор технических наук, профессор Ю. В. Бурков

Реконструкция горных предприятий : учеб. пособие / Н. Ф. Косарев, В. В. Першин, А. И. Копытов, Н. И. Попов ; ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2008. – 199 с. ISBN 978-5-89070-592-1

Пособие подготовлено по дисциплине «Реконструкция горных предприятий» в соответствии с учебным планом и рабочей программой для студентов, обучающихся по специальностям 130406 «Шахтное и подземное строительство», 130404 «Строительство и реконструкция горных предприятий».

Приведены схемы вскрытия новых горизонтов при реконструкции шахт, состав работ подготовительного периода, предохранительные устройства, способы и схемы углубки вертикальных, наклонных стволов и уклонов. Даны сведения о горнопроходческом оборудовании, применяемом при углубке стволов и проходке восстающих, методики расчета параметров горнопроходческих работ и контрольные вопросы по каждому разделу.

Печатается по решению редакционного издательского совета Кузбасского государственного технического университета.

УДК 622.256.7

© Косарев Н. Ф., Першин В. В.,

Копытов А. И., Попов Н. И., 2008

© ГУ КузГТУ, 2008

ISBN 978-5-89070-592-1

ПРЕДИСЛОВИЕ

К горным предприятиям относят горнодобывающие (шахты, рудники, разрезы, карьеры) и горноперерабатывающие (обогажительные, агломерационные и брикетные фабрики). Первые добывают уголь, руды черных и цветных металлов, строительные материалы и сырье для химической промышленности, а вторые – перерабатывают добытые полезные ископаемые для дальнейшего использования.

По мере эксплуатации горнодобывающего предприятия подготовленные к выемке запасы полезного ископаемого отрабатываются, нарушается крепь, усложняется транспорт и проветривание очистных забоев. Кроме того, установленное при сдаче в эксплуатацию горнодобывающего или горноперерабатывающего предприятия оборудование изнашивается, и необходимы средства на его ремонт или замену.

Все увеличивающиеся затраты на создание стабильной работы предприятия приводят к увеличению себестоимости добываемой или выпускаемой продукции, и предприятие становится нерентабельным.

При спросе на добываемую продукцию и наличии запасов полезного ископаемого на горном отводе целесообразно выполнить определенный объем строительно-монтажных и горных работ по подготовке этих запасов к выемке и замене части оборудования на более современное. Это требует меньших финансовых затрат и трудовых ресурсов, чем строительство нового предприятия, т. е. выгоднее провести *реконструкцию* действующего предприятия.

При отсутствии спроса на выпускаемую продукцию или невозможности за счет реконструкции предприятия добиться его рентабельной работы или получения дотаций производится *закрытие (ликвидация)* предприятия.

Работы по реконструкции шахт сложнее, чем при строительстве нового предприятия, так как производятся при работе действующего предприятия и не должны наносить ему ущерба, усложняются вопросы проветривания, энергоснабжения и транспорта, а работы по углубке стволов значительно сложнее проходки новых стволов.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Горная промышленность является ключевой для всех других отраслей промышленности, так как для производства черных и цветных металлов нужно добывать их руды и уголь, для производства и передачи на расстояние электроэнергии нужны медь и алюминий, для повышения урожайности сельхозпродуктов нужны химические удобрения, основными компонентами которых является продукция горнодобывающих предприятий. Поэтому от технического уровня развития горнодобывающей промышленности зависит развитие и технический уровень многих других отраслей промышленности.

1.1. Техническое состояние горнодобывающей промышленности к началу XXI века в России и за рубежом

Известно, что мировые запасы первичных энергоресурсов в виде газа и нефти весьма ограничены и при ежегодно возрастающем потреблении их не хватит даже на одно столетие. В то же время запасов каменных и бурых углей хватит на несколько столетий. Поэтому развитые европейские страны, США, Китай, Австралия на тепловых электростанциях в основном используют уголь, а не нефть и газ.

Состояние угледобывающей промышленности в России и некоторых зарубежных странах в 2007 г. характеризуется данными, приведенными в табл. 1.1.

По данным Института угля и углехимии Сибирского отделения РАН, для удовлетворения топливо-энергетической потребности России соотношение расхода угля (У), нефти (Н) и газа (Г) должно быть равно $У : Н : Г = 40 : 25 : 35$, а в 2000 г. оно составило $19 : 26 : 55$ [1, 2].

Доля угля в топливно-энергетическом балансе зарубежных стран составила: ФРГ – 33 %; Великобритании – 29 %; Дании – 77 %; Австралии – 86 %; США – 26 % (США закупает очень много нефти).

Таблица 1.1

Состояние угледобывающей промышленности на 2007 г.

Показатели	Бассейны России			Зарубежные страны			
	Куз-басс	Вос-точ-ный Дон-басс	Пе-чор-ский бас-сейн	ФРГ	Вели-ко-бри-та-ния	США	По-льша
Число действующих шахт	59	36	14	19	27	1700	65
Среднесуточная добыча шахты, т/сут	2176	123	1469	11615	5050	1800	9985
Средняя мощность пласта, м	2,89	1,31	2,62	1,88	1,75	2,18	2,28
Средняя глубина горных работ, м	341	630	485	940	555	150	539
Средняя нагрузка на лаву, т/сут	934	828	1441	2734	2200	2200	1470
Производительность труда горнорабочего очистного забоя, т/чел.-дн.	13,2	8,00	29,2	32,1	35	210	22,0

Доля угля в производстве электроэнергии составила (%): в Польше – 95; Чехии – 72; Китае – 72; Германии – 54; США – 52; России – только 28.

Аналогичное положение потребления угля на душу населения, т/чел.-год: Австралия – 6,7; Чехия – 5,1; Польша – 3,9; США – 3,5; Германия – 2,8; Китай – 1,8; Россия – 1,6.

Себестоимость одной тонны добычи угля по основным угледобывающим и в основном экспортирующим его в страны Европы в 2000 г. в долларах США составила: в России – около 10; ЮАР – 15,1; Австралии – 20; Индонезии – 22; Колумбии – 23; США – 24; Польше – 34.

В развитых горнодобывающих зарубежных странах, по данным ВНИИОМШСа, доля подрядного способа строительства и реконструкции шахт составила в процентах: в США – 80; Японии – 84; Франции – 84; Великобритании – 88.

Эти данные свидетельствуют о целесообразности при реконструкции шахт применять подрядный способ.

Ежегодно в Европу поставляется порядка 440 млрд. м³ газа, но только 20 % его расходуется на топливных электростанциях, а остальной расходуется в химической промышленности и на бытовые нужды. Приведенные данные свидетельствуют о том, что в России целесообразно резко увеличить потребление угля за счет снижения расхода нефти и газа на электростанциях. Это потребует увеличения добычи угля, которое может быть выполнено за счет строительства новых и реконструкции действующих шахт и разрезов.

1.2. Задачи, характер и виды капитального строительства

Для горнодобывающей промышленности, как и для всех других, важнейшей проблемой является повышение экономической эффективности финансовых вложений в отрасль, что должно решаться на всех стадиях строительства и эксплуатации введенной мощности. Это должно достигаться за счет решения следующих задач:

- сокращения продолжительности строительства;
- сокращения объема незавершенного строительства;
- сокращения сроков освоения введенной проектной мощности;
- совершенствования структуры финансовых вложений.

Рассмотрим характер и виды капитального строительства, действующие в угольной промышленности.

К новому строительству (новостройке) относится:

- строительство предприятия (очереди) на новой промплощадке, которое после ввода в эксплуатацию будет находиться на самостоятельном балансе;
- строительство на новой или той же площадке предприятия такой же или большей мощностей взамен ликвидируемого ввиду нецелесообразности его использования;
- строительство филиалов действующего предприятия;
- строительство шахт, разрезов, обогатительных фабрик, рудоремзаводов, водоводов, предприятий строительной индустрии на новых площадках по утвержденному в установленном порядке проекту.

Ввод в эксплуатацию предприятия большей мощности очередями по сравнению с вводом такого предприятия за один раз имеет весомые преимущества:

- приближается срок начала окупаемости финансовых вложений;
- в год пуска очереди требуется меньший состав строительно-монтажных трудящихся;
- проще организовать более производительный труд шахтостроителей;
- проще организовать работу нового коллектива введенного в эксплуатацию предприятия.

В Кузбассе в эксплуатацию очередями сдавались шахты «Байдаевская – Северная № 2» (две очереди) и «Распадская» (три очереди).

К расширению действующих предприятий относится строительство дополнительных производств на территории действующих предприятий или примыкающих к ним площадках с целью увеличения производственной мощности предприятия или увеличения номенклатуры выпускаемой продукции.

При расширении действующего предприятия повышается технический уровень производства и улучшаются его технико-экономические показатели.

На угольных шахтах и разрезах к расширению также относится комплекс работ по подготовке к эксплуатации отдельных блоков или участков месторождения, технологически связанных с основным предприятием и обеспечивающих прирост его мощности.

В Кузбассе на разрезе «Красногорский» была построена породовыборка для снижения зольности добываемого угля, что создало дополнительные рабочие места и позволило продавать уголь по более высокой цене.

На разрезе «Томусинский» № 3/4 была построена коксовая цепочка, позволившая отделять коксующийся уголь от энергетического и продавать его по более высокой цене.

На ЦОФ «Абашевская» был построен цех по выпуску высококачественного кирпича из «хвостов», что позволило сократить площадь земли под отвалы и улучшить технико-экономические показатели предприятия.

К реконструкции действующих предприятий относятся переустройства действующих цехов и объектов основного, подсобного и обслуживающего назначения, связанные с совершенствованием производства и повышением его технико-экономического уровня.

При реконструкции должно обеспечиваться:

- устранение диспропорций в технологических звеньях;
- внедрение малоотходной и безотходной технологий;
- сокращение числа рабочих мест;
- повышение производительности труда рабочих;
- повышение фондоотдачи и улучшение других технико-экономических показателей, что в значительной мере достигается увеличением производственной мощности предприятия.

К реконструкции шахт относится также:

- комплекс работ с частичным или полным переустройством технологического комплекса;
- расширение или реконструкция отдельных зданий и сооружений основного назначения и строительство объектов подсобного и обслуживающего назначения на существующей площадке или на новой в границах горного отвода;
- объединение нескольких шахт.

В Кузбассе при реконструкции объединились шахты «Капитальная» («Капитальная» № 1, «Капитальная» № 2, № 4 и № 9), «Коксовая» («Центральная», «Ноградская»), «Кольчугинская» («Журинка» № 3 и «Журинка» № 4) и др.

К техническому перевооружению относится комплекс мероприятий по повышению технико-экономического уровня отдельных производств, цехов и участков на основе передовой техники и технологии, механизации и автоматизации производства, замены устаревшего и изношенного оборудования на более совершенное.

На действующих шахтах к техническому перевооружению также относится:

- комплекс работ на действующих горизонтах с установкой более производительного добычного, проходческого и транспортного оборудования, обеспечивающего прирост мощности и повышение технико-экономических показателей;

- комплекс мероприятий по внедрению более прогрессивных систем отработки пласта, блока, участка, действующего горизонта;
- мероприятия по улучшению условий труда и техники безопасности.

К **поддержанию действующей мощности** относятся мероприятия, связанные с постоянным возобновлением выбывающих в процессе производственной деятельности основных фондов без изменения установленной мощности по добыче. Это работы по подготовке отдельных участков, мероприятия по реконсервации запасов полезного ископаемого, осушение шахт и работы по защите от прорыва подземных вод и замене выбывающего оборудования на оборудование аналогичного технического уровня.

1.3. Закрытие шахт

При достаточном экономическом обосновании закрытие (ликвидация) шахт является нормальным технологическим процессом. На закрытие шахт требуются значительные финансовые вложения. Экономически обоснованное закрытие шахт производится во всех горнодобывающих странах мира. Во второй половине XX века число угольных шахт значительно сократилось. Так, за 1960–1985 гг. их уменьшилось:

- в США – в 2,2 раза,
- в Великобритании – в 2,4 раза,
- во Франции – в 2,2 раза,
- в Бельгии – в 3,6 раза,
- в Германии – в 2 раза,
- в Японии – в 6,8 раза.

В первой половине 90-х годов прошлого века в Великобритании число шахт сократилось со 170 до 78, что позволило уменьшить численность горного персонала почти в три раза, но снизить годовую добычу угля всего только на 15 млн. т (со 100 до 85 млн. т).

Количество действующих угольных шахт уменьшается не только за счет их закрытия, но и за счет объединения двух-четырех шахт в одну более мощную и с более высокими технико-экономическими показателями добычи угля, как это делается, например, в Германии.

Основными причинами закрытия шахт являются:

- отсутствие на горном отводе промышленных запасов полезного ископаемого;
- нерентабельность работы шахты в связи с более сложными горно-геологическими условиями (увеличением глубины разработки на пластах угля с высокой газообильностью и наличием пластов угля и породы, склонных к выбросам, а также увеличением горного давления, что требует усиленного крепления);
- появление на рынке более дешевых энергоносителей (нефти, газа) и строительством атомных электростанций;
- неконкурентоспособность добываемого угля по сравнению с ввозимым из стран Северной и Южной Америки, Африки и Австралии.

В результате этого в XXI веке во Франции не осталось ни одной угольной шахты, а в Германии прекращена добыча угля даже при наличии угольных месторождений, на которых себестоимость добываемого угля ниже покупаемого, но эти месторождения оставлены для потомков.

При анализе состояния угольной промышленности в России было выделено три группы шахт:

1. Перспективные – шахты должны улучшать технико-экономические показатели работы. Им приоритетно выделяются инвестиции для расширения производства и улучшения технико-экономических показателей. При ухудшении ТЭП их переводят в группу стабильных.

2. Стабильные – шахты должны улучшить технико-экономические показатели или сохранить их до полной отработки запасов полезного ископаемого. Им в зависимости от окончания срока функционирования выделяются инвестиции для поддержания проектной мощности. При ухудшении ТЭП они переводятся в неперспективные.

3. Неперспективные – по возможности сохраняют достигнутые ТЭП до окончания срока функционирования. Им в зависимости от окончания срока функционирования выделяются минимальные инвестиции для поддержания проектной мощности.

Но даже с делением шахт на перспективные и неперспективные необоснованно было закрыто много шахт, которые в настоящее время восстанавливаются после варварского разграбле-

ния. Кроме того, на закрытие шахт выделялись большие суммы денег, которые часто использовались не по назначению.

Только в Кузбассе за 1994–2005 гг. было закрыто 42 шахты, на которых ликвидировано 157 вертикальных стволов.

Ликвидация стволов требует больших материальных и трудовых затрат:

- на всех сопряжениях ствола с горизонтальными выработками должны быть выполнены перемычки из бетона на основе горелых пород (рис. 1.1);

- закладочный материал ствола должен быть водонепроницаемым и безусадочным.

Технологическая схема ликвидации вертикального ствола приведена на рис. 1.1.

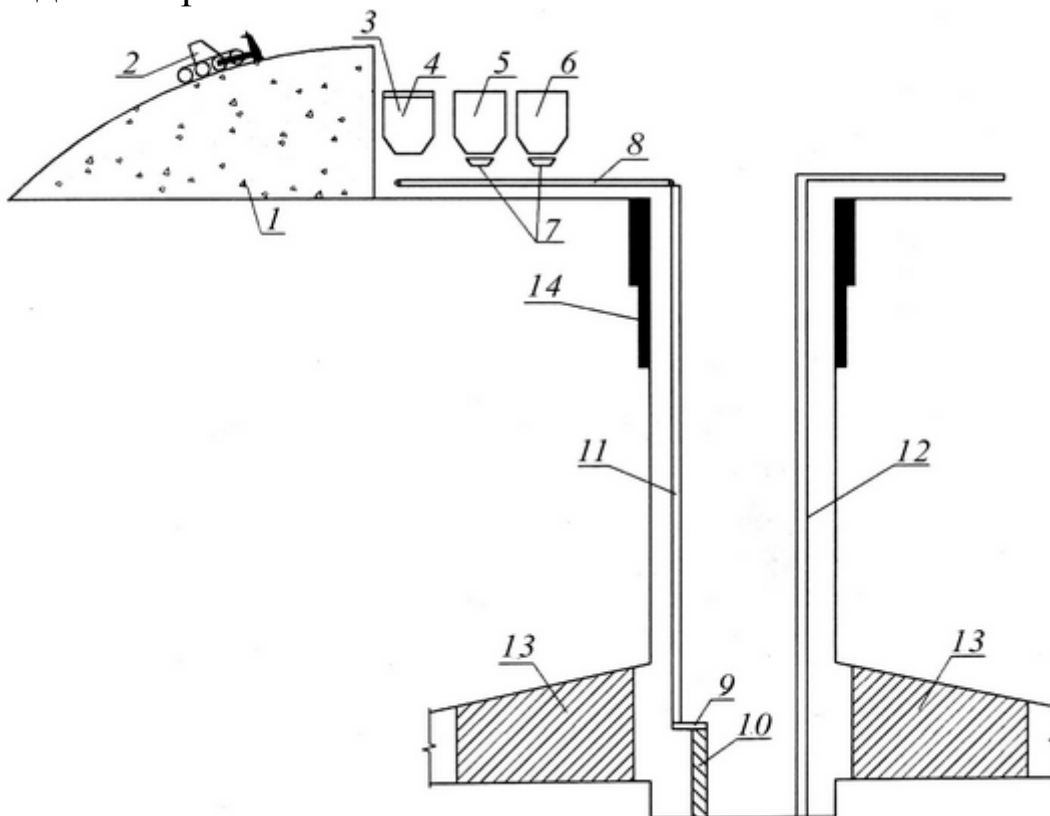


Рис. 1.1. Технологическая схема ликвидации вертикального ствола: 1 – терриконик горелой породы; 2 – бульдозер (скрепер); 3 – бункер с горелой породой; 4 – решетка для отсева крупных фракций горелой породы; 5 – бункер с известью; 6 – бункер с цементом; 7 – дозаторы; 8 – горизонтальный виброконвейер; 9 – вибропитатель; 10 – вертикальный виброконвейер; 11 – труба для спуска смеси горелой породы и вяжущего; 12 – труба для спуска воды; 13 – изолирующая перемычка из бетонов на основе горелых пород; 14 – ликвидируемая вертикальная вскрывающая горная выработка

Нужно учитывать, что закрытие шахт требует больших финансовых вложений в изоляцию всех выходящих на поверхность выработок. Кроме того, подтопление шахт приводит к оползням, переселению людей из опасных участков, требуется определить и обезопасить места выхода метана на поверхность и т. д.

В Кузбассе в Прокопьевском районе после закрытия шахты «Красный Углекоп» возникла опасность оползней, что потребовало переселения жителей поселка. В Куйбышевском районе Новокузнецка закрытие шахт привело к подъему уровня подземных вод, и все погреба оказались затопленными.

В результате некачественной ликвидации шахт в Кузбассе и Восточном Донбассе возникают опасные зоны, количество которых приведено в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Количество опасных зон при ликвидации шахт

Показатель	Количество
Зоны с выделением вредных газов (CH_4 , CO_2 , CO , O_2 , H_2)	1270
Провалоопасные зоны	4800
Необходимость проведения работ по строительству и реконструкции очистных сооружений	настоятельная, во всех зонах

К закрытию шахт нужно подходить очень взвешенно и учитывать все последствия этого решения. Даже при высокой себестоимости добычи угля часто бывает выгоднее производить дотацию, так как суммарная стоимость привозного угля с меньшей себестоимостью, но большими затратами на перевозку может оказаться дороже.

Рассмотрим логически обоснованные примеры. Шахта добывает коксующийся уголь для близко расположенного металлургического завода. Себестоимость его добычи выше, чем в другом бассейне, но затраты на добычу и перевозку угля из другого бассейна могут быть выше, чем если бы завод проводил дотацию рядом расположенной шахты.

В Италии работает ряд нерентабельных шахт, которые получают дотацию. Закрытие шахт привело бы к массовому увольнению рабочих, которым пришлось бы платить пособие по безработице. Там считают, что проще и дешевле производить дотацию, чем платить пособие по безработице.

В настоящее время (2005–2008 гг.) восстанавливается ряд необоснованно закрытых шахт («Томусинская № 5-6», «Тайжина», «Тайбинская», «Бутовская» и др.).

1.4. Причины и цели реконструкции

Основными причинами реконструкции являются:

- высокая себестоимость добываемой (выпускаемой) продукции;
- ограниченные подготовленные к выемке запасы полезного ископаемого;
- большая протяженность транспортных и вентиляционных выработок, требующих больших трудовых и финансовых затрат на их поддержание и ремонт;
- физический и моральный износ добычного, проходческого и транспортного оборудования, что требует больших трудовых и финансовых затрат на их ремонт и техническое обслуживание.

Цель реконструкции горнодобывающего или горноперерабатывающего предприятия – это сохранение или увеличение объема выпускаемой продукции при повышении всех технико-экономических показателей:

- снижение себестоимости выпускаемой продукции;
- повышение производительности труда;
- улучшение качества выпускаемой продукции;
- создание безопасных и более комфортных условий для трудящихся.

1.5. Достоинства и недостатки реконструкции шахт

Реконструкция шахт по сравнению с новым строительством имеет ряд существенных преимуществ.

При реконструкции шахт продолжает использоваться большая часть горных выработок и поверхностных зданий и сооружений, многие из которых уже окупились или имеют малую остаточную стоимость. Продолжают использоваться внешние коммуникации: ЛЭП, линии связи, автомобильные и железные дороги, водопровод и очистные сооружения, объекты соцкультбыта и жилье.

Для нового строительства необходимы большие финансовые вложения в строительство перечисленных выше объектов.

К недостаткам реконструкции относятся:

- сложность совместной работы по реконструкции и эксплуатации, в результате чего при производстве работ по реконструкции наносится ущерб действующему предприятию;

- при производстве работ по реконструкции довольно часто исключается возможность использовать высокопроизводительное оборудование. Так, например, при углубке стволов, как правило, можно использовать бадьи вместимостью 1,0–1,5 м³ и пневмопогрузчики с ручным вождением грейфера типа КС-3, но нецелесообразно использовать высокомеханизированные комплексы типа КС-2У/40 и др.

При реконструкции зданий и сооружений преобладает ручной труд с низкой производительностью труда рабочих.

При выполнении работ по реконструкции довольно сложно организовать совместную работу шахтостроителей и эксплуатационников при соблюдении всех правил безопасности и высокой организации труда. Поэтому шахтостроители всегда стремятся на реконструкции, где это возможно, работать обособленно через фланговые стволы или с передачей шахтой одного из эксплуатационных стволов шахтостроителям.

Проект проветривания и позиции плана ликвидации аварий в забоях, проходимых шахтостроителями, утверждает технический директор шахты (он является руководителем ликвидации аварий), маркшейдерское обоснование шахтостроители получают у главного маркшейдера шахты, подключение электро-, водоснабжения и сжатого воздуха – у главного энергетика шахты. Начало работ на поверхности (рытье котлованов и траншей) требуется согласовать с соответствующими службами шахты.

При совместной работе шахта выделяет определенные «окна» для спуска и подъема породы и материалов. Так, при реконструкции на шахте «Капитальная» на гор. –160 (шахта работала на гор. –60) для подъема породы и спуска крепления (тюбингов) шахтостроителям выделялся ствол два раза в сутки (1,5 часа и 0,5 часа), т. е. всего 2 часа в сутки.

Крупные аварии с гибелью людей в Кузбассе произошли при совместной работе эксплуатационников и шахтостроителей (в 1944 г. на шахте «Байдаевская» погибло 120 человек, в 1980 г. на шахте «Распадская» – 17 человек).

Контрольные вопросы

- 1. Доля угля в топливном балансе России и зарубежных странах к началу XXI века.*
- 2. Доля угля в производстве электроэнергии в России и за рубежом в начале XXI века.*
- 3. Какие работы относятся к новому строительству?*
- 4. Какие работы относятся к расширению действующего предприятия?*
- 5. Какие работы относятся к реконструкции действующего предприятия?*
- 6. Какие работы относятся к техническому перевооружению?*
- 7. Какие работы относятся к поддержанию действующих показателей?*
- 8. При каких условиях проводится закрытие (ликвидация) шахт?*
- 9. Классификация горных предприятий по ТЭП (три группы).*
- 10. Технология ликвидации вертикальных стволов.*
- 11. Достоинства реконструкции шахт в сравнении с новым строительством.*
- 12. Недостатки реконструкции шахт в сравнении с новым строительством.*
- 13. Причины и цели реконструкции.*

2. ВЫБОР СХЕМЫ ВСКРЫТИЯ НОВЫХ ГОРИЗОНТОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ШАХТЫ

2.1. Общие сведения

При реконструкции шахт, как правило, готовятся к выемке запасы полезного ископаемого на нижележащем горизонте, вскрытие которого может производиться углубкой существующих вертикальных стволов, проходкой новых вертикальных или наклонных стволов, проходкой уклонов или комбинацией этих выработок.

Выбор схемы вскрытия нового горизонта зависит от многих факторов, основными из которых являются:

- горно-геологические условия месторождения: число, мощность, угол падения пластов полезного ископаемого, наличие или отсутствие геологических нарушений, газоносность;
- размеры шахтного поля по простиранию и падению;
- выбранная схема проветривания;
- состояние действующих горных выработок и возможность их использовать при выбранной схеме вскрытия;
- канатоемкость и тяговое усилие существующих подъемных машин и возможность их использования после реконструкции;
- возможность поочередной остановки работы действующих стволов для подготовки к реконструкции.

Реконструкция подразделяется на полную и частичную. При полной реконструкции в определенный проектом срок необходимо выполнить весь объем подлежащих работ, что должно обеспечить работу шахты с предусмотренными проектом технико-экономическими показателями.

При работе шахты может возникнуть диспропорция между отдельными звеньями технологической цепочки. Например, очистные забои могут обеспечить увеличение объема добычи, но подземный транспорт, подъем, проветривание не позволяют это выполнить. Требуется ликвидировать «узкие места» в технологической цепочке, и шахта может несколько лет работать с хорошими ТЭП, т. е. необходимо провести частичную реконструкцию.

Так было на шахте «Байдаевская». Для нормальной работы в забой невозможно было подать необходимое количество воздуха.

Требовалось срочно построить вентиляционный ствол № 5. После его строительства шахта начала успешно работать и дальнейшая реконструкция несколько лет не финансировалась.

По статистическим данным и в технической литературе отмечается, что проектные сроки реконструкции не выдерживаются и ее фактическая продолжительность намного превышает проектную, а после окончания не обеспечивает проектные ТЭП.

Фактическая продолжительность реконструкции некоторых шахт, т. е. от начала работ по реконструкции до окончания (закрытия сводного финансового расчета), приведена в табл. 2.1

Таблица 2.1

Продолжительность реконструкции шахт

Бассейн	Шахта	Продолжительность реконструкции, лет
Кузбасс	«Комсомолец»	19
	«7 Ноября»	20
	«Октябрьская»	23
	«Тайбинская»	23
Донбасс	«Красный партизан»	25
Караганда	им. Костенко	25

Из-за длительной продолжительности реконструкции предусмотренные проектом к выемке запасы полезного ископаемого уже отработаны через уклоны, поэтому заложенные в проекте технические решения и технико-экономические показатели, как правило, не выдерживаются и для нормальной работы шахты требуется новая реконструкция. Кроме этого, увеличение продолжительности реконструкции больше проектной приводит к увеличению ее стоимости. По данным Института горного дела Сибирского отделения РАН, это увеличение к сметной стоимости составит при увеличении продолжительности реконструкции [3]:

- до 6 лет – на 32 %;
- до 8 лет – на 35 %;
- до 10 лет – на 85 %;
- до 12 лет – на 124 %.

В ФРГ реконструкция шахт производится регулярно через 30–35 лет и после реконструкции технико-экономические показатели соответствуют технико-экономическим показателям вновь построенных шахт.

Приведенные данные свидетельствуют о необходимости резкого улучшения ТЭП работы действующих угледобывающих предприятий, увеличения объема добычи угля за счет строительства новых шахт и разрезов и реконструкции действующих угледобывающих предприятий. Весомый вклад в улучшение ТЭП при добыче особенно коксующихся углей должна дать реконструкция шахт.

2.2. Вскрытие нового горизонта вертикальными стволами

Если запасов полезного ископаемого на горном отводе шахты достаточно, но находятся они ниже рабочего горизонта, то проводится реконструкция этой шахты с подготовкой нового горизонта.

Подготовка нового горизонта может производиться:

- углубкой существующих вертикальных столов;
- углубкой одного-двух вертикальных стволов и проходкой новых стволов с поверхности;
- проходкой новых вертикальных стволов с поверхности;
- проходкой уклонов с действующего горизонта;
- комбинацией этих способов.

Наиболее вероятные варианты:

Проходка новых стволов с поверхности производится тогда, когда действующая шахта не имеет возможности передать строителям стволы для производства углубочных работ и поперечное сечение ствола не обеспечивает применения большегрузных подъемных сосудов, которые нужны в связи с увеличением производственной мощности шахты.

При возможности шахты поочередно передавать стволы для производства углубочных работ нижний горизонт вскрывается углубкой существующих стволов.

Возможен вариант, при котором проходится на нижний горизонт новый ствол, а остальные углубляются.

Для обеспечения нормального проветривания при реконструкции шахт проходятся вентиляционные или воздухоподающие стволы.

Схема вскрытия нового горизонта шахты «Капитальная» (Кузбасс) при объединении четырех шахт приведена на рис. 2.1, а схема вскрытия шахт «Березовская» и «Тайбинская» соответственно на рис. 2.2 и 2.3 [4].

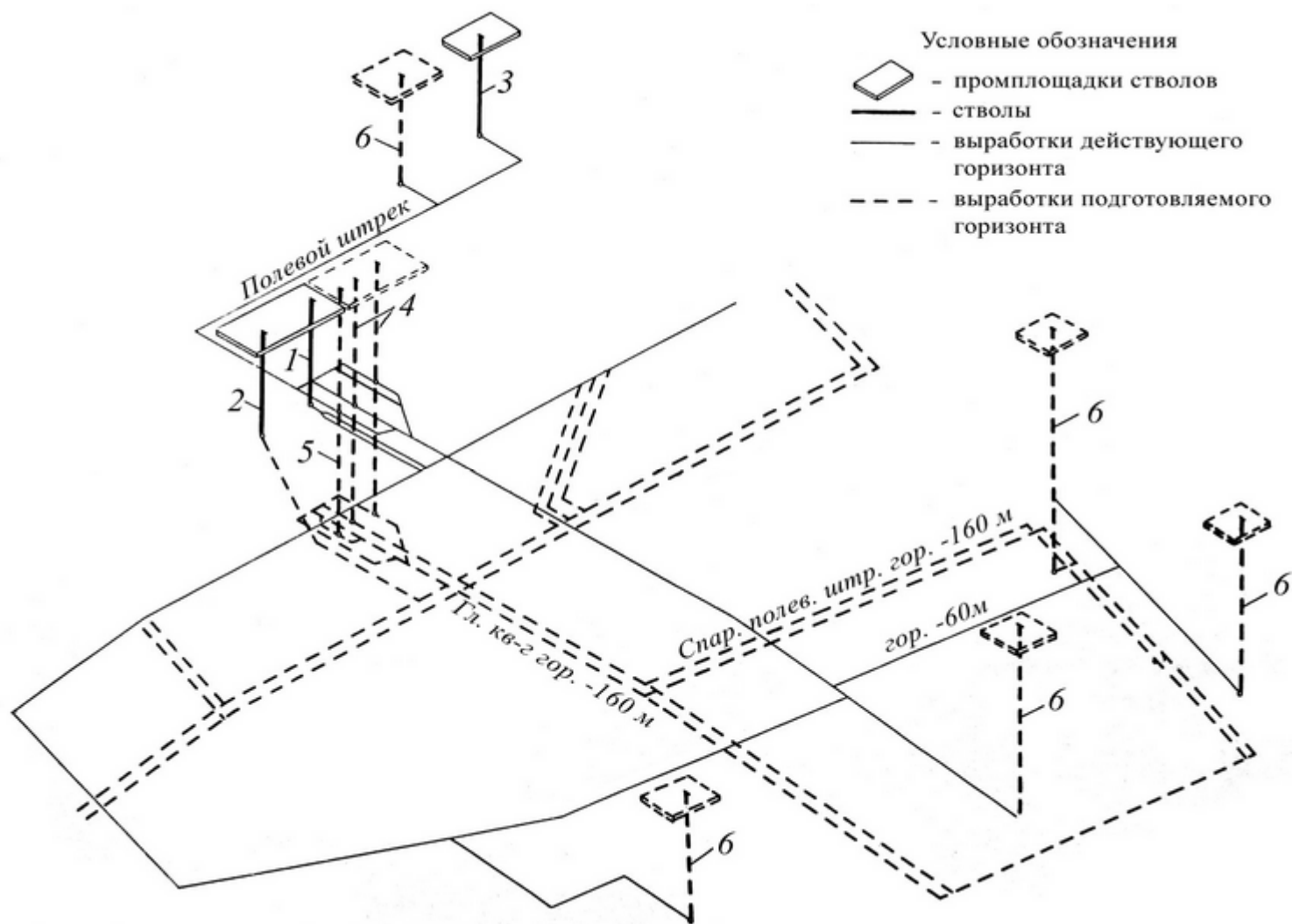


Рис. 2.1. Схема вскрытия гор. -160 шахты «Капитальная»:

1 – скиповой ствол; 2 – клетевой ствол (существующий); 3 – вентиляционный ствол; 4 – скиповой № 1 и № 2 (новые стволы); 5 – клетевой ствол (новый); 6 – вентиляционные стволы (новые)

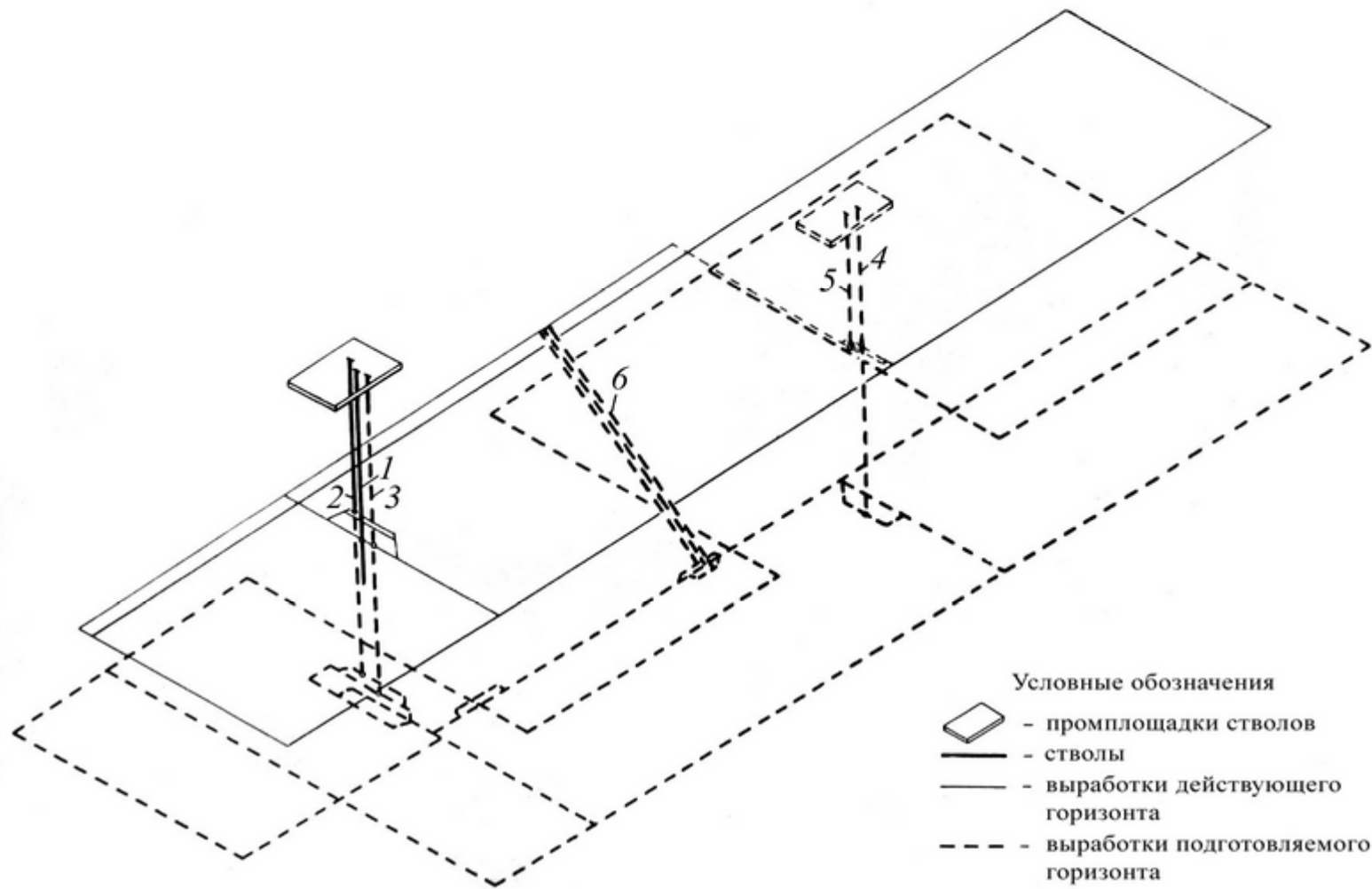


Рис. 2.2. Схема вскрытия гор. -100 шахты «Березовская»:

1 – скиповой ствол; 2 – клетевой ствол; 3 – новый скиповой ствол; 4 – новый воздухоподающий ствол; 5 – новый вентиляционный ствол; 6 – уклоны по пласту XVII

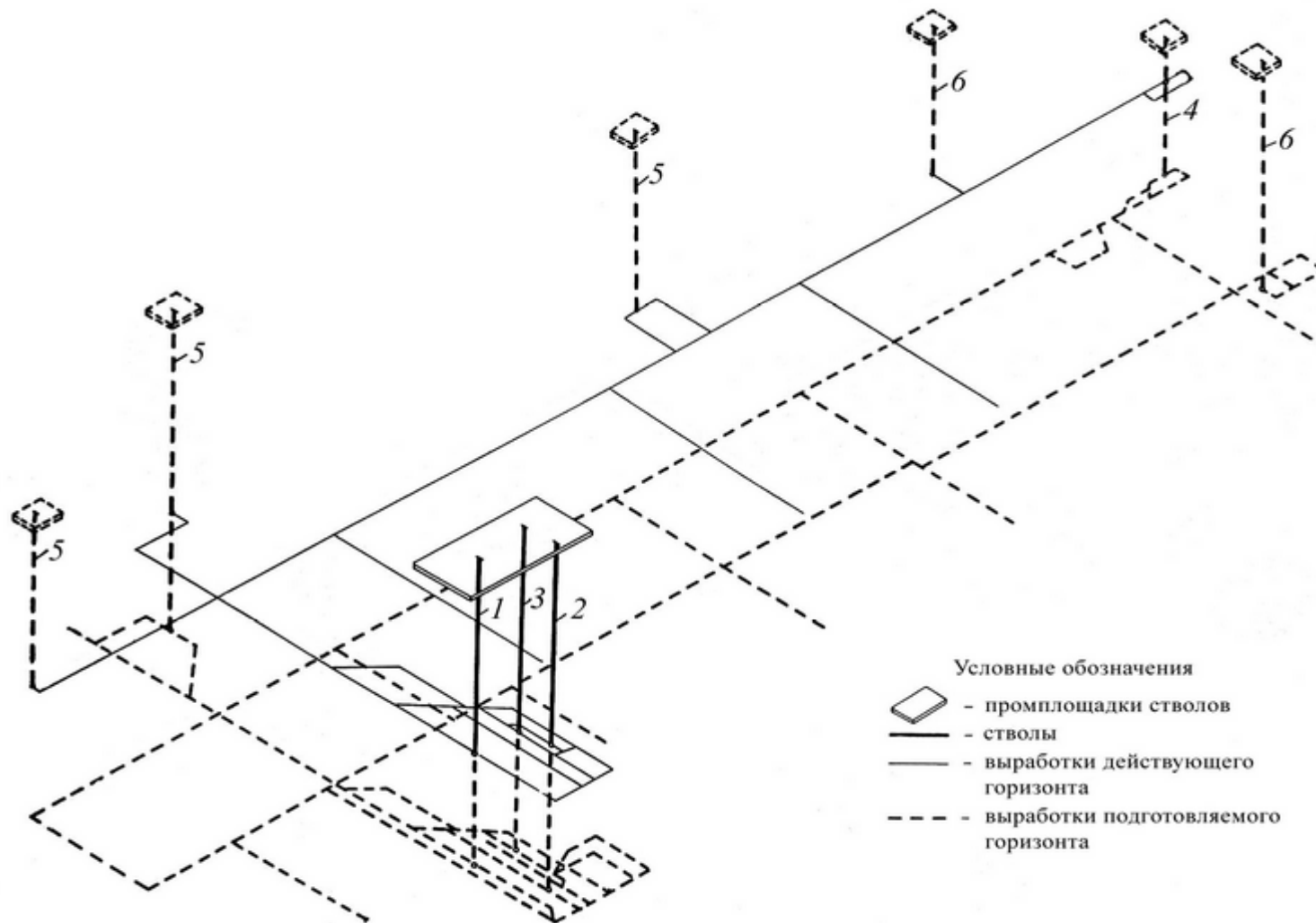


Рис. 2.3. Схема вскрытия гор. +150 и +50 шахты «Гайбинская»:

1 – скиповой ствол; 2 – клетевой ствол; 3 – породоуглубочный ствол; 4 – северный вспомогательный ствол; 5 – вентиляционные стволы и шурфы

Схема проветривания объединенной шахты «Капитальная» всасывающая: свежий воздух всасывается по клетевому стволу, а отработанный выдается по вертикальным вентиляционным стволам.

Схемы вскрытия новых горизонтов проходкой новых и углубкой существующих стволов применялись в Кузбассе на шахтах «Березовская», «Чертинская», «Физкультурник», «Гайбинская» и др.

2.3. Вскрытие нового горизонта наклонными стволами и уклонами

Большинство шахт, построенных в Кузбассе в 30–50-е годы прошлого столетия, были вскрыты наклонными стволами, которые в то время назывались уклонами. Это подтверждалось названиями шахт: «Зенковские уклоны», «Тагарганские уклоны», «Байдаевские уклоны» и др.

В Донбассе подобных шахт было построено более 200.

Обычно шахтное поле вскрывается двумя-тремя наклонными стволами:

- грузовым, оборудованным конвейером или скипами;
- путевым, оборудованным обычно вагонеткой для спуска материалов и оборудования;
- вентиляционным, служащим для проветривания.

Такие шахты предназначались для отработки только верхнего горизонта и обычно отрабатывали только один пласт угля.

Новые горизонты подобных шахт обычно вскрываются вертикальными стволами и уклонами, а при переводе шахт на конвейерную выдачу полезного ископаемого – проходкой новых вертикальных стволов с воздухоподающих или вентиляционных и проходкой новых наклонных стволов или углубкой уклонов: шахты «Высокая», «Октябрьская», «Байдаевская», «Шушталепская» и др.

Контрольные вопросы

1. *Причины длительной реконструкции шахт.*
2. *Факторы, влияющие на выбор схемы вскрытия, условия их применения.*
3. *Вскрытие проходкой новых стволов.*
4. *Вскрытие проходкой новых и углубкой существующих стволов.*
5. *Вскрытие нового горизонта уклонами.*
6. *Вскрытие нового горизонта наклонными стволами.*

3. СПОСОБЫ И СХЕМЫ УГЛУБКИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ

3.1. Общие сведения

Продолжительность реконструкции шахты (рудника) определяется временем выполнения горных работ, осуществление которых в условиях действующей шахты значительно сложнее, чем при строительстве новой. Из общего времени проходки горных выработок до 50 % приходится на углубку вертикальных стволов.

Углубка стволов – это увеличение глубины эксплуатационного ствола для вскрытия, подготовки и отработки нижележащих горизонтов.

В зависимости от направления подвигания забоя различают три способа углубки: сверху вниз, снизу вверх и комбинированный, сочетающий первые два. При комбинированном способе с подготовляемого горизонта обычно по центру углубляемого ствола проводится восстающая выработка, которая затем расширяется сверху вниз или снизу вверх.

Диаметр углубляемой части ствола, как правило, соответствует диаметру существующего ствола и обычно составляет 5–8,5 м с интервалом 0,5 м, но в случае необходимости может быть и больше.

Шаг углубки, т. е. протяженность участка ствола, на которую он углубляется, обычно равен высоте этажа и составляет 80–150 м. Иногда при соответствующем обосновании ствол за один раз углубляется на 2-3 этажа, и тогда шаг углубки составляет 250–400 м. Так в Кривбассе на шахте «Гвардейская» ствол «Новый» за один раз был углублен на 580 м (с гор. 552 до гор. 1132 м).

В проекте действующих шахт не предусматривались условия, обеспечивающие сокращение продолжительности оснащения стволов для углубки, что приводит к сложности проведения оснащения и увеличивает ее продолжительность.

Каждый способ углубки имеет несколько схем.

3.2. Схемы углубки

При подразделении способов углубки на схемы классифицирующими признаками принимаются:

- место разгрузки породы;
- место установки подъемной машины;
- место расположения бадьевых отделений в поперечном сечении ствола;
- расположение подводящих выработок при углубке с углубляемого горизонта;
- последовательность выполнения работ по выемке породы, возведению постоянной крепи и армированию.

Способ углубки стволов сверху вниз имеет четыре схемы:

I схема – порода от углубки ствола выдается на поверхность. Для подъема породы используется постоянная подъемная машина или монтируется временная (рис. 3.1, а).

II схема – порода от углубки ствола выдается на рабочий или вентиляционный горизонт. Подъемная машина монтируется во временной камере на вентиляционном или рабочем горизонте (рис. 3.1, б), а при наличии свободного места у ствола и места для размещения подъемного каната в поперечном сечении ствола – на поверхности.

III схема – разгрузка породы производится на углубочном горизонте подъемной машиной, смонтированной в камере углубочного горизонта, затем вагонеткой по слепому стволу или уклону выдается на рабочий горизонт и далее – по стволу на поверхность (рис. 3.1, в).

Второй вариант схемы III – бадьи разгружаются ниже углубочного горизонта и по наклонной выработке скипом поднимаются на рабочий горизонт (рис. 3.2).

IV схема – сначала с подготавливаемого горизонта, предварительно вскрытого другим стволом или уклоном, из выработки, пройденной под углубляемый ствол, проводится восстающий или бурится скважина большого диаметра, которые затем расширяются до проектного сечения ствола. Порода от расширения восстающего (скважины) перепускается на подготавливаемый горизонт, где грузится скрепером или погрузочной машиной в транспортные средства: вагонетку или на конвейер (рис. 3.1, г).

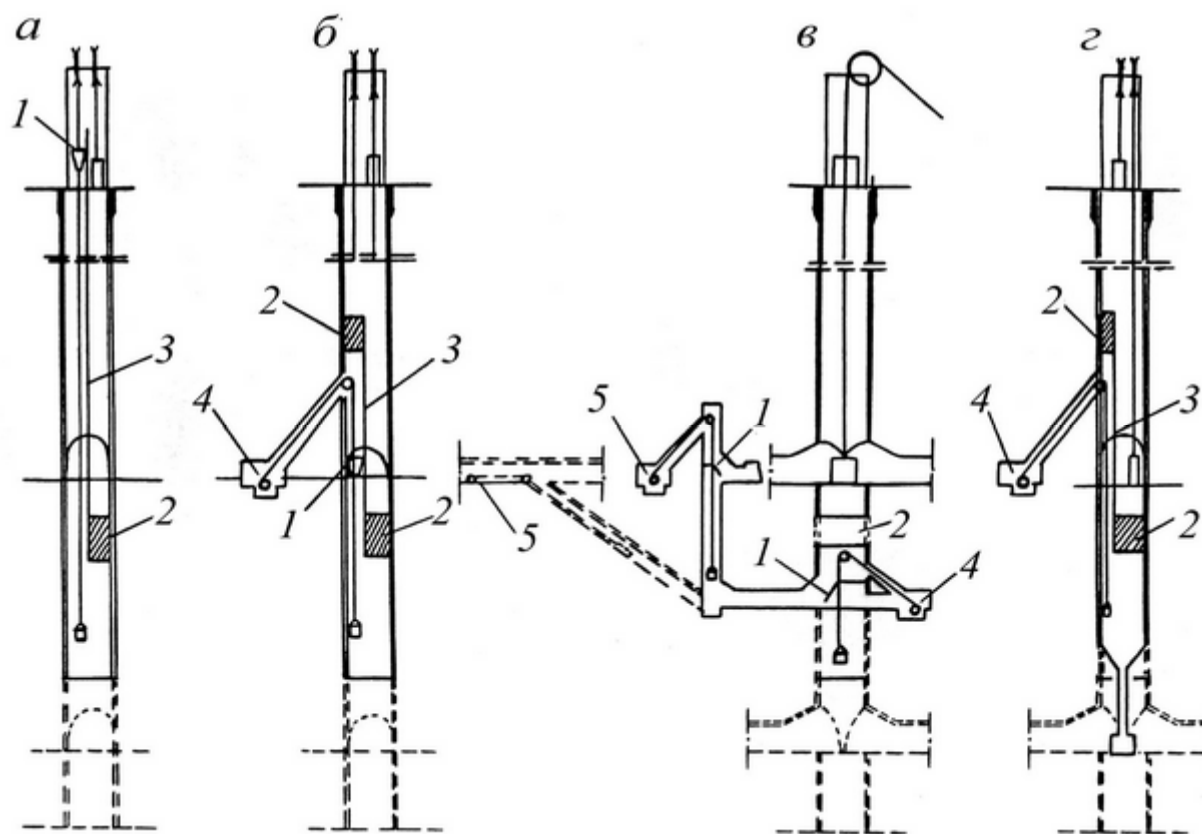


Рис. 3.1. Схемы углубки стволов сверху вниз:

а – схема I; *б* – схема II; *в* – схема III; *г* – схема IV; 1 – приемное устройство бадьевого подъема; 2 – предохранительное устройство; 3 – отшивка бадьевого отделения; 4 – камера подъемной машины; 5 – подъемная машина для подъема горной массы с углубляемого на рабочий горизонт

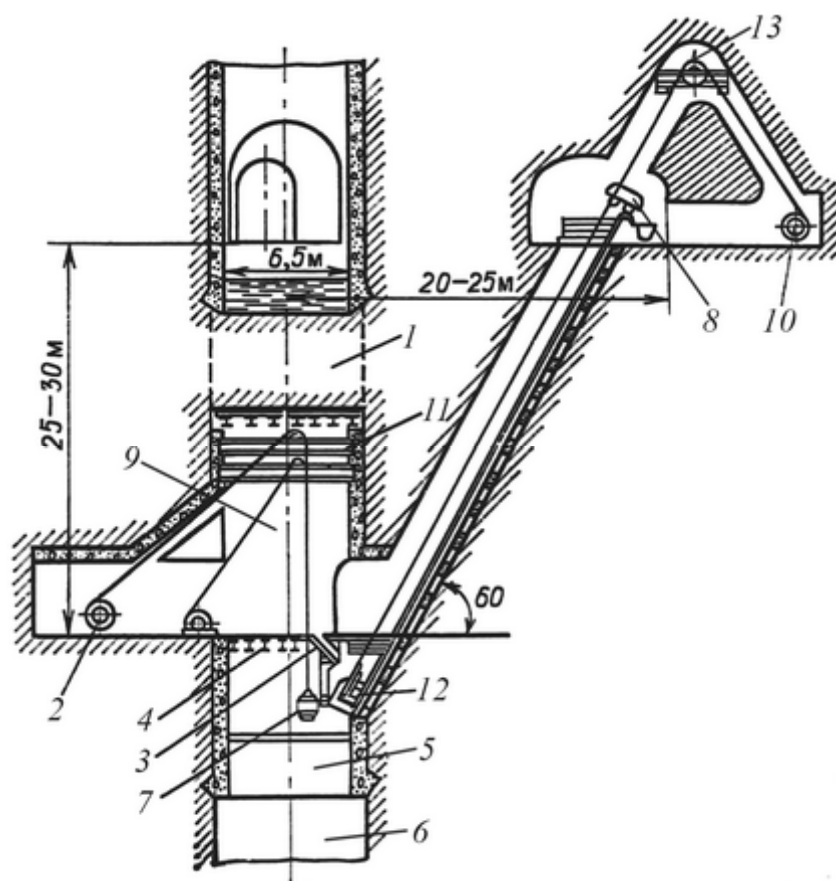


Рис. 3.2. Схема углубки ствола с разгрузкой породы на углубочном горизонте (схема III):

1 – породный целик; 2 – подъемная машина; 3 – разгрузочный станок; 4 – нулевая рама; 5 – подвесной полок; 6 – опалубка; 7 – бадья; 8 – вагонетка; 9 – копровая часть ствола; 10 – подъемная машина уклона; 11 – подшивная площадка ствола; 12 – скип; 13 – подшивная площадка уклона

В зависимости от горнотехнических и горно-геологических условий применяются различные схемы углубки стволов. Важными факторами при выборе схемы углубки являются:

- возможность или отсутствие возможности полностью передать ствол шахтостроителям для производства углубочных работ;
- возможность и место расположения бадьевого отделения при одновременной работе эксплуатационного подъема и производства работ по углубке.

Варианты размещения бадьевого отделения в углубляемых стволах приведены на рис. 3.3, где в верхнем ряду показано размещение постоянных подъемных сосудов и лестничного отделения, в нижнем ряду – расположение бадьевых отделений.

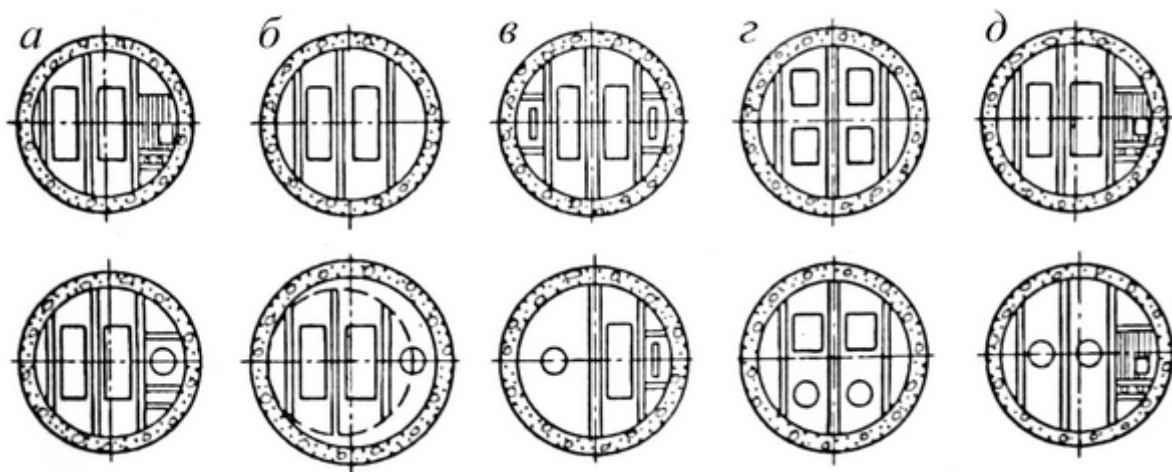


Рис. 3.3. Варианты использования сечения углубляемых стволов для расположения проходческих бадей

3.3. Условия применения I–IV схем углубки стволов

Схема I применяется тогда, когда в поперечном сечении ствола имеется возможность разместить бадьевое отделение на одну или две бадьи в свободном поперечном сечении ствола или вместо постоянных подъемных сосудов, заменив их на бадьи.

При одновременной работе по углубке ствола и работе эксплуатационного подъема на поверхности должно быть свободное место для размещения временной подъемной машины и проходческих лебедок.

Достоинства схемы I:

- порода от углубки ствола сразу выдается на поверхность без перегрузки и транспортирования ее на рабочем (вентиляционном) горизонте к месту ее подъема на поверхность;
- независимость работ по углубке ствола от эксплуатации шахты;
- отпадает необходимость в строительстве на горизонте шахты вспомогательных выработок для размещения проходческих лебедок;
- при использовании для углубки всего поперечного сечения ствола отпадает необходимость в строительстве в стволе предохранительных устройств;
- упрощается маркшейдерское обслуживание.

Недостатки схемы I:

- существующая в стволе армировка не позволяет использовать в стволе бады большой вместимости, что снижает скорость углубки;

- при использовании на углубке ствола постоянной подъемной машины не используется ее грузоподъемность (и мощность), так как применяются бады малой вместимости (по условиям армировки);

- требуются дополнительные работы в копре по устройству разгрузочной площадки, породного бункера, установке дополнительных шкивов для проходческих лебедок, что потребует удаления некоторых связей копра и установки дополнительных. После окончания работ по углубке ствола необходимо демонтировать эти конструкции и восстановить копер.

На устройство разгрузочной площадки в постоянном копре расходуется до 16–18 т металла, а продолжительность монтажа достигает 15–20 суток.

Перечисленные недостатки устраняются при использовании нового разгрузочного комплекса СРТ-1, который позволяет производить разгрузку бадей на нижней приемной площадке (рис. 3.4) [5].

Технология разгрузки бадей состоит в следующем: после подъема груженой бадьи выше нулевой площадки закрывают ляду, на нее накатывается самоходная тележка, в корзину которой опускается груженная бадья. Затем тележка с бадьей выкатывается из копра и бадья разгружается в бункер-питатель. Бадья поднимается из корзины. Тележка откатывается, открываются ляды, и бадью опускают в ствол.

Еще больший эффект по сокращению продолжительности оснащения ствола к углубке по схеме I дает использование патента № 2274751 «Способ разгрузки горной массы» [6].

При этом способе разгрузка бадей (рис. 3.5) производится на нулевой площадке в бункер 3, из которого порода выгружается в транспортное средство 4 [5].

Такая технология разгрузки бадей позволяет уменьшить высоту копра и не изменять его конструкцию, т. е. не размещать бункер в копре и не удалять ряд стержней копра.

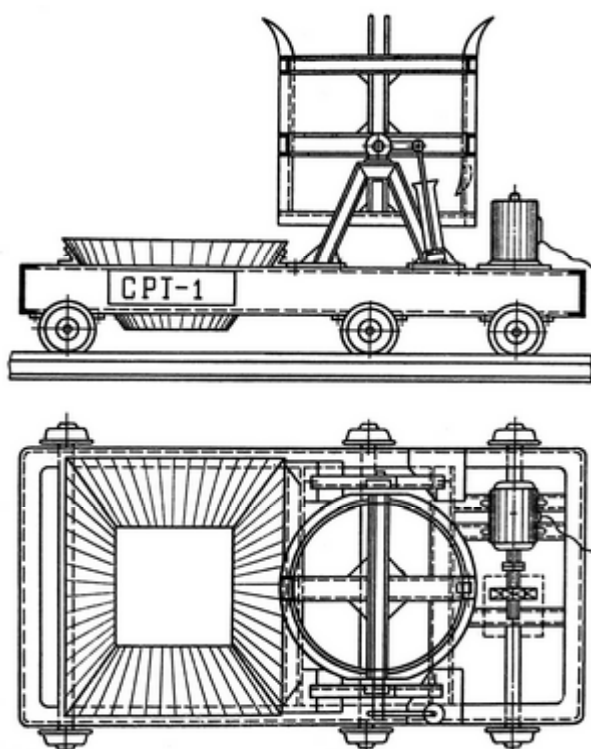


Рис. 3.4. Внекопровая схема разгрузки бадей

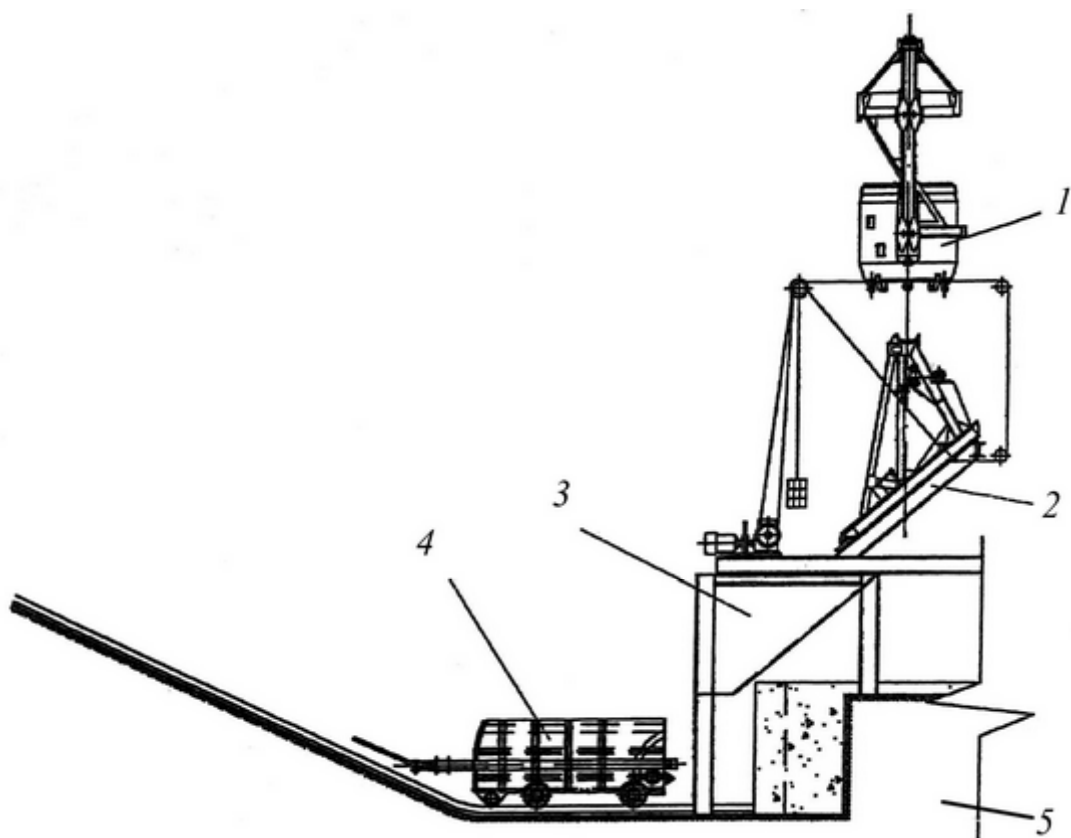


Рис. 3.5. Схема разгрузки бадей на нулевой площадке по патенту [6]:
 1 – бадья; 2 – разгрузочная лядя; 3 – бункер породы; 4 – транспортные средства для отвоза породы из-под бункера; 5 – вертикальный ствол

Рекомендации ВНИИОМШСа и КузНИИшахтоостроя о целесообразности применения схемы I при начальной глубине углубки не более 500 м считаем не вполне обоснованными, так как при разгрузке породы от углубки ствола на рабочем или вентиляционном горизонте ее выдают на поверхность, но дополнительно сначала ее разгружают в вагонетки (или на конвейер) и транспортируют к месту подъема и выдачи на поверхность, т. е. суммарные финансовые и трудовые затраты будут выше.

Схема II – горная масса от углубки ствола выдается на рабочий или вентиляционный горизонт по бадьевому отделению, а часть поперечного сечения ствола с отделениями постоянных подъемных сосудов от рабочего горизонта до поверхности используется шахтой.

Имеется несколько разновидностей схемы II:

- подъемная машина, проходческие лебедки и место разгрузки породы располагаются на вентиляционном горизонте;
- подъемная машина и проходческие лебедки располагаются на вентиляционном горизонте, а порода разгружается на рабочем горизонте;
- подъемная машина, проходческие лебедки и место разгрузки породы располагаются на рабочем горизонте;
- подъемная машина и проходческие лебедки располагаются на поверхности, а место разгрузки породы – на рабочем или вентиляционном горизонте;
- часть проходческих лебедок располагается на поверхности, а часть – на вентиляционном или рабочем горизонте, а порода разгружается на вентиляционном или рабочем горизонте;
- при наличии в поперечном сечении ствола свободного места часть проходческих лебедок может располагаться на временных полках в стволе.

Выбирается вариант с наименьшими затратами на оснащение углубки и высокими технико-экономическими показателями углубки ствола.

Достоинства схемы II:

- при разгрузке породы на рабочем горизонте возможно использовать бады большей вместимости, что увеличивает скорость углубки по сравнению с разгрузкой бадей на вентиляционном горизонте;

- при размещении подъемной машины и части проходческих лебедок на поверхности не производится или значительно уменьшается объем проходки вспомогательных выработок на горизонте;

- имеется возможность использовать постоянную подъемную машину или одну из двух действующих подъемных машин для целей углубки.

Недостатки схемы II:

- для размещения подъемной машины, проходческих лебедок и разгрузочного устройства в шахте требуется проходка вспомогательных выработок, которые после окончания работ не нужны и их нужно ликвидировать или поддерживать;

- требуется строительство двух предохранительных устройств, одно ниже пласта разгрузки породы, другое – ниже рабочего горизонта;

- требуется отшивка между бадьевым отделением и отделениями постоянных подъемных сосудов;

- отсутствие в шахте места для складирования материалов увеличивает трудоемкость их доставки;

- двухступенчатый подъем (в бадьях по стволу, по горизонту к стволу, по которому порода будет выдаваться на поверхность) увеличивает трудоемкость и стоимость подъема породы.

Схема III – углубка ствола производится через углубочный горизонт. Эта схема применяется тогда, когда в поперечном сечении ствола нет места для размещения бадьевого отделения и шахта не может передать ствол шахтостроителям с остановкой эксплуатационных работ.

С рабочего горизонта проходится слепой ствол или уклон, с которых проходятся выработки углубочного горизонта: копровая часть ствола, камера подъемной машины, канатный ходок, вентиляционные сбойки, камеры проходческих лебедок (см. рис. 3.1, в).

В копровой части ствола устанавливаются шкивы подъемной машины и направляющих канатов, а также часть проходческих лебедок.

Порода от углубки ствола разгружается на углубочном горизонте и через слепой ствол или уклон передается на рабочий горизонт и далее на поверхность.

Углубочный горизонт ниже рабочего на 30–50 м. Эта величина определяется глубиной зумпфа ствола, высотой предохранительного устройства (породного целика или предохранительного полка), высотой копровой части ствола.

Второй вариант схемы III:

- бадьи разгружаются ниже углубочного горизонта и по наклонной выработке скипом порода поднимается на рабочий горизонт (см. рис. 3.2).

Достоинства схемы III:

- возможность производить углубку ствола при отсутствии возможности иметь в поперечном сечении ствола места для размещения бадьевого отделения, т. е. схемы I и II применить нельзя;

- углубка ствола не влияет на режим работы подъема углубляемого ствола, т. е. независимость работ по углубке от эксплуатации действующих подземных сосудов углубочного ствола;

- все выработки и оснащение углубочного горизонта можно использовать для следующих углубок.

Недостатки схемы III:

- большая продолжительность работ по строительству углубочного горизонта из-за большого объема вспомогательных выработок и их высокой стоимости;

- многоступенчатый подъем породы от углубки ствола.

Схема IV, комбинированная (см. рис. 3.1, з) – применяется, когда подготавливаемый горизонт уже вскрыт другой выработкой (вертикальным стволом или уклоном, пройденным с рабочего горизонта) и под углубляемый ствол пройдена горная выработка. В поперечном сечении углубляемого ствола проходится восстающий или бурится скважина большого диаметра. Расширение ствола до проектного сечения обычно производится буровзрывным способом сверху вниз. Порода от расширения ствола грузится в транспортное средство скрепером или погрузочной машиной и далее выдается на поверхность.

Достоинства схемы IV:

- исключается трудоемкая операция погрузки породы в бадьи;

- исключается необходимость в монтаже и обслуживании средств водоотлива (монтажа насоса, трубопроводов водяного става и т. д.), так как вода поступает на подготавливаемый гори-

зонт, откуда и откачивается;

- увеличивается эффективность БВР;
- повышается производительность труда проходчиков;
- при наличии комплекса для проходки восстающих (типа КПВ) или бурового оборудования для бурения скважин диаметром 0,5–1,2 м это один из самых эффективных способов углубки, особенно с использованием комбайнов для проходки восстающих типа КВ. К сожалению, в угольной промышленности он пока не находит широкого применения.

Недостатки схемы IV:

- требуются дополнительные работы по проходке восстающего или бурение скважины большого диаметра;
- восстающие выработки могут проводиться только в устойчивых породах;
- при пересечении восстающей выработкой угольных пластов проводятся дополнительные мероприятия по правилам безопасности, что значительно увеличивает продолжительность проходки восстающего.

3.4. Углубка стволов снизу вверх

Углубка стволов снизу вверх может применяться только в крепких нетрещиноватых породах. Она имеет следующие достоинства:

- отсутствует трудоемкая погрузка породы в бады;
- высокая эффективность взрывных работ;
- нет необходимости в водоотливных средствах.

Углубка стволов снизу вверх не получила широкого распространения ввиду весомых недостатков:

- повышенная опасность при производстве работ;
- необходимо иметь горную выработку на горизонте, пройденную под ствол;
- сложность проветривания забоя;
- сложность маркшейдерского обслуживания.

Наиболее часто углубка ствола снизу вверх применяется для выполнения копровой части ствола при углубке по схеме III и для проходки восстающих. Обычно углубка снизу вверх не превышает 25–30 м, поэтому некоторые авторы схем углубки стволов сни-

зу вверх не рассматривают [8], и в настоящее время нет единого мнения по числу схем углубки стволов снизу вверх.

Так В. А. Федюкин и Б. И. Федунец [9] рассматривают только одну схему V углубки стволов снизу вверх, И. В. Баронский [10], Ю. А. Веселов и А. М. Задорожный [11] рассматривают схемы V, VI и VII.

Рассмотрим эти схемы.

Схема V – ствол углубляется полным сечением без временного крепления с помощью клетки, подвешенной на канате, пропущенном по буровой скважине, или с помощью механического бурового станка. После проходки на величину звена (25–30 м) проходка останавливается и возводится постоянная крепь (рис. 3.6, а).

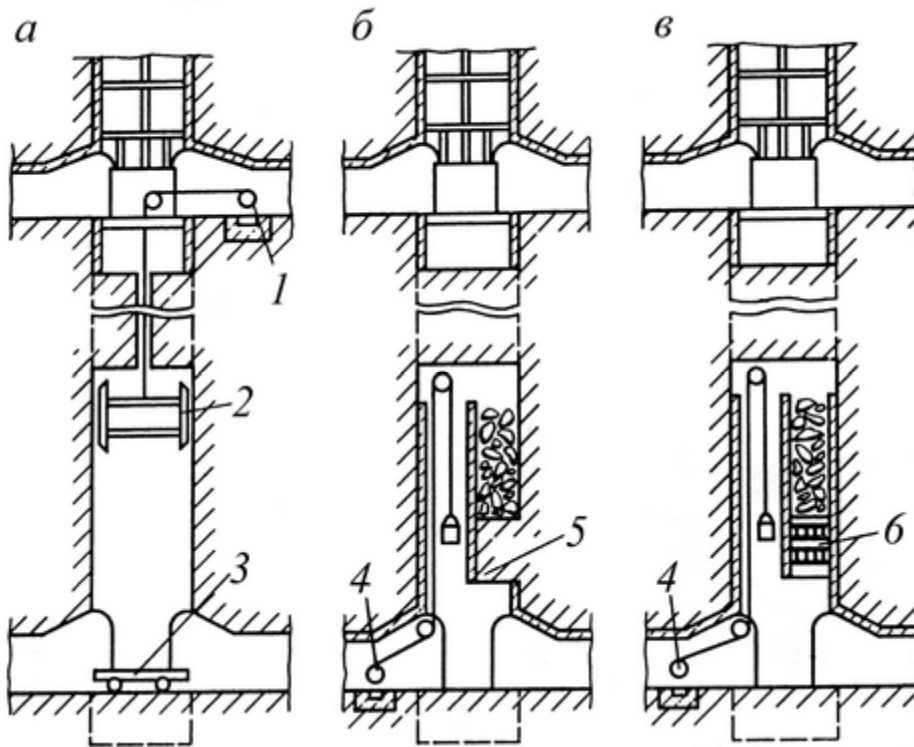


Рис. 3.6. Схемы углубки стволов способом снизу вверх:

1, 4 – машина соответственно клетового и бадьевого подъемов; 2 – подвесная клеть; 3 – платформа для транспортирования клетки на период взрывания; 5 – породный предохранительный целик; 6 – предохранительный целик

Из клетки производится бурение и зарядание шпуров. Затем клеть с рабочими опускается на подготавливаемый горизонт, отводится в нишу, и производится взрывание забоя. После проветривания забоя цикл повторяется.

Горная масса из-под восстающего грузится скрепером или погрузочной машиной в вагонетки и по другому стволу (уклону) выдается на поверхность.

По составу работ схемы VI имеются разные мнения.

Так по И. В. Баронскому [10]: «... по схеме VI ствол углубляется с расширением передовой выработки снизу вверх мелкошпуровым методом или разовым взрыванием глубоких скважин с магазинированием породы и последующим возведением постоянной крепи».

По Ю. А. Веселову и А. М. Задорожному [11]: «... схема VI – полным сечением с временной крепью и магазинированием породы с последующим возведением постоянной крепи».

В работе [17] указывается, что углубка методом снизу вверх производится на стволах небольшим сечением: 10–15 м². С таким же поперечным сечением производится углубка стволов с использованием подвесных клетей и комплексами типа КПВ.

На полное поперечное сечение углубляемого ствола проходится только рабочая часть ствола при углубке стволов по схеме III. Длина копровой части ствола обычно не превышает 10–12 м.

В капитальном труде [8] углубка стволов снизу вверх вообще не рассматривается из-за незначительного объема ее применения.

Контрольные вопросы

- 1. Схема I, ее достоинства и недостатки.*
- 2. Схема II, ее достоинства и недостатки.*
- 3. Схема III, ее достоинства и недостатки.*
- 4. Схема IV, ее достоинства и недостатки.*
- 5. Достоинства и недостатки при работе по схеме I, с использованием разгрузочного устройства СРТ-1 и патента «Способ разгрузки горной массы».*
- 6. Схемы углубки стволов снизу вверх, их достоинства и недостатки.*

4. РАБОТЫ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА ПРИ УГЛУБКЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ

4.1. Общие сведения

При производстве работ по углубке вертикальных стволов различают три периода:

- подготовительный;
- собственно углубка ствола;
- заключительный.

Подготовительный период при углубке стволов – это промежуток времени, в течение которого выполняется комплекс работ, обеспечивающий собственно углубку.

В заключительный период демонтируются все предохранительные устройства и проходческое оборудование в стволе, в копре и на поверхности, и производится пропуск по стволу постоянных подъемных сосудов.

Из всех периодов самым сложным и трудоемким является подготовительный, который намного сложнее подготовительного периода при строительстве новых стволов. Это связано с работой на действующем предприятии, с которым требуется проводить различные согласования как по технологии производства работ, так и по времени их выполнения (вопросы проветривания, электроснабжения, водоотлива).

Объемы работ подготовительного периода зависят от ряда факторов, из которых основными являются:

- возможность или отсутствие возможности полностью передать ствол и постоянную подъемную машину для производства углубочных работ;
- в поперечном сечении ствола наличие (или отсутствие) свободного места для размещения бадьевого отделения;
- диаметр, глубина и шаг углубки ствола;
- возможность (или отсутствие) шахты принимать горную массу от углубки на рабочий или вентиляционный горизонт;
- принятая схема углубки.

В зависимости от горно-геологических условий шахты и принятой схемы углубки в подготовительный период могут выполняться работы:

- на поверхности на площадке ствола;
- в копре и надшахтном здании;
- на рабочем или вентиляционном горизонте;
- в стволе.

Для каждой схемы углубки имеется свой перечень работ, но есть работы которые необходимо выполнять при всех схемах углубки, это:

- очистка зумпфа;
- устройство технологического отхода;
- монтаж подвесного полка и призабойной опалубки;
- монтаж горнопроходческого оборудования;
- монтаж освещения и сигнализации.

Предохранительные устройства располагаются:

- ниже нижней точки подъемного сосуда (клетки или скипа) на горизонте;
- выше подшивной площадки бадьевого отделения.

4.2. Состав работ подготовительного периода

В подготовительный период необходимо выполнить следующие работы:

По схеме I

На поверхности:

- при использовании для целей углубки постоянной подъемной машины необходимо заменить ее электрическую часть и подъемный канат на некрутящийся канат;
- при применении временной подъемной машины необходим ее монтаж;
- монтаж проходческих лебедок;
- монтаж вентилятора и калорифера;
- монтаж бункера для приема бетона;
- монтаж трубопровода сжатого воздуха и теплосети;
- монтаж компрессорной.

На поверхности при использовании временной подъемной машины исключаются работы по замене каната и электрической части подъемной машины, но добавляются работы по строительству здания и монтажу подъемной машины.

Целесообразно использовать передвижную подъемную машину типа МПП.

При полной передаче ствола для углубки предохранительных устройств не требуется.

При выделении для углубочных работ только части поперечного сечения ствола требуются предохранительные устройства и отшивка бадьевого отделения.

По схеме II

На поверхности:

При наличии свободного места на площадке возможно расположение временной подъемной машины и части проходческих лебедок, а также бункера для бетонной смеси на поверхности. В этом случае в копре монтируется подшкивная площадка, а для подъема бункера с бетоном устанавливается лебедка.

В шахте:

- проходится камера подъемной машины с канатным и вентиляционными ходками;

- в существующих выработках устраиваются ниши для размещения проходческих лебедок.

В стволе:

Над подшкивной площадкой бадьевого и отделения ниже зумпфа рабочего отделения ствола (отделение работы постоянного подъема) строятся предохранительные устройства. Иногда ниже подшкивной площадки в бадьевом отделении устанавливаются проходческие лебедки.

По схеме III

В шахте:

- с рабочего горизонта на углубочный проходится слепой ствол или уклон;

- на рабочем горизонте проходится камера подъемной машины с канатным ходком;

- со слепого ствола или уклона проходятся выработки углубочного горизонта;

- проходится горизонтальная выработка под ствол;

- сооружается камера подъемной машины с канатным ходком;

- производится монтаж оборудования.

В стволе:

- с углубочного горизонта проходится копровая часть ствола, где монтируется подшивная площадка, а возможно, и проходческие лебедки;

- строится разгрузочная площадка.

По схеме IVВ шахте:

- из предварительно пройденного на подготавливаемый горизонт ствола или уклона под углубляемый ствол проходится выработка;

- с этой выработки в поперечном сечении углубляемого ствола проходится восстающий или бурится скважина большого диаметра. Скважина может буриться и с рабочего горизонта;

- на рабочем горизонте сооружается предохранительное устройство и оформляется бадьевое отделение;

- монтируется бункер для бетонной смеси и лебедки для подъема бункера и наращивания труб бетонопровода, а также лебедки для направляющих канатов и призабойной опалубки.

При углубке стволов снизу вверх по схеме V на подготавливаемом горизонте под центр углубляемого ствола проводится выработка и оборудуется средствами подъема рабочих и материалов.

При углубке ствола с подъемом клетки требуется пробурить скважину для пропуска подъемного каната и на рабочем горизонте установить подъемную лебедку. При отсутствии на горизонте свободного места для установки лебедки проходится камера с канатным ходком.

На подготавливаемом горизонте следует оборудовать площадку для размещения платформы под клеть, которую на момент производства взрывных работ требуется откатывать из поперечного сечения ствола. Подобное место должно предусматриваться и при углубке с помощью механического бурового станка.

При углубке по схемам VI и VII требуется организовать подъем людей и материалов по грузолюдскому отделению и выпуск из магазинированного отделения породы и ее погрузку скрепером или погрузочной машиной в транспортные средства.

В подготовительный период выполняются работы по технологическому отходу, подъему, вентиляции, водоотливу и сооружению предохранительных устройств.

4.3. Технологический отход для углубки

Технологический отход необходим для размещения полного комплекта проходческого оборудования (подвесной полки, проходческий насос, забойная опалубка и т. д.) и безопасного ведения взрывных работ.

Величина технологического отхода определяется исходя из условия необходимости размещения проходческого оборудования (рис. 4.1).

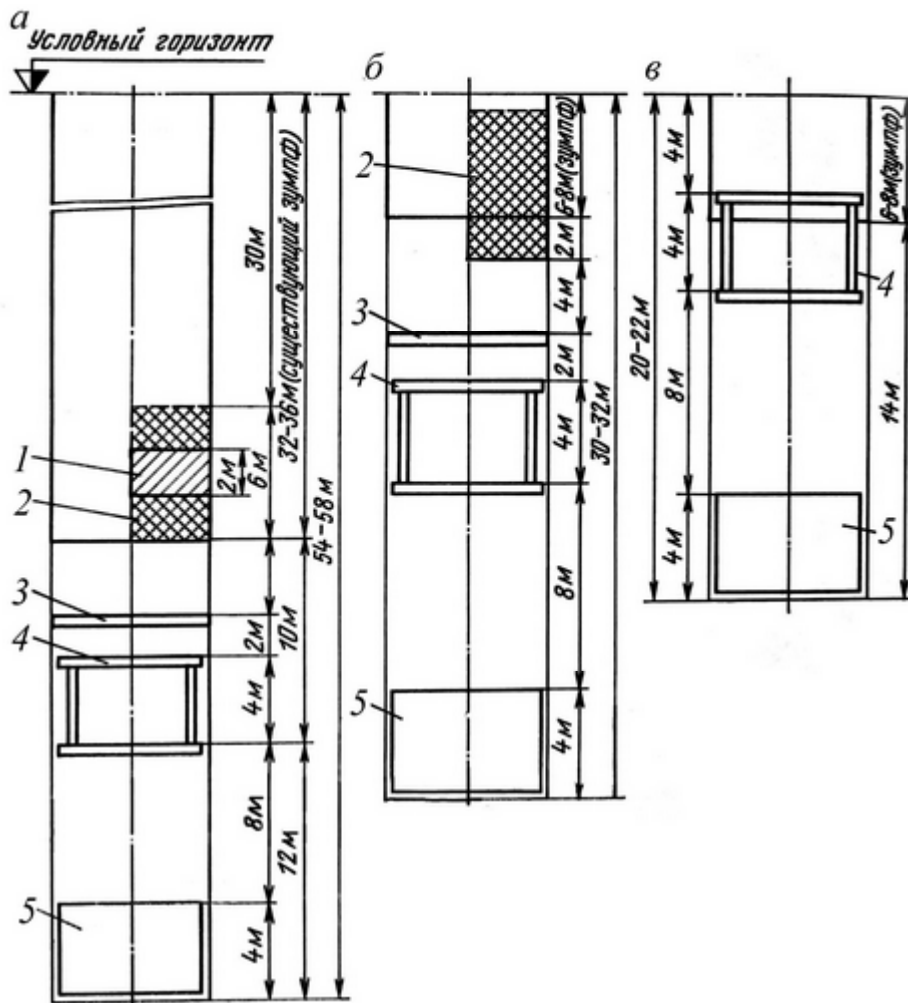


Рис. 4.1. Фактические и необходимые по условиям углубки размеры зумпфовых частей скиповых и клетевых стволов:

a – скиповой ствол с предохранительными устройствами; *б* – клетевой ствол с предохранительными устройствами; *в* – клетевой ствол без предохранительных устройств с использованием всего поперечного сечения ствола для целей углубки; 1 – предохранительный полок по проекту ствола; 2 – дополнительное сооружение предохранительного полка по расчету; 3 – полок для размещения проходческого оборудования; 4 – подвесной полки; 5 – опалубка

При углубке через свободную половину поперечного сечения ствола с устройством предохранительных сооружений под действующими подъемными сосудами для размещения проходческого оборудования и безопасного ведения буровзрывных работ целесообразная величина зумпфовых частей стволов, подлежащих углубке, для скиповых – 54–58 м и для клетевых – 30–32 м. При углубке с использованием всего сечения ствола, без устройства предохранительного сооружения, зумпфовая часть должна составлять 20–22 м [15].

При сооружении технологического отхода на первом этапе выполняются работы, связанные с созданием безопасных условий труда (предохранительный полук, отшивка и т. д.) в непосредственной близости от действующего подъема и во многих случаях с его остановкой.

Вследствие неполного оснащения проходческим оборудованием и механизмами, ограничения ведения буровзрывных работ, большого объема ручных работ скорость углубки на участке технологического отхода не превышает 6–8 м/мес.

4.4. Подъем при углубке стволов

При углубке стволов могут использоваться как постоянные, так и временные подъемные машины. Постоянные подъемные машины используются тогда, когда при одной подъемной машине ствол вместе с подъемной машиной полностью передается шахтостроителям для работ по углубке или при двух подъемных машинах одна передается шахтостроителям для целей углубки, а вторая продолжает работать для нужд эксплуатации.

Использование постоянных подъемных машин для углубки не всегда рационально из-за большого объема работ по их приспособлению для целей углубки (замена электрической части и подъемного каната, а после окончания углубки – демонтаж электрической части подъемной машины и монтаж постоянного электрического оборудования), и не всегда возможно по условиям армировки использовать бабьи большой вместимости, поэтому мощность постоянной подъемной машины не используется.

При использовании временной подъемной машины в период производства работ по углубке ствола производится ремонт, за-

мена электрической части подъемной машины или замена подъемного каната. Это значительно увеличивает продолжительность углубочных работ.

При использовании временных подъемных машин целесообразно применять передвижные. При углубке с использованием бадей вместимостью до $1,5 \text{ м}^3$ целесообразно применять машину передвижную подъемную МПП-4 (рис. 4.2) [29].

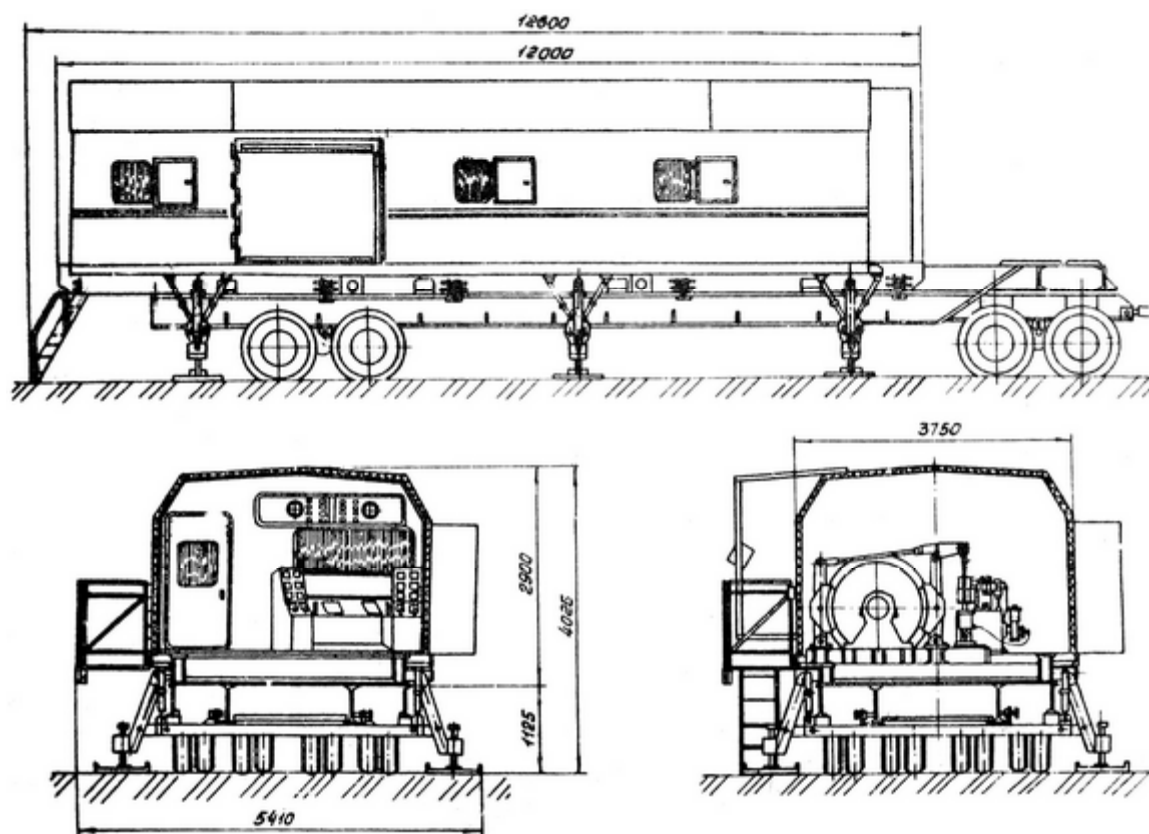


Рис. 4.2. Подъемная машина МПП-4

Подъемная машина МПП-4 состоит из машинного блока и комплекта сменных частей и приспособлений. К месту эксплуатации доставляется автомобильным или железнодорожным транспортом, может устанавливаться на трайлере Т 4010, фундаментных блоках БФ-2 или фундаментных плитах ФЛ.

Мобильное исполнение, малый объем строительно-монтажных работ, небольшие трудозатраты по вводу в эксплуатацию, возможность многократного использования – основные достоинства передвижной подъемной машины МПП-4 [33].

Техническая характеристика МПП-4

Статическое натяжение каната, кН(тс), не более	39,2 (4)
Скорость подъема, м/с, не более	2
Диаметр барабана, мм	1600
Ширина барабана, мм	1200
Шаг нарезки канавок на барабане, мм	22
Угол наклона струны каната, град	30–60
Передаточное число редуктора	31,5
Приводной электродвигатель:	
мощность, кВт	100
частота вращения, м/мин	740
напряжение, В	380
Габаритные размеры, мм, не более:	
машины в рабочем положении:	
длина	12600
ширина	5410
высота	4200
блока машинного:	
длина	12000
ширина	3750
высота	2900
Масса, т, не более:	
машины в объеме, поставки	40,0
блока машинного	35,6

Разработчик – институт Донгипрооргшахтострой.

При вместимости бадей более $1,5 \text{ м}^3$ следует применять передвижные подъемные установки типа МПП-6,3, МПП-9 и МПП-17,5. Область применения подъемных машин с использованием бадей типа БПСМ приведена в табл. 4.1.

При расположении подъемной машины в шахте (схемы II, III и IV) обычно используют малые однобарабанные подъемные машины Ц1,2×1; Ц1,6×1,2; Ц2×1,5; Ц2,5×2.

Криворожским филиалом ВНИИОМШС впервые в бывшем СССР разработан и внедрен на шахте «Северная-Вентиляционная» рудоуправления им. Розы Люксембург способ углубки ствола с использованием многоканатной подъемной машины МК-3,25×4 в качестве одноконцевой с бадьей вместимостью $1,5 \text{ м}^3$.

Таблица 4.1

Область применения подъемных машин и бадей типа БПСМ [15]

Показатели	МПП-6,3	МПП-9	МПП-17,5
Статическое натяжение каната, кН	61,8	88,2	171,5
Размеры барабана, мм:			
диаметр	2000	2500	2850
ширина	1500	1350	1550
Скорость подъема, м/с	5	7	8
Диаметр каната, мм	25	25	33
Глубина подъема для бадей вместимостью м ³ :			
1,5	740	-	-
2,0	390	1070	-
2,5	-	760	-
3,0	-	425	-
4,0	-	-	1117
5,0	-	-	680
6,5	-	-	-
Мощность электродвигателя, кВт	320	630	630

Наибольшая высота подъема многоканатной подъемной машины в зависимости от ее типа и вместимости бадей приведена в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Область применения многоканатных подъемных машин

Схема подъема	Подъемная машина	Окружное усилие, Н·10 ⁴	Наибольшая высота подъема (м) при объеме бадьи, м ³				
			3	5,5	6,5	8	11
Одноконцевая	МК 3,25×4	15	908	-	-	-	-
	МК 4×4	25	1405	1170	630	-	-
	МК 5×4	25	1780	1490	956	-	-
Двухконцевая неуровновешенная с подвесными блоками	МК 2,25×4	12	2500	1360	935	555	-
	МК 3,25×4	15	-	1950	1440	955	475
	МК 4×4	25	-	-	3100	2290	1700
	МК 5×4	25	-	-	3100	3290	1700

Продолжение табл. 4.2

Схема подъема	Подъемная машина	Окружное усилие, Н·10 ⁴	Наибольшая высота подъема (м) при объеме бадьи, м ³				
			3	5,5	6,5	8	11
Двухконцевая уравнивающая	МК 2,25×4	12	-	1200	-	-	-
	МК 3,25×4	15	-	-	1200	-	-
	МК 4×4	25	-	-	-	-	1000
	МК 5×4	25	-	-	-	-	1600

4.5. Вентиляция при углубке стволов

Схема проветривания углубляемой части ствола должна быть такой, чтобы исключить возможность попадания исходящей струи из забоя в свежую струю шахты. Исходящая струя из углубляемой части ствола должна направляться в общую исходящую струю шахты или в специально пройденную для этой цели выработку (например, в выработку для обособленного проветривания склада взрывчатых материалов или зарядки аккумуляторов).

В зависимости от схемы проветривания существующего ствола, подлежащего углубке, и категории шахты по газу применяют следующие схемы проветривания:

- нагнетательная;
- всасывающая;
- комбинированная;
- сквозной струей.

При нагнетательной схеме вентилятор местного проветривания может устанавливаться на поверхности или в шахте.

При установке вентилятора на поверхности целесообразно использовать передвижную вентиляционную установку в блоке с калорифером (рис. 4.3) [16]. Схема проветривания с установкой вентилятора на поверхности приведена на рис. 4.4, а. При установке вентилятора в шахте применяют схемы, приведенные на рис. 4.4, б и 4.4, в.

При установке вентилятора местного проветривания при углубочных работах обязательно должны соблюдаться следующие условия:

- вентилятор должен устанавливаться на свежей струе и его производительность не должна превышать 70 % поступающего к вентилятору свежего воздуха;

- исходящая струя воздуха должна направляться в исходящую струю шахты за счет общешахтной депрессии или за счет использования всасывающего вентилятора.

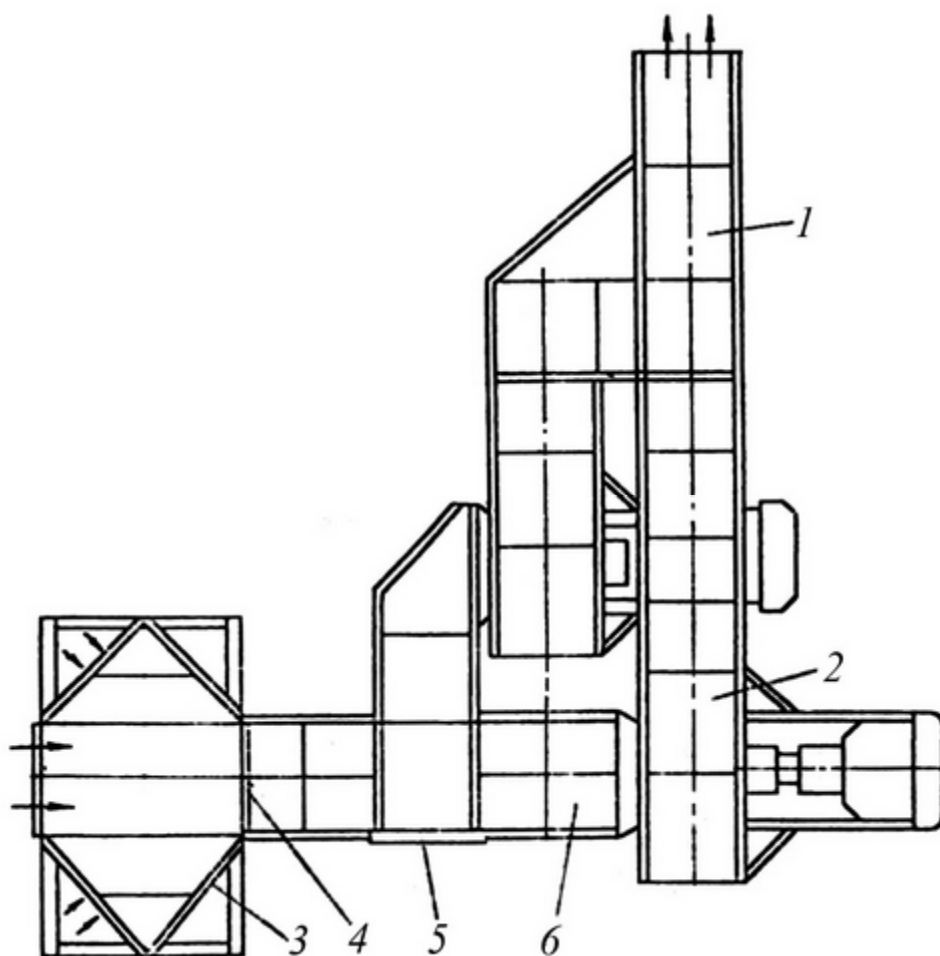


Рис. 4.3. Передвижная калориферная установка в блоке с вентилятором:

1 – перекидной клапан; 2 – вентилятор ВЦП-16; 3 – передвижная калориферная установка; 4 – смотровой люк; 5 – клапан смешивания воздуха; 6 – соединительный патрубок

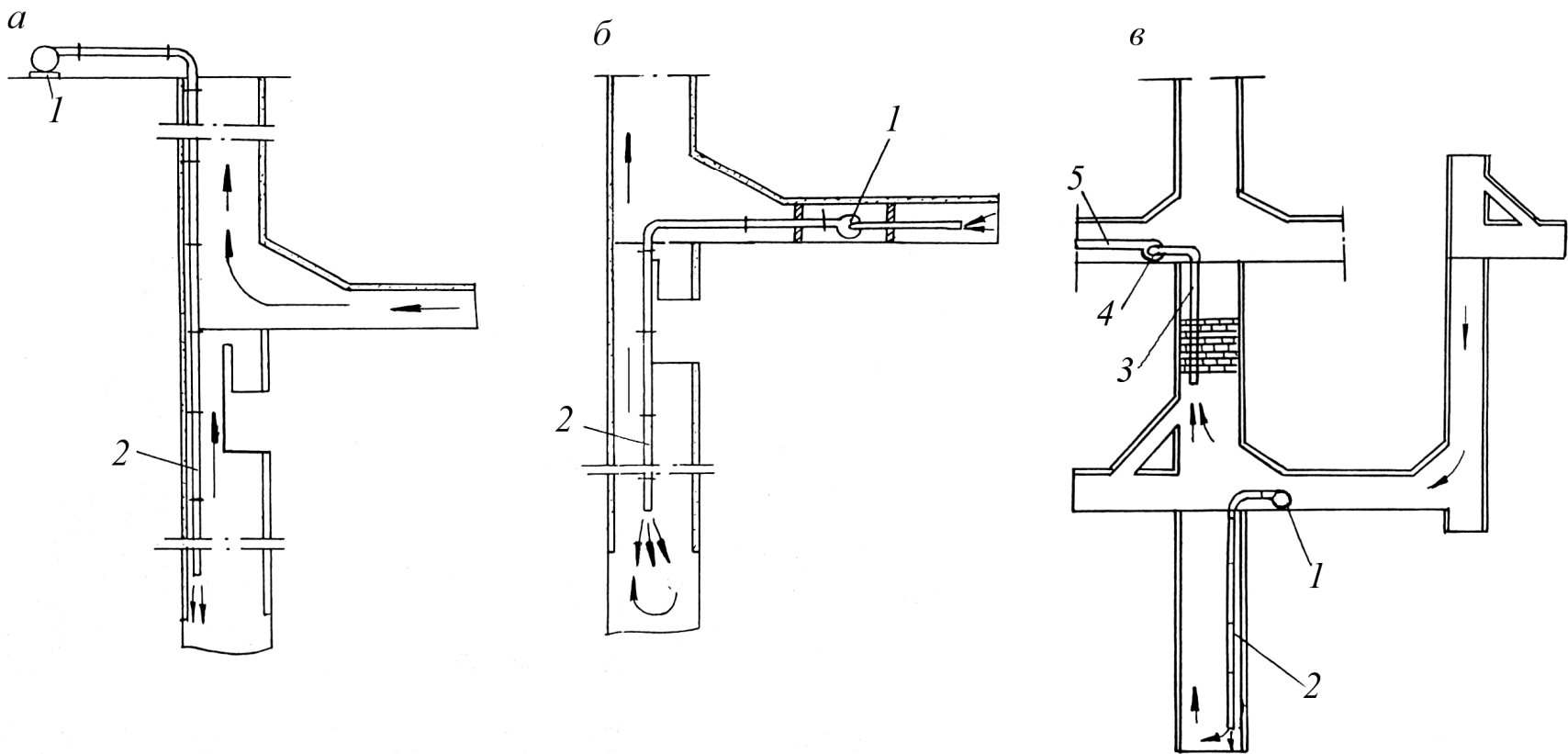


Рис. 4.4. Схемы проветривания углубляемой части ствола:

1 – вентилятор; 2 – нагнетательный трубопровод; 3 – всасывающая труба через предохранительное устройство;
 4 – всасывающий вентилятор; 5 – нагнетательный трубопровод

4.6. Водоотлив при углубке стволов

Величина притока воды и способ водоотлива оказывают существенное влияние на техническую скорость углубки ствола.

При углубке ствола применяются следующие способы водоотлива:

- водоотлив бадьями при притоке в забой до $8 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- водоотлив подвесными насосами при притоке воды более $8 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- спуск воды на подготавливаемый горизонт по скважине диаметром 100–190 мм, при наличии пройденной под центр ствола специальной выработки.

Проходческие лебедки для подвески насосов могут располагаться на рабочем или углубочном горизонте или на специальном полке (рис. 4.5).

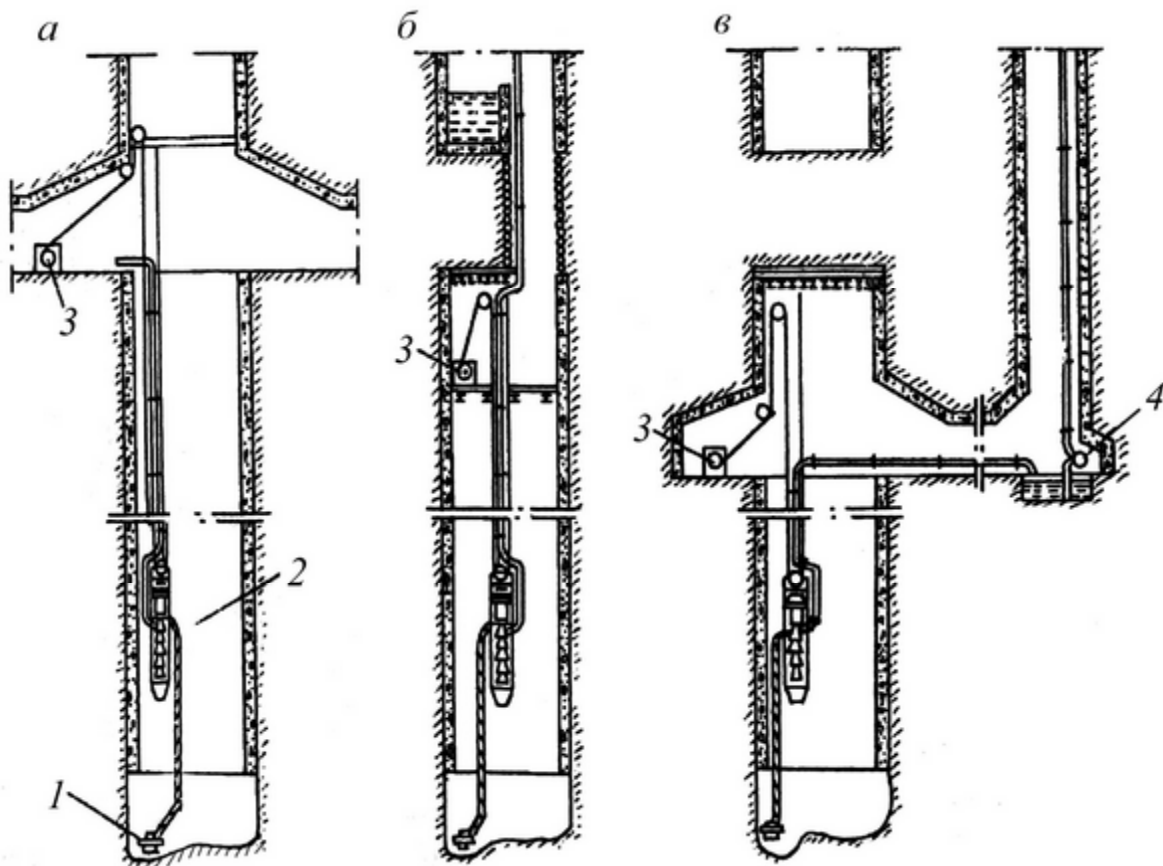


Рис. 4.5. Лебедка подвешенного насоса установлена:

a – на рабочем горизонте; *б* – на специальном полке; *в* – на углубочном горизонте; 1 – забойный насос; 2 – бак для воды подвешенного насоса; 3 – лебедка для подвески подвешенного насоса; 4 – зумпф на углубочном горизонте

В Кузбассе спуск воды по скважине осуществлялся при углубке стволов на шахтах «Красногорская», «Тайбинская», «Зиминка», «Центральная» и др.

Скважина может буриться как сверху вниз, так и снизу вверх. Бурение скважины снизу вверх имеет ряд преимуществ в сравнении с бурением сверху вниз. При организации бурения скважины сверху вниз невозможно совмещать работы по бурению скважины с работами по оснащению ствола к углубке.

При бурении снизу вверх эти работы можно совмещать, что сокращает продолжительность углубки. Кроме этого при бурении снизу вверх упрощается и улучшается очистка скважины от разбуренной породной мелочи.

Контрольные вопросы

1. Достоинства и недостатки использования при углубке по схеме I постоянных подъемных машин.
2. Место расположения временных подъемных машин при углубке по схемам I, II и III.
3. Подъемная машина МПП-4, ее особенности и область применения.
4. Область применения передвижных подъемных установок МПП-6,3, МПП-9 и МПП-17,5.
5. Область применения многоканатных подъемных установок при углубке стволов.
6. Какие факторы влияют на выбор схемы проветривания углубляемой части ствола?
7. Когда необходимо применять комбинированное проветривание?
8. Когда необходима установка калорифера и где его устанавливают?
9. Какие требования правил безопасности должны соблюдаться в месте установки ВМП?
10. В какие выработки должна направляться исходящая из углубляемой части ствола струя воздуха?
11. Способы откачки воды при углубке стволов, условия их применения.
12. Возможные места установки лебедок подвесных насосов.

5. ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ПРИ УГЛУБКЕ

5.1. Общие сведения

Углубка ствола может производиться:

- с полной передачей шахтостроителям ствола и постоянной подъемной машины для целей углубки;
- с передачей шахтостроителям всего поперечного сечения ствола и выполнением работ по углубке с использованием временных подъемных машин;
- с выделением шахтостроителям в поперечном сечении ствола места для размещения бадьевого отделения – одновременной работе по углубке ствола и постоянного подъема.

При полной передаче всего поперечного сечения ствола и постоянной подъемной машины работа по углубке в основном аналогична проходке нового ствола, но требуется приспособление постоянного копра для разгрузки бадей и размещения дополнительных шкивов, кроме того вместимость бадей может быть ограничена существующими размерами между расстрелами.

Подобные условия сохраняются и при передаче шахтостроителям всего поперечного сечения ствола с использованием временных подъемных машин.

При одновременной работе по углубке ствола и работе постоянного подъема согласно § 130 ПБ [12] забой углубляемого ствола должен быть изолирован от действующих подъемов предохранительными устройствами, которые должны защищать работающих по углубке ствола проходчиков от возможного падения подъемных сосудов, вагонеток, противовесов и кусков породы.

Расчет прочности предохранительного устройства производится по кинематической энергии оборвавшегося сосуда в момент его удара о предохранительное устройство, при этом величина массы подъемного сосуда принимается в соответствии с табл. 5.1 [12].

Предохранительные устройства могут перекрывать все поперечное сечение ствола или его часть и выполняться из породных целиков (естественных) или металлических балок, бетона и железобетона, стальных канатов, дерева и других материалов (искусственных).

Таблица 5.1

Расчетная масса падающего груза в зависимости от вида подъема

Вид подъема	Расчетная масса падающего груза
1. Клетевой, снабженный парашютами и тормозными канатами, или при многоканатной подвеске клеток с числом головных канатов четыре и более	Суммарная масса груза, увеличенная на 1,5 раза
2. Скиповой с многоканатной машиной и числом головных канатов четыре и более	Половина массы груза скипа
3. Остальные виды подъема	Масса груженого подъемного сосуда

Предохранительные устройства должны быть:

- прочными;
- простыми по конструкции;
- нетрудоемкими по строительству и ликвидации.

Предохранительные устройства в зависимости от вида основного несущего элемента подразделяются на:

- естественные (породные целики) (рис. 5.1);
- искусственные, выполнены из металла, бетона, железобетона, стальных канатов, дерева и др. материалов (рис. 5.4; 5.5; 5.6; 5.7);
- комбинированные (рис. 5.8), представляющие сочетание искусственных полков с целиками или сочетание различных видов искусственных полков. На рис. 5.8 представлено сочетание горизонтального и облегченного канатного полков.

При ударе оборвавшегося сосуда о предохранительное устройство последнее должно выдержать огромную нагрузку. Так при падении скипа массой 20 т с высоты 800 м в момент удара его кинематическая энергия составляет 16000 тс·м, что равно энергии железнодорожного состава, движущегося со скоростью 40 км/ч [8]. Для выдерживания подобных нагрузок строятся предохранительные устройства с большим расходом материалов и высокой трудоемкостью при их строительстве и ликвидации. Так на горизонтальные предохранительные полки расходуется до 150–200 т металлопроката, 100–150 м³ железобетона, до 30 м³ деревянного бруса. На строительство предохранительных полков затрачивается от 50 до 90 % времени подготовительных работ к углубке ствола [17].

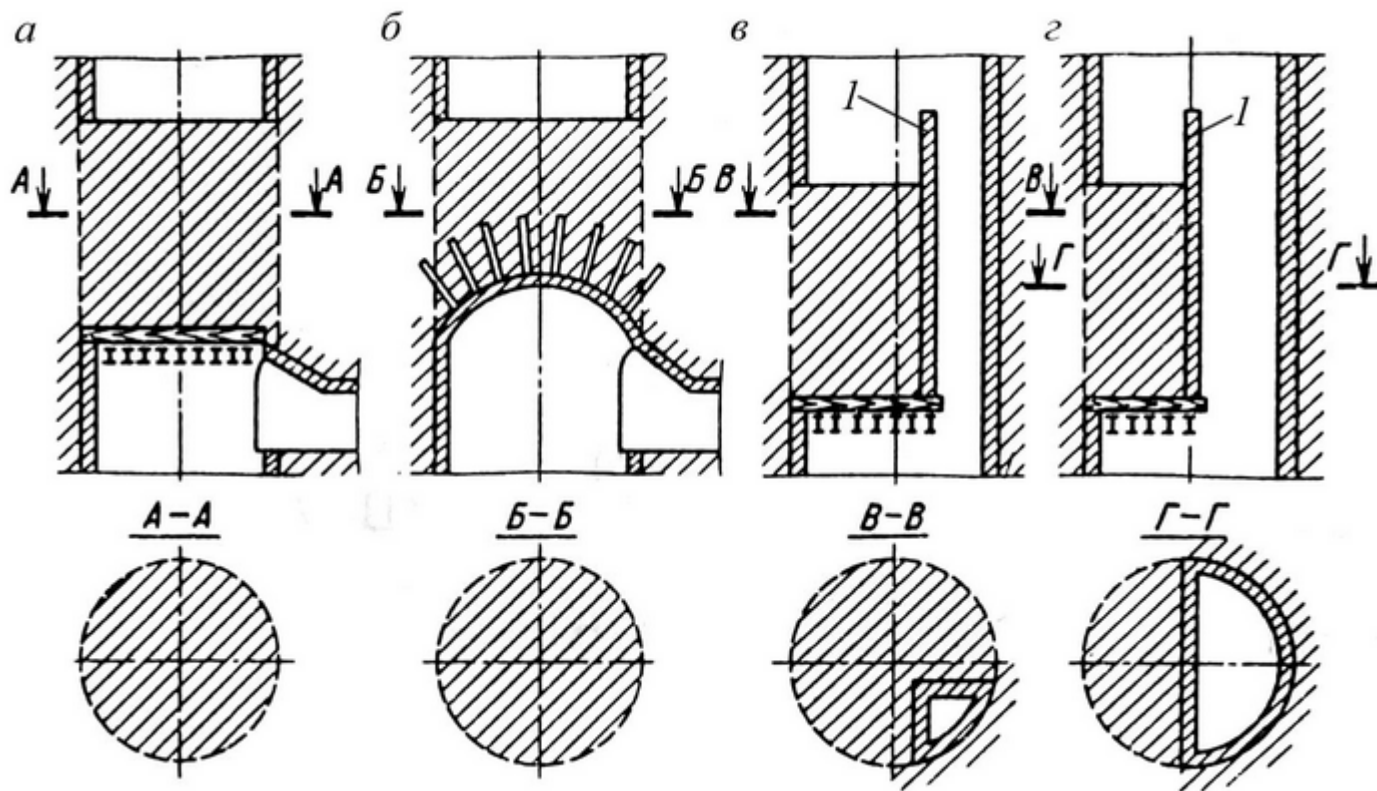


Рис. 5.1. Схемы защитных целиков для углубления вертикальных действующих стволов:
а – при сплошном перекрытии с плоской формой нижнего торца; *б* – при сплошном перекрытии с параболической формой нижнего торца; *в* – при неполном перекрытии с малым бадьевым проемом; *г* – при неполном перекрытии с большим бадьевым проемом; *l* – подпорная стенка

С целью снижения материалоемкости и трудоемкости сооружения предохранительных устройств в зависимости от горно-геологических и горнотехнических условий разработано несколько их видов.

5.2. Защитные породные целики

Защитный целик представляет собой толстую плиту, перекрывающую все поперечное сечение углубляемого ствола (при III и IV схемах углубки) или его часть (при I и II схемах углубки). Это обычно цилиндр или его часть, заземленная круговой образующей цилиндрической поверхности.

Защитные целики допускается применять только в крепких не трещиноватых, не склонных к внезапным выбросам и горным ударам и не размокаемых породах.

С увеличением глубины стволов в горных породах возрастает напряжение, поэтому возможная глубина использования защитных целиков в качестве предохранительных устройств зависит от физико-механических показателей породы горного массива, т. е. от коэффициента крепости пород f , предела прочности пород на скалывание $\sigma_{ск}$, коэффициента Пуассона μ . С учетом фактических значений этих показателей она составляет [11]:

- при $f = 6-7$ и коэффициенте Пуассона $\mu < 0,3$ – не более 700 м;
- при $f = 8-10$ – 800–1000 м;
- $f = 12-13$ в зависимости от коэффициента Пуассона – 1000–1300 м;
- $f > 15$ в зависимости от коэффициента Пуассона и предела прочности пород на скалывание $\sigma_{пр.ск}$ – 1200–1400 м, а в отдельных случаях и более.

Высота защитного целика определяется расчетом и находится в пределах $(0,8-1,2)D_{вч}$, где $D_{вч}$ – диаметр ствола в черне, м.

При I и II схемах углубки в защитных целиках проходится бадьевое отделение, площадь сечения которого не рекомендуется делать более $5-7 \text{ м}^2$.

Нижний торец защитного целика может быть плоским, сферическим и параболическим. При плоском торце выполняется пе-

реккрытие из двутавровых балок с настилом из бруса, при сферическом или параболическом торце крепление выполняется анкерными болтами с сеткой и набрызгбетоном (рис. 5.1, б).

Анкерные болты принимаются диаметром 20–24 мм и длиной 1,5–1,8 м с шагом 0,7–1,0 м. Толщина набрызгбетонной крепи (м) определяется по формуле

$$\delta_{\text{н}} = a \sqrt{k D_{\text{вч}} \gamma_{\text{п}} \frac{n_{\text{б}}}{R_{\text{п}}}}, \quad (5.1)$$

где k – коэффициент, учитывающий форму нижнего торца целика, при плоской форме $k = 0,02$, при параболической $k = 0,01$; $D_{\text{вч}}$ – диаметр ствола вчерне, м; $\gamma_{\text{п}}$ – плотность породы, т/м³; $n_{\text{б}} = 2$ – коэффициент запаса прочности бетонной крепи; $R_{\text{п}}$ – прочность набрызгбетона на растяжение; a – расстояние между анкерами, м.

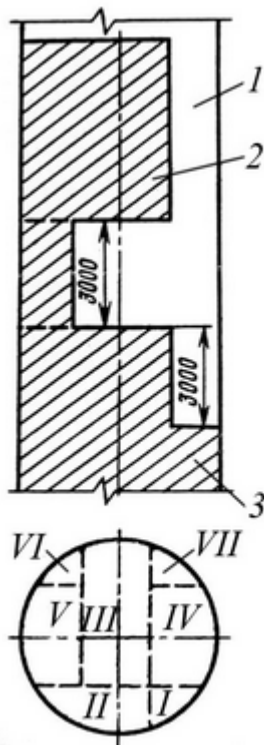


Рис. 5.2. Схема подсечки защитных целиков через бадьевое отделение:

1 – бадьевое отделение; 2 – породный целик; 3 – углубляемая часть ствола; I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII – очередность участков подсечки породного целика

Подсечку целика производят по схеме, изображенной на рис. 5.2. Из бадьевого отделения (сектор 1), расположенного у борта выработки, – в очередности, указанной на рис. 5.2.

При невозможности организовать проходку бадьевого отделения в целике из зумпфа ствола бадьевое отделение производится через выработку, пройденную под ствол с околоствольного двора. Подсечку целика и оконтуривание площади поперечного сечения углубляемого ствола производят следующим образом. Сначала по оси xx (рис. 5.3) проходят выработку шириной 2–2,5 м. Высота выработки переменная и имеет форму параболы (рис. 5.3, б).

Кровля крепится анкерами и набрызгбетоном. Перпендикулярно пройденной по оси xx выработке проходится выработка по оси yy до контура ствола вчерне.

Затем производится поочередная выемка породы секторов 1 – 2 – 3 – 4 (рис. 5.3, *a*).

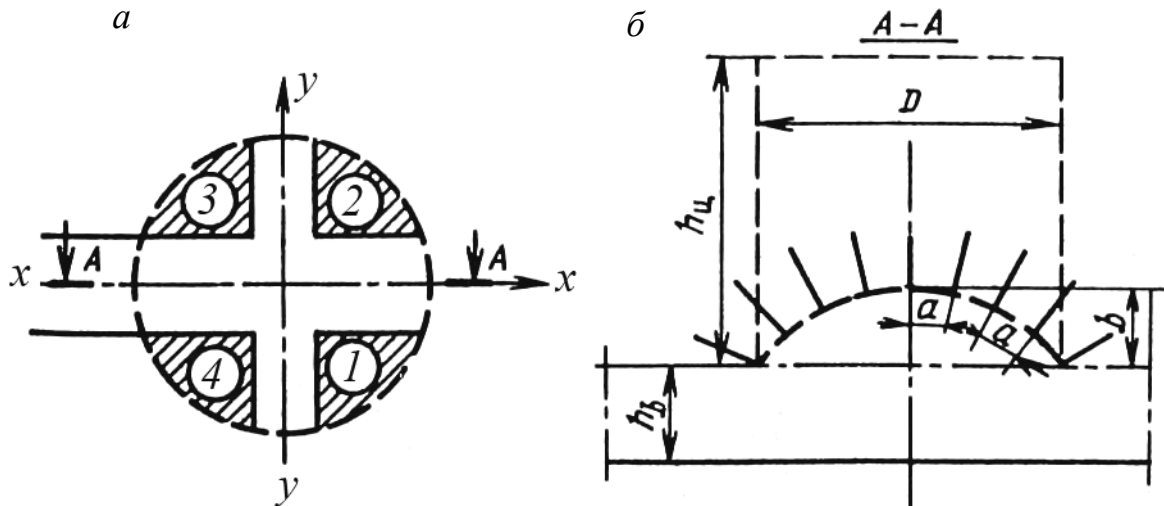


Рис. 5.3. Схема подсечки защитных щеликов через подводящую выработку

Технология строительства защитных щеликов зависит от принятой схемы углубки. При углубке стволов по схемам I и II из зумпфа сверху вниз проходится бадьевое отделение, которое крепится временной легко разбираемой при ликвидации щелика крепью на глубину 5–6 м ниже верхнего торца защитного щелика.

При возведении временной крепи в бадьевом отделении щелика выполняют и работы по устройству вертикальной подпорной стенки, препятствующей опрокидыванию обрвавшегося сосуда в бадьевое отделение. Высота стенки определяется из выражения

$$h_{ст} = h_c + 0,1H_c, \quad (5.2)$$

где $h_{ст}$ – высота стенки, м; h_c – высота сосуда, м; H_c – глубина ствола.

Подпорная стенка (рис. 5.1, 5.2 и 5.8) выполняется из двутавровых балок с внутренней стороны обшитой металлическим

листом толщиной 10–12 мм. Расстояние между осями двутавровых балок должно быть не более 70 см.

При массе сосуда до 10 т применяют двутавровые балки № 30, от 10 до 15 т – № 40 и от 15 до 30 т – № 45.

Аналогичные подпорные стенки устраивают в предохранительных устройствах всех конструкций.

По окончании работ по углубке ствола, выполнении работ по рассечке сопряжений, строительству приствольных камер и работ по армированию ствола защитные целики ликвидируют. Для этого на уровне почвы подводящей выработки или выработки углубочного горизонта устраивают полки из двутавровых балок и деревянного настила из бруса с поперечным сечением 20×20 см.

Элементы полка рассчитываются на статическую нагрузку от всей массы защитного целика.

Взрывные работы могут производиться мелкошпуровым способом с использованием ВВ с низкой бризантностью и глубиной шпуров в 1,0–1,5 см (ряд паспортов БВР приведен в «Инструкции...» [18]) и с использованием глубоких скважин.

При углубке стволов по схеме II породные целики целесообразно ликвидировать с помощью взрывания глубоких скважин. Для этого на уровне углубочного горизонта монтируется стационарный полк из двух рядов двутавровых балок № 55, по которым уложен ряд брусьев с поперечным сечением 20×20 см с отшивкой досками толщиной 50 мм [17].

С этого полка через целик проходится восстающий поперечным сечением 1,5×1,5 м и перфораторами ПТ-36 бурятся скважины диаметром 65 мм. Скважины заряжались аммонитом 6ЖВ и взрывались электрическим способом.

На руднике «Октябрьский» (Кривбасс) в породном целике высотой 8,5 м и площадью поперечного сечения 38,2 м² вначале взрывали по 3 скважины, затем – по 8. Удельный расход аммонита снизился с 1,76 до 0,9–1,0 кг/м³, а производительность труда увеличилась на 36 % [17].

5.3. Горизонтальные предохранительные полки

Горизонтальные предохранительные полки разработаны ВНИИОМШСом и на углубке стволов до настоящего времени имели наибольшее применение, хотя требуют большого расхода материалов и трудоемки в устройстве и ликвидации.

На устройство предохранительного полка шахты обычно выделяют всего 2-3 часа в сутки, поэтому продолжительность его строительства на стволе шахты № 3 им. А. И. Гаевого составила 18 месяцев, а на стволе № 3 шахты «Кочегарка» – 36 месяцев вместо проектных 6 месяцев.

Горизонтальный предохранительный полок состоит из следующих основных частей (рис. 5.4).

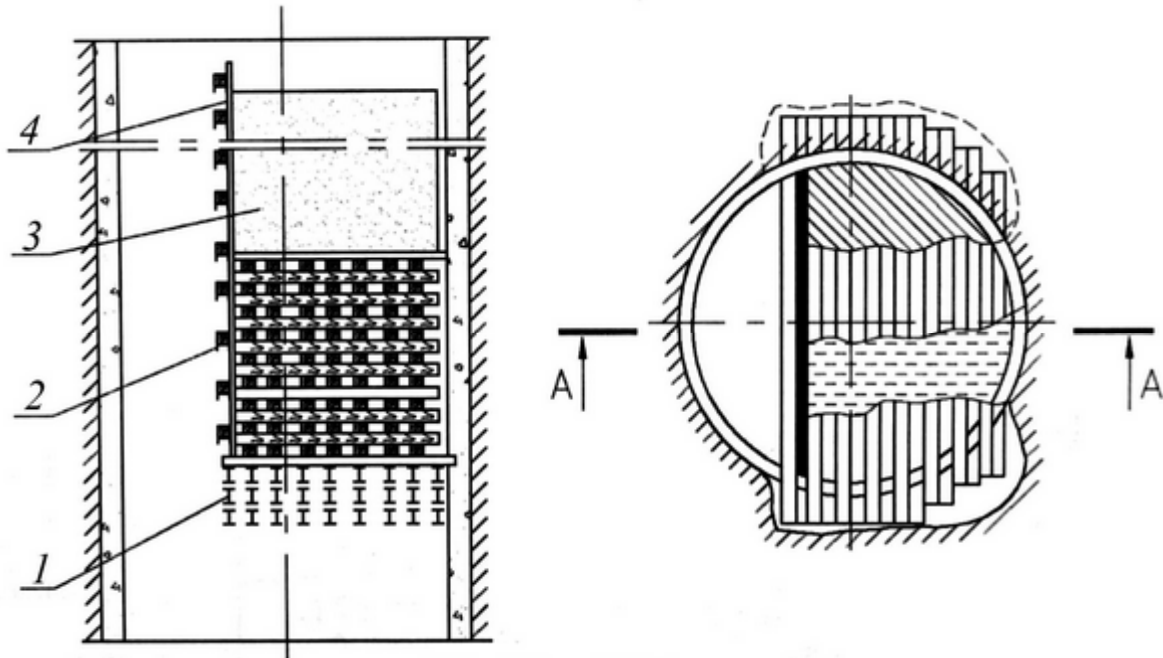


Рис. 5.4. Искусственный предохранительный полок с балочным несущим покрытием:

1 – несущая конструкция из балок; 2 – амортизирующий костер (подушки); 3 – буферная распределительная плита; 4 – вертикальная ограждающая стенка

В зависимости от массы и высоты возможного падения подъемного сосуда при конкретном проектировании предохранительного полка некоторые из этих частей могут отсутствовать.

При углубке стволов применяются несколько видов горизонтальных полков: полки водопропускающие (рис. 5.4; 5.5; 5.7) и водособирающие (рис. 5.6). На водособирающем полке имеется

резервуар, в который поступает вода из водоулавливающего кольца и откачивается насосом на горизонт в водосборник или на поверхность.

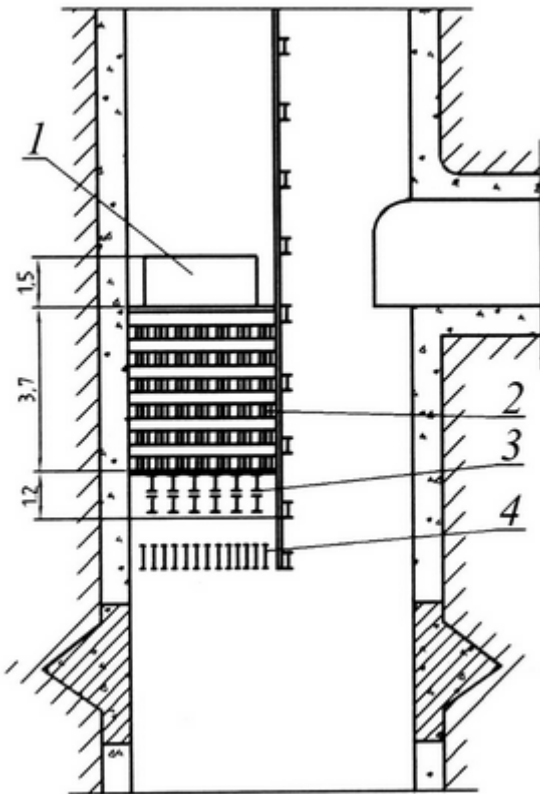


Рис. 5.5. Горизонтальный полк:
1 – бетонная плита; 2 – амортизирующий костер из деревянных брусьев; 3 – металлобетонная плита; 4 – задерживающий полк

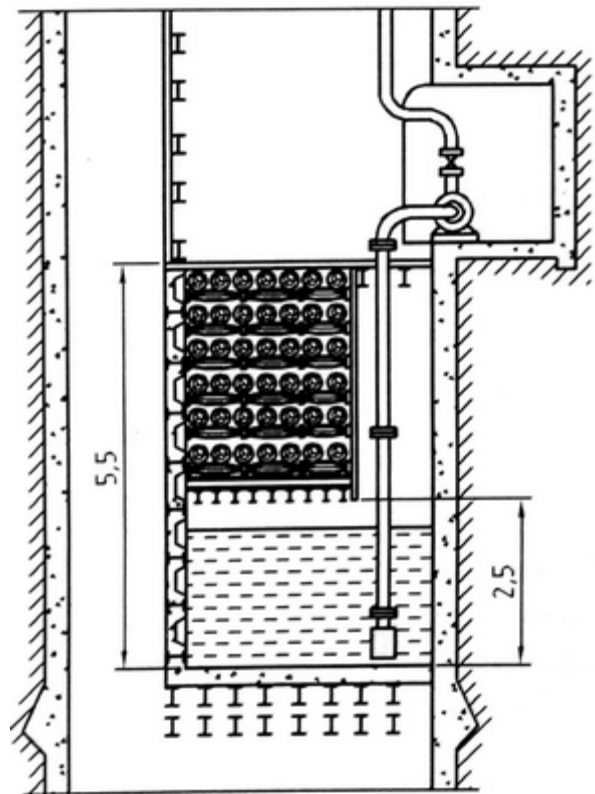


Рис. 5.6. Водособирающий полк

Максимально допустимая вместимость резервуара на полке – зумпфе не должна превышать вместимости, определяемой по формуле

$$V = 0,125\pi D_{вч}^2, \quad (5.3)$$

где $D_{вч}$ – диаметр ствола в черне, м.

Рассмотрим назначение различных частей предохранительного полка.

Несущая конструкция горизонтального полка выполняется из одного или двух-трех рядов двутавровых балок, концы которых заделаны в крепь ствола. Нижний ряд двутавровых балок ук-

ладывается сплошняком.

При полном перекрытии поперечного сечения ствола второй ряд балок укладывается на нижний перпендикулярно нижнему ряду сплошняком или вразбежку и может быть поднят выше нижнего на 0,3–0,5 м.

При частичном перекрытии поперечного сечения ствола ряды двутавровых балок имеют одно направление.

Свердловским горным институтом разработан, а трестом «Востокшахтопроходка» применен балочный предохранительный полк (рис. 5.7).

Несущая конструкция полка выполнена из двутавровых балок 1, соединенных между собой гибкими металлическими тягами 2. На балки укладывается распределительно-утяжелительная плита 3, а на нее – амортизирующее устройство 4, выполненное из деревянных брусьев. На верхнюю поверхность полка укладывается гидроизоляционное покрытие 5. Работы по строительству полка производятся с монтажного полка 6.

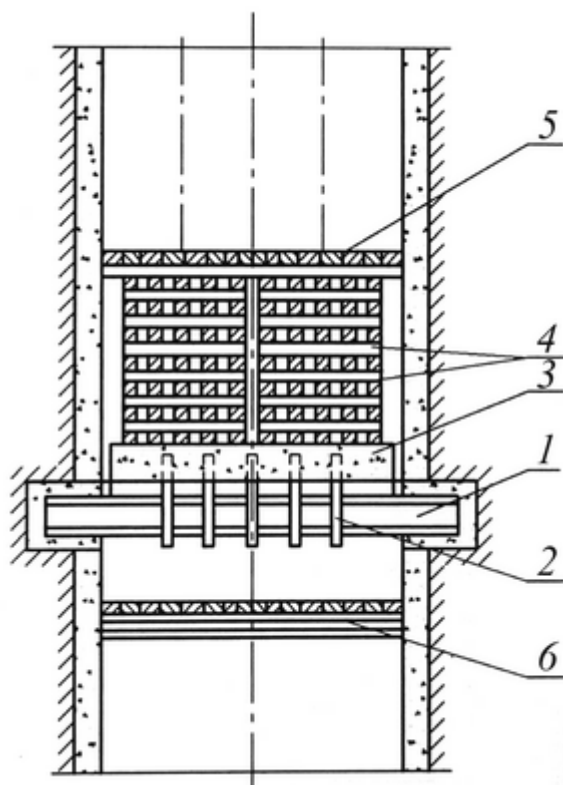


Рис. 5.7. Балочный предохранительный полк

Амортизирующий костер (подушка) рассчитывается на погашение кинетической энергии поступательного движения буферной плиты. Выполняется из деревянных брусьев.

Буферная плита-утяжелитель предназначена для погашения основной доли кинетической энергии падающего тела и распределения энергии удара по всей площади несущей конструкции.

Буферная плита готовится из горелых или неразмокających пород на «тощем» цементном растворе и для прочности армируется металлической сеткой.

Ограждающая (подпорная) стенка (рис. 5.8) отделяет бадье-вое отделение ствола от эксплуатационного и обеспечивает ус-

тойчивую работу амортизирующего костра.

Ограждающая стенка выполняется из двутавровых балок, уложенных плашмя через 0,7 м и обшитых с внутренней стороны стальным листом толщиной 10–12 мм.

Высота ограждающей стенки определяется по формуле

$$h_{\text{о.ст}} = h_{\text{у.с}} + 0,1H_{\text{пад}}, \quad (5.4)$$

где $h_{\text{у.с}}$ – высота упавшего сосуда, м; $H_{\text{пад}}$ – высота падения сосуда, принимается равной расстоянию от места разгрузки сосуда до предохранительного полка, м.

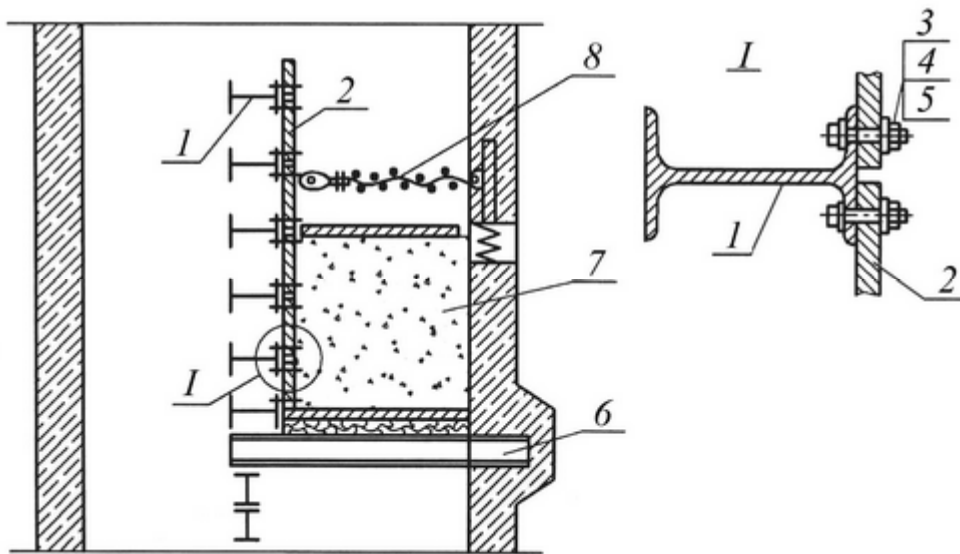


Рис. 5.8. Схема подпорной стенки:

1 – двутавровая балка; 2 – металлический лист; 3 – болт; 4 – шайба; 5 – гайка; 6 – балки опорного полка; 7 – упругоподатливое основание; 8 – канатная сеть

5.4. Ферменные полки

С целью сокращения расхода металла ВНИИОМШС вместо двутавровых балок несущей конструкции полка предложил использовать фермы (рис. 5.9). Горизонтальные полки стали называть ферменными.

Ферменный полок в зависимости от диаметра ствола, места расположения и размеров бадьевого отделения состоит из 3–5 ферм.

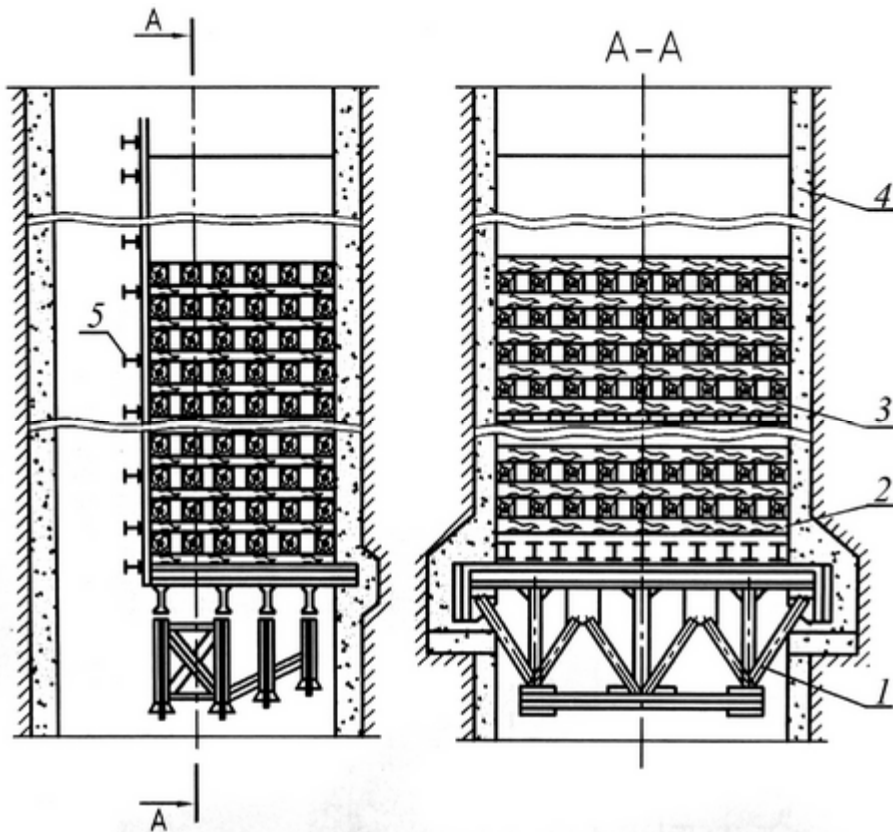


Рис. 5.9. Предохранительный полук с ферменной несущей конструкцией:

1 – ферма; 2 – настил из двутавровых балок; 3 – амортизирующий костер; 4 – крепь ствола; 5 – ограждающая стенка

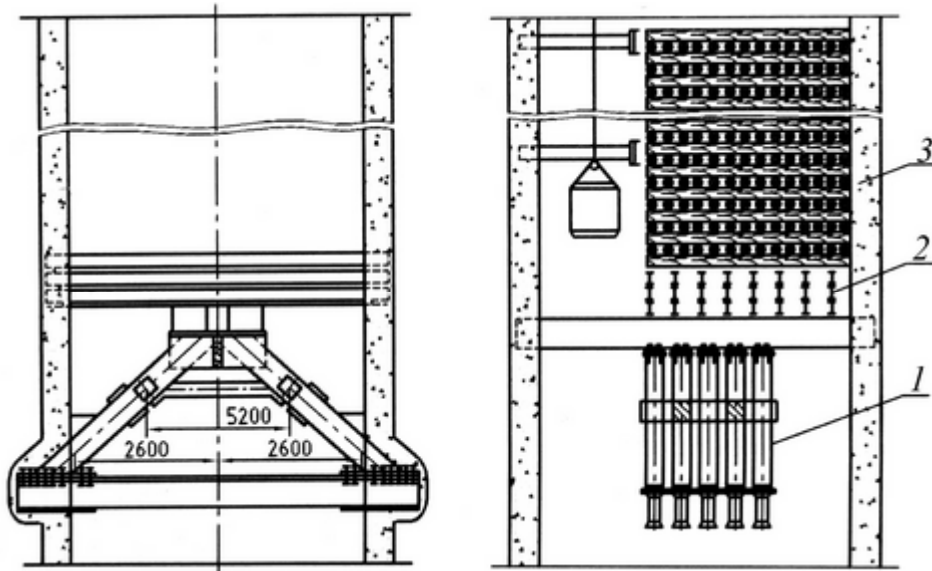


Рис. 5.10. Конструкция полка с фермами треугольной формы:

1 – треугольная ферма; 2 – настил из двутавровых балок; 3 – амортизирующий костер

Концы ферм заделываются в крепь ствола и породный массив. Расстояние между фермами обычно не превышает 1,3 м. Для придания устойчивости пространственной конструкции полка фермы между собой раскрепляются поперечными связями. Сверху ферм укладывается ряд двутавровых балок, на которых размещается амортизирующая подушка из бруса или окантованных на два канта бревен, и распределительная плита из монолитного железобетона.

5.5. Клиновые полки

Профессором С. А. Федоровым предложены клиновые полки, в которых основная энергия оборвавшегося сосуда передается не на горизонтальные балки, а на вертикальные породные стенки ствола.

Клиновые полки подразделяются:

- клиновой полки без пробки (рис. 5.11, а);
- клиновой полки с пробкой (рис. 5.11, б);
- клиновой полки с отбойной нишей (рис. 5.11, в).

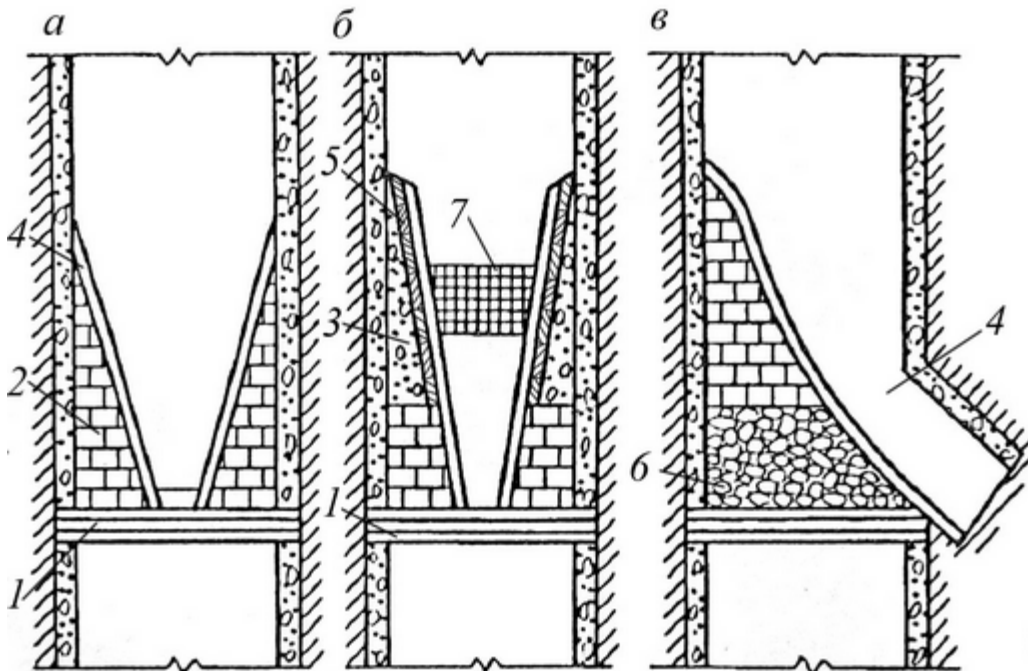


Рис. 5.11. Клиновые предохранительные полки, включают в себя следующие элементы:

1 – несущие (опорные) балки; 2 – кирпичная кладка; 3 – бетонная подушка; 4 – наклонная плоскость из швеллерных балок; 5 – амортизирующий слой из деревянных брусьев; 6 – порода (щебень); 7 – подвижная пробка из деревянных брусьев, скрепленных между собой угловой или слоевой сталью

Конструкция клинового полка включает в себя следующие элементы:

- опорные балки;
- бетонную подушку;
- амортизирующий слой из деревянных брусьев.

Основные преимущества клиновых полков:

1. Значительная часть энергии падающего сосуда передается не на горизонтальные балки, а на вертикальные породные стенки ствола, что уменьшает расход двутавра.

2. За счет клина увеличивается путь торможения падающего сосуда, а чем больше путь торможения, тем меньшие усилия передаются на несущие балки.

3. Динамическая нагрузка на полки передается не мгновенно, как на полках других конструкций, а в течение времени, равному периоду торможения сосуда.

4. По сравнению с горизонтальными полками расход материалов в клиновых полках меньше.

Подъемный сосуд, ударившись о пробку, перемещает ее вниз. За счет трения пробки между наклонными плоскостями и ее деформации она поглощает часть кинетической энергии удара.

Пробки готовятся из горизонтально уложенных брусьев, прочно стянутых болтами и окованных стальными обручами, и могут иметь форму конуса или клина.

При падении подъемного сосуда на клиновой полки с отбойной нишей большая часть энергии сосуда направляется в нишу, а не на горизонтальные балки.

Клиновые полки применялись в Донбассе, на Урале, в Кузбассе (шахта № 5-6), в Кривбассе (шахта «Северная-Вентиляционная» рудоуправления им. В. И. Ленина), в Китае.

На стволе шахты «Северная-Вентиляционная» производилась углубка с гор. 750 до гор. 975 с использованием клинового полка с деревянной пробкой. Полки были смонтированы за 30 смен, ликвидированы за 14 суток (ликвидация полка более трудоемкая по сравнению с монтажом).

Применение клинового полка позволило отказаться от проходки вспомогательных выработок, необходимых при сооружении породного целика.

Клиновые полки требуют меньше расхода металла, но они

значительно сложнее при строительстве, особенно когда полук перекрывает только часть поперечного сечения ствола.

5.6. Сборно-разборные предохранительные полки

Сборно-разборный полук разработан Свердловским горным институтом (автор Б. Ф. Горбунов).

Основой полка является несущая в виде кругового свода конструкция, состоящая из двух параллельно установленных арок. Каждая арка состоит из двух опорных секций и в зависимости от диаметра ствола – от одной до четырех основных.

Секции соединяются между собой и с опорными секциями с помощью элементов – накладок, стягиваемых болтами – шпильками. Опорные секции закрепляются на фундаментах в стенах ствола анкерными болтами (рис. 5.12).

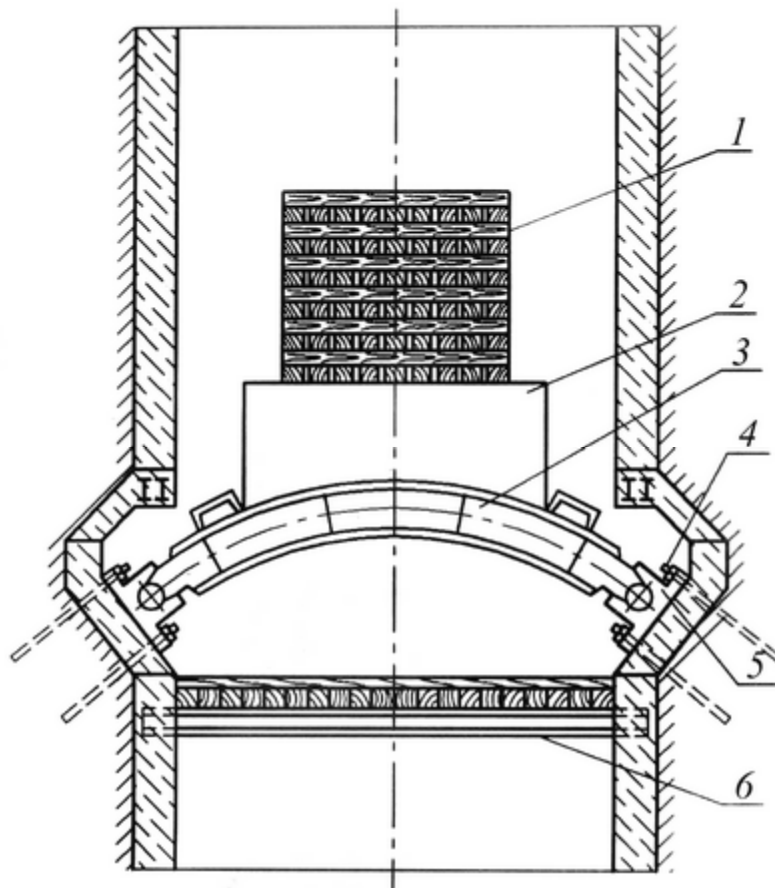


Рис. 5.12. Схема сборно-разборного предохранительного полка:
 1 – амортизирующее устройство; 2 – распределительно-утяжеляющий блок; 3 – несущая конструкция; 4 – анкерные болты; 5 – опора; 6 – монтажное перекрытие

Техническая характеристика сборно-разборных
предохранительных полков

Типоразмер полка	I	II	III
Несущая способность полка, МН/м ²	120	200	300
Диаметр ствола в свету, м	4–8,5	4,5–8,5	5–8,5
Максимальная масса падающих предметов, т	12–20	20–25	20–30
Максимальная высота падения предметов, м	600–1000	800–1200	1000–1500
Конструктивная высота полка (от монтажного до гидроизоляционного перекрытия), м	6–8	6,5–8,5	7–9
Масса металлоконструкций полка, т	60–90	70–110	80–130

Для того чтобы обе арки работали как единое целое, они соединяются между собой болтами-шпильками. На арки укладывается распределительно-утяжеляющий бетонный блок, а на него – амортизирующее устройство из деревянных брусьев отдельно под каждый сосуд (при двухконцевом подъеме).

При промышленном испытании на такой полк с высоты 600 м сбрасывали подъемный сосуд массой в 20 т, а с целью испытания пробивной способности – рельс Р-43 длиной 12,5 м. Полк не деформировался.

На сооружение полка затрачивается всего 40 суток, а на монтаж арок – всего 16 смен.

Для удобства монтажа сборно-разборного полка на 1,5–2 м ниже его устраивается дополнительное монтажное перекрытие.

Сборно-разборный полк многократного использования. Срок его службы 20–25 лет. Изготовление заводское, секции полка отливаются из стали.

Достоинства сборно-разборного полка:

- высокая надежность работы на восприятие мощных ударных нагрузок даже с небольшой площадью поперечного сечения (рельсов);

- многократность использования;
- небольшая продолжительность монтажа и демонтажа полка;
- высокая производительность монтажа и демонтажа (в 2-3 раза выше, чем на горизонтальных полках).

Применение сборно-разборного полка позволяет снизить расход металла до 40 % и сократить продолжительность оснащения ствола к углубке в 1,5–2 раза [9].

5.7. Облегченные полки

Криворожский горно-рудный институт с целью уменьшения расхода строительных материалов и снижения трудозатрат на строительство и ликвидацию предохранительных устройств предложил конструкцию предохранительного устройства, в котором основную долю кинетической энергии в полке от падающего сосуда воспринимают канатные сети. Предохранительные устройства с канатной сетью получили название облегченные (автор доктор технических наук А. М. Задорожный).

Облегченный полок состоит из двух этажей (рис. 5.13). Нижний этаж выполняется из двух рядов двутавровых балок № 20–27, на которые укладывается деревянный брус и настил из досок. Ограждающая стенка аналогична стенке горизонтальных полков. Упруго-податливое основание выполнено из щебня. Выше упругого основания монтируется канатная сеть (верхний этаж).

Канатная сеть состоит:

- из опорного кольца коробчатого сечения или швеллера, заделанного в стенки ствола; кольцо собирается из сегментов, которых должно быть не менее четырех (рис. 5.14);
- канатная сеть из канатов диаметром 25–30 мм с ячейкой 20×20 см крепится к опорному кольцу (рис. 5.14, 5.15).

Применяется однорядная (рис. 5.14) и двухрядная сеть (рис. 5.15).

Двухрядная сеть предпочтительнее, так как она значительно проще в монтаже и выдерживает большую нагрузку, что позволяет для нижнего этажа использовать более легкий двутавр.

При большой интенсивности вероятных нагрузок целесообразно использовать упруго-податливое основание (т. е. канатная сеть должна лежать на упруго-податливом основании).

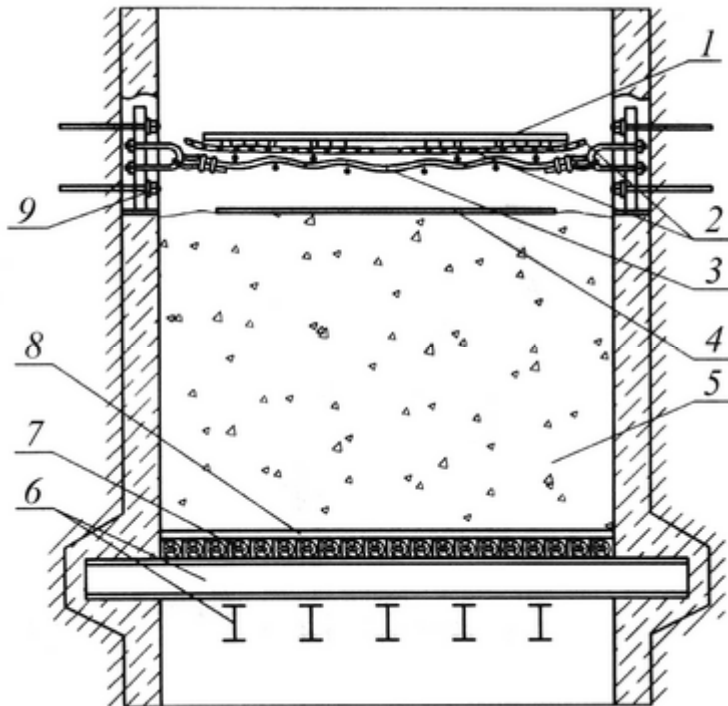


Рис. 5.13. Схема облегченного предохранительного полка с несущим элементом в виде канатной сети:

1, 4 – металлический лист; 2 – транспортерная лента; 3 – канатная сеть; 5 – засыпка из щебня; 6 – двутавровые балки; 7 – деревянный брус; 8 – перекрытие из досок; 9 – опорное кольцо с деталями крепления

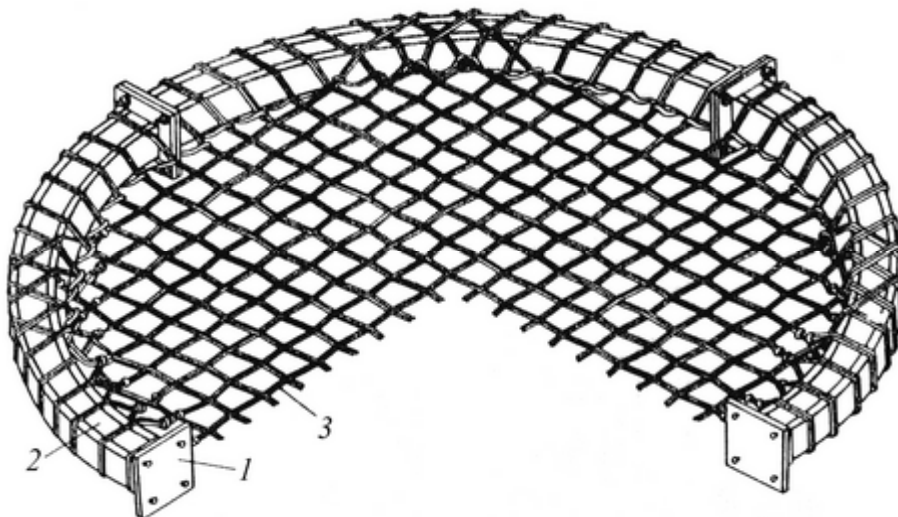


Рис. 5.14. Конструкция опорного кольца для крепления одноярусной канатной сети:

1 – соединительная планка; 2 – сегмент кольца; 3 – канаты сети

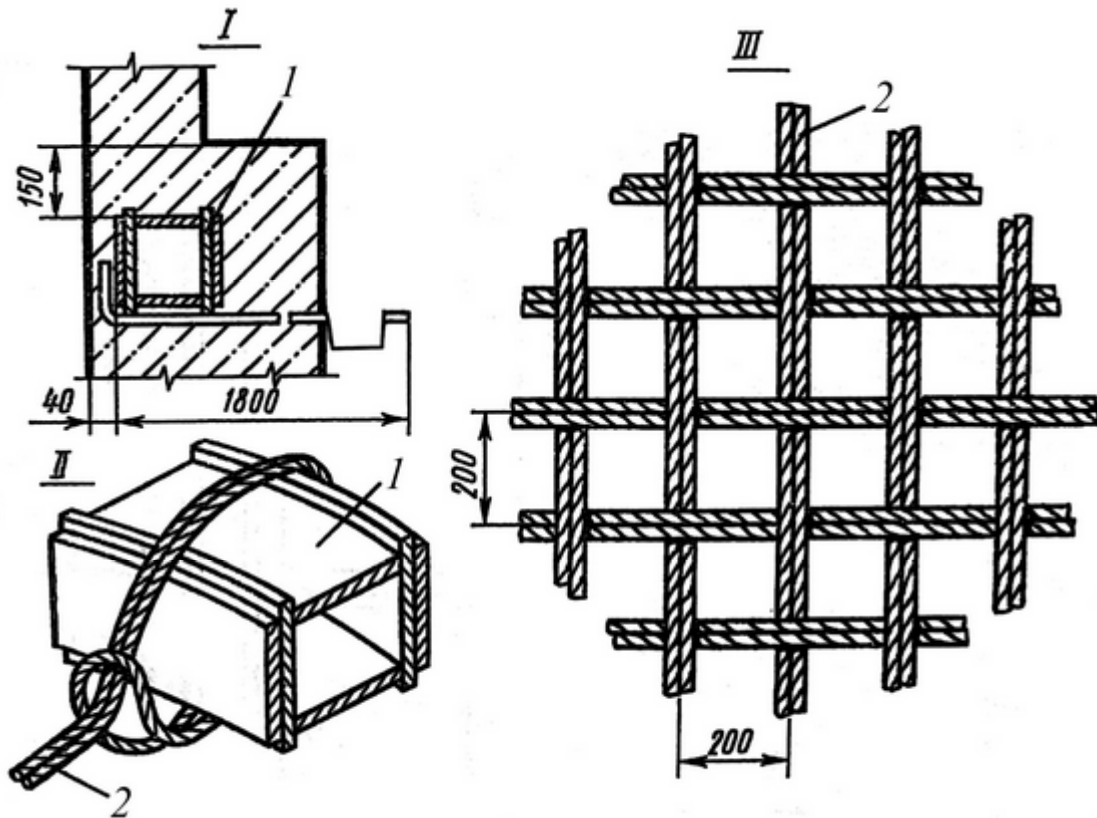


Рис. 5.15. Схема облегченного защитного полка с двойной канатной сетью:
 1 – опорное кольцо; 2 – канатная сеть

Для рассредоточения ударной нагрузки на канатную сеть укладываются стальные листы и транспортерная лента.

В случае частичного перекрытия ствола диаметральный луч, предназначенный для закрепления канатов в поперечном сечении ствола, выполняется из нескольких канатов с помощью специальных пружинных устройств (рис. 5.16).

Диаметральные концы ограничивают сектор бадьевого отделения.

Условия использования сетей облегченного полка [11]:

- при массе сосуда 5 т и высоте падения сосуда 600–1000 м применяется однорядная сеть свободной подвески;
- при массе сосуда 5–15 т и высоте падения сосуда до 1000 м – двойная канатная сеть свободной подвески или одинарная на упругом основании;
- при массе сосуда более 20 т и высоте падения более 1000 м применяется двойная сеть на упругом основании.

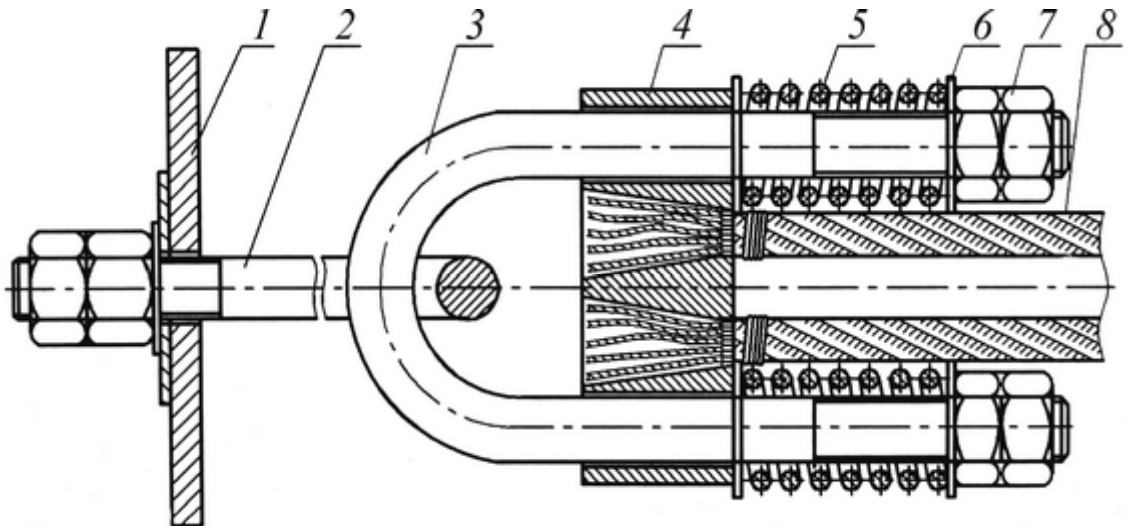


Рис. 5.16. Схема крепления диаметральных канатов к опорному кольцу:

1 – обечайка опорного кольца; 2 – скоба опорного кольца; 3 – скоба пружинного устройства; 4 – коническая муфта; 5 – пружина; 6 – шайба; 7 – гайка; 8 – канат диаметрального луча

5.8. Отшивка углубочного отделения ствола

При углубке стволов по технологическим схемам I и II с использованием только части поперечного ствола для защиты людей, работающих в углубляемом стволе, осуществляется отшивка бадьевого отделения ствола от эксплуатационного.

Для отшивки используются доски толщиной 40–50 мм, прибиваемые гвоздями к деревянным брускам, закрепленным хомутами к расстрелам, причем отшивка должна прибиваться гвоздями со стороны эксплуатационного отделения.

В качестве отшивки используются металлические щиты из листовой стали толщиной 3–5 мм, обрамленные уголками. Щиты крепятся к расстрелам с помощью специальных хомутов и болтов.

При углубке по схеме I отшивка выполняется от разгрузочного устройства, смонтированного в постоянном копре, до предохранительного устройства, смонтированного в зумпфовой части ствола.

При углубке по схеме II отшивка выполняется между двумя предохранительными полками, сооружаемыми над верхней площадкой и в зумпфе ствола.

Отшивка выполняется при остановленных постоянных подъемных машинах из люлек и переоборудованных постоянных клеток.

Криворожским горнорудным институтом разработана конструкция отшивки, в которой несущими элементами служат стальные канаты, закрепленные к двутавровым балкам, расположенным у верхнего и нижнего предохранительного устройства. К канатам крепятся металлические листы (рис. 5.17).

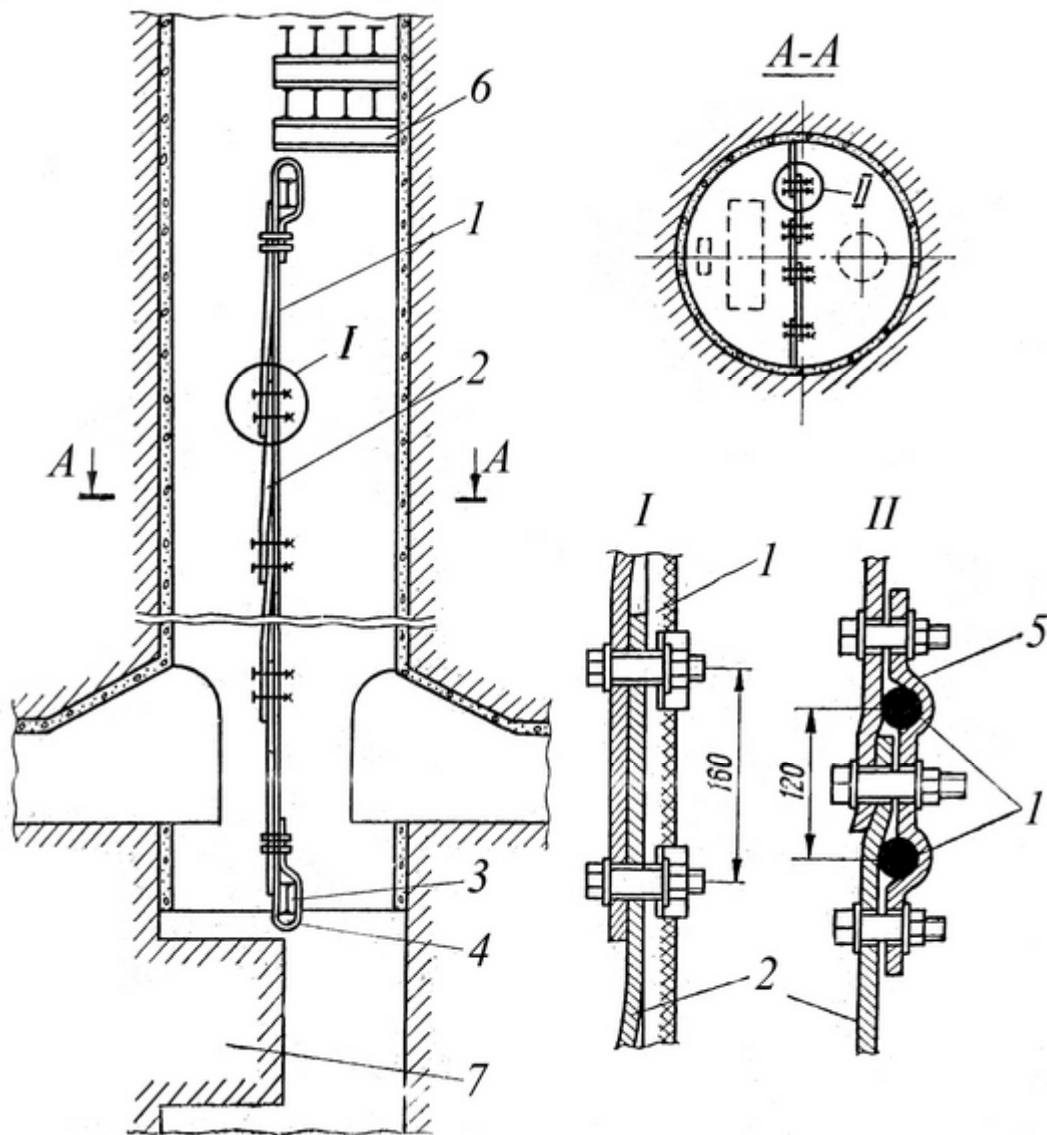


Рис. 5.17. Конструкция разделительной стенки с несущими элементами из вертикально натянутых стальных канатов:
 1 – несущий канат; 2 – лист отшивки; 3 – опорные балки; 4 – накладка;
 5 – хомут для крепления листов отшивки; 6 – искусственный предохранительный полук; 7 – породный предохранительный целик

Такая отшивка была выполнена на стволе № 2 шахты им. М. И. Калинина (Центральный Донбасс). Высота отшивки составила 68,5 м. На выполнение работы было затрачено всего 106 чел.-смен при продолжительности рабочей смены от 5 до 6 часов. При этом трудозатраты были уменьшены в 4 раза. Расход металла сократился на 30 т.

Трест «Горловскуглестрой» к канатам навешивал с помощью специальных устройств бывшую в употреблении транспортерную ленту с нахлесткой в 20 см.

Число лент зависело от диаметра ствола и ширины ленты.

Подобная отшивка дает большую экономию металла, повышает производительность труда проходчиков и сокращает продолжительность подготовительного периода.

Контрольные вопросы

1. Назначение и типы предохранительных устройств.
2. Условия использования защитных целиков и способы их строительства и ликвидации.
3. Определение нагрузок от падения сосудов на предохранительные устройства.
4. От каких факторов зависит допустимая глубина заложения защитных целиков?
5. Устройства горизонтальных предохранительных полков, их достоинства и недостатки.
6. Назначение амортизирующего костра (подушки) и его устройство.
7. Назначение плиты утяжеления и ее конструкция.
8. Устройство водособирающего полка.
9. Устройство блочного предохранительного полка.
10. Устройство защитного полка и ограждающей стенки.
11. Устройство ферменных полков, их достоинства и недостатки.
12. Разновидность клиновых полков, их достоинства и недостатки.
13. Сборно-разборные предохранительные полки, их достоинства и недостатки.
14. Устройство облегченных полков, их достоинства и недостатки.
15. Способы крепления диаметральных концов к опорному кольцу.
16. Отшивка углубочного отделения ствола, используемый материал и технология производства работ.

6. ГОРНОПРОХОДЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПРИ УГЛУБКЕ СТВОЛОВ И ПРОХОДКЕ ВОССТАЮЩИХ

6.1. Общие сведения

Выбор горнопроходческого оборудования для углубки стволов зависит от шага углубки, площади поперечного сечения ствола в проходке и вместимости бадьи, которую можно разместить в бадьевом отделении.

Шаг углубки на угольных шахтах обычно не превышает 200 м (на 2 горизонта), поэтому применять мощное погрузочное оборудование типа КС-2У/40 и бурильное типа БУКС экономически нецелесообразно из-за большой продолжительности монтажа и высокой стоимости оборудования.

Высокая производительность погрузки породы комплексом КС-2У/40 достигается тогда, когда диаметр бадьи равняется диаметру раскрытого грейфера, т. е. 2550 мм, а диаметр бадьи вместимостью 2,0 м³ составляет всего 1430 мм, бадьи $V = 1,5 \text{ м}^3 - 1300 \text{ мм}$, бадьи $V = 1,0 \text{ м}^3 - 940 \text{ мм}$.

Поэтому при раскрытии лопастей грейфера над бадьей большая часть породы просыпается мимо, т. е. производительность погрузки резко падает.

Использование для углубки стволов в Криворожском бассейне бадей разной вместимости приведено в табл. 6.1.

В Кузбассе при углубке стволов в основном используются бадьи вместимостью 1,0–1,5 м³.

Таблица 6.1

Применение бадей различных вместимостей при углубке стволов

№ п/п	Шахта, рудник	Диаметр ствола, м	Вместимость бадьи, м ³	
			скиповой	клетевой
1	«Северная-Вентиляционная» им. В. И. Ленина	4,5	–	0,5
2	«Большевик» им. Коминтерна	5,0	0,5	0,5
3	«Южная» им. Ильича	5,5	0,75	0,75
4	«Южная» им. Орджоникидзе	5,5	0,5	0,75
5	«Новая» им. Р. Люксембург	7,0	0,75	0,75
6	им. газеты «Правда»	7,0	0,75	0,75
7	им. XX партсъезда	7,0	0,75	0,75

6.2. Горнопроходческое оборудование для углубки стволов

Нецелесообразно использовать при углубке стволов мощное горнопроходческое оборудование, более эффективным является применение ручных бурильных молотков и пневмопогрузчиков с ручным вождением грейфера по забою.

Приведенные в технической литературе комплексы для углубки стволов типа КБ-1, ОСК, «Углубка-2м», КС-2У не нашли широкого применения из-за серьезных недостатков в их конструкции или высокой стоимости.

Техническая характеристика этих комплексов приведена в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Техническая характеристика комплексов для углубки стволов

Тип комплекса	КБ-1	ОСК	«Углубка-2м»	КС-2у
Диаметр ствола в свету, м	4–6	4–8	4,5–8	4–8,5
Шаг углубки, м	<300	<300	<300	<700
Тип бурильной машины, установки	ПР-27ЛС / ПР-25МВ	СМБУ-4м	БУКС-2м / БУКС-1-2м	БУКС-1м / БУКС-1-5
Число бурильных машин, установок	8–12	1	1	1
Глубина шпуров, м	2,5	4	2,75	4,5
Марка погрузочной машины	КС-3	ОСК	КС-12	КСМ-2у / КС-2у/40
Число погрузочных машин	2	1	1–2	1
Вместимость грейфера, м ³	0,22	0,65	0,22	0,4/0,65
Производительность погрузочных машин, м ³ /ч	<30	50	25–35	60–80
Вместимость бадьи, м ³	1–2	2–3	2–3	3–5
Число бадей в работе	2–3	2–3	2	2–3
Число подъемных машин	1–2	1–2	1	1–2
Высота опалубки, м	2–3	2–4	2,1	3–5
Расход сжатого воздуха, м ³ /мин	50–70	55–70	30	50

Комплекс КБ-1 предназначен для углубки стволов по схемам II и III, когда все основное проходческое оборудование размещается в шахте и для его размещения не требуется проходки большого объема вспомогательных выработок.

В комплекс КБ-1 входят ручные перфораторы (хотя целесообразно использовать СМБУ-4М), пневмогрузчики с ручным вождением грейфера, секционная опалубка и малогабаритные проходческие лебедки.

Технология углубки ствола с использованием комплекса КБ-1 аналогична проходке устья ствола и технологического отхода.

Комплекс ОСК (рис. 6.1) облегченный стволочный комплекс ОСК, разработанный КузНИИшахтостроем, предназначен для проходки неглубоких и углубки стволов с шагом углубки до 300 м.

Он состоит из несущего кольца 4, подвешенного на канатах проходческих лебедок. На время работы несущее кольцо распирается гидродомкратами 8 в стенки ствола. По несущему кольцу движется каретка 7, соединенная с направляющей рамкой 3, через которую проходит канат от тельфера 2 подвески грейфера 5. Наполнение грейфера породой, перемещение его к бадье и его разгрузка производится машинистом из кабины 6.

Бурение шпуров производится бурильной установкой СМБУ-4м (рис. 6.2) со следующей характеристикой:

Диаметр ствола в свету, м	5,0–8,5
Число бурильных машин, шт.	3
Диаметр шпуров, мм	42–52
Глубина шпуров, м	до 4,0
Усилие подачи, кН	10,78
Расход сжатого воздуха, м ³ /мин	40
Основные размеры установки в транспортном положении:	
высота, мм	6760
диаметр описанной окружности, мм	1370
Масса установки, т	6

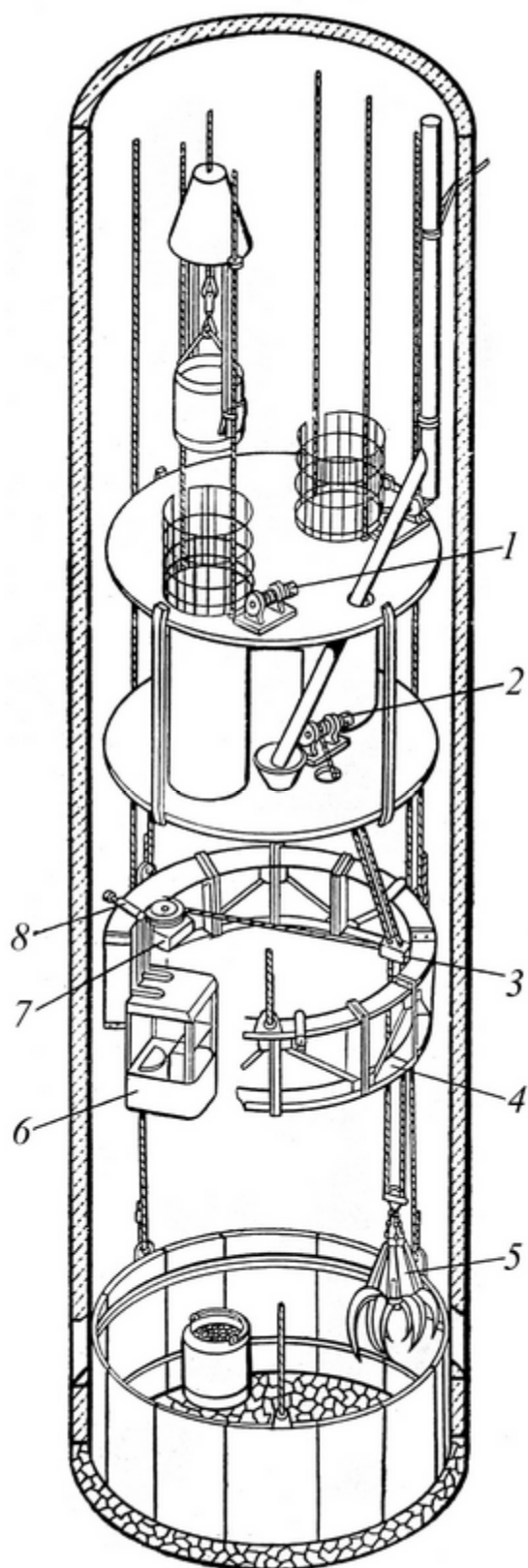


Рис. 6.1. Схема погрузочной машины ОСК:

1 – пневмолебедка; 2 – тельфер подвески грейфера; 3 – направляющая рамка; 4 – несущее кольцо; 5 – грейфер; 6 – кабина машиниста; 7 – каретка; 8 – распорный домкрат

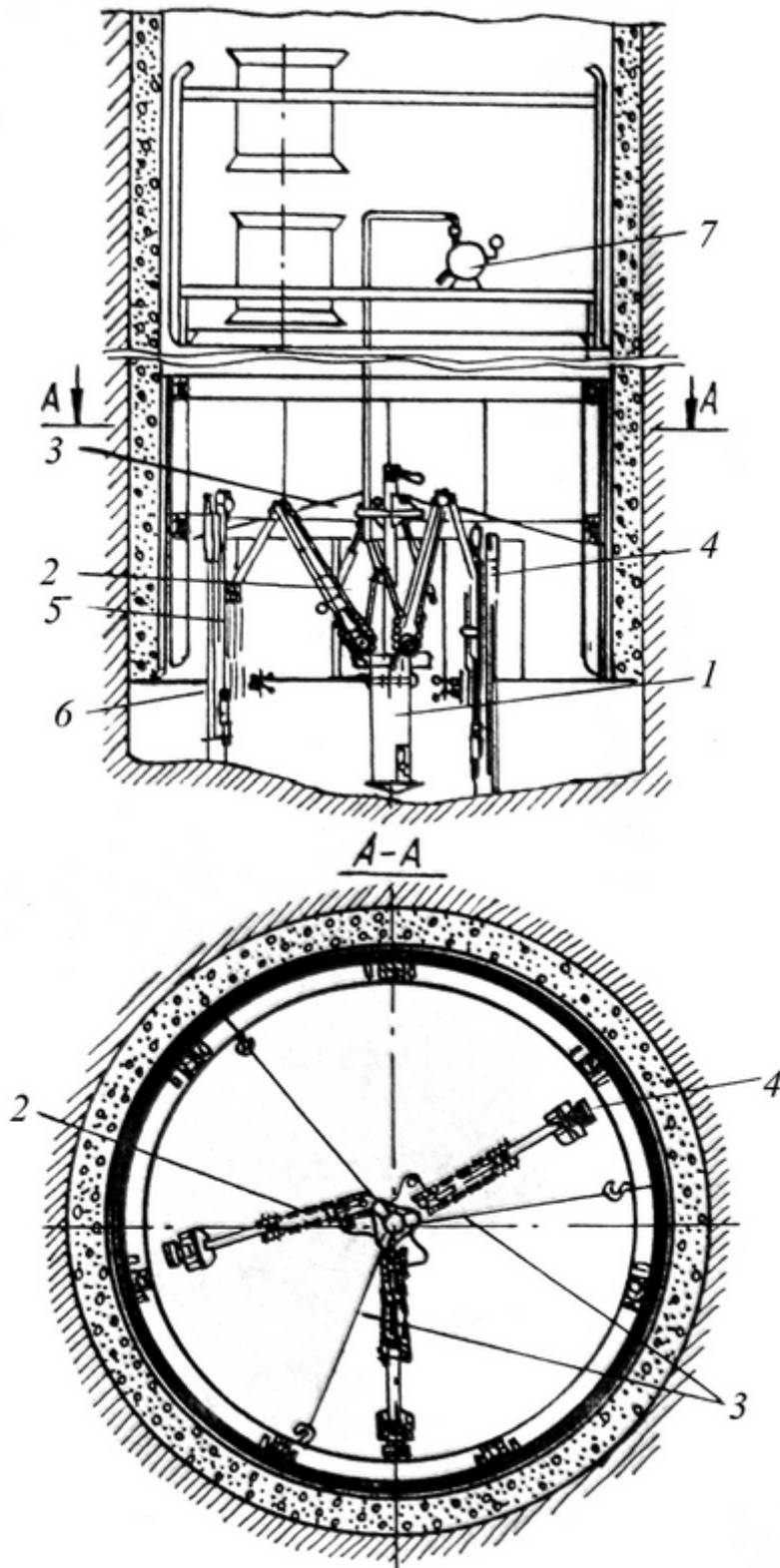


Рис. 6.2. Схема размещения бурильной установки
СМБУ-4м в стволе:

1 – колонна; 2 – манипуляторные стрелы; 3 – система раскрепления;
4 – бурильные машины; 5 – гидроподъемники; 6 – пульта управления;
7 – бак для воды

Анализ хронометрических данных, полученных на углубке стволов шахт в Кузбассе и Центральном Донбассе, показал, что применение бурильной установки СМБУ-4м позволяет сократить продолжительность бурения по сравнению с ручными перфораторами в 1,5-2 раза при одновременном снижении числа бурильщиков в 2-4 раза и трудозатрат в 3-5 раз, а также достичь степени механизации работ до 93 % [10, 13, 21].

Комплекс «Углубка-2м» (рис. 6.3). Предназначен для бурения и погрузки горной массы при углубке стволов диаметром 4,5–8,5 м по технологическим схемам II и III при глубине углубки до 300 м.

Для погрузки породы используется погрузочная машина КС-12 (рис. 6.4). Стрела перемещается по круговому монорельсу, закрепленному на верхнем торце призабойной опалубки. Механизм передвижения (стрела 3) с помощью домкратов может изменять вылет стрелы. Перемещение и работа грейфера 6 производится гидросистемой 4. Управление грейфером производится из кабины 5.

Вместо грейфера на стрелу может подвешиваться бурильная машина.

Испытание погрузочной машины КС-12 проводилось на стволе шахты «Коксовая» (Кузбасс) и было отмечено ненадежной работой стрелы, следовательно, этот недостаток будет и у комплекса «Углубка-2м».

В комплексе используется подъемная машина Ц1,6×1,2 с бадьей вместимостью 1,0 м³, но могут использоваться и подъемные машины Ц2×1,5 и Ц2,5×2 с бадьями вместимостью 2,0 м³, но это требует строительства камеры подъемной машины объемом 600–800 м³, что не всегда оправданно.

Для производства бетонных работ используется полок-опалубка, подвешенный на трех (при КС-12 – на четырех) лебедках ЛПП-5/300.

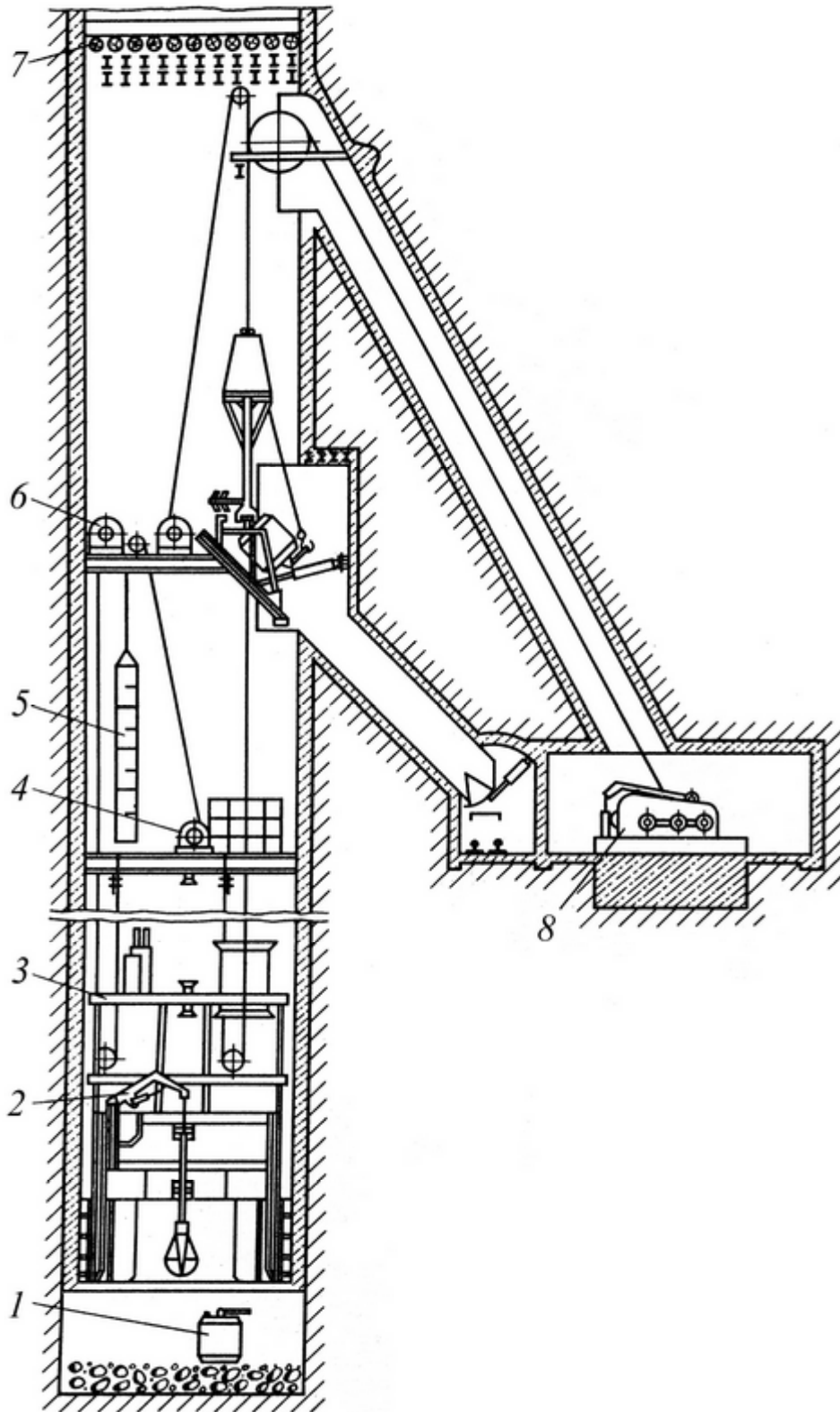


Рис. 6.3. Схема проходческого комплекса «Углубка-2м»:
 1 – бадья; 2 – буропогрузочная машина КС-12; 3 – полук-опалубка;
 4 – пневматическая проходческая лебедка ЛППР-2/300; 5 – спасательная
 лестница; 6 – пневматическая проходческая лебедка ЛПП-5/300;
 7 – искусственный проходческий полук; 8 – малогабаритная подъемная
 машина МПМ-8

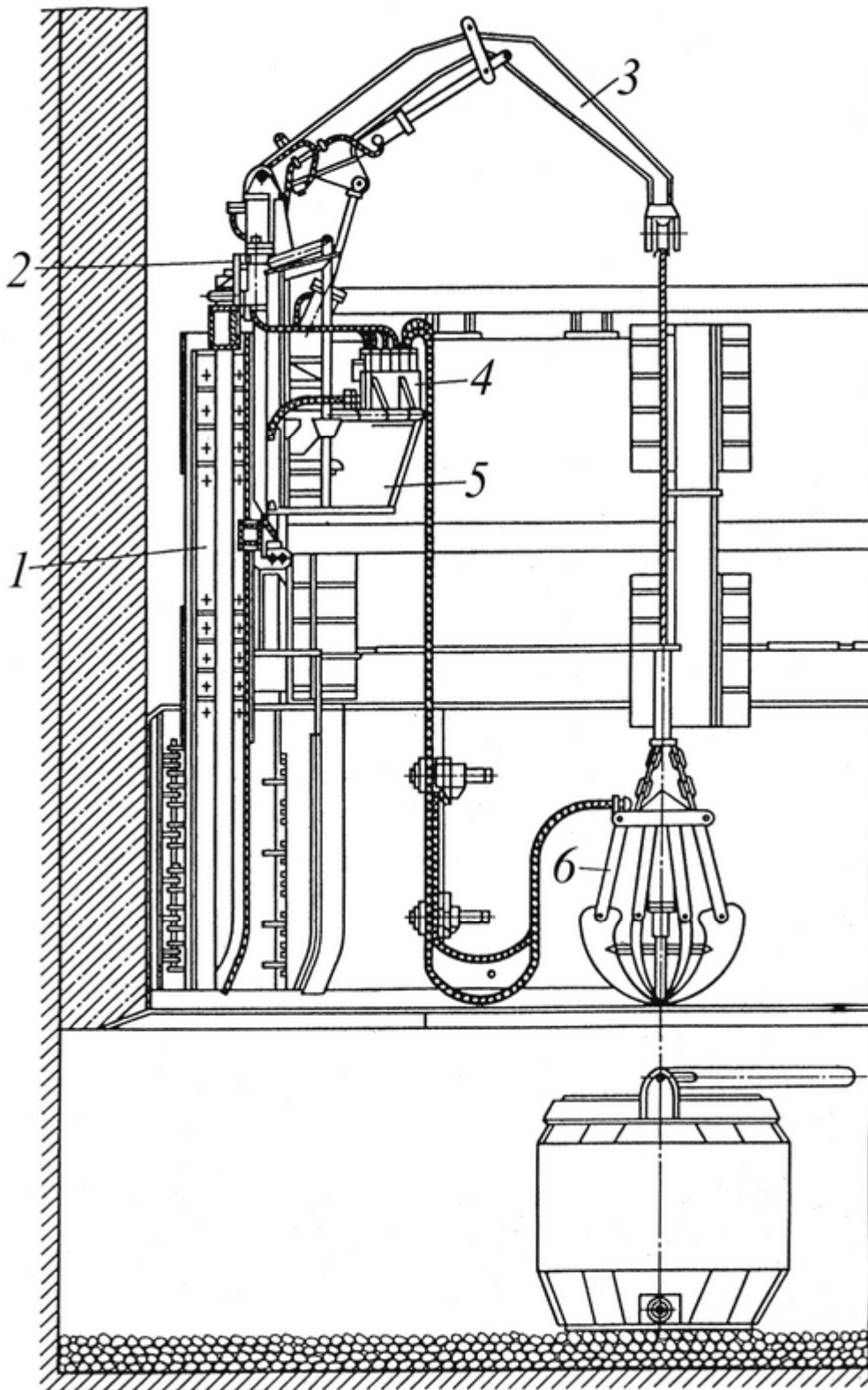


Рис. 6.4. Погрузочная машина КС-12:

1 – опалубка; *2* – тележка перемещения механизма вождения грейфера по монорельсу; *3* – механизм вождения; *4* – гидросистема; *5* – кабина машиниста; *6* – грейфер

Комплекс КСМ-2У (рис. 6.5) предназначен для углубки стволов диаметром 4,0–8,5 м и глубиной до 700 м.

При диаметре стволов 4,0–4,5 м используется машина КСМ-2У, при большем диаметре – КС-2У/40.

Отличие погрузочной машины КСМ-2У (рис. 6.5) от КС-2У/40 заключается в том, что опора оси вращения *1* расположена не у центра ствола, а у борта выработки. Работа по погрузке породы производится следующим образом. Тележка *7* с тельфером *8*, к которому подвешен грейфер *9*, вместимостью 0,4 м³ перемещается по раме *6*.

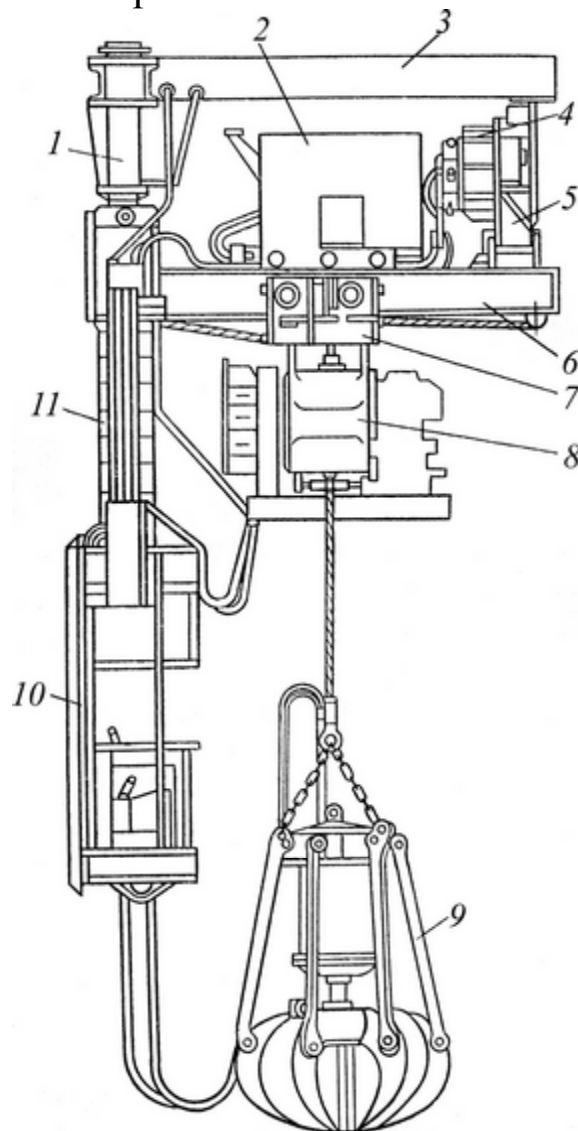


Рис. 6.5. Схема погрузочной машины КСМ-2У:

1 – опора вращения; *2* – лебедка; *3* – нижний этаж проходческого полка; *4* – самоходная тележка поворота; *5* – дуговой монорельс; *6* – рама; *7* – тележка, перемещающаяся по раме; *8* – тельфер; *9* – грейфер; *10* – кабина машиниста; *11* – тяги подвески кабины к полку

Рама по дуговому монорельсу 5 перемещается самоходной тележкой поворота 4. Такое перемещение грейфера позволяет загружать его в любой точке забоя.

К достоинству комплекса следует отнести высокие скорость углубки (40–50 м/мес.) и производительность труда проходчиков (2,5–3 м³/чел.-смену).

Существенным недостатком погрузочной машины КСМ-2У, как и КС-2У/40, является необходимость технологического отхода до 70 м и высокая стоимость. Это не дает возможности их эффективного использования при углубке стволов с небольшим шагом углубки (80–100 м).

Погрузочная машина ПМС. В последние годы в горной промышленности имеется тенденция перехода от пневматических приводов на горных машинах к гидравлическим. Это относится к стволовым погрузочным машинам.

Перевод пневмогрейферов на гидрофицированный привод позволяет увеличить эксплуатационную производительность погрузки за счет быстродействия и повышения зачерпывающей способности грейфера. Это достигается за счет принудительного внедрения стрелы и повышения усилий обжатия захваченной лопастями породы.

Для реализации этих условий КузНИИшахтостроем разработана стволовая электрогидравлическая погрузочная машина ПМС (рис. 6.6), предназначенная для погрузки породы при проходке неглубоких и углубке вертикальных стволов.

В мастерских института изготовлено несколько экземпляров этой машины.

Техническая характеристика ПМС [10]

Диаметр ствола в проходке, м	6–8,5
Вместимость грейфера, м ³	0,25–0,33
Техническая производительность, м ³ /мин	0,9–1,16
Вид энергии – электрогидравлическая	
Напряжение сети, В	380; 660
Размеры в транспортном положении, мм:	
высота (с фермой)	10000 (13500)
в плане	1200×1200
Масса, т	9,5

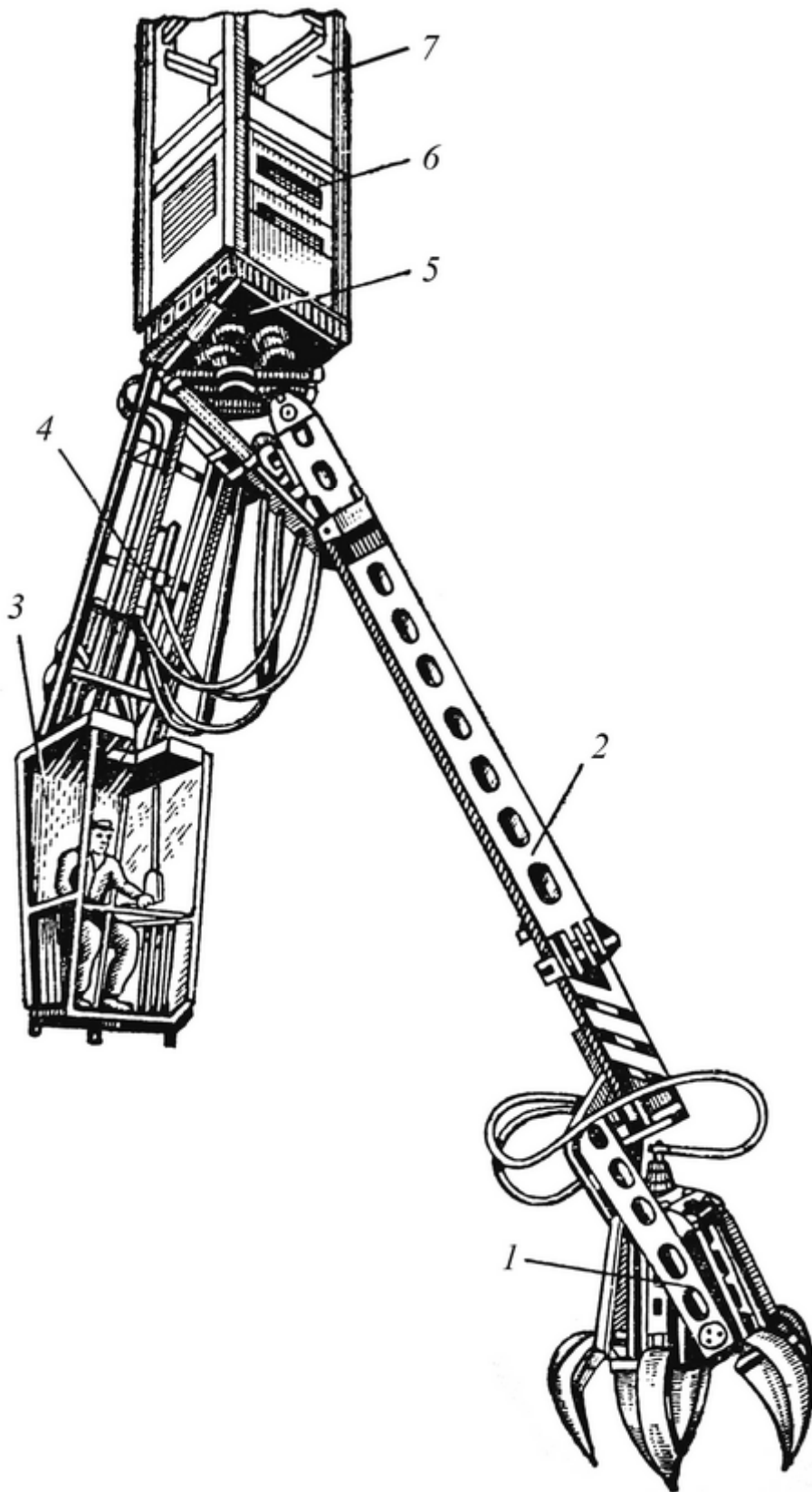


Рис. 6.6. Общий вид пневмопогрузочной машины типа ПМС:
 1 – грейфер; 2 – стрела; 3 – рабочая кабина; 4 – подвеска кабины; 5 – механизм поворота; 6 – силовой блок; 7 – ферма подвесного устройства

Стволовой блок 6 и ферма подвешного устройства 7 размещаются в подвешном полке. На ферме подвешного устройства размещается механизм поворота стрелы 5. Рабочая кабина 3 подвешена к ферме на подвеске 4. Телескопическая стрела 2 позволяет изменять ее длину и перемещать грейфер 1 к месту погрузки.

Вместо грейфера на стрелу можно навешивать бурильную машину или гидромолот, что повышает эффективность работы машины, особенно при проходке ствола по замороженным породам.

Испытания ПМС были проведены на вертикальном стволе шахты «Северная» (Кузбасс) и на вертикальных стволах Московского метрополитена.

Испытания показали положительные качества машины: напорный орган позволяет значительно уменьшить объем II фазы погрузки, а использование подвешной бурильной машины и гидромолота сокращает продолжительность проходческих операций, кроме того, при работе ПМС значительно уменьшается уровень шума по сравнению с пневмопогрузчиками.

Шагающая опалубка. Для оснащения углубки ствола требуются проходческие лебедки, большая масса каната для подвески проходческого оборудования, а при схемах II, III и IV углубки ствола и большого объема вспомогательных выработок – для размещения проходческих лебедок и обеспечения транспортировки выдаваемой из ствола горной массы. С целью сокращения количества проходческих лебедок и уменьшения объема вспомогательных выработок разработана конструкция шагающих опалубок (рис. 6.7).

Шагающая опалубка и технология производства бетонных работ приведена на рис. 6.7. Шагающая опалубка состоит из собственно опалубки и несущего кольца. Несущее кольцо и опалубка соединены между собой с помощью домкратных устройств, представляющих собой цилиндры, наполненные солитолом.

При передвижении собственно опалубки несущее кольцо закрепляется выдвижными пальцами в лунки бетонной крепи, а опалубка вертикальными гидроцилиндрами опускается вниз.

При перемещении несущего кольца и каркаса опалубки из лунок убираются выдвижные пальцы и с помощью вертикальных

гидроцилиндров несущее кольцо подтягивается к опалубке. Во время передвижения несущего кольца опалубка удерживается в бетоне за счет ее сцепления с бетоном и коробами, которые образуют лунки в бетонной крепи.

Техническая характеристика шагающих опалубок
высотой 2,5 м [13]

Диаметр ствола в свету, м	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
Диаметр опалубки, мм:								
- верх	4480	4980	5480	5980	6480	6980	7480	7980
- низ	4520	5020	5520	6020	6520	7020	7520	8020
Масса опа- лубки, т	13,0	14,0	14,7	15,7	16,9	17,4	18,1	18,6

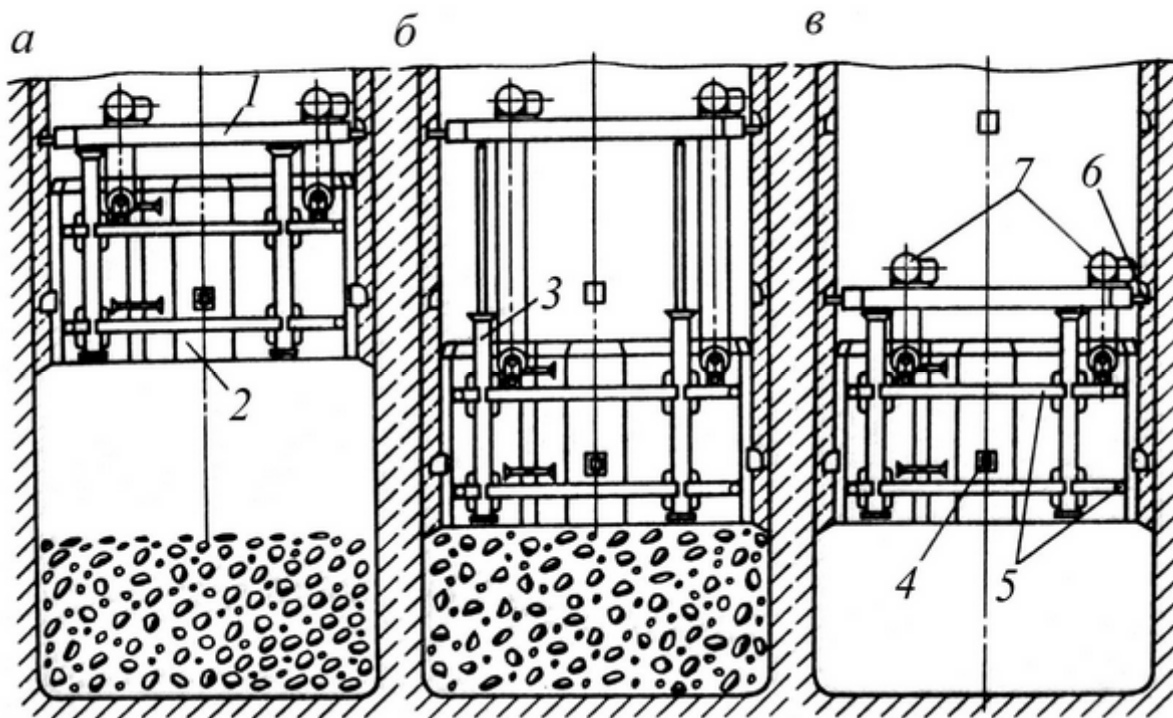


Рис. 6.7. Схемы забойной шагающей опалубки:

a – перед перемещением; *б* – при бетонировании; *в* – перед бурением шпуров; 1 – несущее кольцо; 2 – собственно опалубка; 3 – демпферное устройство; 4 – короб; 5 – двойное кольцо жесткости; 6 – выдвижные ригели; 7 – пневмоталь

Комплекс шагающей опалубки внедрялся на шахте «Комсомольская» ПО «Челябинскуголь», на шахте им. К. Маркса (Донбасс), на стволе рудника «Гаштагол» (Кузбасс) и ряде других шахт. Схема комплекса шагающего оборудования представлена на рис. 6.8.

Дальнейшим развитием шагающего оборудования стало создание комплекса шагающего оборудования, включающего в себя шагающую опалубку и шагающий полк. Схема шагающего оборудования приведена на рис. 6.8.

Испытание призабойной шагающей опалубки и комплекса шагающего оборудования, т. е. шагающей опалубки и шагающего полка, показали положительные и отрицательные их качества, поэтому имеются различные взгляды на их дальнейшее усовершенствование и использование.

Так проф. Днепропетровского горного института А. П. Максимов и работники ВНИИОМШСа В. В. Мякшин и А. Д. Мацкевич [19] считают целесообразным применение шагающего оборудования, так как экономическая эффективность шагающего оборудования достигается за счет уменьшения числа полковых проходческих лебедок, канатов, фундаментов, а стоимость энергии, затраченной на перемещение шагающего полка, в 6 раз меньше, чем на перемещение подвешного полка.

Кандидат технических наук И. Б. Карасик [29] считает нецелесообразным разработку и внедрение комплекса шагающего оборудования, так как затраты времени на перемещение шагающего полка значительно превышают затрат времени на перемещение подвешного полка.

Наиболее целесообразно на первом этапе внедрения шагающего оборудования применять шагающую опалубку, а подвешной полк подвешивать на направляющих канатах. Это позволит исключить четыре проходческих лебедки, используемых для направляющих канатов и подвески опалубки, а направляющие канаты двух лебедок дополнительно использовать для подвески подъемного полка. Такое решение не увеличит продолжительность перемещения подвешного полка.

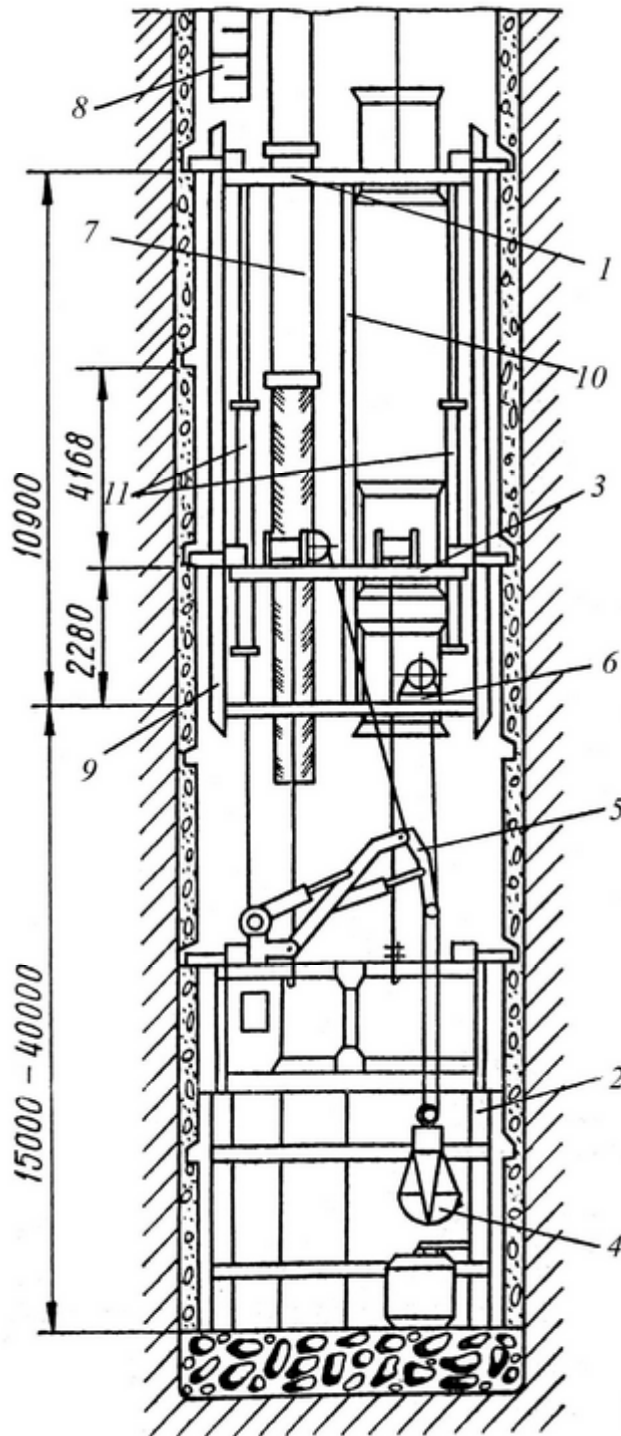


Рис. 6.8. Схема комплекса шагающего оборудования:

1 – трехэтажный шагающий полук; 2 – призабойная опалубка; 3 – лебедки ЛПП (3 штуки) для подвески опалубки; 4 – грейфер вместимостью 0,65 м³; 5 – механизм вождения грейфера; 6 – устройство для спуска и подъема грейфера; 7 – трубопровод вентиляции; 8 – спасательная лестница; 9 – направляющие лыжи; 10 – центральная направляющая труба; 11 – вертикальные гидравлические цилиндры, служащие для перемещения среднего подвижного этажа полка

6.3. Оборудование для проходки восстающих

При проходке восстающих ручным способом площадь поперечного сечения делится на два отделения, одно из которых служит для спуска на горизонт горной массы или ее магазинирования, другое – для спуска-подъема людей и материалов (рис. 6.9). Работа по проходке восстающих ручным способом опасна и очень трудоемка.

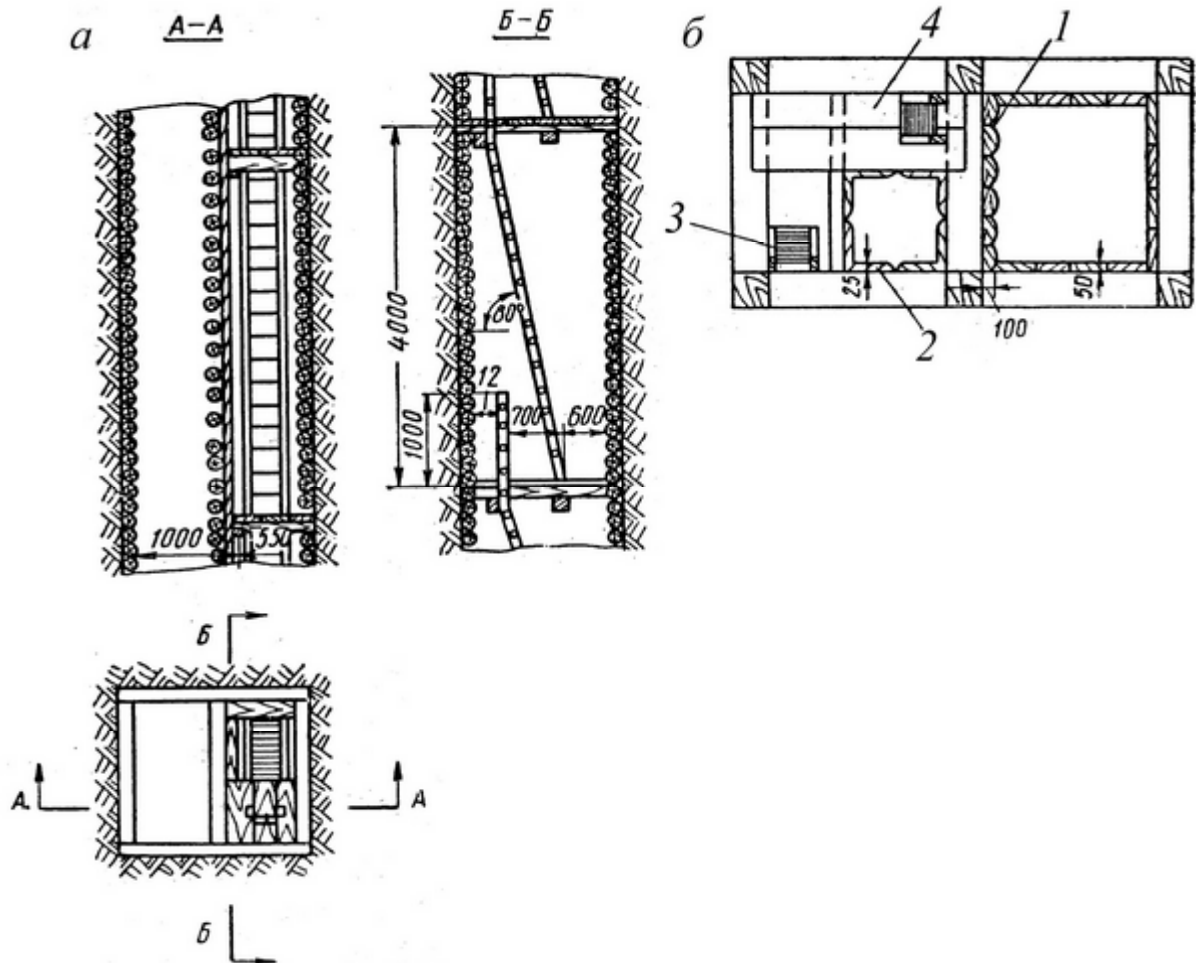


Рис. 6.9. Восстающий в два отделения:

1 – деревянная обшивка рудоспускного отделения; 2 – труба из досок для доставки материалов; 3 – лестница нижнего полка; 4 – лестница верхнего полка

Более прогрессивным способом проходки восстающих является способ с использованием подвесной клетки.

Клеть подвешивается на канате, пропущенном через скважину к подъемной машине, расположенной на рабочем горизонте или на поверхности (рис. 6.10).

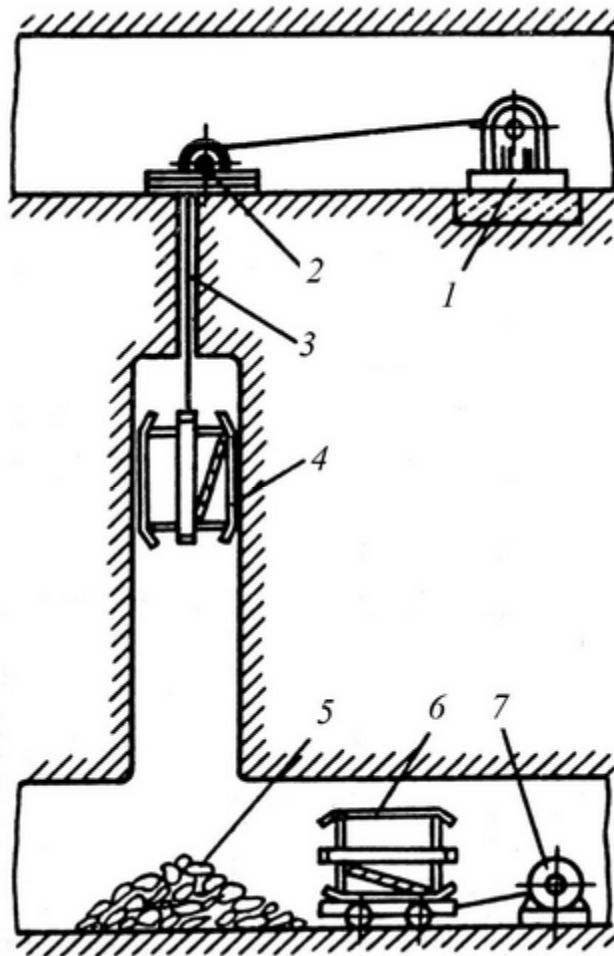


Рис. 6.10. Схема проходки восстающего с помощью подвесной клетки:

1, 7 – лебедки; *2* – шкиф; *3* – канат для подвески клетки; *4, 6* – соответственно клетка в рабочем положении и перед взрывом; *5* – отбитая порода

Из клетки производится бурение и зарядание шпуров, затем клетка опускается на горизонт и отводится в горизонтальную выработку или нишу, после чего производят взрывание. После отгрузки породы клетку поднимают в восстающий и цикл повторяется.

В России для проходки восстающих используются двухэтажные самоходные клетки. Принцип работы и конструкция самоходных клеток подобна.

Приведем одну из конструкций клетки. Клетка представляет собой каркас, сваренный из швеллера и уголка, с размерами в плане $10,3 \times 1,5$ м.

На нижнем этаже расположена подъемная лебедка с пневмодвигателем и червячным самотормозящим редуктором.

На верхнем этаже расположены четыре распорных колонки. Крышка верхнего этажа при открывании образует полок для работы в забое восстающего.

Схема имеет ограниченное применение, так как для подъемной машины требуется камера. Камера требуется и для бурения скважины под подъемный канат.

Для уменьшения опасности при проходке восстающих, снижения материальных и трудовых затрат и повышения скорости их проходки за рубежом и в нашей стране разработаны различные комплексы. Наибольшее распространение получили шведские комплексы «Апимак» ТН-5, которыми возможно проходить восстающие длиной 150–200 м.

В России в горнорудной промышленности большое распространение получили комплексы типа КПВ, выпускаемые Дарасунским заводом. На рис. 6.11 показана схема проходки восстающего комплексом КПВ-1А. Техническая характеристика КПВ приведена в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Техническая характеристика комплексов типа КПВ

Комплексы	КПВ-1	КПВ-1А	КПВ-4	КПВ-4А	КПВ-400
Высота проводимой выработки	80	120	120	160	400
Площадь поперечного сечения выработки, м ²	4-6	3-8	4-6	4-10	4-8
Угол наклона выработки, град	60-90	60-90	15-60	15-90	30-90
Скорость перемещения полка, м/мин	12	18	12	15	18
Грузоподъемность полка, кН	5	6	5	6	6
Двигатель	пневматические				электрический

На одной из шахт Кривбасса произвели сравнение затрат при обычном способе проходки восстающего и с помощью комплекса КПВ-1м. Восстающий высотой 80 м и площадью попереч-

ного сечения $S = 3,2 \text{ м}^2$ проходилась по породам с $f = 12-14$. Продолжительность смены 6 ч. Затраты времени в чел.-сменах на проходку 1 м восстающего составили:

- при обычном способе – 2,2 чел.-смену/м;
- при КПВ-1М – 1,22 чел.-смену/м, т. е. в 1,8 раза меньше, а стоимость 1 м на 20 % ниже.

Возможные схемы расширения восстающих до проектного поперечного сечения приведены на рис. 6.12.

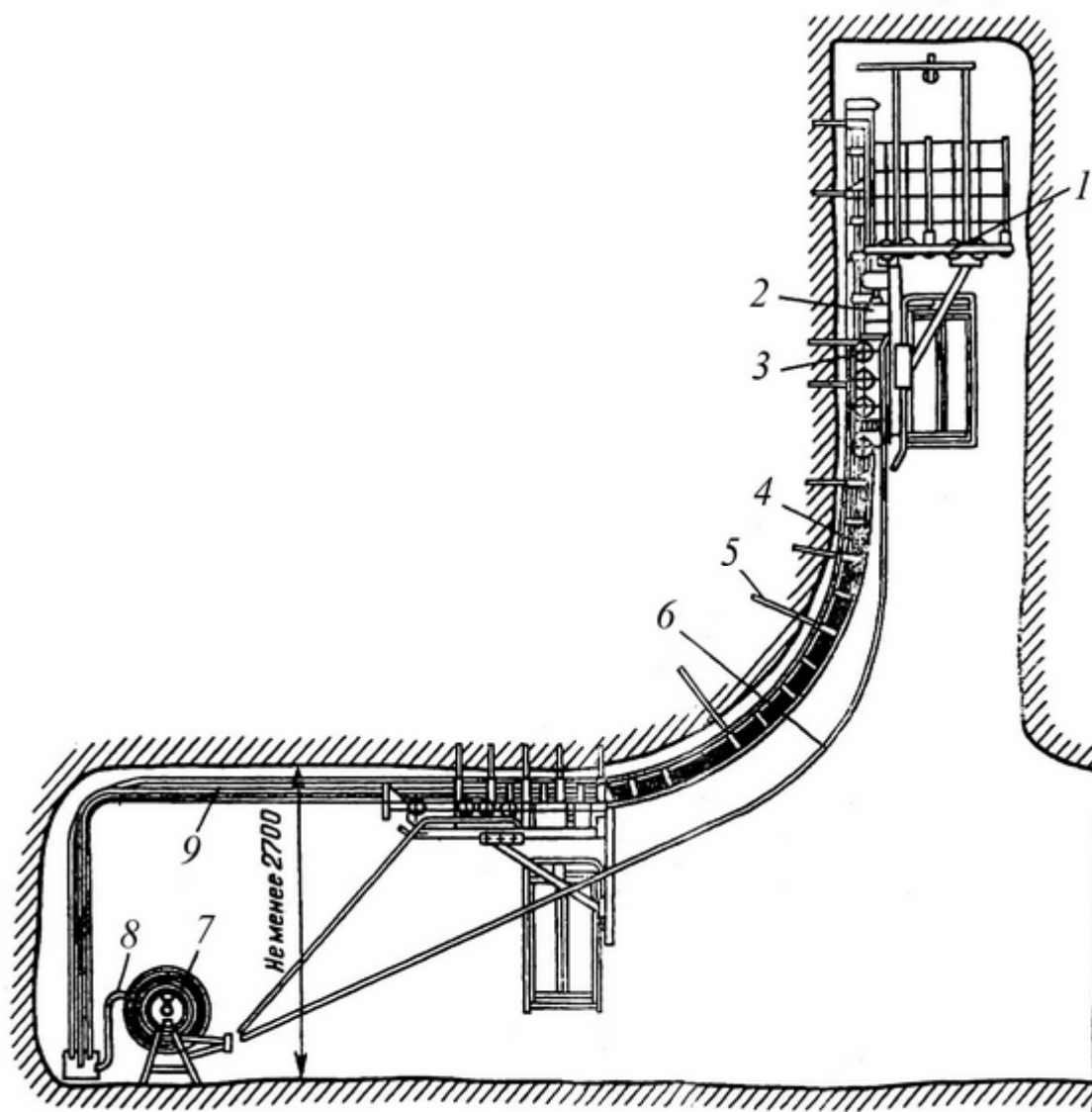


Рис. 6.11. Схема проходки восстающего комплексом КПВ-1А:
 1 – самоходный проходческий полук; 2 – пневмомашинa; 3 – редуктор и шестеренчатое зацепление; 4 – монорельс; 5 – анкеры для крепления монорельса; 6 – шланг сжатого воздуха; 7 – лебедка для шланга сжатого воздуха; 8 – труба сжатого воздуха для перфораторов; 9 – труба для подачи воды к перфораторам

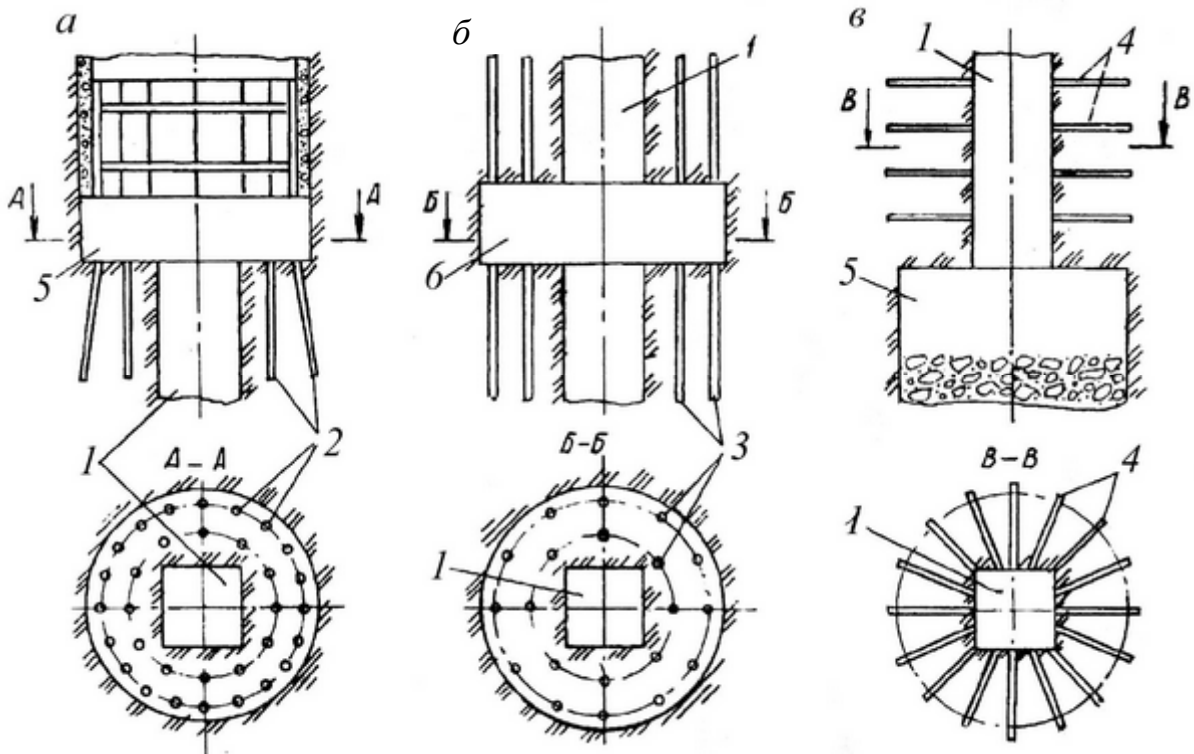


Рис. 6.12. Технология углубки стволов
путем расширения восстающего:

1 – восстающий; 2 – нисходящие шпур; 3 – нисходящие и восходящие скважины; 4 – горизонтальные шпур (скважины); 5 – ствол; 6 – буровая камера

Наиболее безопасным и менее трудоемким является расширение до проектных размеров сечений скважины большого диаметра, скважины могут буриться как снизу вверх, так и сверху вниз (рис. 6.13).

В отечественной практике для бурения углеспускных скважин выпускается несколько различных станков (изготовитель – Анжерской машзавод) – это станки БГА-2м с диаметром скважины 500–800 мм и глубиной бурения до 100 м (на высоту этажа), Б-68 с диаметром скважины 250–900 мм и глубиной бурения до 150 м, БГА-4 с диаметром скважины 500–800–1070 мм и глубиной бурения до 150 м и др. Эти станки используются для расширения выработок и могут использоваться для бурения скважин.

В горнорудной промышленности при подземной добыче руд широкое распространение для проходки восстающих получили комбайны типа КВ нескольких модификаций.

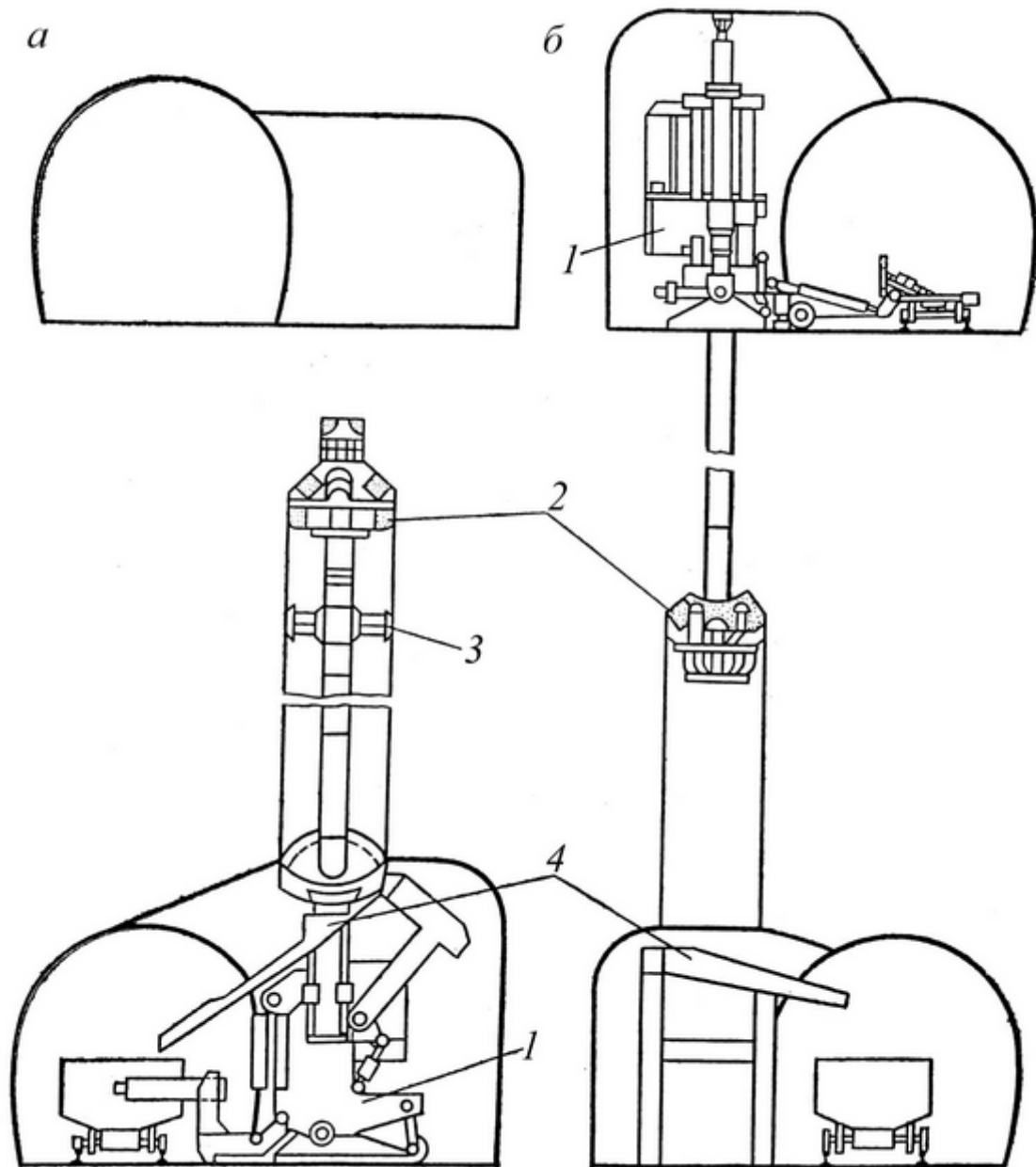


Рис. 6.13. Схемы проходки восстающих комбайнами:
 (а – 1КВ-1, б – 2КВ) с подготавливаемого и рабочего горизонтов:
 1 – буровой станок; 2 – рабочий инструмент; 3 – опорный фонарь; 4 – шламоулавливающее устройство

В настоящее время ВНИПИрудмашем разработаны конструкции комбайнов 1КВ-1 и 2КВ [20].

Комбайн 1КВ-1 служит для бурения восстающих снизу вверх. Он состоит из бурового станка, шламоулавливающего устройства рабочего инструмента, блока питания и буровых платформ. В период испытаний комбайна на шахте было пробурено 12 восстающих высотой 57–93 м по породам крепостью от 4–6 до

14–16. Максимальная производительность станка в смену со ставила 5,2 м, в месяц – 251 м; средняя скорость бурения с учетом времени монтажных-демонтажных работ – 3,4 м/смену. Затраты на проведение 1 м восстающих в породах с $f = 15 \div 16$ были ниже в 1,8–1,25 раза в сравнении с проходкой с использованием комплексов КПВ. За три года на шахте с использованием комбайнов 1КВ-1 пройдено 5624 м восстающих высотой до 93 м. Средняя производительность комбайна за смену составила 6,1 м, максимальная 13,5 м. В апреле 1979 г. была достигнута скорость бурения 321 м. Стойкость шарошек при бурении в породах с $f = 10 \div 12$ составила 240 м.

Техническая характеристика комбайнов

	1КВ-1	2КВ
Схема работы	снизу вверх	сверху вниз
Диаметр восстающего, м	1,5	1,5
Высота восстающего, м	≤ 93	≤ 100
Диаметр передовой скважины, мм	320	269
Угол наклона восстающего к горизонту, град	75–105	60–120
Установленная мощность двигателей, кВт	132	133
Расход воды, м ³ /ч	1,8	2,4
Основные размеры в рабочем положении, мм:		
длина	1750	1570
ширина	1800	1460
высота	3950	3950
То же, в транспортном, мм:		
длина	4450	3120
ширина	1800	1460
высота	1790	1790
Масса комбайна, т	59,5	56
Масса бурового станка, т	15	10

Комбайн 2КВ служит для бурения восстающих сверху вниз. Главным узлом комбайна является буровой станок, выполняю-

щий основные технологические операции: бурение передовой скважины и разбуривание восстающей выработки снизу вверх.

На шахте при бурении комбайном 1КВ-1 по породам с $f = 4-6$ до $f = 4-16$ среднемесячная скорость бурения составила 63–71 м/мес.

	Типоразмер комбайнов			
	1КВ-0,7	1КВ-1,5	2КВ-1,5	2КВ-3
Схемы работы	снизу вверх	снизу вверх	сверху вниз	сверху вниз
Номинальный диаметр восстающего, мм	1500	1500	1500	3000
Максимальный диаметр восстающего, мм	1670	1500	1800	3500
Максимальная высота восстающего, м	100	100	300	400
Мощность, кВт	75	150	150	800
Производительность (м/смену) для номинальной площади сечения восстающего по породам крепостью:				
до 4	8	6	6	4
до 10	4	3,5	3,5	8
до 16	3	2,5	2,5	2
Число промежуточных диаметров при разбуривании восстающего до максимального диаметра	1	2	2	3

6.4. Зарубежное оборудование для проходки восстающих

Для проходки восстающих и стволов малого диаметра в зарубежной практике используются комплексы, аналогичные российским комплексам типа КПВ.

В США несколько фирм выпускают буровые станки для бурения скважин, предназначенных для спуска породы при расширении ствола до проектных размеров.

Фирмы «Робинс», «Интерпол-Ред» и др. выпускают более десятка станков различных модификаций, большинство этих станков бурят скважины за две или несколько фаз. Сначала бурится пилот-скважина диаметром 200–350 мм, а затем разбуривается до диаметра 800–900; 1200–1400; 1800; 2000; 2400 и 3600 мм.

Только фирма «Каннаметил» выпускает 5 станков для разбуривания скважин типа 33R и 51R, которыми бурятся скважины диаметром 914 и 1250 мм. В зависимости от глубины бурения скважин мощность станков составляет от 75 до 300 кВт, а масса от 4,1 до 22,5 т.

В ФРГ станки для бурения скважин большого диаметра выпускают несколько фирм. Так, фирма «Вирт» выпускает станки, которые бурят пилот-скважины диаметром 406 мм, затем разбуривают до диаметра 1100; 800–1400; 800–2400 мм (три типоразмера станка). Буровые установки фирмы «Вирт» способны бурить вертикальные стволы диаметром до 8 м.

В зарубежной практике широко применяется проведение восстающих выработок с помощью подвесных клетей. В СССР впервые этот способ был осуществлен в 1955 г. на Садонском руднике.

Клеть подвешивается на канате, пропущенном через скважину, пробуренную между рабочим и подготавливаемым горизонтами.

Конструкции подвесных клетей разнообразны и представлены в работе [21].

Конструкция клетки прямоугольной формы представлена на рис. 6.14. Длина клетки 1,52 м, ширина 1,3 м, масса 453 кг. Каркас выполнен из стальных стержней диаметром 30 мм.

На рис. 6.15 показана клеть круглой формы с сеткой диаметром 1,52 м, высота 2,12 м, масса 153 кг.

В зарубежной практике применяются конструкции клетей, приведенные на рис. 6.16, 6.17 и 6.19.

На рис. 6.19 показана клеть с парашютами, представляющая собой сварную металлоконструкцию из труб, уголков и листового железа. Шесть вертикальных стоек каркаса клетки из двухдюймовых труб связаны между собой верхним и нижним поясами из уголков и полосового железа. На высоту 608 мм от пола клеть по

периметру обшита листовым железом. По центральной оси клетки проходит опорная четырехдюймовая труба 1, прочно связанная через пол и крышу с каркасом клетки. Через трубу пропущен несущий стержень 2 диаметром 75 мм. Верхний конец стержня с помощью прорезей соединяется с коушем каната. В нижнем конце стержня укреплена поперечная планка 3, на которую через опорную трубу передается вес клетки. Эта планка при помощи оттяжных пружин 4 соединена с ловителями 5. В случае обрыва каната металлический стержень под действием собственного веса перемещается вниз; при этом ловители, распираясь в стенки выработки, задерживают падение клетки. Во время работы в забое клеть распирается в стенки выработки при помощи пневматических выдвижных упоров, расположенных под ее нижним поясом. Общий вес клетки 866 кг. Эта клеть применялась на одном из рудников США.

В клетке «Юга» подъемная машина с самотормозящим редуктором (червячным) и некрутящимся канатом расположена на нижнем этаже. Подъемная машина оборудована рабочим и аварийным тормозами. Масса клетки всего 1000 кг.

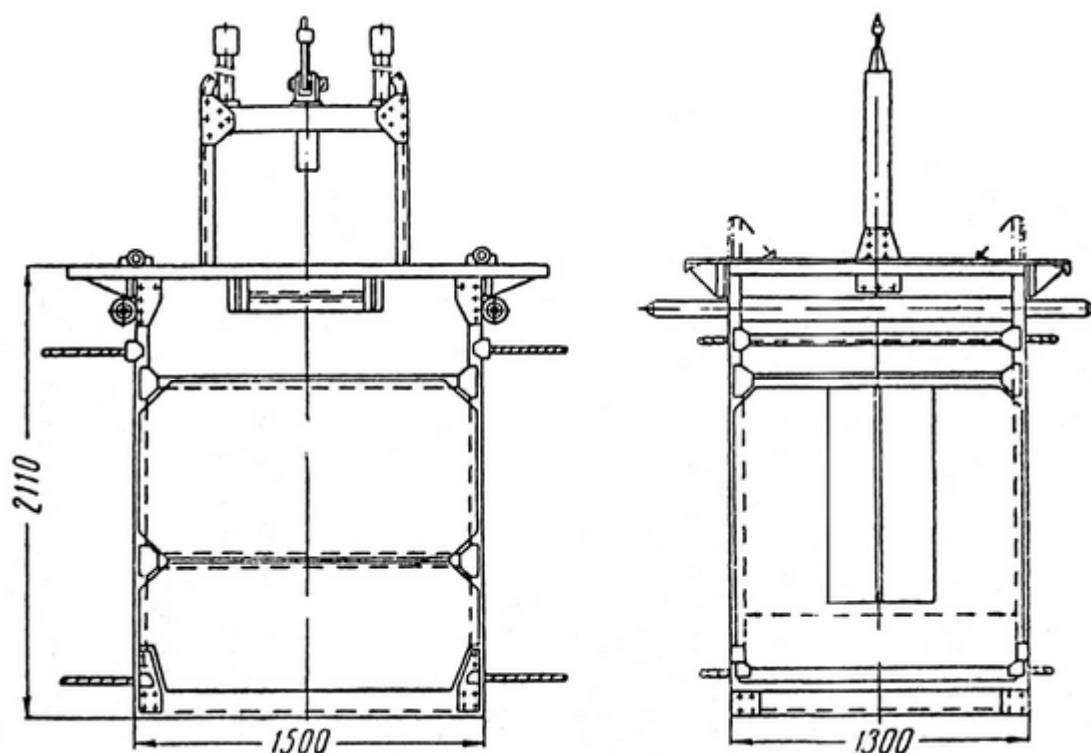


Рис. 6.14. Клеть подвесная прямоугольной формы

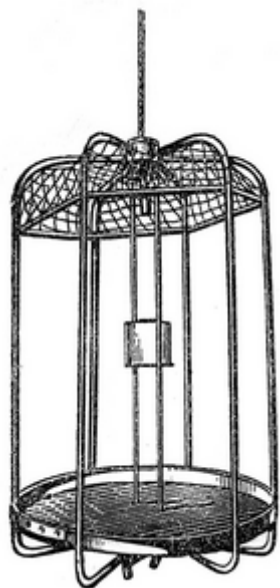
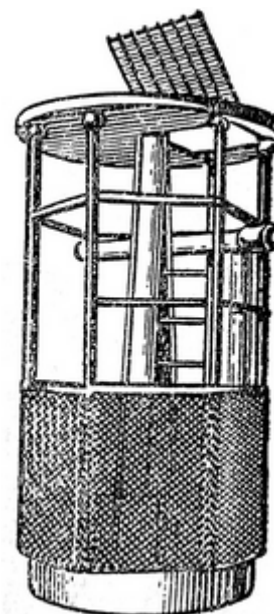


Рис. 6.15. Клеть круглой формы с сеткой



Рис. 6.16. Клеть «усеченный конус»



6.17. Клеть типа «Joga» (Швеция)

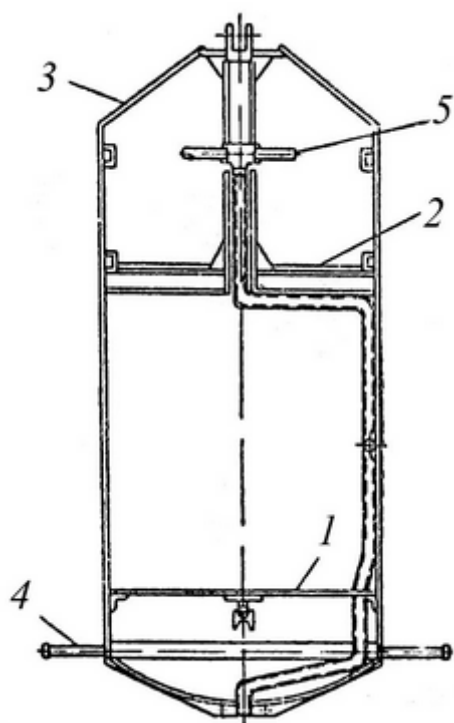


Рис. 6.18. Клеть с откидной крышкой:
1 – пол клетки; 2 – платформа для бурения; 3 – секция откидной крышки; 4 – распорные колонки; 5 – подвод воздуха

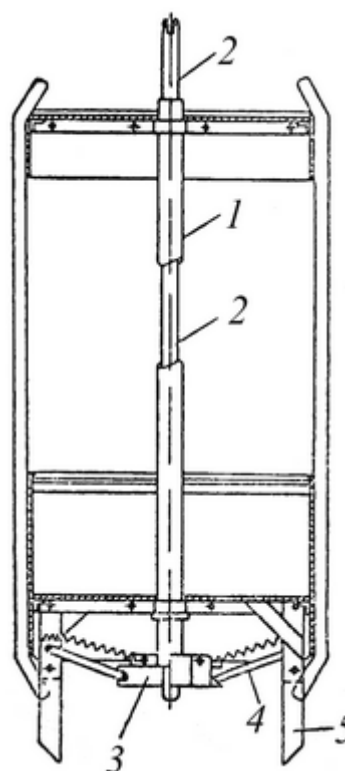


Рис. 6.19. Клеть с парашютами:
1 – опорная труба; 2 – несущий стержень; 3 – поперечная планка; 4 – оттяжные пружины; 5 – ловители

6.5. Оборудование для проходки наклонных горных выработок

Специального оборудования для бурения шпуров в наклонных выработках не выпускается, поэтому используется то же оборудование, что и при проходке горизонтальных.

Проветривание забоя уклона должно производиться таким образом, чтобы исходящая струя из наклонной выработки поступала в исходящую струю участка или шахты.

Для погрузки горной массы при проходке наклонных выработок применялись ковшовые и с нагребными лапами машины, а для разрушения породы и ее погрузки – комбайны типа П-110.

В зарубежной практике применялись комбайны типа MR-2B, Доско «МК-3», SB-600 (Англия), AM-65 (Австрия), ET-110, TM 54-58/60H фирмы «Демаг» и E134 фирмы «Паурат» [18].

В последние годы широкое распространение для проходки наклонных выработок по породе получил комплекс «Сибирь» конструкции КузНИИшахтостроя.

Комплекс «Сибирь-1М» имеет две модификации с одним погрузочным ковшом, а «Сибирь-2М» – три модификации с двумя погрузочными ковшами и может иметь две или три бурильные машины.

При испытании комплекса «Сибирь» на проходке наклонного ствола шахты «Байдаевская» средние темпы составили 58 м/мес., максимальные 81 м/мес.

Максимально достигнутая скорость проходки с использованием комплекса «Сибирь-1» составила 103 м/мес. при максимальной производительности труда 4,2 м³/чел.-смен и средней – 2,1 м³/чел.-смен.

При подъеме породы вагонеткой могут приниматься несколько схем:

- после загрузки породы вагонетка поднимается на горизонт, где панцирь каната прицепляется на порожнюю вагонетку, которую спускают в забой;
- груженная вагонетка маневровой лебедкой переводится на наклонную стрелку, а порожняя спускается в забой;
- используются замкнутые разминовки.

Техническая характеристика комплексов «Сибирь» приведена в табл. 6.4.

Таблица 6.4

Технические характеристики проходческих комплексов и агрегатов

Показатели	«Сибирь-1М»		«Сибирь-2М»			«Титан IV»
	исполнение					
	с гидравли- кой	с электро- лебедкой	01	02	03	
Площадь сечения выработки в свету, м ²	9–13,9	9–13,9	15–22	15–22	16,2–22	14–22
Угол наклона выработки, град	до 30	до 30	до 25	до 25	до 25	до 30
Коэффициент крепости пород f , не более	16	16	16	16	16	16
Вместимость ковша, м ³	0,69–0,9	0,69–0,9	0,5	0,5	0,5	
Количество ковшей, шт.	1	1	2	2	2	
Фронт погрузки, м	4,3	4,3	6	6	6	
Производительность погрузки, м ³ /мин			1,7–2,4	1,7–2,4	1,7–2,4	
Количество бурильных машин, шт.	1	1	2	2	3	
Грузоподъемность при сложенной стреле, Н	450	450	4500 (стрела бур. установки)	10000	4500 (стрела бур. установки)	
Грузоподъемность при максимальном вылете стрелы, Н	-	-	-	6000	-	-
Мощность электродвигателей суммарная, кВт	30	32	174	174	174	
Подача водоотливной установки, м ³ /ч			16	16	16	
Габариты, мм:						
длина	10200	10650	18000	18000	16400	15000
ширина	1644	1644	4030	4030	4030	3500
высота	1800	1800	2800	2800	3000	2500
Масса, кг	18960	21130	34500	34500	38000	38000

Наиболее применима схема с подъемом одиночной вагонетки на горизонт, так как другие требуют дополнительных работ по врезке одного или двух стрелочных переводов, настилки второго рельсового пути и дополнительных затрат по перецепке вагонеток.

При длине уклона, обычно не превышающей 500 м, наиболее целесообразно использовать схему с подъемом вагонетки или скипа на горизонт или поверхность (без использования разминок).

При высокой организации труда и на проходке двух наклонных стволов с подъемом горной массы одним скипом вместимостью 6 м³ при обслуживании двух забоев (один через сбойку скребковым конвейером) и при монолитном бетонном креплении скорость проходки на глубине более 800 м превышает 70 м/мес. (шахта «Распадская», наклонные стволы), т. е. устройство дополнительных разминок фактически не уменьшает простаивание погрузочной машины, так как при использовании разминки погрузочная машина все равно простаивает во время маневров и перецепки вагонов.

6.6. Водоотлив при проходке наклонных выработок

Приток воды в наклонный ствол или уклон ухудшает условия труда рабочих, снижает производительность труда и удорожает стоимость проходки.

Откачка воды из забоя может производиться пневматическими (табл. 6.5) или винтовыми насосами типа 1В20, имеющими следующие технические характеристики:

Подача, м ³ /ч	16
Давление водяного столба, МПа	0,5
Высота всасывания, м	6
Мощность электродвигателя, кВт	4
Размеры, мм:	
длина	327
ширина	500
высота	495
Масса, кг	206

Таблица 6.5

Технические характеристики подвесных насосов

Насос	Н-1м	«Байкал-2»	ПН-100	«Малютка»
Подача, м ³ /ч	25	18	30	15
Давление, МПа	0,4	0,4	0,07	0,04
Расход воздуха, м ³ /с	0,1	0,05	0,03	0,015
Размеры, мм:				
длина	490	510	300	270
ширина	300	472	230	260
высота	450	672	390	275
Масса, кг	30	76	22,5	12,8

Ввиду небольшого напора обычно эти насосы качают воду в вагонетку или временный зумпф, откуда центробежным насосом вода откачивается на поверхность или в водосборник горизонта.

Контрольные вопросы

1. Проходческие комплексы ОСК «Углубка-2М» для вертикальных стволов, их достоинства и недостатки.
2. Проходческий комплекс КСМ-2у.
3. Стволовая проходческая машина ПМС.
4. Типы и назначение шагающих опалубок.
5. Проходка восстающих с помощью сборно-разборных полков.
6. Проходка восстающих с помощью подвесной клетки.
7. Проходка восстающих комплексами типа КПВ.
8. Проходка восстающих с помощью комбайнов типа КВ.
9. Для каких целей при реконструкции шахт проводятся наклонные стволы и уклоны?
10. Конструкция крепи наклонных выработок.
11. Проходческое оборудование, применяемое при строительстве наклонных стволов и уклонов.
12. Подъем горной массы при проходке наклонных стволов и уклонов.
13. Водоотлив.
14. Достигнутые скорости проходки и производительность труда при проходке наклонных стволов и уклонов. От чего они зависят?
15. Предохранительные устройства наклонных выработок и места их установки.

7. ВЫБРОСЫ ПОРОДЫ И УГЛЯ ПРИ ВСКРЫТИИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

7.1. Общие сведения

Развитие горнодобывающей промышленности связано с увеличением глубины разработки полезного ископаемого, увеличением горного давления и проявлений вредных газодинамических явлений: внезапных выбросов угля, породы, газа и горных ударов.

Внезапные выбросы угля, породы и газа обычно происходят при вскрытии угольных пластов, горные удары – в породных забоях без наличия угольных пластов.

В России первый выброс угля и газа при вскрытии угольного пласта произошел в 1906 году на шахте «Новая Смолянка» (Донбасс) [22]; в Кузбассе первые внезапные выбросы произошли в 1947 году на шахтах «Северная» и «Центральная» [22].

На шахте «Юнком» при вскрытии квершлагом пропластка угля мощностью 0,35 м в режиме сотрясательного взрывания произошел внезапный выброс. Было выброшено 950 т угля, которым засыпало 130 м квершлага, в том числе 60 м было засыпано на 90 % его поперечного сечения [22].

На шахте «Коксовая» [23] при проходке вентиляционного ствола «Спутник» IV крыла на глубине 474 м при производстве взрывных работ произошел внезапный выброс. Было заряжено 66 шпуров по 2,4 кг ВВ в каждом. Газ в забое отсутствовал. После соединения электродетонаторов и подключения их к магистральной системе (соединение электродетонаторов с магистральной системой не изолировалось) мастер-взрывник выехал на поверхность, отключил электроэнергию в стволе и копре и включил минный разъединитель. Через 2-3 мин в стволе произошел сильный воздушный толчок в виде динамического удара по обшивке копра. Толчки повторились несколько раз. Затем произошел взрыв метана в стволе с выбросом пламени на поверхность. Высота пламени была на 16–18 м выше нулевой площадки, а радиус достигал 25 м. Двухкубовая бадья, находившаяся на нулевой площадке, была заброшена на верхнюю разгрузочную площадку (на 10 м). Обшивка копра была разрушена, ЛЭП-6 кВ в 40 м от

ствола замкнулась и отключила фидер. В стволе подвесной полук приподняло и расклинило, трубы вентиляции, водоотлива и сжатого воздуха были деформированы.

На полиметаллическом руднике в Норильске произошел внезапный выброс угля и газа. Объем выброшенного угля составил 450 т, газа – 200 000 м³. Ствол диаметром 6 м был засыпан на 11,7 м, пыль и мелкие фракции угля распространились на высоту 68 м.

Самый крупный в мировой практике выброс угля и газа произошел 13 июня 1969 года на шахте им. Ю. А. Гагарина на гор. 710 м при вскрытии главным квершлагом пласта Мизурка. Интенсивность его составила около 14 000 т угля и более 250 000 м³ метана [25].

Внезапные выбросы угля, газа и горные удары происходили во многих зарубежных горнодобывающих странах: в ФРГ, Англии, Бельгии, Австрии, США, Канаде, ЮАР и др. странах.

В Бельгии на шахте «Агрипп» № 2 произошел выброс 420 т угольной мелочи и около 500 000 м³ метана. Метан по стволу глубиной около 600 м был выброшен на поверхность, где загорелся. Высота пламени достигала 50 м. Копер и надшахтное здание были полностью разрушены.

Во Франции на шахте «Сен-Марен» было выброшено 3800 т угля, 290 т породы, при этом около 450 т угольной мелочи выброшено на поверхность с глубины 320 м [26].

С увеличением глубины разработки растет не только количество, но и интенсивность внезапных выбросов. Так по Центральному Донбассу при глубине разработки 400 м средняя интенсивность выбросов составила 91 т, при глубине 600–700 м – 120 т, ниже 700 м – 376 т.

Приведенные примеры свидетельствуют о необходимости грамотного прогнозирования и тщательной проработки технологии производства взрывных работ по вскрытию выбросоопасных пластов угля и определению возможных горных ударов.

Не меньшую опасность, чем внезапные выбросы угля и газа, представляют и горные удары.

К наиболее удароопасным породам при проходке горных выработок относятся песчаники в напряженном состоянии. Прогнозирование удароопасности песчаников является сложной на-

учной проблемой. В настоящее время удароопасность песчаников определяется по форме керна, полученного при бурении скважин. Если керн разделяется на выпукло-вогнутые диски или имеет характерные кольцевые макротрещины, то это свидетельствует о высокой степени выбросоопасности (рис. 7.1 и 7.2) [26].

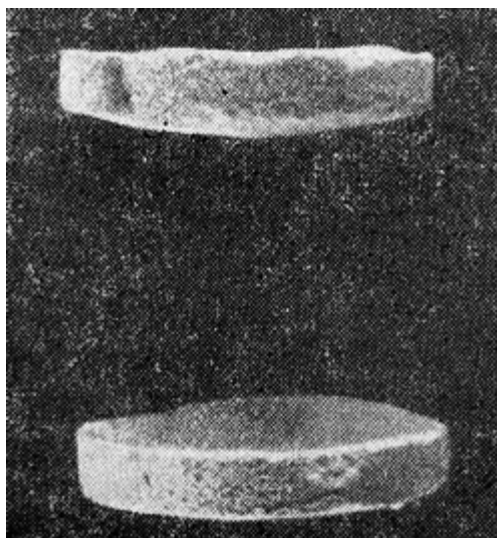


Рис. 7.1. Общий вид выпукло-вогнутых дисков, на которые разделяется керн при бурении скважин в выбросоопасной зоне

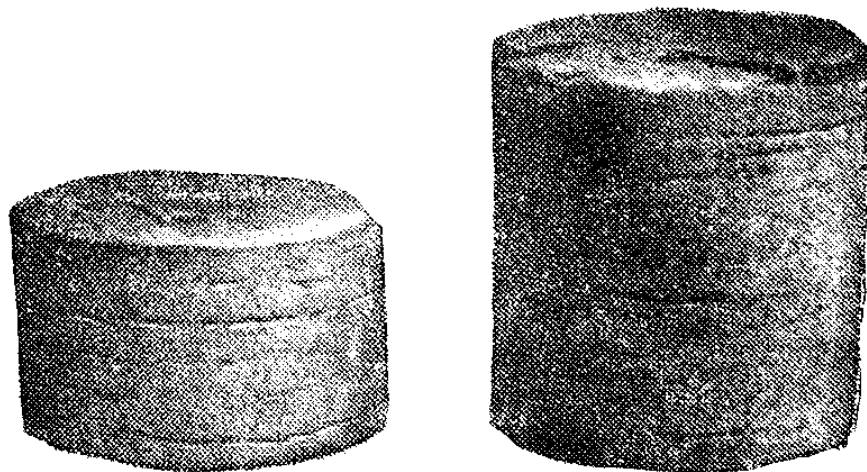


Рис. 7.2. Характерные кольцевые макротрещины в кернах, полученные при бурении скважин в выбросоопасном песчанике

На основании анализа целого ряда выбросов породы авторы книги [25] делают вывод:

«Разделение керна на диски длиной 2–10 мм, лишь изредка перемежающиеся породными цилиндрами длиной 50–70 мм,

опоясанные характерными макротрещинами, свидетельствует о высокой степени выбороопасности».

Схема расположения разведочных и контрольных скважин при проходке квершлага со вскрытием пластов на шахте им. К. Е. Ворошилова (Кузбасс) приведена на рис. 7.3.

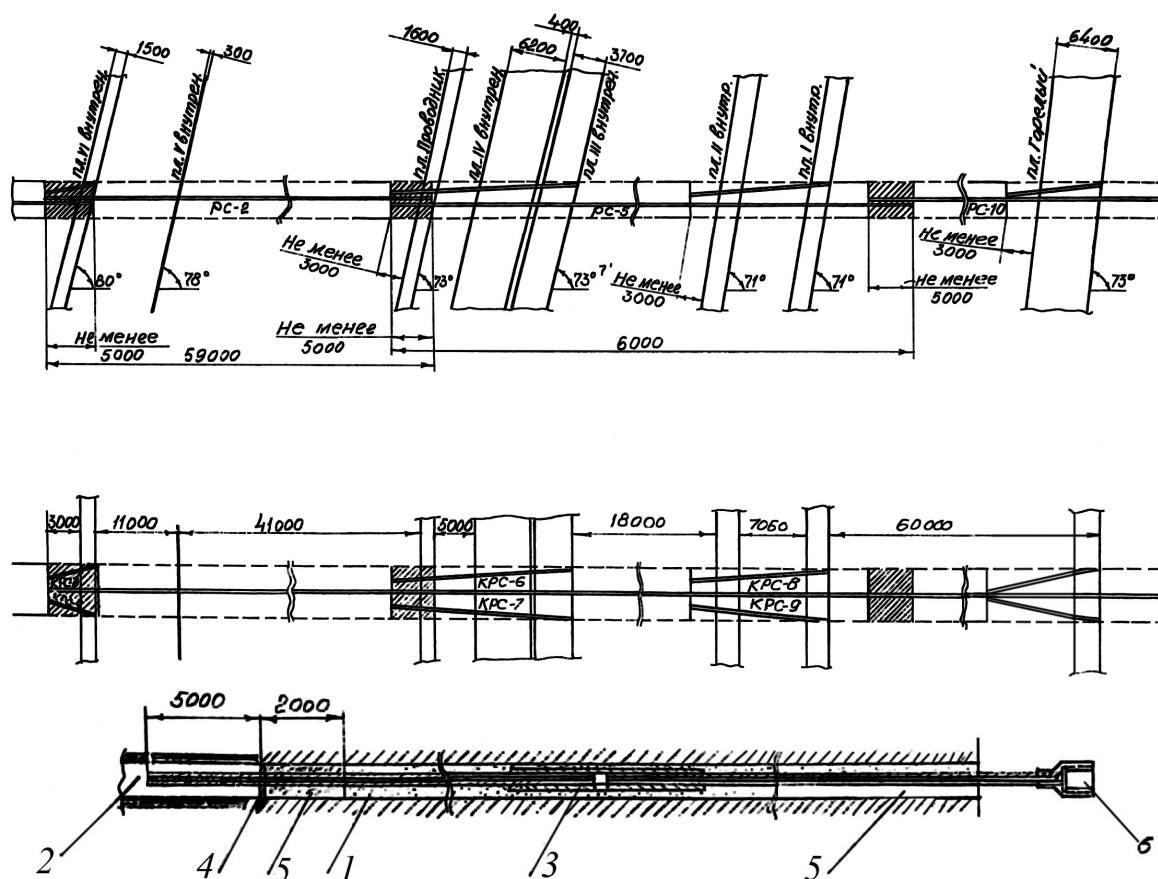


Рис. 7.3. Расположение разведочных и контрольных скважин с их герметизацией:

1 – цельнотянутая стальная или медная трубка внешним \varnothing 8–10 мм; 2 – перфорированный участок трубки; 3 – соединительная муфта; 4 – металлический диск; 5 – скважина герметизированная глиной; 6 – переходник для крепления манометра

Внезапные выбросы угля и газа и горные удары часто происходят почти одновременно. Обычно продолжительность внезапного выброса длится 10–30 с (происходит несколько микровыбросов – горный удар многоцикличен), длительность горного удара длится всего 1–3 с – он одноцикличен [27].

Горный удар – это быстрое разрушение и выброс в выработку горных пород вследствие их перенапряженного состояния, об-

нажения больших масс горных пород над выработанным пространством. Горный удар может и часто происходит при отсутствии газоносных пород в перенапряженных породах.

Процесс разрушения породы может прекратиться по двум причинам:

1. Если процесс перераспределения напряжений приводит к возникновению деформации растяжения, которая не будет достигать предельных значений.

2. Если разрушенная порода образует такую «перемычку» в выработке, которую силы выброса не в состоянии сдвинуть.

7.2. Примеры из практики

Внезапные выбросы обычно происходят при вскрытии газоносных пластов угля путем отрыва угля и породы от массива. Но внезапные выбросы происходят и при уже вскрытом пласте угля. Так на шахте им. Н. И. Изотова (Донбасс) на гор. 350 м квершлагом пересекался пласт Тонкий мощностью 1,0–1,11, залегающий под углом в 60°. Квершлагом этот пласт был вскрыт на глубину 0,2 м. Через 14 ч после вскрытия пласта при производстве взрывных работ произошел внезапный выброс с интенсивностью 227 т угля.

На горизонте 510 м этот же пласт был вскрыт квершлагом с площадью поперечного сечения 6 м², приблизительно через полгода приступили к расширению квершлага до проектного поперечного сечения.

Для этого было пробурено 14 шпуров. Заряд каждого шпура составил 1 кг. Во время взрывания произошел внезапный выброс угля интенсивностью 400 т угля.

На горизонте 630 м этот пласт был вскрыт в режиме сотрясательного взрывания.

Через 16 ч после вскрытия пласта для предупреждения выброса в нависающий массив пласта было произведено нагнетание воды с последующим возведением металлического каркаса. Но выброс произошел не со стороны нависающего массива, а из массива, находящегося ниже подошвы выработки снизу вверх. Интенсивность выброса составила 1800 т угля.

Анализ проведенных вскрытий пласта Тонкого показал, что с увеличением глубины (с 270 до 630 м) интенсивность выбросов возрастает. Поэтому при вскрытии на горизонте 750 м пласта угля главным квершлагом с площадью поперечного сечения $10,2 \text{ м}^2$ в проходке и бетонным креплением была применена новая технология вскрытия пласта.

Обобщая опыт предыдущих четырех вскрытий пласта и принимая во внимание, что пласт угля сыпучий и мелкий с коэффициентом крепости $f = 0,25-0,5$, а вмещающие породы представлены песчано-глинистыми сланцами средней крепости и устойчивости было применено вскрытие пласта Тонкого способом вымывания, с использованием ограждающего каркаса.

За 5 м до пласта угля забой был остановлен для замера давления газа в пласте. В процессе бурения шпуров диаметром 42 мм произошел выброс 2 т угля и газа. Давление газа в шпуре составило 60 кгс/см^2 .

Исследование состава газов, исходящих из шпуров, показало, что максимальное содержание гелия $0,14-0,15 \%$, скорость газовыделения, замеренная сразу после бурения шпуров, составила $17,5 \text{ м}^3/\text{мин}$.

Все эти данные свидетельствуют о сложности и опасности производства работ по вскрытию пласта.

Скважины для установки каркаса бурили диаметром 105 мм и располагали в шахматном порядке с интервалом 0,3 м. В скважины устанавливали трубы диаметром 2 дюйма. Концы труб входили в целик породы, концы труб в квершлагах забетонировали. Это было сделано для устойчивости каркаса.

Во время бурения скважины под каркас произошло несколько выбросов до 3 т горной массы и до 250 м^3 метана.

Для вымывания угля из зоны, оконтуренной каркасом, были пробурены три скважины диаметром 214 мм (рис. 7.4).

Для контроля за скоростью вымывания полости были пробурены дополнительные шпуры.

Вода нагнеталась по трубам с внутренним диаметром 45 мм, а насадка была диаметром 12 мм. Насадка специальным механизмом перемещалась по забою со скоростью $1,4-1,8 \text{ м/мин}$, при этом совершала качающие движения.

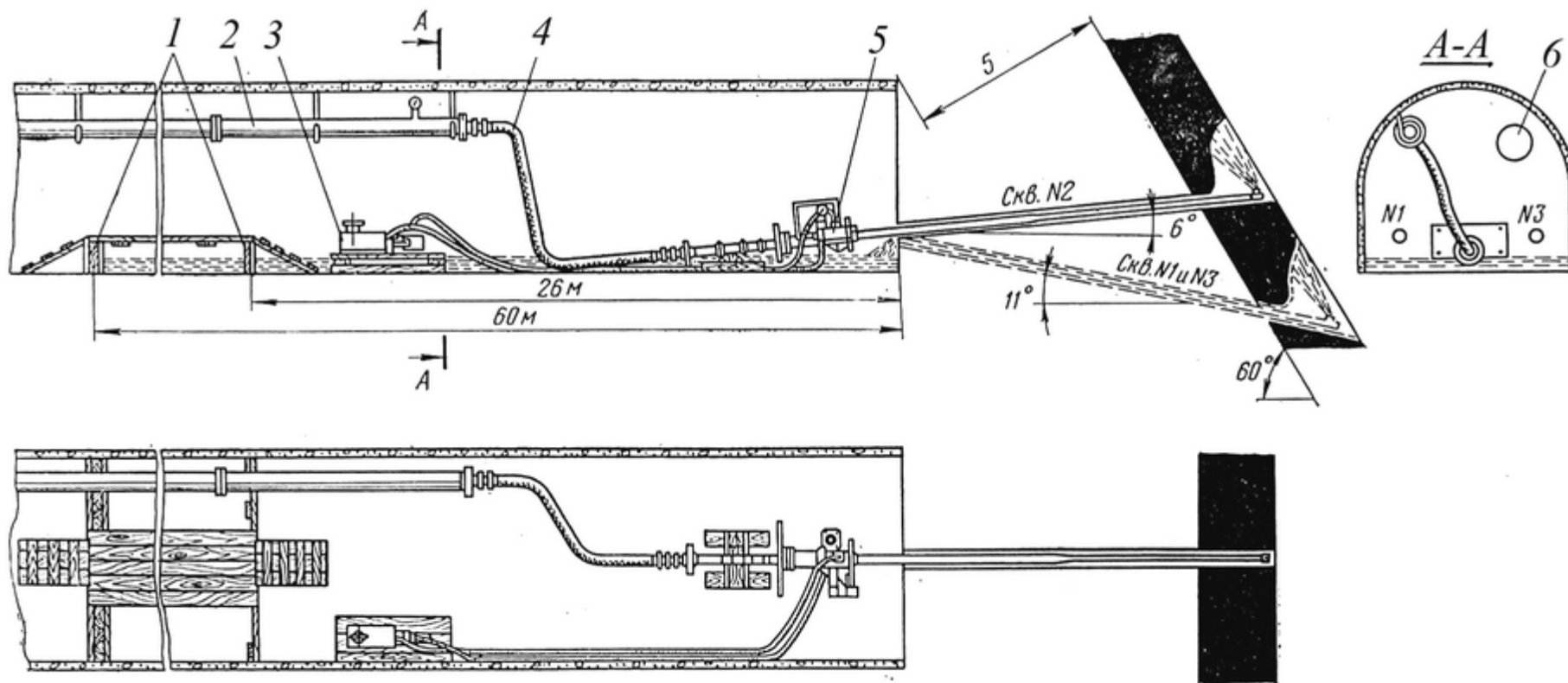


Рис. 7.4. Схема расположения установки в забое выработки:

1 – перемычки для образования отстойника; 2 – водовод; 3 – маслостанция; 4 – высоконапорный рукав; 5 – механизм поворота; 6 – вентиляционная труба

Вынос размельченного угля проходил через скважины, между стенками скважины и трубой. Давление воды для промывки, создаваемое одним насосом, равнялось 12–13 кгс/см², двумя – 33–38 кгс/см².

При гидроотбойке нависающего массива созданной полости произошел внезапный выброс угля. Через скважины было выброшено 30 т угля и более 400 м³ метана. Но породный целик не был разрушен.

Всего через скважины было вымыто 250 т угля, израсходовано 5690 м³ воды, гидроотбойка длилась 32,8 ч (чистое время), а размыв 31,9 ч.

Созданная полость была заполнена цементным раствором консистенцией 1:4 – 1:5 из цемента марки М300.

Пересечение пласта было выполнено без осложнений.

Вскрытие пласта Тонкого было описано в работах [22, 24]. В 1984 году один из авторов статьи «Новый способ вскрытия выбросоопасных пластов» [26] описывает способ гидровымывания пласта и справедливо утверждает, что «... гидровымывание угольного массива – единственное противовыбросное мероприятие, качество и выполнение которого контролируется не только в процессе работ, но и после его завершения (по количеству вымытого угля, по выходу воды через контрольные скважины и скважины для гидровымывания)».

При проходке выработки смешанным забоем с наличием в забое выбросоопасного пласта бурение скважин в пласте не обеспечивает надежность проходки без выброса угля и газа. Так в Донбассе (данные на 1976 год) во время бурения скважин по углю произошло 163 выброса угля и газа [24]. В 1975 году в Донбассе во время выполнения противовыбросовых мероприятий произошло 17 % выбросов угля и газа от общего числа их выбросов.

МакНИИ предложил не бурить в пласте скважины, а над пластом выбуривать щель высотой не менее 20 мм, необходимые размеры расположения щели приведены на рис. 7.5.

Бурение щели производилось установкой УЩ-1м, изготовленной ЦНИИподземмашем на базе бурильной установки БУ-1. Установка УЩ-1м способна бурить щель глубиной 2,2 м.

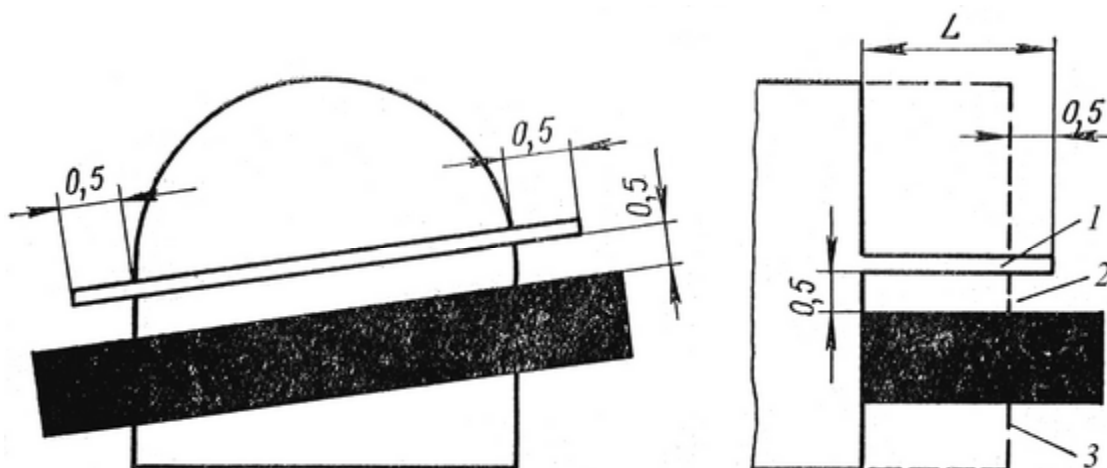


Рис. 7.5. Схема расположения разгрузочной щели над выбросоопасным угольным пластом:

1 – разгрузочная щель; 2 – породная предохранительная пробка; 3 – допустимое подвигание забоя выработки за один проходческий цикл

Техническая характеристика установки УЩ-1

Количество рабочих органов, шт.		1
Размеры щели, получаемой за один проход исполнительного органа, мм:		
глубина		2200
ширина		185
высота		52
Ширина забоя, обуриваемого из одного положения, м		4,5
Высота обуриваемого забоя, м		до 3,4
Вид энергии	сжатый давлением	воздух 4–5 кгс/см ²
Общий расход сжатого воздуха при выбурировании щели, м ³ /мин		16–18
Общий расход промывочной воды, л/мин		15–20
Перемещение по выработке	на колесно-рельсовом ходу, колея 600 и 900 мм	
Габариты установки в транспортном положении, мм:		
длина		6250
ширина		1850
высота		1600

Экспериментальные работы по проверке эффективной работы установки УЩ-1 и способа разгрузочных щелей для предотвращения внезапных выбросов породы были проведены на полевом штреке шахты «Петровская-Глубокая» в породах почвы пласта Смоляниновского.

Полевой штрек площадью поперечного сечения $S_{св} = 13,8 \text{ м}^2$, $S_{пр} = 17,6 \text{ м}^2$ крепился металлобетоном (арки спецпрофиля в бетоне).

При проходке полевого штрека интенсивность выбросов составила 20 м^3 на 1 м выработки при средней интенсивности по шахте $5,8 \text{ м}^3$ на 1 м выработки.

Для определения выбросоопасности пород по оси полевого штрека была пробурена скважина $d = 76 \text{ мм}$ и глубиной 40 м. Полученный при бурении скважины керн по все длине был разделен на диски толщиной 3–5 мм. Диски имели выпукло-вогнутую форму, что свидетельствовало о высокой степени выбросоопасности.

Установкой УЩ-1 по контуру выработки была пробурена щель глубиной 2 м и шириной 85 мм (рис. 7.6).

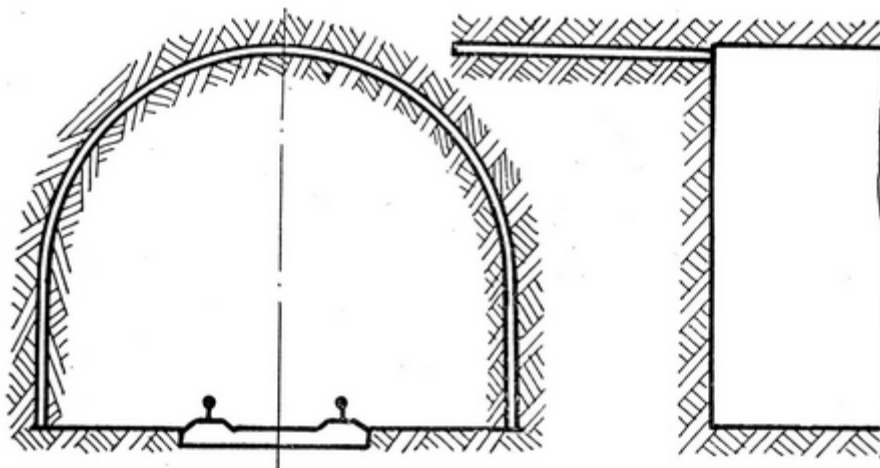


Рис. 7.6. Вид забоя при выбуривании щели установкой УЩ-1

Установку обслуживали два проходчика, на выбуривание щели затрачивалось 10–12 мин.

На рис. 7.7 приведены размеры и объемы полостей при проходке полевого штрека без использования разгрузочных щелей (участок 1), на участке 2 – с использованием разгрузочных щелей

выбросов не происходило. На участке 3 без использования разгрузочных щелей опять происходили внезапные выбросы.

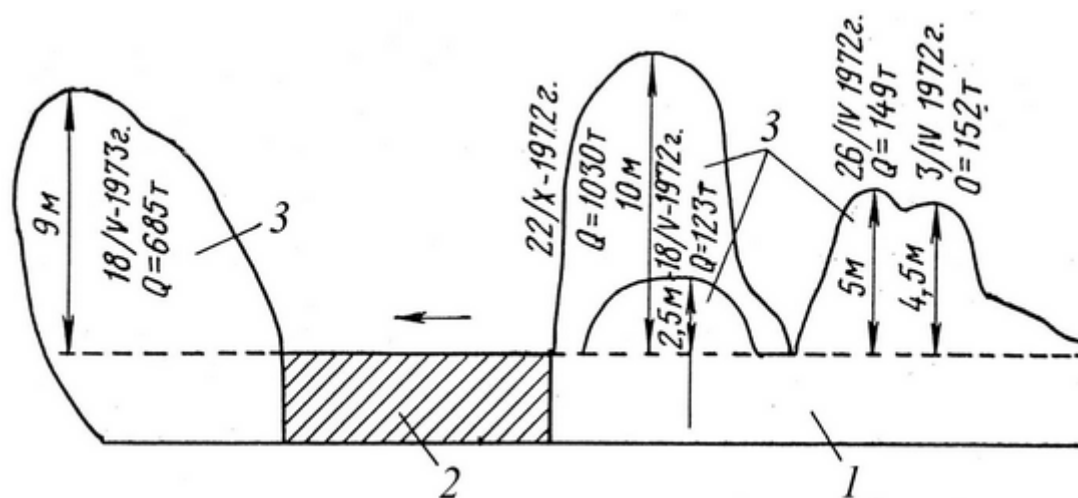


Рис. 7.7. Схема расположения полостей выбросов при проведении 1-го восточного полевого коренного откаточного штрека:

Q – вес выброшенной породы; 1 – восточный полевой откаточный штрек; 2 – участок, который проходил с выбуриванием разгрузочной щели; 3 – полости выбросов

Глубина шпуров для взрывания забоя принималась на 30 см меньше глубины разгрузочной щели.

При бурении скважин на участке с разгрузочной щелью керн не делился на диски, что указывало на отсутствие выбросоопасности пород, а керн, извлеченный за пределами разгрузочной щели, разделялся на диски, т. е. за пределами разгрузочной щели породы оставались выбросоопасными.

Промышленная проверка использования разгрузочных щелей для предотвращения выброса угля и газа производилась на коренном штреке (шахта им. К. И. Печенкова) на глубине 915 м. До этого при проходке 400 м этого штрека в режиме сотрясательного взрывания произошло 19 выбросов угля и газа, при большем из которых было выброшено 750 т угля.

На рис. 7.8–7.11 приведены стояния выработок до внезапного выброса и после выброса. Что дает представление об объемах работ по ликвидации последствий внезапного выброса.

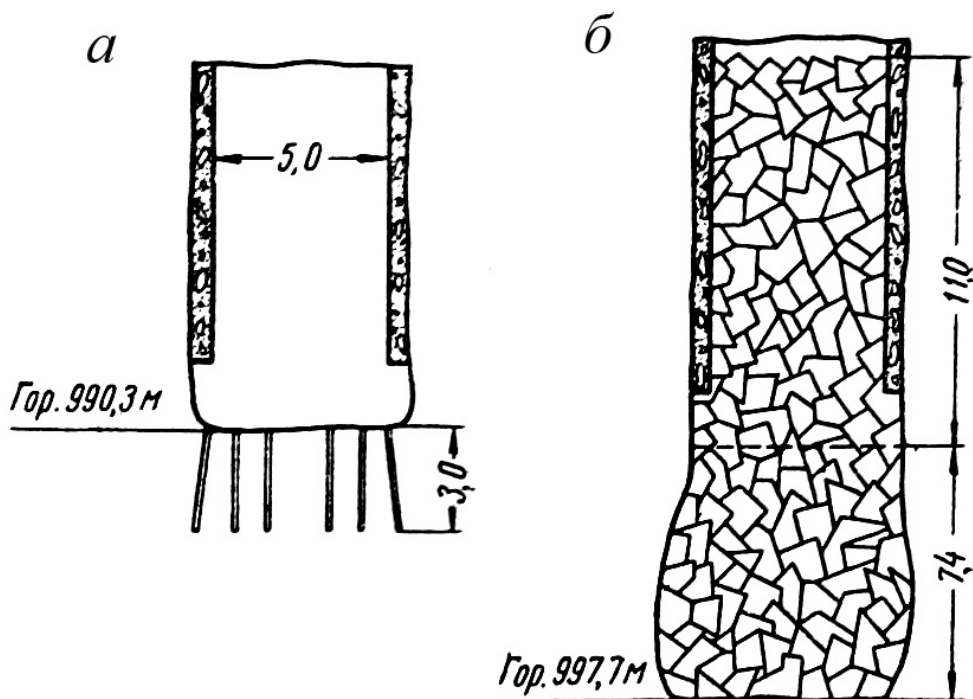


Рис. 7.8. Характер выброса породы при проходке второго западного вентиляционного ствола шахты «Петровская-Глубокая»

10 декабря 1964 г. (гор. 997 м):

a – положение забоя до выброса; *б* – после выброса

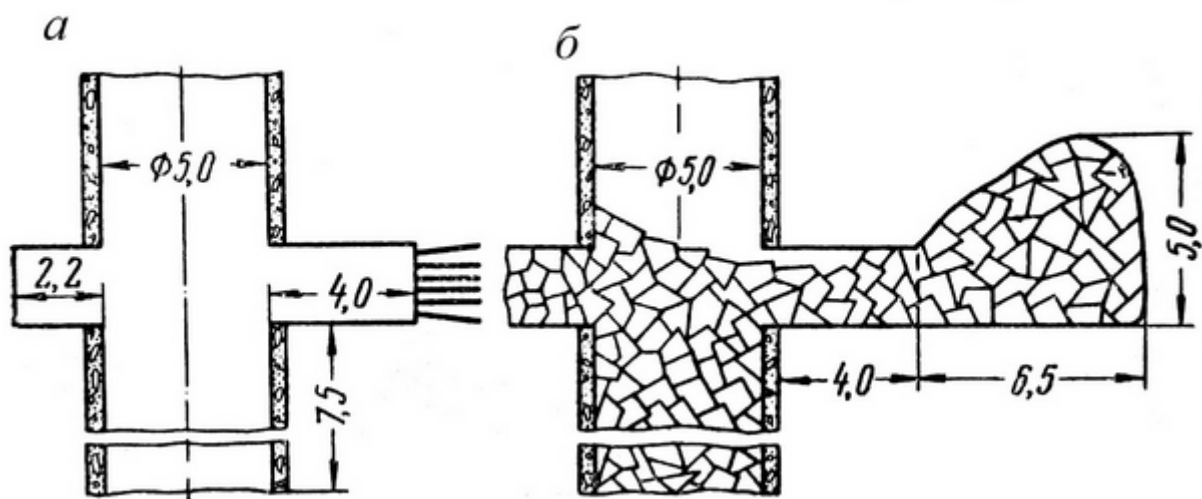


Рис. 7.9. Характер выброса породы в первом восточном вентиляционном стволе шахты «Петровская-Глубокая» 27 августа 1965 г., при проведении сопряжения гор. 1028 м со стволом:

a – положение забоя до выброса; *б* – после выброса

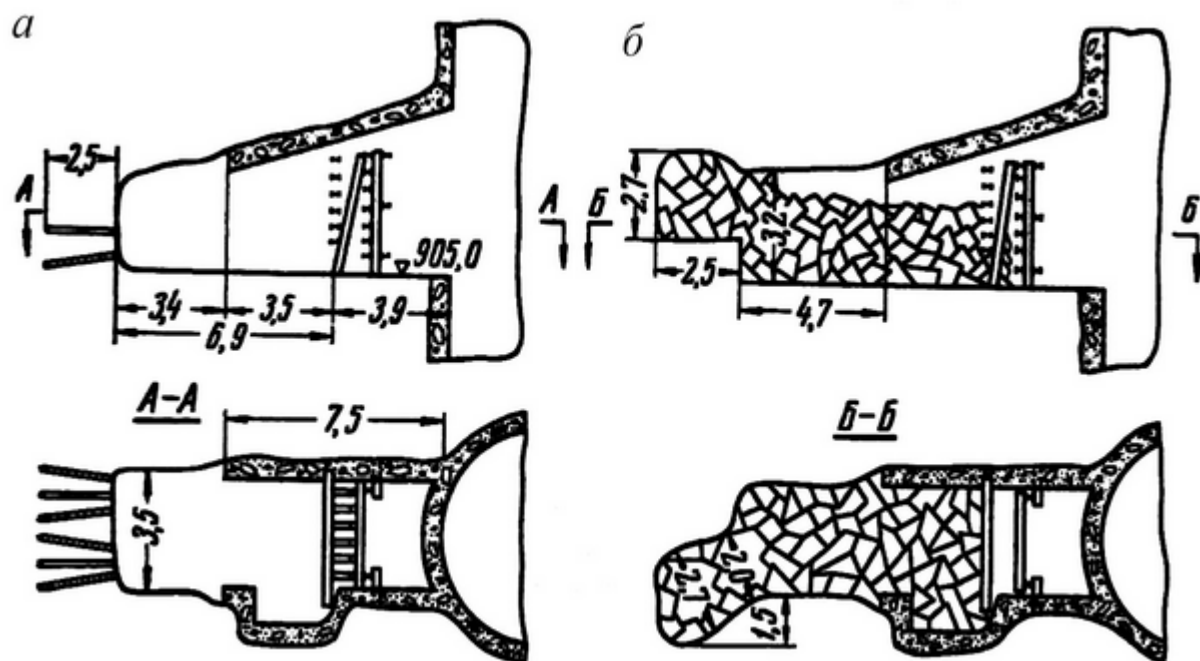


Рис. 7.10. Характер выброса пород в грузовой ветви шахты № 29 (гор. 904 м) 3 июля 1965 г.:

a – положение забоя до выброса; *б* – после выброса

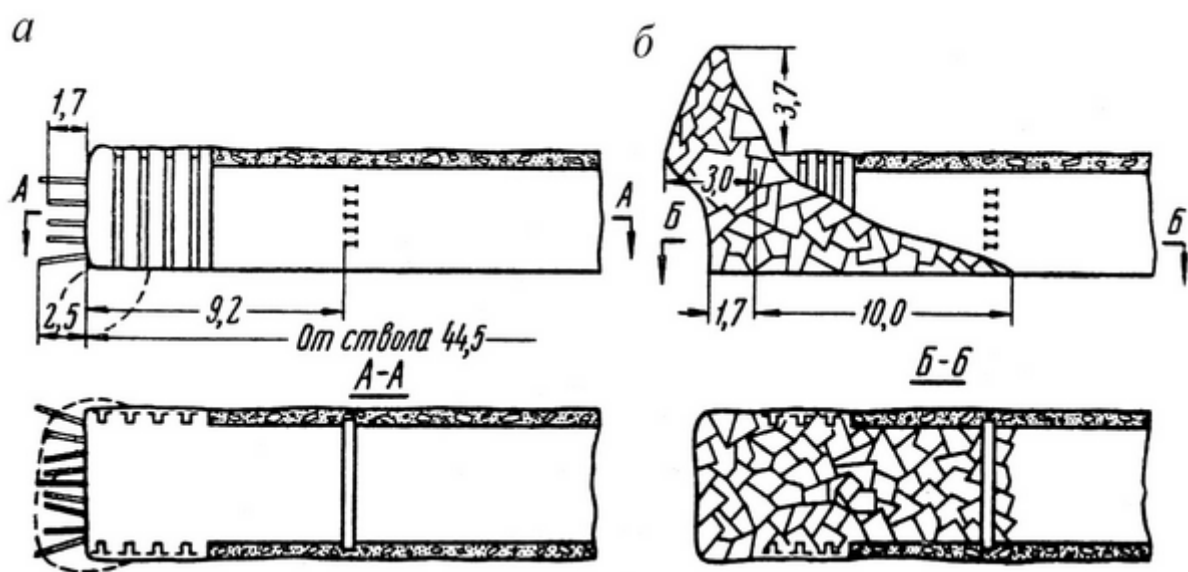


Рис. 7.11. Характер выброса породы в грузовой ветви гор. 904 м шахты № 29 25 августа 1965 г.:

a – положение забоя до выброса; *б* – после выброса

7.3. Меры борьбы с внезапными выбросами угля и газа

Основные меры по предотвращению выбросов и ударов при вскрытии угольных пластов при проходке или углубке вертикальных стволов следующие:

- разведочная геологическая скважина, особенно при крутом залегании угольных пластов и в нарушенных месторождениях, должна находиться в поперечном сечении ствола, а не в стороне;

- согласно § 243 ПБ [12] «стволы и квершлагги, приближающиеся к газоносному пласту, с расстояния 10 м по нормам необходимо проходить с разведочными скважинами глубиной не менее 5 м. При этом замеры содержания метана должны производиться не менее трех раз в смену».

В шахте вентиляторы местного проветривания при вскрытии выбросоопасных и газовых пластов должны быть с пневмодвигателями.

По пробам из пласта угля и результатам замера газа метана лаборатория ВостНИИ определяет, выбросоопасный пласт или нет, и дает рекомендации по способу вскрытия пласта угля или технологии проходки по удароопасным пластам.

Для того, чтобы не допустить гибель людей во время вскрытия выбросоопасных пластов, применяются различные способы вскрытия.

Сотрясательное взрывание, при котором производится выброс при отсутствии людей. При этом происходит разрыхление угля пласта и активное выделение метана. Это приводит к уменьшению напряженности массива и почти исключает повторный выброс при отработке забоя (т. е. во время уборки угля и крепления выработки).

Сотрясательное взрывание широко применялось до настоящего времени.

Торпедирование эффективно, только если проведена дегазация, в противном случае оно может ухудшить последствия, особенно при больших глубинах.

Проходка выработок уменьшенного сечения, что способствует более интенсивной дегазации выбросоопасного песчаника. Увеличение сечения до проектного в связи с этим не будет опасным.

Избежать выброса можно и за счет бурения скважин большого диаметра. Так на южном кваршлага гор. 860 м на шахте № 1-5 «Кочегарка» за счет бурения скважин диаметром 350 мм в выбросоопасных зонах выбросов не происходило.

Образование разгрузочных щелей за счет бурения шпуров в верхней части выработки длиной до 3 м и с расстоянием между шпурами 20 см (шахта «Щегловка-Глубокая»). Выброса избежали.

Увлажнение подпорного массива. Увлажнение достигается за счет нагнетания воды в шпуры, что увеличивает газовыделение и снижает выбросоопасность породы.

Для локализации (ограничения развития) выброса устраиваются специальные заградительные перемычки.

Ограничительные перемычки устраивают таким образом, что они свободно пропускают газовую волну, что препятствует развитию выброса (рис. 7.12). При ожидаемом большом объеме выброса перемычки выполняют двухрядными.

Ограничительные перемычки могут устраиваться и из металлической сетки (рис. 7.13).

Анализ работ по проведению выработок в выбросоопасных породах, проведенный ВНИИОМШСом, показывает, что в результате выбросов объем дополнительных операций в процентном отношении составляет:

- восстановление разрушенной крепи – 6,7 %;
- уборка породы после выброса – 8,6 %;
- заполнение полостей раствором – 84,7 %;
- итого – 100 %.

Основная доля затрат на ликвидацию последствий внезапных выбросов приходится на закладку полостей выбросов.

Поэтому к закладочным смесям предъявляются следующие требования:

- закладочный материал должен быть недорогим и не дефицитным;
- производство закладочных материалов должно быть не трудоемким и технологичным.

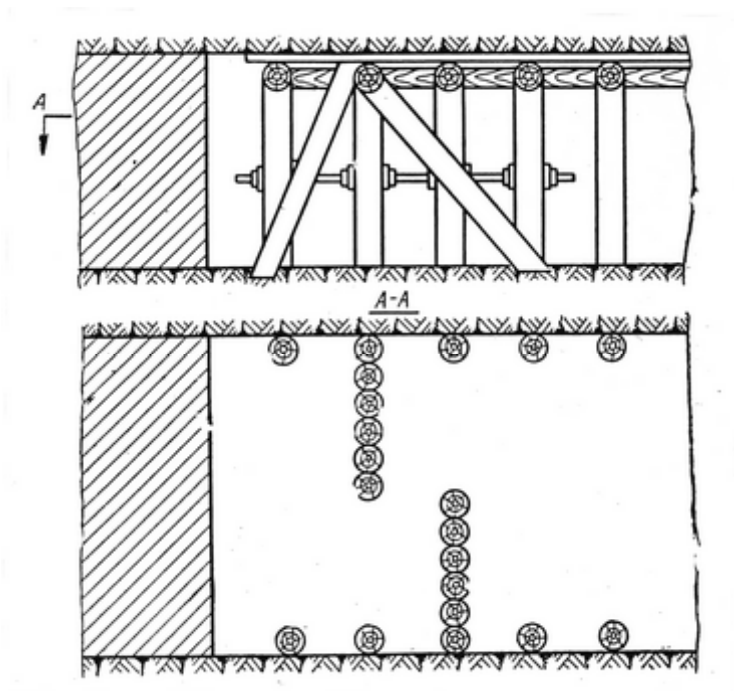


Рис. 7.12. Однорядная лабиринтная ограничительная перегородка

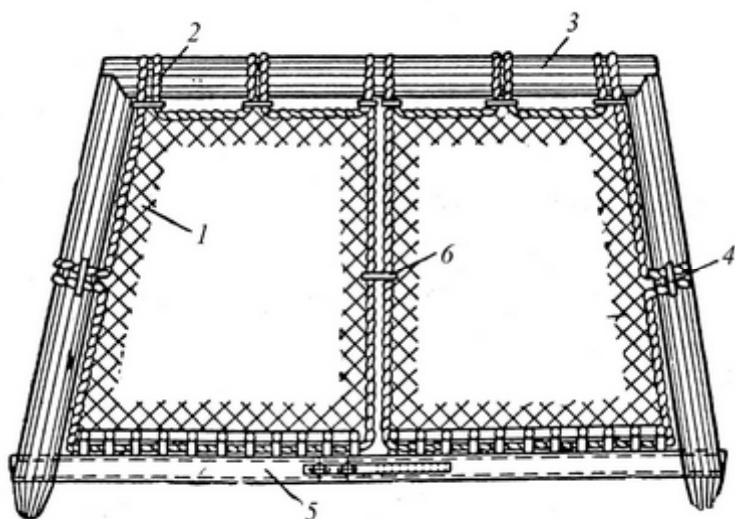


Рис. 7.13. Ограничительная перегородка из металлической сетки:
 1 – металлическая сетка; 2 – труба для крепления сетки к верхняку;
 3 – верхняк; 4 – проводник для крепления сетки к стойкам; 5 – рельефный швеллер, обеспечивающий подъем отдельно правой и левой сетки

Технология заполнения взрывной полости приведена на рис. 7.14.

В качестве закладочного материала ВНИИОМШС рекомендует применять цементное тесто со следующими свойствами:

- густота цементного теста должна находиться в пределах 24–26 %;

- в качестве вяжущих могут быть применены различные марки цемента или золы угля, т. е. отходы от сгорания каменного угля на ТЭЦ;

- объемный вес золы угля должен находиться в пределах $0,45-0,75 \text{ т/м}^3$, а влажность не превышать 30 %;

- в качестве заполнителя применяются гранулированные доменные шлаки крупностью не более 40 мм.

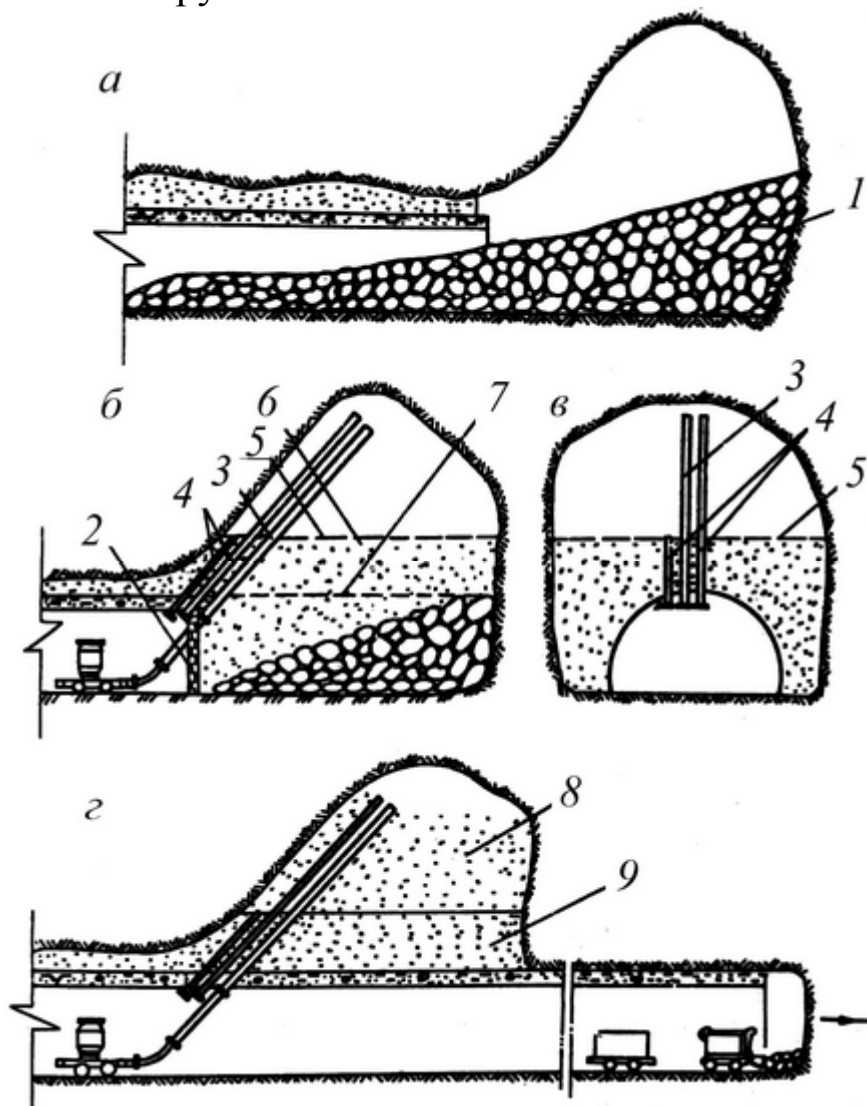


Рис. 7.14. Проведение выработки под полостью с использованием потолочины:

a – выработка после выброса; *б* – заполнение выработки до уровня потолочины; *в* – поперечное сечение выработки в зоне полости; *г* – дозакладка полости; *1* – порода после выброса; *2* – перемычка; *3* – труба нагнетания; *4* – контрольные трубы; *5* – верхний уровень потолочины; *б* – первоначальный объем закладки; *7* – проектная высота выработки; *8* – объем дозакладываемой полости; *9* – потолочина, образованная после проведения выработки под полостью

В качестве закладочного материала возможно применение и других материалов.

В комплекс технического оборудования по приготовлению и укладке в полости взрыва закладочной смеси входят:

- бетономешалки или растворомешалки;
- бетоноукладчики;
- комплект бетоноводов.

Контрольные вопросы

1. *Причины внезапного выброса угля и газа.*
2. *Причины горных ударов.*
3. *Мероприятия по предотвращению выбросов угля и газа.*
4. *Мероприятия по предотвращению или уменьшению последствий выброса породы.*
5. *По каким признакам определяется выбросоопасность горных пород?*
6. *Какие породы наиболее подвержены к внезапным выбросам?*

8. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПРИ УГЛУБКЕ СТВОЛОВ

8.1. Общие сведения

При углубке стволов основными видами проходческих работ являются: выемка породы, возведение постоянной крепи и армирование. Эти работы, как и при проходке стволов, можно выполнять последовательно, параллельно и совмещенно. Если в прошлом на углубках стволов преобладала последовательная схема ведения работ, то в последние годы, как правило, применяется наиболее эффективная совмещенная схема.

При углубке стволов по технологическим схемам I, II и III расчет параметров буровзрывных работ (расход ВВ, глубина шпура, количество, расположение шпуров в поперечном сечении ствола) производят аналогично определению этих параметров при проходке стволов.

Особенности и отличия выполнения горнопроходческих работ при углубке стволов от проходки новых стволов рассмотрены ниже.

8.2. Буровзрывные работы

При углубке стволов выемка породы в основном производится с применением буровзрывных работ.

Для бурения шпуров при углубке стволов применяются ручные перфораторы и бурильные установки типа СМБУ-4м и БУКС-1м.

Выбор бурильного оборудования зависит от шага углубки и диаметра углубляемого ствола. При шаге углубки ствола до 100–150 м и диаметре ствола до 6,0–6,5 м обычно применяются ручные перфораторы. Для подобных условий в настоящее время бурение шпуров целесообразно производить стволовой бурильной установкой СМБУ-4м, а погрузку породы – погрузочной машиной ПМС, в которой вместо грейфера на манипулятор навешивается бурильная головка. Машиной ПМС можно грузить и бурить.

Достоинства применения ручных перфораторов:

- небольшая продолжительность подготовительно-заключительных операций;

- низкая стоимость перфораторов;
- быстрая замена вышедших из строя перфораторов;
- для сокращения продолжительности цикла бурения забоя на скоростных проходках число бурильщиков увеличивают за счет вызываемого звена и определяют из расчета 1,5–2,5 м²/чел. (на обычных проходках 4–5 м²/чел.).

Недостатки перфораторов:

- тяжелый ручной труд проходчиков;
- для сокращения продолжительности бурения требуется дополнительно вызванное звено бурильщиков;
- плохое пылеподавление перфораторов, что приводит к заболеванию проходчиков пневмосиликозом;
- при бурении шпуров глубиной более 1,5–1,6 м требуется замена штанги на более длинную или вызывное звено бурильщиков должно бурить шпуры короткими штангами, а основное звено – длинными.

При пересечении стволом газовых пластов угля работа производится по специальным мероприятиям.

При углубке, превышающей 200 м, и диаметре ствола 6,5 м и более целесообразно применение комплексов КС-2у и бурение шпуров производить бурильными установками БУКС и СМБУ.

При углубке стволов с расширением восстающего или скважины большого диаметра применяется как мелкошпуровой способ, так и расширение передовой выработки способом взрывания глубоких скважин.

При расширении передовой выработки мелкошпуровым способом сверху вниз шпуры бурятся ручными перфораторами. При расширении передовой выработки снизу вверх шпуры бурятся из передовой выработки наклонными (рис. 8.1) под углом 15–20° к горизонту, что обеспечивает после взрывания шпуровых зарядов образование конусообразного передового обнажения с высотой свода, равной 0,2–0,3 радиуса ствола в проходке.

Порода на горизонте под стволом убирается скреперной установкой или погрузочной машиной.

При расширении восстающих (скважин большого диаметра) с использованием глубоких скважин сначала из восстающего через 15–30 м разделяются кольцевые камеры, из которых буро-

выми станками типа НКР по периферии бурят сверху вниз или снизу вверх скважины диаметром 105 мм.

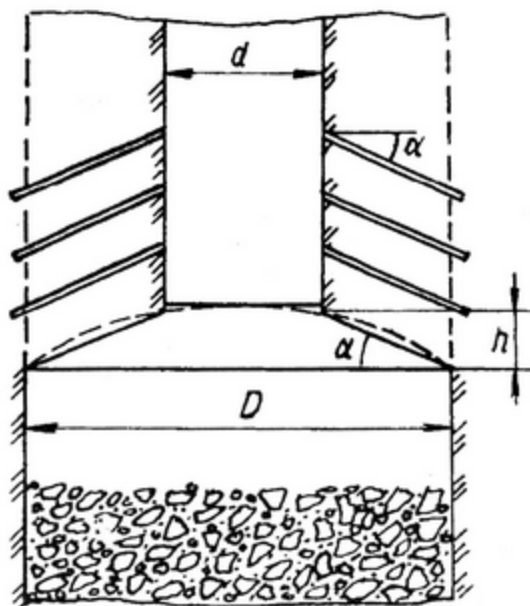


Рис. 8.1. Схема расположения наклонных торцевых шпуров (скважин) при расширении восстающего:

d – ширина восстающего; D – диаметр ствола в проходке; α – угол наклона шпуров (скважин) при расширении восстающего

Расстояние между кольцевыми камерами зависит от возможного назначения скважины, что приводит к увеличению коэффициента излишка сечения.

Технология расширения передовой выработки приведена на рис. 8.2.

Углубка стволов способом расширения передовой выработки исключает самую трудоемкую операцию – погрузку горной массы в бады, повышает КИШ и увеличивает производительность труда проходчиков.

На углубке главного ствола Казского рудника (Горная Шория) с использованием глубоких скважин средние темпы углубки составили 79 м/мес. (максимальные – 106 м/мес.) при производительности труда проходчиков $7,5 \text{ м}^3/\text{чел.}\cdot\text{смену}$, что в 5-6 раз выше, чем по СНГ, а на стволе «Южный» Киргизского горно-рудного комбината достигнута максимальная скорость углубки 114,6 м/мес. при производительности труда $7,68 \text{ м}^3/\text{чел.}\cdot\text{смену}$. Но следует учесть, что при определении производительности труда не учтены затраты труда на проходку восстающего и коль-

цевых камер. При учете этих затрат производительность труда проходчиков фактически будет несколько ниже, но все равно она значительно выше, чем при других схемах углубки. Так на Казском руднике применение глубоких скважин позволило сократить продолжительность углубки ствола на восемь месяцев.

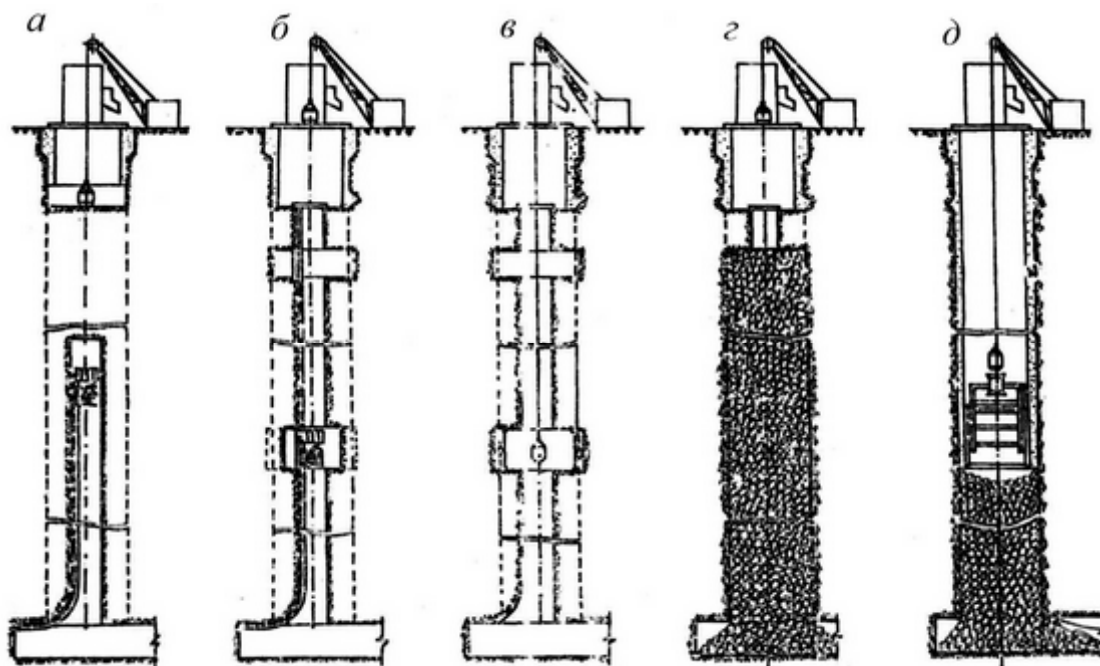


Рис. 8.2. Технология расширения передовой выработки глубокими скважинами:

а – проходка восстающего; *б* – проходка кольцевых камер; *в* – бурение глубоких скважин из кольцевых камер; *г* – зарядка и взрывание глубоких скважин; *д* – выпуск горной массы на подготавливаемый горизонт и постоянное крепление ствола

Недостатки способа углубки с использованием глубоких скважин заключаются в том, что при бурении взрывных скважин происходит отклонение, что приводит к необходимости уменьшения расстояния между кольцевыми камерами, т. е. к увеличению их числа.

Из-за отклонения скважин увеличивается расход бетона на 1 м ствола. Так в стволе диаметром 7,5 м и проектной толщиной крепи 0,3 м и КИС = 1,2 (а он обычно равен 1,2–1,25) расход бетона увеличивается по сравнению с проектным на 10,4 м³, т. е. примерно в 2,5 раза больше проектного.

Требуется проведение работ по недопущению отклонения скважин от заданного направления.

8.3. Погрузка породы

При углубке стволов способом сверху вниз на полное сечение погрузка породы в бадьи, как и при проходке неглубоких стволов, может осуществляться при помощи пневмогрузчиков с ручным вождением КС-3 и опытных образцов грейферных погрузочных машин с механизированным вождением по забою и управлением машиной из кабины типа КС-12, ОСК, ПМС-1.

При углубке стволов по схеме IV порода после взрывных работ попадает в гезенк или скважину большого диаметра и спускается на подготавливаемый горизонт, где она загружается в вагонетки.

При углубке стволов по схеме V с расширением передовой выработки взрыванием глубоких скважин погрузка породы на подготавливаемом горизонте осуществляется с применением скреперных погрузчиков, перегружателей и погрузочных машин.

При возведении бетонной крепи сверху вниз на нижнем горизонте отгружается такой объем породы, который позволяет опускать опалубку на очередную заходку бетонирования.

8.4. Возведение постоянной крепи

При углубке стволов, как правило, крепление производится монолитным бетоном. Используется секционная и створчатая опалубки. Последняя обычно используется в нарушенных породах, когда после установки опалубки для бетонирования происходит обрушение породы за опалубкой. Эта порода через открытые створки убирается в забой.

В последние годы на рудниках внедряется шагающая опалубка, использование которой позволило значительно сэкономить расход канатов и уменьшить на 2–4 число проходческих ледок.

Бетонная смесь подается по трубам с поверхности или рабочего горизонта. Это зависит от принятой схемы углубки и наличия свободного места для приемки бетонной смеси на поверхности или на рабочем горизонте.

8.5. Сооружение сопряжений ствола с околоствольным двором и строительство приствольных камер

При углубке вертикальных стволов способом сверху вниз сооружение сопряжений ствола с околоствольным двором и проведение приствольных камер осуществляется аналогично проведению этих работ при проходке стволов по последовательной и совмещенной схемам.

Из камеры загрузки снизу вверх проходится бункер (наклонная выработка в околоствольном дворе). Крепление бункера выполняется из околоствольного двора. Работы по камере загрузки скипов и бункера выполняются до начала армирования.

Скорость выполнения этих работ во многом зависит от степени оснащённости углубляемого ствола проходческим подъемом, средств погрузки породы и доставки бетонной смеси.

При углубке стволов снизу вверх и комбинированным способом во многих случаях появляется необходимость выполнить рассечку околоствольного двора с подготавливаемого горизонта. Сложность выполнения таких работ во многом зависит от крепости пород в месте разработки сопряжения.

8.6. Армирование

Армирование углубляемой части ствола можно осуществлять после окончания всех работ по углубке ствола – *последовательная схема* производства работ и одновременно с углубкой заходками по 12,5–25 м – *совмещенная схема*.

При совмещенном способе можно устанавливать расстрелы и навешивать проводники с двухэтажного подвесного полка.

Способ углубки ствола с одновременным армированием позволяет:

- осуществить движение бадей по постоянным проводникам;
- применять бадьи большой вместимости;
- упростить оснащение ствола, так как не требуется монтаж направляющих канатов и лебедок;
- увеличить календарную скорость углубки ствола.

Совмещенную схему армирования целесообразно применять при углубке ствола по схеме I с использованием для подъема

горной массы постоянной подъемной машины и движением бадей по постоянным проводникам.

При других схемах углубки обычно применяется последовательная схема армирования, которая производится под защитой предохранительных устройств. После выполнения работ по армированию ниже предохранительных устройств последние ликвидируются, выполняется стыковка существующей армировки и армирование углубляемой части ствола.

8.7. Проходка уклонов и наклонных стволов

При проходке уклона с выработки горизонта строится заезд на уклон, выше горизонтальной выработки строится камера подъемной машины с канатным ходком (рис. 8.3).

Подъем породы производится вагонетками или скипами. При подъеме породы скипами или вагонеткой с донной разгрузкой разгрузка производится в бункер над горизонтальной выработкой.

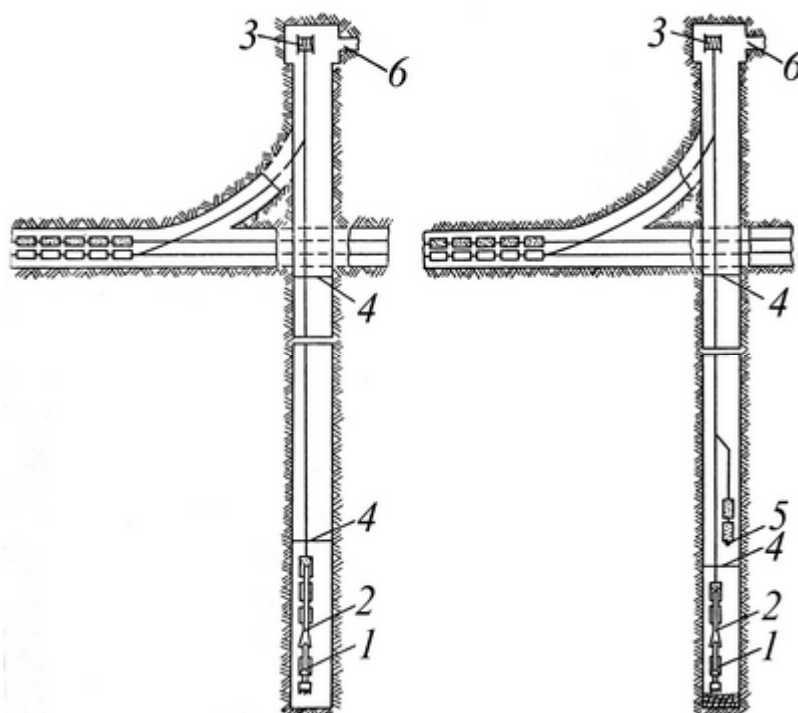


Рис. 8.3. Схемы проходки уклонов:

1 – погрузочная машина; 2 – перегружатель; 3 – подъемная машина; 4 – барьер; 5 – стопорное устройство; 6 – вентиляционная сбойка

При подъеме породы вагонеткой могут приниматься несколько схем:

- после загрузки породы вагонетка поднимается на горизонт, где панцирь каната прицепляется на порожнюю вагонетку, которую спускают в забой;
- груженная вагонетка маневровой лебедкой переводится на наклонную стрелку, а порожняя спускается в забой;
- используются замкнутые разминовки.

При углубке наклонного ствола с поднятием горной массы на поверхность до начала углубки перед углубляемой частью ствола устраивается защитный породный целик или монтируется предохранительное устройство с барьером.

Если горная масса при углубке ствола выдается на поверхность глухими вагонетками, то они разгружаются боковым или башенным опрокидывателем (см. главу 10).

Если горная масса выдается на поверхность скипом, то разгрузка скипа производится в разгрузочных кривых над бункером. Из бункера порода вывозится автосамосвалами.

Крепление наклонных выработок производится арками из спецпрофиля с деревянной или железобетонной затяжкой или монолитным бетоном. В последние годы в устойчивых породах применяется анкерная крепь с набрызгбетоном по металлической сетке. Это наиболее прогрессивный вид крепи, но может применяться только в благоприятных условиях. В настоящее время редко применяется в наклонных выработках монолитная бетонная крепь, возведенная с применением металлической опалубки типа ОМП конструкции КузНИИшахтостроя. Это в настоящее время один из наиболее дешевых и механизированных способов крепления горных выработок. В Кузбассе в конце XX века были забетонированы наклонные стволы и горизонтальные выработки шахт «Распадская», «Шушталепская», «Октябрьская», «Зенковская» и «Коксовая» с использованием опалубки ОМП.

При одновременной работе шахты и производстве работ по углубке наклонного ствола в нижней части стали устраивать защитный целик породы или предохранительный полук.

Контрольные вопросы

1. Особенности буровзрывных работ при углубке стволов.
2. Средства бурения шпуров.
3. Достоинства и недостатки перфораторов.
4. Средства погрузки горной массы.
5. Конструкции опалубок и условия их применения.
6. Способы формирования углубляемой части ствола при расширении передовой выработки.
7. Достоинства и недостатки применения глубоких скважин.
8. Особенности строительства сопряжений и приствольных камер.
9. Схемы армирования углубляемой части ствола.

9. СТРОИТЕЛЬСТВО ОКОЛОСТВОЛЬНЫХ ДВОРОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ШАХТ

Околоствольный двор – это совокупность горных выработок, примыкающих к стволу и предназначенных для обслуживания технологических процессов всей шахты, рабочего или вентиляционного горизонтов.

Общий объем выработок околоствольного двора зависит от производственной мощности шахты или горизонта, вида подъемного транспорта и водопритока в шахту и составляет от 7–8 до 35–40 тыс. м³ выработок в свету. Меньший объем выработок имеют вентиляционные горизонты, больший – основной горизонт, через который транспортируется основная масса полезного ископаемого и горной породы.

Согласно § 588 ПБ [12] вместимость главного водоотлива должна быть рассчитана не менее чем на 4-часовой максимальный приток без учета заиливания водосборников, участковых – на 2-часовой приток.

Заиливание водосборников не должно превышать 30 % от объема водосборников.

Большой приток воды обуславливает большой объем водосборников, насосной и электроподстанции [12].

На основании «Указаний...» ВНИМИ Сибгипрошахт [16] произвел расчет минимально допустимых расстояний между выработками для однородных пород и результаты расчетов свел в табл. 9.1. При проектировании околоствольных дворов расстояние между выработками принимается согласно табл. 9.1.

Наличие в околоствольном дворе нескольких камер различного назначения с разной площадью поперечного сечения и выработок, расположенных перпендикулярно к транспортным путям, усложняет и увеличивает стоимость горнопроходческих работ. Во многих околоствольных дворах число поперечных сечений и сопряжений достигает 25–30. Это не позволяет эффективно использовать опалубку типа ОМП конструкции КузНИИшахто-строя или требует опалубок различных типоразмеров.

Таблица 9.1

Допустимое расстояние между выработками околоствольного двора (ОД) в зависимости от прочности горных пород

Глубина ствола, м	Допустимое расстояние между выработками ОД при прочности пород σ_p , кг/см ² (минимальное значение)							
	по простиранию				вкрест простирания			
	300	600	900	>1200	300	600	900	>1200
300	35/20	18/16	15/13	12/10	18	15	12	10
600	40/25	20/18	17/15'	14/12	22	18	15	12
900	45/30	25/21	20/17	16/14	26	21	17	14
>1200	50/35	35/30	25/20	18/16	30	25	20	15

Примечания: 1. В числителе допустимое значение между выработками при пологом и наклонном залегании; в знаменателе – при крутом залегании. 2. Однородная порода – если в кровле или почве имеет слой мощностью более 2 м.

Допустимые расстояния между выработками, расположенными в однородных породах или породах с пределами прочности, отличающимися не более 20 %.

В случае проведения выработки в неоднородных породах с прочностью на сжатие, отличающейся более чем на 20 %, расчет производится по приведенной прочности на сжатие $\sigma_{сж}$ отдельно для кровли, боков и почвы. Формулы расчета приняты из утвержденных МУП СССР «Указаний по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР», ВНИМИ, 1977 г.

Для улучшения технико-экономических показателей строительства околоствольных дворов необходимо уменьшить количество поперечных сечений выработок и число вариантов сопряжений. Такая работа была проведена при строительстве околоствольного двора во время реконструкции шахты «Шушталепская», где число сечений и сопряжений было всего три.

В зарубежной практике с целью сокращения объема горных выработок околоствольного двора, сокращения продолжительности его строительства и улучшения организации работ по строительству в последнее время начали применять многопутевые околоствольные дворы, когда в них находятся выработки большого поперечного сечения с несколькими путями.

Преимущества многопутевого околоствольного двора:

1. Значительно упрощается организация работ по проходке.
2. Сокращается объем выработок околоствольного двора, так как не выполняются заезды в различные выработки.
3. Уменьшаются потери полезного ископаемого в целиках.
4. Уменьшается продолжительность строительства околоствольных дворов.
5. Удешевляется строительство.
6. Повышается производительность труда проходчиков.

Производство горнопроходческих работ на околоствольных дворах реконструируемых шахт аналогично строительству околоствольных дворов вновь строящихся шахт.

Разница заключается в организации подъема горной массы и проветривания.

Самый благоприятный вариант по подъему горной массы на поверхность при использовании ствола только на строительстве горизонта. Наихудший – когда ствол обслуживает горизонт эксплуатируемой шахты и вновь строящийся горизонт. Так, во время реконструкции шахты «Капитальная» при строительстве горизонта –160 клетевой ствол обслуживал эксплуатационный горизонт –60. Для подъема горной массы со строящегося горизонта –160 шахтой в течение суток выделялось время два раза: один раз 2 ч 30 мин, второй раз – 30 мин. За это время нужно было выдать всю горную массу и произвести спуск материалов.

Довольно сложная конфигурация и большой объем околоствольных дворов требует хорошо продуманной очередности проведения горных выработок, что позволило бы при одновременной работе нескольких забоев организовать их проветривание и транспортирование горной массы. Это учитывается при составлении проекта организации строительства околоствольного двора. Критериями определения очередности проходки выработок являются следующие:

1. В первую очередь должны проводиться выработки для организации сквозной струи, т. е. необходимо провести сбойку между стволом и вторым стволом (шурфом, уклоном и т. д.). Причем желательно по возможности использовать для этого проектные выработки и только в крайнем случае временные.

2. Проходить выработки для организации водоотлива и ма-

невровых работ транспорта.

3. Проходить выработки, лежащие на критическом пути (выход к квершлагу или основному штреку).

4. Проходить выработки, в которых предусмотрены длительные монтажные работы (насосная, электроподстанция).

5. Проходить все остальные выработки.

В результате сложной конфигурации и большого числа сечений выработки скорости проходки и производительность труда проходчиков крайне низкие и составляют для угольных шахт:

- месячная скорость проходки 325–385 м³/мес.;

- производительность труда 0,7–0,8 м³/чел.-смену. Нормативная скорость проходки составляет 400 м³/мес.; она часто не выполняется, хотя имеются примеры очень высокой скорости проходки и производительности труда. На шахте «Должанская-Капитальная» за месяц было проведено 5014 м³ околоствольного двора в свету при производительности 3,16 м³/чел.-смену.

Судить по отчетным данным об истинных результатах работы на околоствольных дворах довольно сложно. Дело в том, что скорость проходки подсчитывается по каждому забою (по времени проходки). Если бригада работает в трех забоях (один основной и два используемых для ликвидации простоев), то общий суммарный объем проходки будет делиться на три (среднемесячная скорость проходки). Кроме того, выработки околоствольного двора резко отличаются по трудоемкости и возможной скорости проходки. Нельзя сравнивать результаты скорости проходки коллектора и насосной станции. Более подробно эти варианты рассмотрены в главе 12.

Кроме того, по существующей отчетности средние темпы проходки околоствольного двора определялись частным от деления суммарного объема выработок околоствольного двора на продолжительность времени от начала строительства околоствольного двора до его окончания, хотя некоторые выработки, не лежащие на критическом пути, технологически не связаны с проходкой выработок, лежащих на критическом пути, требовалось пройти только к сдаче шахты (горизонта) в эксплуатацию (например, склад ВВ и выработки для его проветривания). Такое положение значительно снижало истинные результаты работы.

Контрольные вопросы

- 1. Дайте определение и расскажите о назначении околоствольного двора.*
- 2. От каких факторов зависит объем выработок околоствольного двора?*
- 3. Какие выработки входят в состав околоствольного двора?*
- 4. Основные виды крепи околоствольного двора.*
- 5. Очередность проходки выработок околоствольного двора.*
- 6. От каких факторов зависят темпы проходки и производительность труда проходчиков?*
- 7. Преимущества многопутевого околоствольного двора.*

10. ПРОХОДКА И УГЛУБКА НАКЛОННЫХ СТВОЛОВ И УКЛОНОВ

10.1. Общие сведения

В угольной промышленности из общего объема капитальных горных выработок на долю наклонных стволов и уклонов приходится более 30 %. Это связано с заменой подъема полезного ископаемого скипами по вертикальным стволам на подъем конвейерами по наклонным стволам.

На крупнейшей в России шахте «Распадская» уголь из забоев до погрузки его в железнодорожные вагоны поднимается ленточными конвейерами.

Уголь на поверхность выдается по двум наклонным стволам с углом наклона $11^{\circ}40'$.

На каждом наклонном стволе установлено по одному конвейеру ЛУ-120 с шириной ленты 1200 мм.

В Кузбассе в последние годы при строительстве новых шахт в Ерунаковском районе и на Березово-Бирюлинском месторождении подъем угля на поверхность предусмотрено производить конвейерами.

На ряде действующих шахт производится замена скипового подъема угля на его подъем конвейерами (шахты «Абашевская», «Октябрьская», им. 7 Ноября, им. С. М. Кирова и др.).

В рудной промышленности также производятся замены скипового подъема руды на подъем конвейерами. Так в Криворожском бассейне на руднике им. С. М. Кирова для подъема руды было пройдено два наклонных ствола с углом $13-16^{\circ}$, площадью поперечного сечения $S_{св} = 17,2 \text{ м}^2$, длина каждого около 3 км. Ширина ленты конвейера $B = 1600 \text{ мм}$, скорость ее движения $v = 2,6 \text{ м/с}$, суммарная производительность двух установок $Q = 6000 \text{ т/ч}$, годовая производительность – 30 млн. т [30].

За рубежом также производится переход на подъем угля по наклонным стволам.

В Англии на новой шахте «Сельби» производственной мощностью 10 млн. т в год было пройдено два наклонных ствола площадью поперечного сечения $S_{св} = 17,1 \text{ м}^2$ под углом $13-14^{\circ}$ и длиной 1400 м.

В ФРГ шахта «Проспер-Хейнкель» была создана за счет объединения четырех шахт с производственной мощностью 10 млн. т/год. Длина конвейера 3750 м, высота подъема угля 780 м, производительность верхней ленты 1800 т/ч, нижней ветви для спуска породы – 1000 т/ч.

10.2. Подъем при проходке наклонных выработок

В России и странах СНГ при проходке наклонных стволов и уклонов применяются следующие виды транспорта:

- скребковые и ленточные конвейеры (до 18°);
- глухие и с донной разгрузкой вагонетки (до 25°);
- скипы переменной вместимости.

Ленточные конвейеры могут применяться только в породах, не размокающих, не налипающих на инструмент и не образующих пульпу.

Вагонетки и скипы могут применяться только тогда, когда порожний сосуд может самокатом достичь забоя.

Возможность самокатного движения подъемного сосуда до забоя определяется из выражения

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{G_0 W + \rho_k L_p W_k}{G_1 + \rho_k L_p}, \quad (10.1)$$

где $\operatorname{tg}\beta$ – минимально допустимый тангенс наклона выработки, обеспечивающий самокатное движение сосуда до забоя, при этом должно соблюдаться условие $\operatorname{tg}\beta_{\text{выр}} > \operatorname{tg}\beta$; $\operatorname{tg}\beta_{\text{выр}}$ – тангенс угла наклона выработки; G_0 – масса порожнего сосуда, кг; G_1 – масса груза в сосуде, кг; $W = 0,022$ – коэффициент сопротивления движению сосуда; $W_k = 0,3$ – коэффициент сопротивления движению каната по роликам; $\rho_k = 0,3$ – линейная плотность каната, кг/м; L_p – рабочая длина каната, м.

Для подъема горной массы вагонетками или скипами применяются однобарабанные подъемные машины типа Ц1,2×1,0, Ц1,6×1,2, Ц2×1,5, Ц2,5×2.

Двухбарабанные подъемные машины для проходки наклон-

ных выработок, как правило, не используются из-за сложности регулировки длин ветвей каната.

На поверхности разгрузка вагонеток с глухим кузовом может производиться боковым опрокидывателем и опрокидывателем башенного типа, который позволяет аккумулировать породу в объеме 6–12 м³ (рис. 10.1).

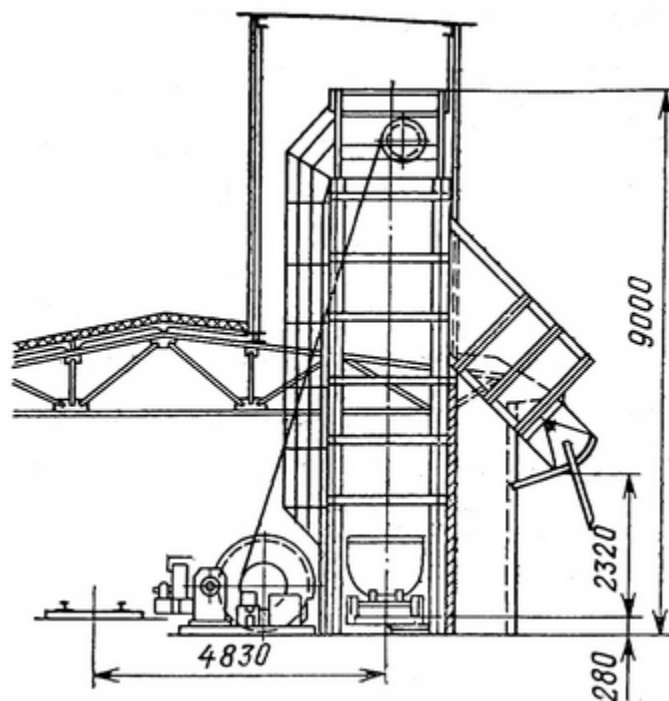


Рис. 10.1. Опрокидыватель башенного типа для реконструкции шахты «Шушталепская»

Вагонетки с донной разгрузкой разгружаются за счет разгрузочных кривых над бункером (рис. 10.2). Скипы также разгружаются за счет разгрузочных кривых над бункером.

При подъеме горной массы ленточным конвейером приводная головка размещается на фундаменте поверхности земли, а выносная головка конвейера располагается над бункером (рис. 10.3).

Целесообразно при проходке наклонных стволов и уклонов использовать скипы переменной вместимости, что позволяет при меньшем диаметре барабана подъемной машины проходить выработки большой длины и лучше использовать грузонесущую способность подъемного каната.

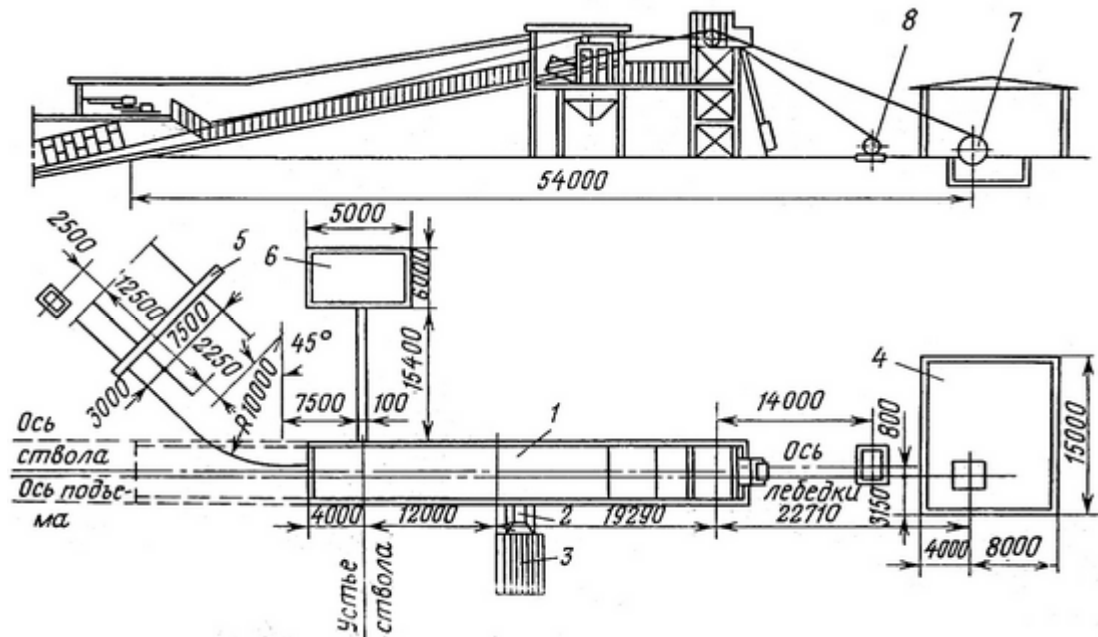


Рис. 10.2. Поверхностный технологический комплекс с применением скипового подъема при проходке наклонных стволов:

1 – комплекс разгрузки скипов; 2 – бункер подачи бетона; 3 – эстакада к бункеру для бетона; 4 – здание подъемной машины; 5 – козловой кран; 6 – калориферная установка; 7 – подъемная машина; 8 – маневровая лебедка

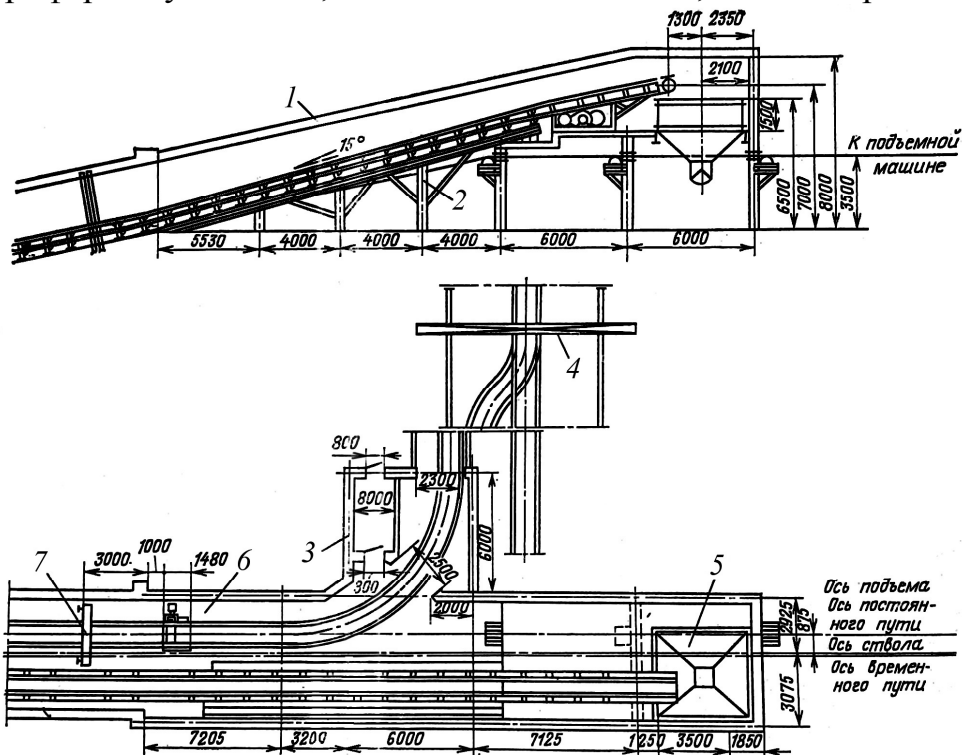


Рис. 10.3. Поверхностный технологический комплекс с применением конвейерного транспорта:

1 – надшахтное здание; 2 – эстакада; 3 – галерея откаточных путей; 4 – козловой кран; 5 – породный бункер; 6 – путевой задерживающий стопор; 7 – предохранительный барьер

На верхнем участке наклонной выработки используется скип большой вместимости. Длина участка работы этим способом определяется по разрывному усилию каната. Затем используют скип меньшей вместимости на длине, также определенной по допустимому разрывному усилию каната. Подобная технология повторяется до конечной длины выработки.

В начальной длине наклонной выработки используется скип большой вместимости до допустимой расчетной длины, затем переходят на скип меньшей вместимости, которым работают также до расчетной длины каната по допустимому суммарному разрывному усилию, и так до конечной длины выработки.

Ввиду того, что методика расчета подъема горной массы скипами переменной вместимости при проходке наклонных выработок не излагается в учебной литературе, приводим порядок расчета.

1. Определяется статическое натяжение каната при подъеме груженого скипа с конечной длины наклонной выработки по формуле

$$S_{\text{ст}} = \frac{1}{\gamma} (G_0 + G)(W' \cos \beta + \sin \beta) + P_{\text{к}} L_{\text{р}} (W'_{\text{к}} \cos \beta + \sin \beta) \frac{\gamma}{\gamma}, \quad (10.2)$$

где G_0 – масса порожнего сосуда, кг; G – масса груза в сосуде, кг; $W' = 0,022$ – коэффициент сопротивления движению подъемного сосуда, $W'_{\text{к}} = 0,3$ – коэффициент сопротивления движению каната по роликам (почве); β – угол наклона выработки, град; $P_{\text{к}}$ – линейная плотность каната, кг/м; $L_{\text{р}}$ – рабочая длина каната, м.

При расчете допустимой длины каната принимается уменьшение $S_{\text{ст}}$ на запасе прочности m_1 , т. е. $S_{\text{доп}} = S_{\text{ст}} / m$, для грузоподъемного человеческого подъема $m = 7,5$.

2. Определяется расчетная допустимая длина каната $L_{\text{доп. расч}}$ по суммарному разрывному усилию с учетом коэффициента запаса прочности

$$L_{\text{доп. расч}} = \frac{S_{\text{доп}} - (G + G_0)(W' \cos \beta + \sin \beta)}{P_{\text{к}} (W'_{\text{к}} \cos \beta + \sin \beta)}. \quad (10.3)$$

Для расчета воспользуемся табл. 10.1, в которой приведены характеристики подъемных канатов (столбцы 1–4), длина трех слоев навивки каната на барабаны подъемных машин (столбцы 5–9) и допустимая длина каната на разрывное усилие для скипа (вагонетки) различной вместимости (столбцы 10–15).

Принцип расчета подъемной установки приведен на примере.

Пример расчета

Требуется пройти наклонный ствол (уклон) длиной 1000 м. Угол наклона $\beta = 15^\circ$.

По табл. 10.1 определяется, что подъемные машины Ц1,2×1,0 и Ц1,6×1,2 по канатоемкости не обеспечивают такой длины. Для проходки можно использовать подъемные машины Ц2×1,5, Ц2,5×2 и Ц3×2,2.

Канат $d = 18$ мм с маркированной прочностью $\sigma = 1570$ Н/мм² не подходит по прочности.

При использовании каната $d = 18$ мм с $\sigma = 1670$ Н/мм² скип вместимостью 4,0 м³ использовать нельзя, а скипом с $V = 3,5$ м³ можно пройти 464 м, с $V = 3,0$ м³ – с 464 до 854 м, с $V = 2,5$ м³ – с 854 до 1223 м, т. е. на всю длину наклонной выработки. При канате с $\sigma = 1860$ Н/мм² можно пройти с $V = 4,0$ м³ – 335 м, $V = 3,5$ м³ – с 335 м до 939 м, $V = 3,0$ – с 939 м до 1321 м, т. е. до конечной точки.

Если использовать подъемную машину Ц2×1,5 и канат $d = 20$ мм с маркировочной прочностью 1860 Н/мм², то все 1000 м можно пройти используя скип вместимостью 4,0 м³. Выбор варианта зависит от типа подъемной машины и марки каната.

Разгрузка породы на поверхности из вагонетки может производиться боковым или башенным опрокидывателем (см. рис. 10.1). Башенный опрокидыватель позволяет аккумулировать породу в бункере, что устраняет простои при выгрузке.

При подъеме породы скипом разгрузка производится с помощью разгрузочных кривых над бункером, из которого породы отвозятся автосамосвалами (см. рис. 10.2).

При подъеме породы конвейерами разгрузка производится над бункером, из которого эти породы отвозят в отвал.

Таблица 10.1

Расчетные длины канатов по разрывному усилию и по трем слоям навивки на барабане подъемных лебедок и машин при подъеме груженых сосудов из выработки с углом наклона $\alpha = 15^\circ$ [31]

Характеристика каната ГОСТ 7668–80				Длина трех слоев навивки каната на барабаны подъемных лебедок и машин, м					Расчетная длина каната по разрывному усилию при подъеме груженого подъемного сосуда вместимостью и массой ($\text{м}^3/\text{кг}$), м					
$\frac{d}{P}$	Маркировочная группа, σ , $\text{Н}/\text{мм}^2$ ($\text{кгс}/\text{мм}^2$)	Суммарное разрывное усилие всех проволок каната, Н	Допустимое статическое натяжение при $m = 7,5$, Н	Ц1,2×1	Ц1,6×1,2	Ц2×1,5	Ц2,5×2	Ц3×2,2	Скип, $\text{м}^3/\text{кг}$				Вагонетка, $\text{м}^3/\text{кг}$	
									4,0 10400	3,5 8920	3,0 7960	2,5 7060	3,3 6350	2,5 5140
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$\frac{18}{1,24}$	1570 (160)	197000	26267	413	820	1330	2300	2970	-	231	623	992	1199	1774
	1670 (170)	209500	27933						-	464	854	1223	1490	2005
	1770 (180)	221500	29533						98	703	1093	1464	1671	2246
	1860 (190) (200)	234000	31200						335	939	13321	1700	1908	2483
$\frac{20}{1,52}$	1570 (160)	241000	32133	474	750	1200	1890	2700	465	958	1278	1579	1748	2220
	1670 (170)	253000	33733						717	1210	1530	1831	2000	2471
	1770 (180)	271500	36200						957	1450	1770	2071	2240	2711
	1860 (190) (200)	286500	38200						1007	1722	2022	2323	2492	2963

Продолжение табл. 10.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<u>22</u> 1,83	1570 (160)	290000	38667	-	690	1105	1750	2480	1054	1463	1729	1979	2127	2511
	1670 (170)	308000	41067						1293	1708	1968	2218	2359	2750
	1770 (180)	326500	43533						1542	1951	2217	2467	2668	2999
	1860 (190) (200)	344500	45933						1791	2200	2406	2716	2797	3248
<u>23,5</u> 2,13	1570 (160)	338500	45133	-	650	1035	1700	2330	1430	1780	2003	2269	2386	
	1670 (170)	35950	47933						1671	2014	2238	2505		
	1770 (180)	380500	50733						1913	2257	2480			
	1860 (190)	402000	53600						2156	2459	2723			
<u>25,5</u> 2,5	1570 (160)	395500	52733	-	620	960	1620	2150	1661	1960	2872			
	1670 (170)	420500	56067						2062	2362				
	1770 (180)	445000	59333						2303	2602				
	1860 (190)	470000	62667						2550	2850				

Продолжение табл. 10.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<u>27,0</u> 2,8	1570 (160)	444500	59267	-		895	1540	1940	2056	2323				
	1670 (170)	472500	63000						2303	2571				
	1770 (180)	500500	667333						2551	2819				
	1860 (190)	528000	70400						2791	3059				
<u>29,0</u> 3,21	1570 (160)	510000	68000	-	-	850	1500	1900	2974	2606				
	1670 (170)	542000	72267						2633	2864				
	1770 (180)	574000	76533						2882	3122				
	1860 (190)	605500	80733						3145	3374				

Контрольные вопросы

1. *Необходимость и условия возможности применения канатной откатки при проходке наклонных выработок.*
2. *Достоинства и недостатки при использовании вагонеток и скипов.*
3. *Какие преимущества достигаются при применении скипов переменной вместимости?*
4. *Способы разгрузки скипов и вагонеток.*
5. *Какие преимущества имеет башенный опрокидыватель по сравнению с боковым?*

11. ОТКАЧКА ВОДЫ ИЗ ЗАТОПЛЕННЫХ ВЫРАБОТОК

11.1. Общие сведения

При строительстве, реконструкции и эксплуатации шахт в сложных горно-геологических условиях происходят внезапные прорывы воды или пливунов.

Внезапные прорывы воды можно разделить на две характерные группы:

I – прорыв воды без выноса или с незначительным выносом размывших горных пород;

II – прорывы пливунов или прорыв воды с выносом большого объема различных горных пород.

В России внезапные прорывы воды происходили в Кизилловском угольном бассейне, на Северо-Уральских бокситовых рудниках, в Кузбассе, а также в Донбассе и Средней Азии.

Внезапные прорывы воды происходят как при проходке вертикальных стволов, так и при проходке горизонтальных и наклонных выработок, при этом приток воды достигает от 200 до 1500 м³/ч при давлении от 3 до 15 атм.

В 90-х годах прошлого столетия в Кузбассе многие шахты были закрыты и затоплены необоснованно. Некоторые из этих шахт восстанавливаются, а восстановление требует откачки воды из шахт.

При проходке вертикальных стволов внезапные прорывы воды происходят при вскрытии напорного водоносного горизонта или вскрытии водоносной трещины в породе, соединенной с напорным водоносным горизонтом.

Возможные схемы внезапных прорывов воды при проходке вертикальных стволов приведены на рис. 11.1, а внезапных прорывов пливунов – на рис. 11.2.

Внезапные прорывы воды происходят и при проходке горизонтальных и наклонных выработок.

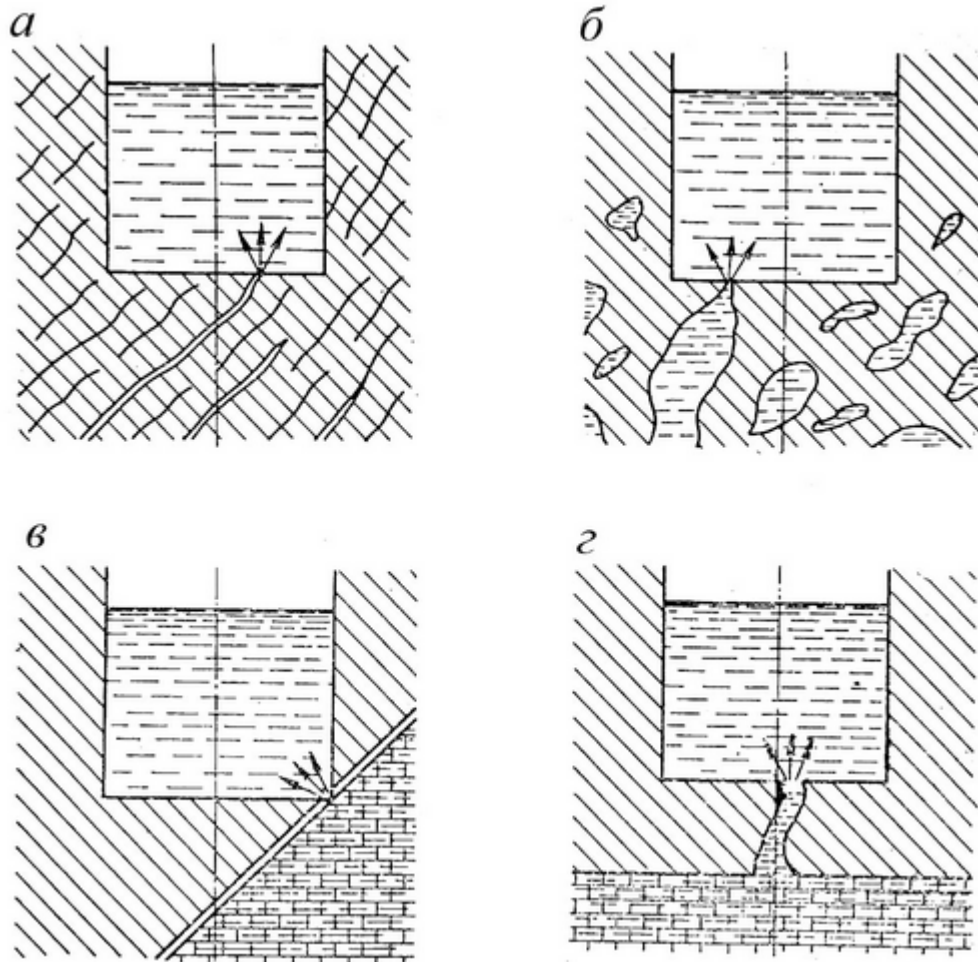


Рис. 11.1. Схемы внезапных прорывов воды
в вертикальные стволы:

а – из водоносных трещин; *б* – из карстовой полости; *в* – из сбросовой полости; *г* – через щель водоупорной породы

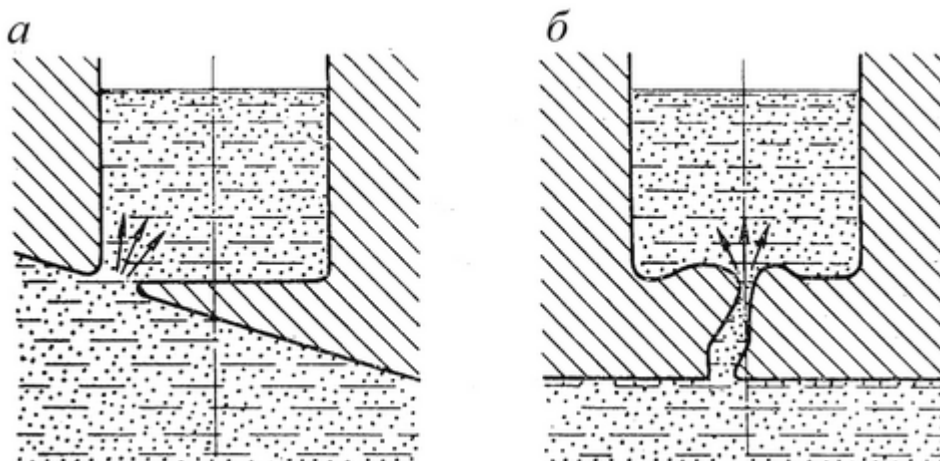


Рис. 11.2. Схемы внезапных прорывов пльвуна
в вертикальные стволы:

а – на контакте с водоупорной породой; *б* – через щель водоупорной породы

11.2. Примеры из практики

В **Кизилловском бассейне** на шахте № 6 «Капитальная» при проходке вертикальных стволов происходили неоднократные внезапные прорывы воды с выносом размытых горных пород. Приток воды достигал $200 \text{ м}^3/\text{ч}$ при давлении до 15 атм.

На **Северо-Уральском бокситовом руднике** при проходке вертикальных стволов в среднем на каждые 200 м ствола происходили внезапные прорывы воды с притоком до $200 \text{ м}^3/\text{ч}$ и давлением до 12 атм.

На **шахте «Центральная»** (Миргалимсай) при проходке ствола на глубине 200 м вскрыли трещину с притоком воды $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$ с выносом разрыхленных пород.

На **шахте «Тайбинская»** (Кузбасс) при проходке штрека по пласту Прокопьевскому произошел внезапный прорыв воды из обводненных горельников с начальным притоком 8 тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$. За 9 ч были затоплены выработки объемом в 75 тыс. м^3 .

Работа по откачке воды, очистке выработок от ила и ремонту нарушенной крепи и рельсовых путей продолжалась три месяца.

Подобные случаи внезапного прорыва воды и плывунов происходят и за рубежом.

Прорыв воды и плывунов с тяжелыми последствиями произошел в ФРГ на стволе № 3 шахты «Август-Виктория».

Ствол диаметром в свету 6,0 м и глубиной 800 м проходил в сложных геологических условиях: до глубины 218 м ствол проходил в замороженной зоне. Замораживание пород производилось через скважины, пробуренные вокруг ствола по окружности диаметром 20 м.

До глубины 223 м ствол был закреплен чугунными тубингами со стенками толщиной от 37 до 70 мм.

Пространство между тубингами и породными стенками заполнялось утрамбованной глиной.

Ниже 223 м ствол проходил обычным способом с монолитной бетонной крепью толщиной 400 мм.

По окончании проходки ствола на полную глубину на участке с тубинговой крепью появился капеж, хотя во время проходки этот участок ствола был сухим. Швы между тубингами ра-

зошлись, а на глубине 132 м от поверхности тубинговая крепь полностью разрушилась в течение нескольких минут.

На поверхности вокруг ствола образовалась воронка диаметром 120 м и глубиной 20 м. Копер был деформирован и упал в воронку.

Через 2–2,5 ч воронка на поверхности была затоплена водой.

Из затопленного ствола плывун объемом 70 тыс. м³ через сбойку затопил шахту.

В Донбассе на шахте «Первомайская» при проходке штрека по углю была встречена сбросовая трещина, соединенная с напорным горизонтом, расположенным на 6–8 м ниже почвы штрека.

При вскрытии трещины приток воды составлял 3000 м³/ч, а через сутки снизился до 250 м³/ч. Было затоплено два горизонта шахты.

На ликвидацию аварии было затрачено 53 дня работы.

11.3. Меры по предупреждению внезапных прорывов воды и плывунов

При разработке проекта производства работ на проходку горной выработки требуется тщательное изучение горно- и гидрогеологической характеристики пересекаемых выработкой пород, т. е. должны учитываться:

- крепость и трещиноватость пород;
- ожидаемый нормальный приток воды из пересекаемых выработкой пород;
- наличие сбросовых трещин, соединенных с напорным водоносным горизонтом;
- наличие или отсутствие на трассе выработки плывунов.

При наличии на трассе выработки условий для возможного прорыва воды или плывунов в проекте производства работ предусматриваются меры, исключаящие внезапные прорывы воды или плывунов. Это могут быть:

- тампонирующее горных трещиноватых пород;
- замораживание горных пород;
- спуск воды через предварительно построенные перемычки, задвижкой регулируется скорость выпуска воды.

Должно выполняться условие

$$Q_{\text{шах}} \leq Q_{\text{ст}} + Q_{\text{пер}},$$

где $Q_{\text{общ}}$ – общая подача насосной станции; $Q_{\text{пер}}$ – приток воды из-за перемычки; $Q_{\text{ш}}$ – нормальный приток воды в шахту.

При этом понижение уровня подземных вод и замораживание горных пород производится заблаговременно, а другие способы – при проходке горной выработки в водоносном горизонте.

При подходе горной выработки к водоносной трещине целесообразно применять тампонирующее или в горизонтальной (наклонной) выработке соорудить перемычку с патрубком и задвижкой для регулируемого спуска воды в шахту.

При подходе забоя вертикального ствола к водоносному горизонту устраивают тампонажные подушки, в них устанавливают во время бетонирования патрубки, через которые бурят скважины для производства тампонажных работ.

Толщина (высота) подушек b рассчитывается по максимальному давлению при нагнетании цементного раствора. Тампонажная подушка может быть сферической (рис. 11.3, а) или плоской (рис. 11.3, б).

Если по расчету высота подушки превышает 2,5 м, то применяют многоступенчатую подушку (рис. 11.4).

После проведения тампонажных работ подушки разбирают и продолжается проходка стволов.

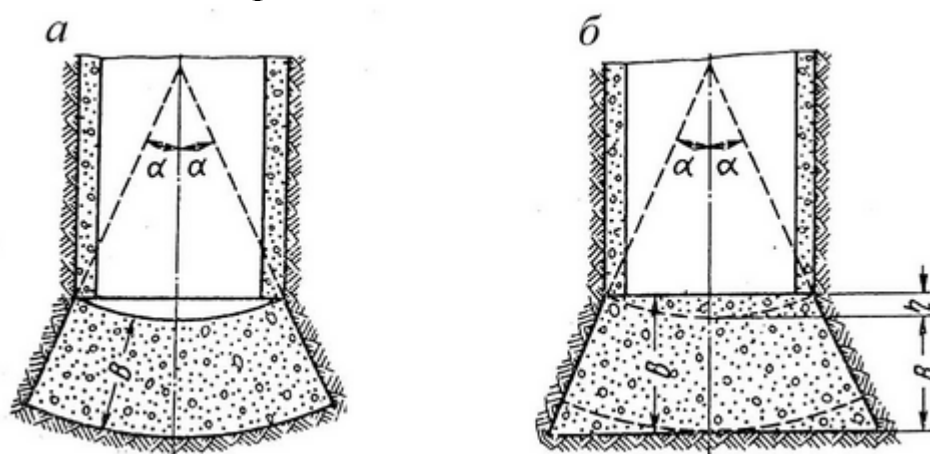


Рис. 11.3. Одноступенчатые тампонажные подушки:
а – сферическая; б – плоская

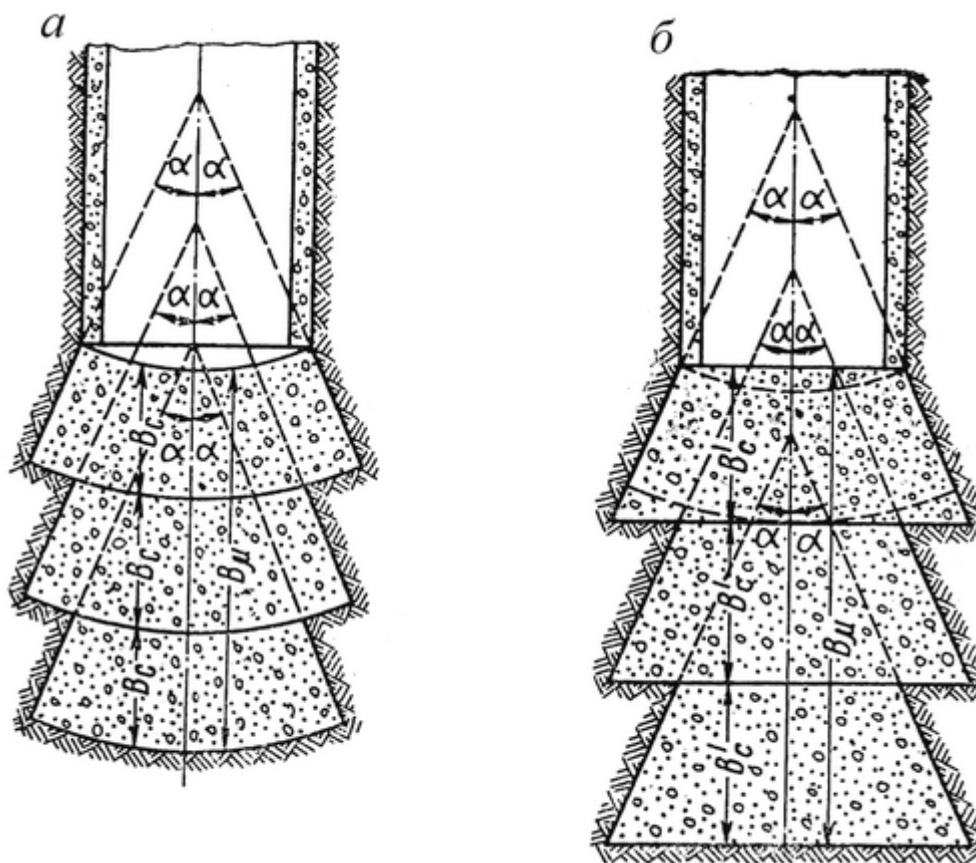


Рис. 11.4. Многоступенчатые тампонажные подушки:
a – сферическая; *б* – плоская

При вскрытии горизонтальными или наклонными выработками напорных водоносных горизонтов (сбросовые трещины) для избежания затопления выработок шахты применяют тампонирующее пород из забоя ствола или устраивают водонепроницаемые перемычки.

Применяют одноступенчатые клинчатые перемычки (рис. 11.5), беззубовые прямоугольные (рис. 11.6) и многоступенчатые (рис. 11.7).

Для того чтобы не затопить шахту, но вскрыть водоносный горизонт, перемычки выполняют с дверями (рис. 11.8).

Водонепроницаемая перемычка с дверями сооружается в нескольких метрах от остановленного перед прорываемым забоем. В нижней части перемычки на высоте 40–60 см от почвы устанавливается труба с задвижкой.

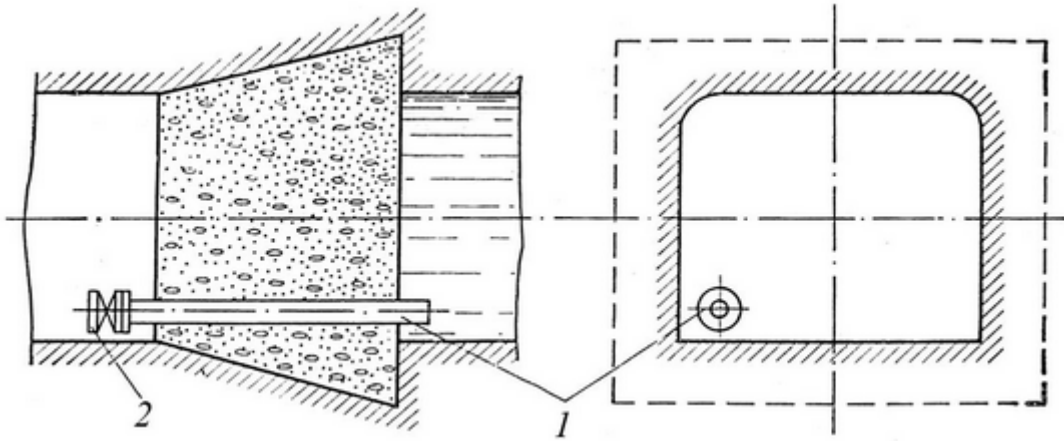


Рис. 11.5. Схема одноступенчатой клинчатой водонепроницаемой перегородки:
1 – дренажная труба; 2 – задвижка

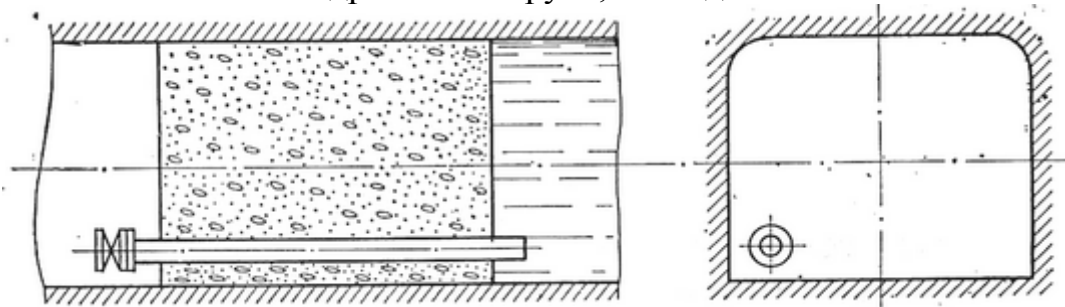


Рис. 11.6. Схема безрубцовой прямоугольной водонепроницаемой перегородки

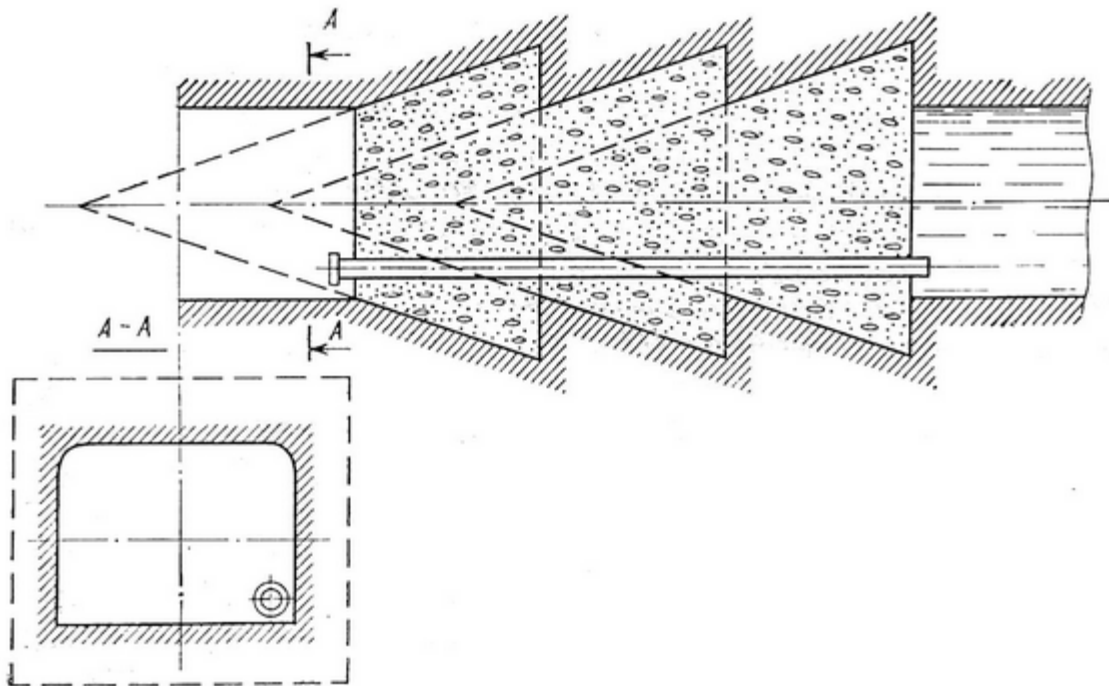


Рис. 11.7. Схема многоступенчатой клинчатой водонепроницаемой перегородки

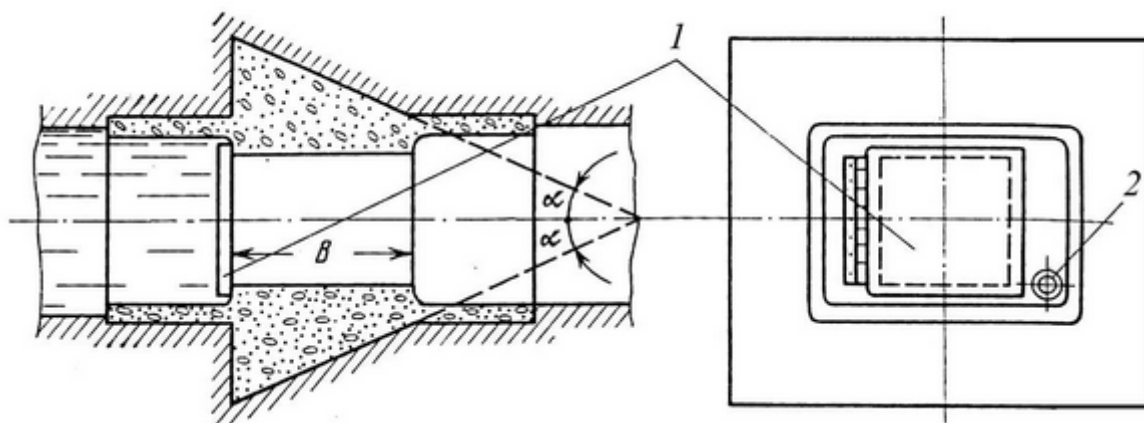


Рис. 11.8. Схема одноступенчатой клинчатой водонепроницаемой перемычки с металлической дверью:
1 – металлическая дверь; 2 – дренажная труба

После набора бетоном перемычки проектной прочности через двери проходчики проходят к забою. Забой обруивают и заряжают шпуров. Затем выходят через двери из-за перемычки, закрывают двери и задвижку. Выпуск воды регулируют задвижками так, чтобы стационарные насосы шахты успевали ее откачивать.

Если при вскрытии выработкой водоносного горизонта ожидается вынос песка, то сооружают фильтрующие перемычки (рис. 11.9).

Применение фильтрующих перемычек позволяет избежать заиливания большой протяженности горных выработок, очистка которых может выполняться только вручную.

В зависимости от местных условий могут устанавливаться 2–4 фильтрующие перемычки.

Перед вскрытием участков горных выработок на случай прорыва воды они соединяются с водосборниками и другими выработками, которые можно заполнить водой, чтобы избежать вывода всей шахты из строя. Выработки, по которым будет отводиться вода, должны быть очищены, и вода направлена кратчайшим путем к месту ее откачки на поверхность или к резервным емкостям (выработкам).

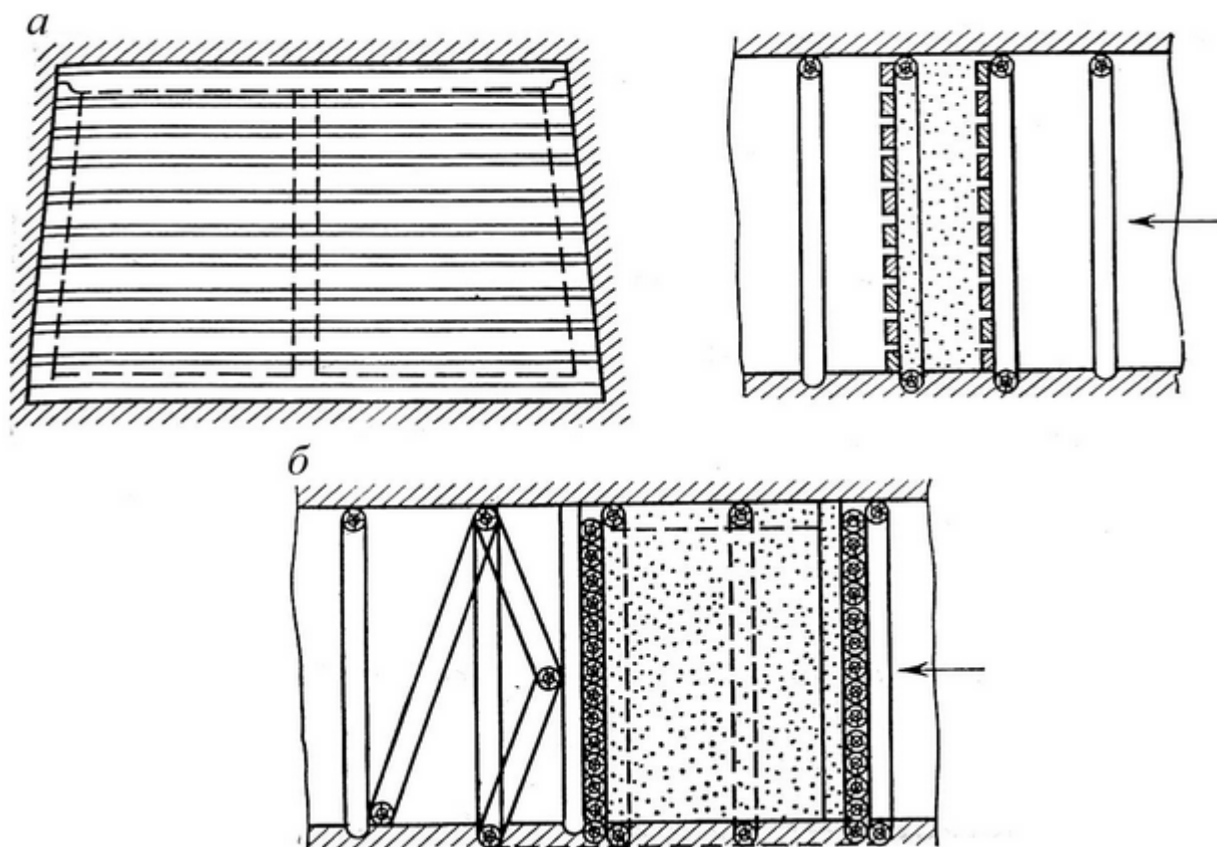


Рис. 11.9. Фильтрующие перегородки:
а – из досок; *б* – из рудничных стоек

В случае если затоплена вся шахта, в том числе и околоствольный двор с насосной станцией, то откачивать воду подвесными насосами невозможно ввиду большого объема воды и малой подачи подвесных и проходческих насосов (30–50 м³/ч). Для того чтобы уменьшить объем откачиваемой подвесными насосами воды, ограничивают ее объем с помощью бетонных перегородок. Для этого в выработке, через которую поступает вода из водоносного горизонта, устраивают бетонную перегородку.

Технология производства работ по подводному бетонированию перегородки в затопленной шахте приведена на рис. 11.10.

С поверхности на эту выработку бурят три-пять скважин, в них монтируются трубы для спуска бетонной смеси.

Расстояние между скважинами зависит от толщины бетонной перегородки и обычно составляет 3–7 м.

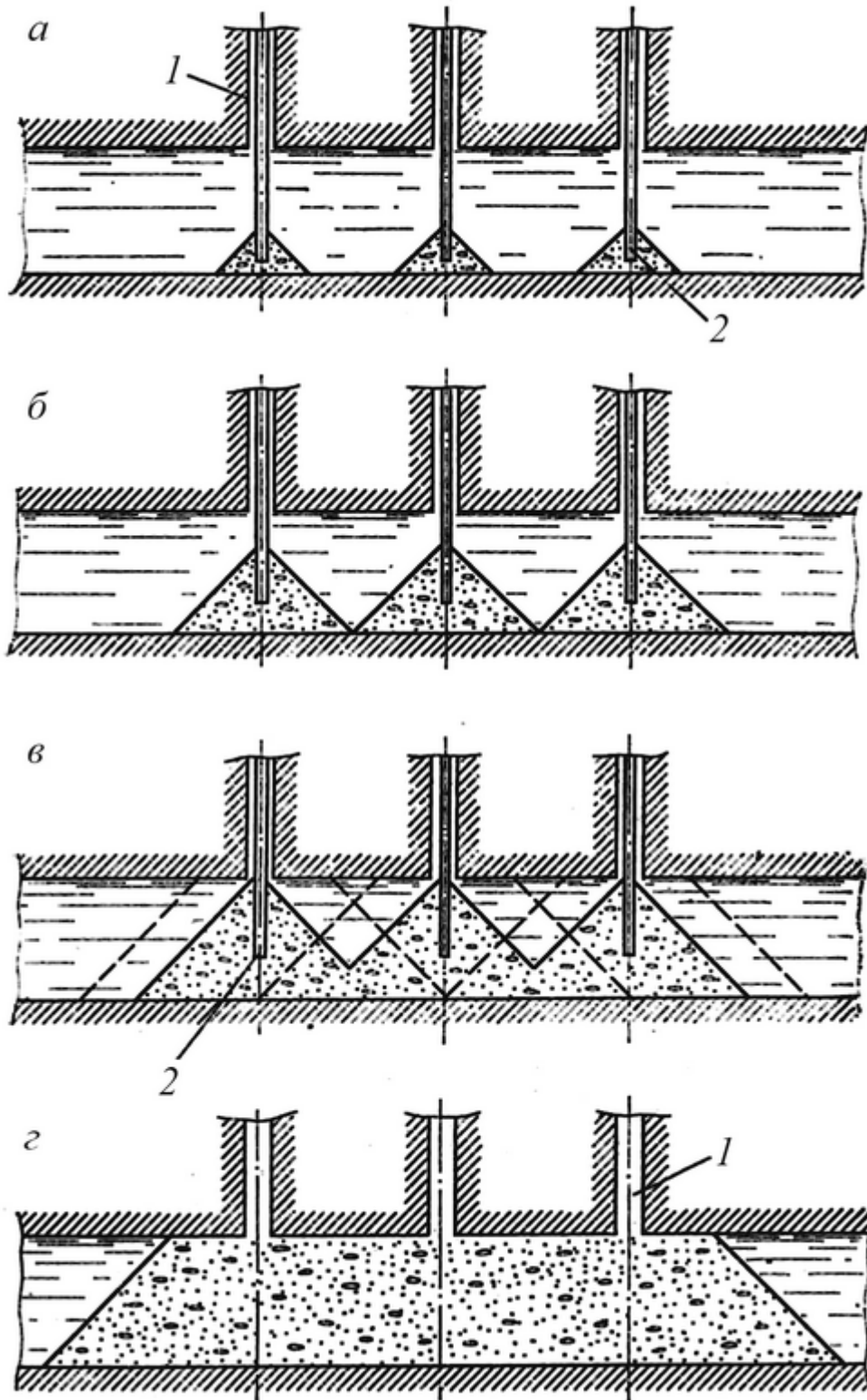


Рис. 11.10. Схема подводного бетонирования при строительстве подводной водонепроницаемой перемычки в затопленной выработке: *a* – образование бетонных холмиков-затворов у вертикально перемещающихся труб; *б* и *в* – укладка вертикально перемещающимися трубами бетона внутрь ранее уложенного; *г* – построенная подводная перемычка; *1* – буровые скважины; *2* – вертикально перемещающиеся трубы

Трубы опускают на почву выработки, заполняют их бетонной смесью на всю их высоту и затем приподнимают от почвы выработки на 20–25 см. Одновременно с выпуском бетонной смеси производится заполнение трубы. Объем заполнения бетонной смесью трубы должен быть не менее объема выпуска бетонной смеси за один подъем. Такой способ подводного бетонирования называется способом вертикального перемещения трубы (ВПТ).

После возведения бетонной перемычки приступают к откачке воды из ограниченного объема затопленных выработок подвесными насосами. Затем в перемычке пробуривают скважину и устраивают в ней трубу с задвижкой, которой регулируют выпуск воды из-за перемычки.

Выпускаемая из-за перемычки вода откачивается горизонтальными насосами.

Контрольные вопросы

- 1. Какие существуют группы откачки воды?*
- 2. Возможные схемы прорывов воды в горные выработки.*
- 3. Меры предупреждения внезапных прорывов воды и плывунов.*
- 4. Конструкции тампонажных подушек.*
- 5. Когда устраиваются перемычки с дверями?*
- 6. Назначение и устройство фильтрующих перемычек.*
- 7. Когда устраиваются многоступенчатые тампонажные подушки?*
- 8. Когда применяется способ устраивания тампонажных подушек методом ВПТ?*

12. АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ УГЛУБКИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ

Существующие до настоящего времени критерии оценки эффективности строительства и углубки вертикальных стволов не позволяют объективно оценивать достигнутые результаты работы шахтостроителей.

Установленные государством или субъектом Российской Федерации расценки и нормативные скорости проходки и армировки горных выработок (в Кемеровской области расценки и нормативы скорости проходки горных выработок утверждены областной Администрацией [33]) научно не обоснованы и не учитывают многих факторов, влияющих на скорость проходки.

Существующие в настоящее время критерии оценки «среднемесячная календарная скорость» (раньше называлась «техническая скорость») и «календарная скорость строительства» (раньше называлась «коммерческая скорость») в разных литературных источниках определяются по-разному.

Так в работе [34] среднемесячная календарная скорость проходки v_k , м/мес., определяется из выражения

$$v_k = \frac{H}{e n},$$

где H – общая глубина ствола, м (значит с учетом устья ствола и технологического отхода), или шаг углубки [10]; $\sum n$ – суммарное число календарных месяцев, затраченных при проходке ствола без учета простоев.

Авторы [35] v_k , м/мес., определяют по формуле

$$v_k = \frac{H}{e n},$$

где H – глубина ствола без технологической части (устья), м, а высота технологической части может достигать 60–70 м.

Календарная скорость строительства v_c (м/мес.) по [1] определяется по формуле

$$v_c = \frac{H}{T_c},$$

где H – полная глубина ствола, м; T_c – общее календарное время строительства ствола, мес., определяемое из выражения

$$T_c = t_0 + \frac{H - h_0}{v_{\text{п}}} + t_{\text{п.с}} + \frac{W_c}{v_c} + t_{\text{п.а}} + \frac{H}{v_a},$$

где t_0 – время проходки технологического отхода и монтажа оборудования в стволе; H – глубина ствола, м; h_0 – глубина технологического отхода, м; W_c – объем сопрягающихся со стволом выработок, м³; $v_{\text{п}}$ – скорость проходки ствола, м/мес.; v_a – скорость проходки сопряжения, м/мес.; $t_{\text{п.с}}$ и $t_{\text{п.а}}$ – продолжительность подготовительных работ к рассечке сопряжений и армирования.

При углубке стволов к общей продолжительности, приведенной в формуле, нужно прибавить продолжительность проходки вспомогательных выработок, устройства и ликвидации предохранительных устройств. Продолжительность выполнения этих работ зависит от принятой схемы углубки и расположения выработок в околоствольном дворе.

Важными факторами, влияющими на величину среднемесячной календарной скорости и календарной скорости строительства ствола, являются:

- диаметр ствола, м;
- глубина ствола (шаг углубки), м;
- крепость пересекаемых пород f ;
- приток воды в стволе, м³/ч;
- наличие в стволе сопряжений и приствольных камер (их число и объем);

- конструкции армировки (число станков, число ниток проводников и т. д.).

Рассмотрим влияние этих факторов.

Диаметр ствола

С увеличением диаметра ствола скорость проходки уменьшается, а объем проходки готового ствола, выраженный в кубических метрах, увеличивается.

При нормативной скорости проходки в 60 м/мес. (для Донбасса), если принять скорость проходки стволов в м/мес. диаметром 5 м за 100 %, для стволов диаметром 7 м этот норматив завышен почти в 1,8 раза, а диаметром 8 м – в 2,5 раза. Эквивалентные фактическому объему работ в м³/мес. нормативы в м/мес. должны быть соответственно 30,6 и 23,4 м/мес. Для пересчета норматива авторами [35] предлагается формула

$$v_{\text{ЭКВ}} = \frac{25v_{\text{уст}}}{D_{\text{СТВ}}},$$

где $v_{\text{уст}}$ – установленный норматив, м/мес.; $D_{\text{СТВ}}$ – диаметр ствола в свету, м.

Глубина ствола

На стволах небольшой глубины (до 300 м) достичь нормативной скорости проходки довольно сложно по следующим причинам:

- большая доля затрат времени на проходку технологического отхода;
- низкие скорости проходки во время опытных взрываний при отработке паспорта БВР;
- требуется время на отработку технологии и сработанности членов бригады.

Ведь практика скоростных и рекордных проходок стволов в России, в Украине и за рубежом показала, что все они были осуществлены с начальной глубины более 250 м.

Оснастить ствол с глубиной 150–300 м так же, как и ствол с глубиной 500–1000 м, экономически нецелесообразно, так как

удельные затраты на 1 м ствола у стволов небольшой глубины значительно превышают удельные затраты глубоких стволов и не сокращают общую продолжительность строительства ствола.

Оснащение ствола временным копром и временной подъемной машиной обычно составляет 15–20 мес. и мало зависит от глубины ствола.

При оснащении вертикального ствола блока № 5 шахты «Распадская» диаметром 8,5 м и глубиной 220 м было рассмотрено два варианта:

- проходку производить с временного копра и временной подъемной машины;

- проходку производить с проходческого агрегата ПА-2, а за время проходки ствола, разделки пяти сопряжений и армировки в стороне смонтировать постоянный копер, который после демонтажа ПА-2 надвинуть. За это же время построить постоянный подъем.

Расчеты и фактическое исполнение варианта с ПА-2 показали, что при месячной скорости проходки с использованием ПА-2 в 20–25 м был пройден ствол и выполнены сопряжения, а с использованием временного копра и временной подъемной машины было бы только закончено оснащение ствола.

Вывод. Основными факторами при технико-экономическом обосновании при выборе схемы оснащения являются:

- минимальные затраты времени на оснащение и строительство вертикального ствола;

- минимальные трудовые затраты;

- минимальные финансовые затраты.

Крепость пород

С увеличением крепости пород снижаются нормы выработки на производство работ по бурению шпуров и погрузке горной массы, следовательно, и снижается скорость проходки.

Приток воды

При притоке воды в ствол снижаются нормы выработки на все процессы и требуются дополнительные работы по производству водоуправляющих колец и станций перекачки.

Наличие сопряжений и приствольных камер

Наличие этих выработок требует определенного переоснащения, нарушает цикличность и ритмичность работы и снижает скорость проходки ствола.

Конструкция армировки

Наличие главных и вспомогательных расстрелов в поперечном сечении ствола зависит от количества и типа подъемных сосудов, наличия или отсутствия лестничного и трубного отделения, различия сопряжений (требующих устройства клетевых станков) и ряда других факторов.

Наиболее простая армировка – в вентиляционных и воздухоподающих стволах, в которых обычно размещаются два подъемных сосуда и четыре проводника, наиболее сложная армировка – в клетевых стволах, в которых кроме подъемных сосудов (по четыре проводника на каждый сосуд) имеется еще подъемный сосуд для обеспечения спиральных углеспусков. Так на блочных стволах шахты «Распадская» в стволе монтировали 12 проводников и четыре клетевых станка, кроме того там еще имеются трубные и кабельные отделения и дополнительно закладываются кронштейны для крепления спиральных углеспусков.

Сравнить подобные типы армировки очень сложно.

Учитывая и принимая во внимание изложенное в этой главе, можно сделать вывод, что среднемесячная скорость проходки ствола и среднемесячная календарная скорость строительства ствола (лучше «техническая скорость» и «коммерческая скорость») не характеризуют эффективность строительства и углубки ствола, о чем свидетельствует ряд работ [36, 37].

Основным критерием для выбора технологии строительства и углубки вертикальных стволов должна быть:

- минимальная подготовительность строительства;
- минимальные финансовые затраты;
- минимальные трудовые затраты.

Это определяется методом сравнения различных схем, и выбирается оптимальный вариант.

Контрольные вопросы

1. Недостатки экономической оценки эффективности проходки стволов по среднемесячной календарной скорости проходки (технической скорости проходки).
2. Недостатки календарной скорости строительства ствола по определению экономической эффективности.
3. Зависимость технической скорости проходки от диаметра ствола.
4. Зависимость технической скорости проходки от крепости пород.
5. Зависимость технической скорости проходки от притока воды в ствол.
6. Зависимость технической скорости проходки от сложности армирования ствола (наличия клетевых станков, числа ниток проводников, наличия лестничного отделения, отделения трубопроводов).
7. Зависимость сложности оснащения ствола от его глубины.

13. СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ В ПЕРИОД РЕКОНСТРУКЦИИ ШАХТЫ

13.1. Общие сведения

Объем строительных работ при реконструкции шахт зависит от ряда факторов:

- технического состояния поверхностного комплекса;
- схемы вскрытия нового горизонта;
- сохранения или увеличения производственных показателей шахты.

Наибольший объем строительных работ выполняется при объединении двух-трех шахт в одну со строительством единого поверхностного комплекса и при увеличении производственной мощности реконструируемой шахты: наименьший – при реконструкции для поддержания действующей мощности реконструируемой шахты.

Объем работ поверхностного строительства при реконструкции шахт от общего объема работ по реконструкции значителен и в процентах на шахтах Кузбасса составил:

- «Киселевская» – 25,8 %;
- им. Ф. Э. Дзержинского – 31,8 %;
- «Капитальная» – 42,1 %;
- им В. И. Ленина – 43,7 %;
- им. XXIV съезда КПСС – 49,4 %.

По назначению строительные работы подразделяются:

- на строительство временных зданий и сооружений (монтаж временных копров, строительство временных зданий подъемных машин, строительство компрессорной и др.);
- строительство и реконструкцию постоянных зданий и сооружений (реконструкция или замена копров, строительство новых зданий подъемных машин, строительство очистных сооружений, расширение АБК и др.).

13.2. Особенности строительства зданий и сооружений в период реконструкции шахты

В соответствии с проектами реконструкции шахт строительство зданий и сооружений различного назначения может производиться как на промышленной площадке действующей шахты,

так и на новых площадках в некотором удалении от главной промплощадки шахты (обычно фланговые стволы, закладочные комплексы, очистные сооружения и др.).

Строительство зданий и сооружений на таких новых площадках по существу ничем не отличается от обычного строительства и должно осуществляться в полном соответствии с проектом организации работ с первоочередным выполнением внеплощадочных и внутрислощадочных работ подготовительного периода до начала разворота работ на новой промплощадке.

Строительство зданий и сооружений на промышленной площадке действующей шахты часто связано с большими трудностями: стесненностью площадки, необходимостью реконструкции действующих комплексов, иногда связанных с их временной остановкой, переносом подземных коммуникаций, отсутствием площадок для складирования материалов, затруднениями с расстановкой и работой строительной техники.

Все эти негативные явления на практике приводят к невозможности применения на строительстве современных промышленных методов, снижают производительность труда рабочих и приводят к большой продолжительности строительства.

Поэтому при организации работ на промплощадке действующей шахты должны четко выполняться обязанности заказчика и подрядчика в соответствии с договором. На большинстве реконструируемых шахт строительные работы осуществляются как на промплощадке действующей шахты, так и на новых площадках.

Рассмотрим комплексы зданий и сооружений, которые подвергаются реконструкции.

13.3. Комплекс подъема. Оснащение вертикальных и наклонных стволов при углубке и проходке

Реконструкция шахт, как правило, предусматривает перевод очистных работ на нижележащие горизонты, что требует углубки существующих или строительства новых вертикальных или наклонных стволов или уклонов. В последние годы при реконструкции многих угольных шахт предусматривается их перевод на полную конвейеризацию, а железорудных – на выдачу руды на поверхность ленточными конвейерами. В этом случае предусматри-

вается строительство наклонных стволов с углом наклона 10–16°.

Большой опыт проходки наклонных стволов в Кузбассе в различных горно-геологических условиях позволил выбрать оптимальную схему оснащения: выдачу породы от проходки производить одноконцевой подъемной установкой в скипах, вместимость которых зависит от поперечного сечения и протяженности наклонного ствола.

При большой длине наклонных стволов и использовании для подъема скипа временной подъемной машины целесообразно применять скип переменной вместимости, так как это позволит уменьшить диаметр барабана и мощность подъемной машины и более рационально использовать грузонесущую способность каната.

При креплении наклонного ствола монолитным бетоном целесообразно использовать переставную металлическую опалубку ОМП конструкции КузНИИшахтостроя с подачей бетонной смеси за опалубку пневмобетонагнетателями БУК конструкции ВНИИОМШСа и спуском бетонной смеси с поверхности по скважине.

Скважину целесообразно оборудовать передвижным копром, с помощью которого производится монтаж и демонтаж бетоновода и подъем бункеров с бетоном при загрузке его в воронку бетоновода.

Этим определяется объем строительных работ по оснащению наклонного ствола: здание подъемной установки, эстакада, породный бункер с разгрузочными кривыми, вентиляционная установка с калориферной и теплотрасса от существующей котельной или строительство своей котельной.

При сооружении наклонных стволов по углю оснащение в зависимости от притока воды может быть как конвейерами, так и одноконцевым подъемом с выдачей угля вагонеткой или скипами.

Оснащение наклонных стволов при реконструкции шахт аналогично оснащению их при новом строительстве. При этом нужно стремиться для целей проходки использовать постоянные подъемные машины. При креплении наклонных стволов металлической крепью с перетяжкой бортов железобетонной затяжкой

при оснащении следует предусматривать установку козлового крана грузоподъемностью 3–5 тс.

Оснащение проходки новых вертикальных стволов при реконструкции шахт ничем не отличается от нового строительства.

Оснащение углубки вертикальных стволов более сложное в техническом и организационном отношении.

Очередность выполнения работ по углубке стволов зависит от числа сближенных вертикальных стволов на одной технологической площадке и оснащения этих стволов постоянными подъемными сосудами. В настоящее время на большинстве реконструируемых шахт на площадке имеется два или три сближенных вертикальных ствола.

При двух стволах на площадке:

один – скиповой, другой – клетевой. Наиболее часто скиповой ствол оборудуется двумя двухскиповыми подъемами. Возможны варианты:

- каждая пара скипов выдает полезное ископаемое со своего горизонта;

- одна пара скипов выдает полезное ископаемое, другая – пустую породу.

Оборудование клетевых стволов может иметь тоже два варианта:

- ствол оборудуется двухклетевым подъемом и имеет лестничное отделение;

- ствол оборудуется двухклетевым подъемом и скиповым с противовесом.

В зависимости от того, какие отделения ствола или весь ствол отдаются для производства работ по углубке, выбирается схема углубки и определяется объем строительных работ на поверхности по подъемной установке и проходческим лебедкам.

Если для проветривания углубляемого ствола или горизонта требуется установка вентиляторов, то в зависимости от принятой схемы проветривания, увязанной со схемой проветривания шахты, на поверхности монтируются нагнетательный, всасывающий или тот и другой вентиляторы.

Углубка скипового ствола имеет несколько особенностей.

В стволе может производиться полная замена армировки, т. е. в поперечном сечении ствола можно разместить бадьи необ-

ходимой (рациональной) вместимости. Нужно в данном случае проверить, бадьи какой вместимости могут разместиться в отделениях копра. Если отделения копра не позволяют разместить бадьи рациональной вместимости, то необходимо рассмотреть вопрос о возможности удаления (вырезки) ряда стержней (связей) копра. Если конструкция копра не позволяет это выполнить или эта работа экономически невыгодна и трудоемка, то вместимость бадей принимается по возможности их прихода в скиповом отделении копра.

В стволе остается существующая армировка – в этом случае вместимость бадей определяется возможностью их прохода по скиповому отделению.

При наличии двух сближенных вертикальных стволов на площадке наиболее часто для целей углубки строителям передается два отделения одной пары скипов. В соответствии с этим принимается решение по выбору типа и числа подъемных установок для углубки ствола. При этом нужно рассматривать не только оснащение ствола для собственно углубки, но и оснащение ствола по подготовке нового горизонта. Нужно стремиться к минимальному объему переоснащений, так как всякое переоснащение приводит к увеличению продолжительности времени реконструкции.

Углубку клетевых стволов при вскрытии шахтного поля двумя стволами возможно выполнить с выдачей породы на поверхность (схема I) без нарушения режима одного стационарного двухклетевого подъема. Второй подъем переоборудуется для подъема горной массы бадьями. Для проходческих целей возможно использование передвижной проходческой установки.

При другом оборудовании клетевых подъемов при схеме углубки (схема I) с выдачей породы на поверхность клетевой ствол временно, на период углубки, передается строителям, а его функции по спуску-подъему людей передаются на фланговые стволы. В этом случае для выдачи породы могут использоваться две передвижные подъемные установки или переоборудоваться клетевой подъем на двухбадьевой.

Если функции клетевых подъемов нельзя переключить на другие подъемы шахты, то клетевой ствол углубляется со спуском породы на подготавливаемый горизонт по скважине или ге-

зенку и выдачей ее через скиповой ствол (схема IV). В этом случае для спуска-подъема людей с рабочего горизонта в забой ствола может использоваться передвижная подъемная установка с поверхности, что потребует монтажа дополнительного шкива на копре, или производится монтаж подъемной установки в шахте на рабочем горизонте.

При трех стволах на площадке:

скиповой – оборудуется двумя парами скипов;

клетевой – оборудуется двухклетевым подъемом и имеет лестничное и трубное отделения;

скипо-клетевой (породоуглубочный) оборудуется клетью с противовесом и скипом с противовесом.

При трех стволах на площадке работы по углубке стволов несколько упрощаются, так как имеется большая возможность ствол для углубки временно полностью передавать строителям. Распространены два варианта очередности углубки стволов, которые приведены в табл. 13.1.

Таблица 13.1

Очередность и возможные схемы углубки вертикальных стволов

Очередность углубки	I вариант		II вариант	
	стволы	схемы углубки	стволы	схемы углубки
1	Породоуглубочный	I	Клетевой	I
2	Скиповой	I, II, IV	Скиповой	I, II, IV
3	Клетевой	I	Породоуглубочный	I

I вариант

Во время углубки породоуглубочного его функции выполняют скиповой и клетевой ствол. На поверхности работы проводятся по приспособлению копра, монтажу передвижных или переоборудованию для целей углубки постоянных подъемных машин.

Во время углубки скипового ствола его функции передаются породоуглубочному и клетевому стволам. При этом часть по-

лезного ископаемого может выдаваться клетями, поэтому у клетцевого ствола должен быть смонтирован опрокидыватель. Работа по подъемам и копру та же, что и при углубке породоуглубочного ствола.

Во время углубки клетцевого ствола его функции передаются породоуглубочному и скиповому стволам. Работы на поверхности по подъемам и копру аналогичны работам по породоуглубочному стволу.

II вариант

Передача функций углубляемого ствола другим стволам аналогична I варианту.

Если при реконструкции предусматривается строительство нового ствола, то он должен сооружаться в первую очередь и с него должны производиться работы по новому горизонту. Для сокращения продолжительности реконструкции, уменьшения работ на поверхности по переоборудованию копра и подъемов наиболее рациональной будет IV схема углубки.

При углубке ствола сложным может оказаться способ передачи, выданный на поверхность горной массы в транспортные средства для отвозки ее в отвал. Существующее надшахтное здание исключает возможность подъезда автосамосвала под бункер. Разборка части здания для организации подъезда автосамосвала под бункер может не допускаться по условиям проветривания шахты, поэтому на практике в зависимости от горнотехнических условий применяются различные способы передачи горной массы в поверхностные транспортные средства.

Наиболее простой случай транспортировки породы из-под бункера автосамосвалами может использоваться при возможности подъезда автосамосвала под бункер. В случае невозможности подъехать под бункер могут приниматься различные варианты:

- порода из-под бункера передается к автосамосвалу временным скребковым или ленточным конвейером;
- порода из бункера выгружается в вагонетки, лебедкой или толкателем вагонетка подается к боковому или башенному опрокидывателю, которым она выгружается в автосамосвал. При этом подача вагонов к опрокидывателю и возвращение их к породному бункеру должны быть автоматизированы или иметь дистанционное управление.

При невозможности подъезда автосамосвала с бетонной смесью к стволу нужно предусмотреть другие варианты:

- подача бетонной смеси к стволу вагонетками, при этом должна быть предусмотрена разгрузка вагонетки в бетонный бункер;

- подача бетонной смеси по мертвым наклонным желобам. Для создания достаточного для самотека уклона желобов нужно поднять их у надшахтного здания или у устья ствола выполнить приямок и в нем установить приемный бункер.

При установке вентилятора местного проветривания на поверхности трубопровод нужно расположить таким образом, чтобы он не препятствовал подъезду к стволу. В блоке с вентилятором должен быть смонтирован калорифер.

Для сокращения трудоемкости работ и времени оснащения ствола к углубке рекомендуется применять передвижные проходческие лебедки разработки Донгипрооргшахтостроя. Но в условиях существующей застройки действующей шахты не всегда предоставляется возможность подъезда к месту установки лебедки крана и трайлера с лебедкой. Довольно часто лебедка к месту монтажа подается в разобранном виде, поэтому продолжительность их монтажа значительно возрастает. В подобном случае нужно стремиться уменьшить число проходческих лебедок для оснащения. Работы по углубке ствола можно начинать только после выполнения наладочных работ, сдачи оснащения комиссии с представителем районной горнотехнической инспекции и составления на это соответствующего акта.

Временный подъем

На продолжительность работ по углубке стволов большое влияние оказывает выбор подъема, так как этим определяется время оснащения.

Для выдачи породы от углубки на поверхность может использоваться как постоянная подъемная машина, так и временная.

Временная подъемная установка может размещаться как на поверхности, так и в шахте, при этом горная масса может выдаваться как на поверхность, так и на один из горизонтов.

Размещение временной подъемной установки на поверхно-

сти имеет целый ряд преимуществ:

- на горизонте не требуется проходка камеры для подъемной машины, канатных ходков, выработок для проветривания камеры и т. п.;

- монтажные работы в шахте значительно сложнее и дороже;

- электрооборудование в шахте, как правило, должно быть во взрывобезопасном исполнении;

- обслуживание подъемной установки в шахте, контроль за состоянием подъемных канатов значительно сложнее и дороже.

Вариант расположения используемой для целей проходки постоянной подъемной установки на поверхности и разгрузки породы на одном из горизонтов имеет некоторые недостатки:

- требуется переоборудование действующего подъема, например, вместо двух подъемных сосудов можно использовать только один;

- требуется устройство дополнительных сооружений – отклоняющих и направляющих шкивов, роликов.

Так при углубке клетевого ствола шахты им. К. Е. Ворошилова ПО «Прокопьевскуголь» (Кузбасс) подъемный канат пересекал откаточную галерею, в связи с чем потребовалось: специальное устройство для установки направляющих шкивов, переместить в стволе водоотливные ставы и установить отклоняющие ролики, а в клетевом стволе шахты «Коксовая» того же ПО в зумпфе под клетевыми отделениями действующего подъема потребовалось установить специальные шкивы.

При углубке стволов применяют как одноконцевые, так и двухконцевые подъемные установки. Сравнение их работы приводит к следующим выводам:

1. Производительность двухконцевой подъемной установки выше (до 25 %) производительности одноконцевой и растет с увеличением шага углубки и глубины ствола.

2. При одинаковой вместимости бадей и равной скорости их движения мощность одноконцевой установки в 1,3–1,5 раза больше, чем двухконцевой.

3. Двухконцевой подъем при использовании его для углубки и проходки вертикальных стволов имеет ряд существенных недостатков:

- трудно осуществить одновременность разгрузки бадьи на верхней разгрузочной площадке и произвести перецепку бадьи в забое;

- подъем и опускание панциря в забое во время разгрузки бадьи на верхней разгрузочной площадке ухудшает безопасность работ;

- при проходе грузеной и порожней бадей через раструбы, а также на участках сопряжений ствола с горизонтами скорость ее движения снижается, что уменьшает производительность подъемной установки.

Одноконцевой подъем обладает большей гибкостью и маневренностью, способствует повышению безопасности работ, поэтому углубка стволов, как правило, производится одноконцевым подъемом.

Постоянные подъемные машины с диаметром барабана 4–6 м, переоборудованные бицилиндрические многоканатные машины применяются только при углубке стволов с использованием полного сечения ствола для размещения проходческого оборудования.

Использование постоянных подъемных машин для целей углубки имеет целый ряд особенностей:

1. Не рационально применять бадью небольшой вместимости (0,75–1,5 м³) из-за существующей армировки на подъемных машинах с большой мощностью электродвигателя.

2. Постоянные подъемные установки с диаметром барабана до 4 м не всегда пригодны для использования их при углубке, так как при углубке подъемная установка работает в более тяжелом режиме (пуск, торможение, остановка, отсутствие груза на другой ветви каната и т. п.), поэтому их использование требует замены электродвигателя на более мощный, а также замены электрической части.

3. Режим работы проходческого подъема существенно отличается от режима работы постоянного подъема, поэтому для использования постоянного подъема при углубке нужно:

а) демонтировать электрическую часть постоянного подъема;

б) смонтировать электрическую часть проходческого подъема;

ема перед началом углубки ствола;

в) демонтировать электрическую часть проходческого подъема после завершения углубки ствола;

г) смонтировать электрическую часть постоянного подъема;

д) демонтировать постоянные подъемные сосуды (скипы, клетки);

е) демонтировать постоянные подъемные и тормозные канаты;

ж) смонтировать временные некрутящиеся подъемные канаты и запанцировать их;

з) демонтировать временные подъемные канаты;

и) смонтировать постоянные подъемные и тормозные канаты;

к) смонтировать постоянные сосуды.

Выполнение перечисленных работ проводится последовательно, что значительно увеличивает сроки производства углубочных работ.

Для сокращения продолжительности углубочных работ часто бывает предпочтительнее организовать углубку ствола с передвижной подъемной установки (МПП-6,3, МПП-9, МПП-17,5), а за время производства углубочных работ выполнить все работы по постоянному подъему. Возможное снижение скорости углубки при использовании передвижной проходческой подъемной машины и, следовательно, увеличение времени на собственно углубку ствола компенсируется экономией времени на оснащение и переоборудование постоянного подъема.

Постоянный подъем

При необходимости замены подъемной машины в существующем здании подъема необходимо подготовить монтажный проем, т. е. разобрать часть стены и через этот проем выдавать демонтированную подъемную машину. Для новой подъемной машины необходимо выполнить работы по фундаменту под машину. Здесь может быть частичная разборка фундамента и бетонирование необходимой части. Но наиболее часто производится разборка существующего фундамента и строительство нового. Для сокращения трудозатрат по разборке фундаментов под подъемную машину возможно применение взрывных работ. В практике реконструкции шахт Кривбасса имеется опыт взрывных работ по разрушению фундамента двигателя скипового подъема и фун-

даментов компрессора в существующих зданиях. Согласно проекту, для разрушения фундамента двигателя бурились шпуры диаметром 42 мм в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Для снижения сейсмического действия взрыва в шпурах предусматривалось рассредоточение зарядов в горизонтальных – на две части, в вертикальных – на три. Кроме этого на полу машинного зала были уложены щиты из брусьев, собранных в жесткую раму, а на щиты уложены мешки с песком. В первую очередь взрывались горизонтальные шпуры, во вторую – вертикальные, с помощью которых разделяли фундамент двигателя от фундамента барабана подъемной машины.

При разрушении фундаментов под компрессоры для создания дополнительной обнаженной плоскости горизонтально на отметках $-2,0$ и $-1,0$ м от пола через $1,0$ м на ширину всего фундамента ($7,7$ м) бурились шпуры диаметром 105 мм, а между ними бурились шпуры $d = 40$ мм глубиной $1,5$ м, которые заряжались. В качестве ВВ использовался аммонит 6 ЖВ и электродетонаторы короткозамедленные (25 , 50 и 75 мс). Максимальная масса одновременно взрываемого ВВ не превышала $2,5$ кг. Удельный расход ВВ – $0,27$ кг/м³. Взрывной способ ликвидации фундаментов является надежным и достаточно эффективным.

После выгрузки взорванного фундамента вручную оформлялся котлован и возводился проектный фундамент.

Строительство нового здания подъема и монтаж более мощной подъемной машины производится в случае, когда невозможно в существующем здании подъема разместить проектную подъемную машину или когда объем работ по приспособлению существующего здания больше объема работ по строительству нового, а также когда существующее здание подъема будет нарушать общий архитектурный ансамбль поверхностного комплекса шахты.

Работы по копру

Реконструкция шахт обычно предусматривает увеличение ее производственной мощности, что приводит к необходимости увеличения вместимости подъемных сосудов, и это увеличивает

нагрузку на копер. Увеличить существующий копер не всегда возможно по его состоянию, поэтому требуется его замена.

Демонтаж существующего копра и монтаж нового требует большой продолжительности. Для сокращения продолжительности времени замены копра применяют способ его надвигки. Сущность его заключается в том, что во время производства работ по реконструкции, когда используется старый копер, на свободной площадке рядом со стволом монтируется новый копер. Из рельсов или двутавров устраивается путь, на котором монтируется новый копер. После демонтажа старого копра новый копер лебедками или домкратами надвигается на ствол и там закрепляется.

Если возможно существующий копер выдвинуть за пределы надшахтного здания, то разбирается стенка, под ноги копра подводится рельсовый путь и копер выдвигается за пределы здания, а на его месте надвигается вновь смонтированный копер.

Накаточными путями служат рельсы П-43 или Р-50 или двутавр № 20–40 в зависимости от грунтовых условий. Основание накаточных путей выполняется из щебня толщиной 0,5–0,8 м, монолитного бетона или сборных железобетонных балок шириной 1,5 м и высотой 0,9–1,0 м. Между собой железобетонные балки замоноличиваются.

В нашей стране выполнялась передвижка копра массой более 6 тыс. т. В копре до передвижки выполняется большой объем строительных и монтажных работ. Так, перед надвигкой башенного копра шахты «Северная» ПО «Воркутауголь» на каркас копра были почти полностью навешаны стеновые панели, забетонировано около 800 м³ монолитных перекрытий, выполнено более 770 м³ кирпичной кладки, установлены лестничные марши, смонтированы отклоняющие шкивы многоканатных подъемных установок и мостовой кран грузоподъемностью 50 т.

Расстояние передвижки копра зависит от местоположения свободной для монтажа площадки и составляет 20–60 м.

Данные по некоторым надвижкам копра приведены в табл. 13.2.

Таблица 13.2

Примеры надвигки копров

Шахта, ПО	Ствол	Размеры в плане копра или надшахтного здания	Высота копра, м	Масса передвижаемого сооружения, т	Материал копра и здания	Расстояние передвижки, м	Способ и средства передвижки
«Южная», Ростовуголь	скиповой		48	150	металлический с уклоной	60	скольжение, 3 лебедки через полиспасты
«Северная», Воркутауголь	вентиляционный	18×21	67,7	5000	металлический каркас, ж/б стеновые панели, монолитные перекрытия, кирпичные перегородки	нет данных	скольжение, лебедки через полиспасты, для ликвидации разворота 4 гидродомкрата по 160 тс
«Абайская», Карагандауголь	скиповой		45	224		20	3 лебедки ЛП 5/500 с полиспастами и 4 лебедки МП5×500 для создания устойчивости копра
«Воргошорская», Воркутауголь	шахтопроходческий	12×12	39	520	металлический каркас, ЛМК	60	скольжение, 2 лебедки ЛПЭ-18 для станка копра и 1 ЛП7-10 для уклоной ноги
Им. 50-летия СССР, Краснодонуголь	скиповой	12×12, разнос ног 48,8	60	более 1000	металлические перекрытия и монолитные ж/б покрытия, ограждения сборные ж/б панели	-	копробункер – скольжением, уклоные ноги – качением, передвижка – домкратами от гидростоек крепи М-87
Рудник четвертого Солигорского калийного завода	№ 3	21×24	125	более 6000	металлический каркас, сборные панели ограждения	51	качение, 2 лебедки ЛП 10/800 с полиспастами
	№ 4	21×24	125	более 6000		56	

Существуют два способа перемещения копра по накаточным путям: способ «качания», когда перемещение производится на специальной платформе по рольгангам и накаточным путям, и способ «скольжения», когда дорогостоящая специальная платформа и рольганги не применяются, а по накаточным путям скользят специальные лыжи. Для уменьшения коэффициента трения между лыжами и накаточными путями и, следовательно, уменьшения усилия передвижки применяется антифрикционный материал атаален, созданный учеными ленинградского НИИ «Химволокно». Использование атаалена показало, что максимальный коэффициент трения не превышал 0,024 вместо обычного 0,1–0,25. В зарубежной практике для уменьшения коэффициента трения при надвижке копра между лыжами и накаточными путями используется принцип воздушной подушки.

Технология надвижки копробункера с помощью гидродомкратов показана на рис. 13.1, а копра с помощью полиспастов – на рис. 13.2.

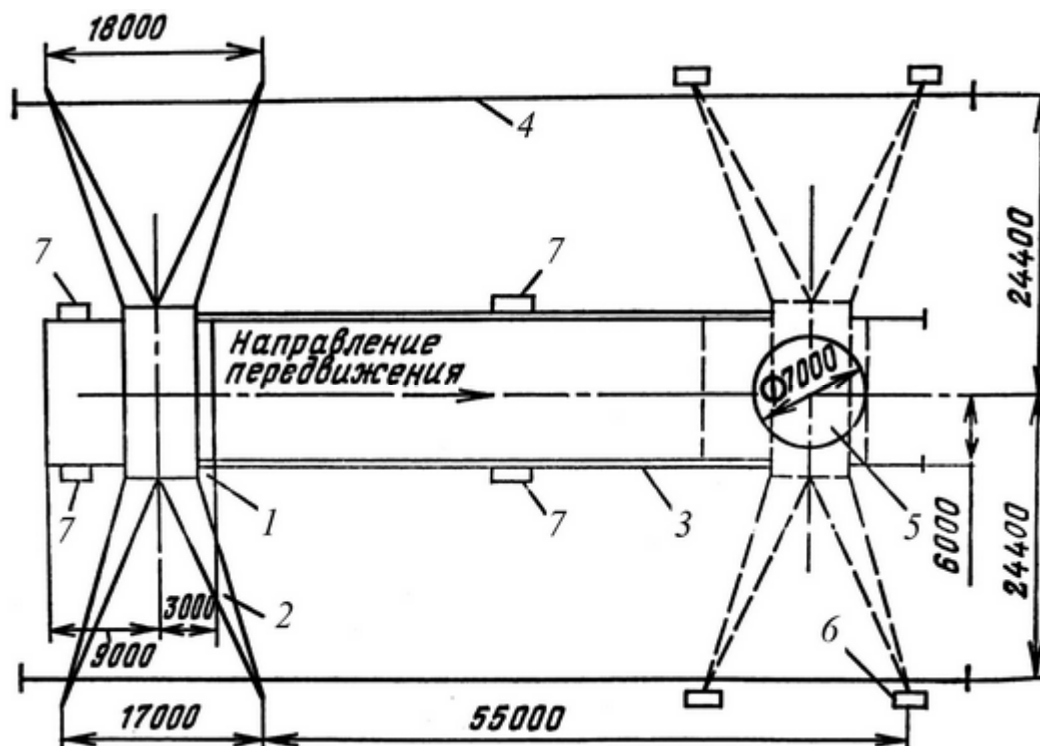


Рис. 13.1. Схема надвижки копробункера с помощью гидродомкратов:

1 – копробункер; 2 – укосина копра; 3 – накаточный путь под копер; 4 – накаточный путь под укосину; 5 – скиповой ствол; 6 – фундамент под укосину; 7 – гидродомкраты

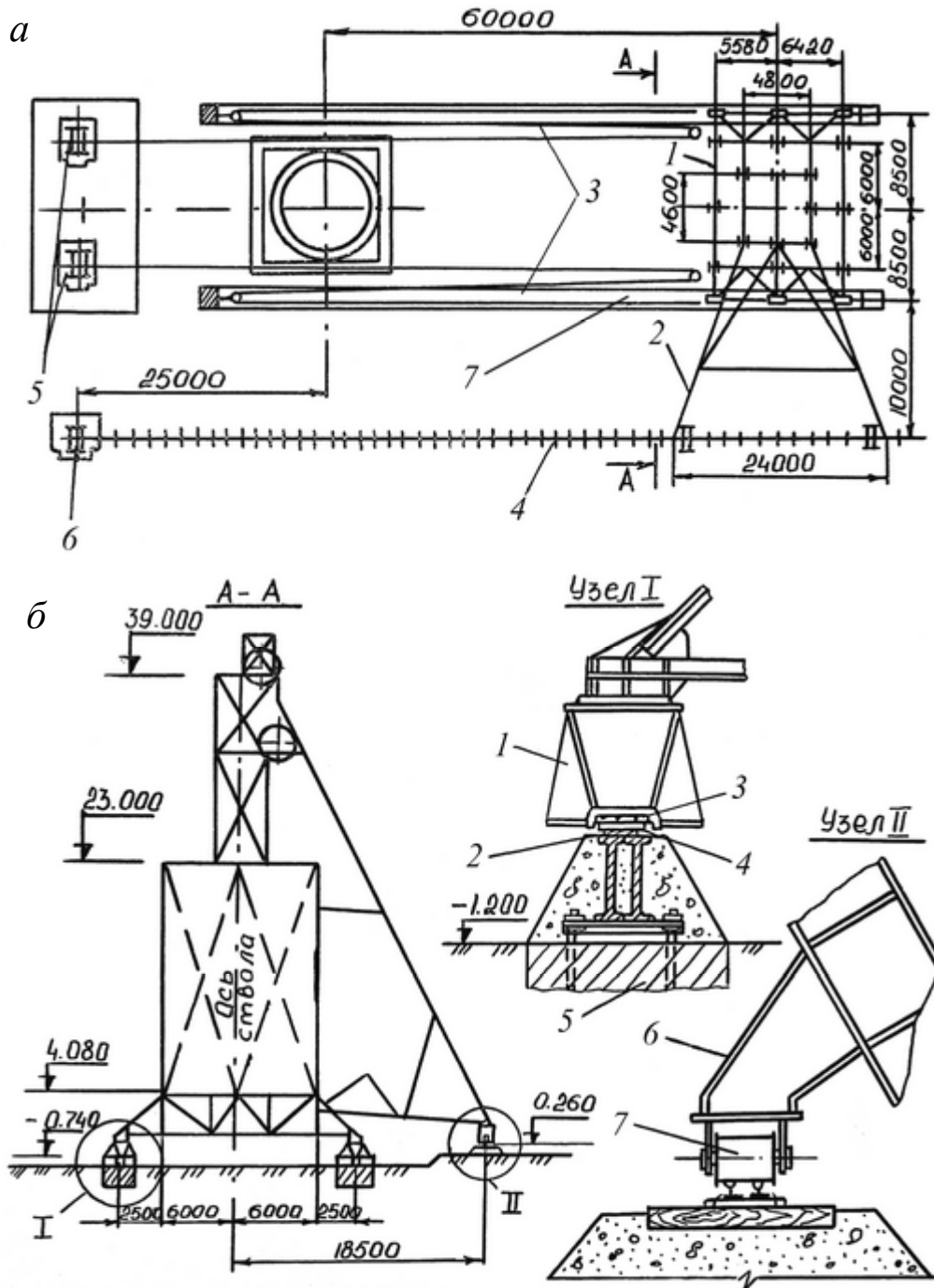


Рис. 13.2. Схема надвигки копра лебедками с полиспастами:

a – расположение оборудования и накаточных путей в плане; *1* – надшахтное здание и станок копра; *2* – укосная нога копра; *3* – накаточные пути станка копра; *4* – накаточный путь укосной ноги; *5* – лебедки для надвига надшахтного здания и станка копра; *6* – лебедка для надвига ноги копра; *7* – ролик; *б* – вид копра и узлы опирания конструкций копра на накаточные пути; *1* – башмак скольжения; *2* – сляб; *3* – лыжа; *4* – дорожка скольжения; *5* – фундамент накаточного пути; *6* – кронштейн; *7* – ролик; *8* – временная конструкция усиления надшахтного здания и укосины

Способ надвигки копров позволяет сократить продолжительность реконструкции шахт на 8–18 мес. и за счет этого получить экономический эффект.

Данный способ применяется не только для перемещения копров, но и для перемещения других зданий. Так в Польше при проходке вертикальных стволов с временного копра одновременно в стороне монтируется постоянный копер в комплексе с постоянным надшахтным зданием. После демонтажа временного копра постоянный копер вместе с надшахтным зданием надвигается в проектное положение.

Подобная технология значительно уменьшает продолжительность переходного периода и экономически эффективна.

13.4. Комплекс вентиляции

Углубка стволов и подготовка новых горизонтов проводятся в условиях эксплуатации шахты, поэтому схема проветривания углубляемого ствола и подготавливаемого горизонта должна обязательно увязываться со схемой проветривания шахты в целом.

При этом вентилятор местного проветривания должен устанавливаться на свежей струе воздуха на расстоянии не менее 10 м от исходящей струи и фактическая производительность вентилятора не должна превышать 70 % расхода воздуха в выработке в месте его установки (§ 232 ПБ).

При реконструкции шахт работы по вентиляции наиболее часто заключаются в проходке новых вентиляционных или воздухоподающих стволов и установке на них всасывающих или нагнетательных вентиляторов.

При использовании для увеличения количества воздуха в шахту по действующей схеме проветривания наиболее целесообразным считается строительство рядом с действующим зданием вентилятора нового здания, в котором монтируется вентилятор большей подачи и напора и выполняется строительство вентиляционного канала, который подводится к существующему вентиляционному каналу. Затем разбирается часть стенки существующего канала, производится примыкание нового канала со старым и выполняется отключение старого канала.

Подобный вариант имеет редкое применение.

13.5. Комплекс энергоснабжения

Реконструкция и техническое перевооружение шахт, как правило, приводит к увеличению потребляемой мощности. Это обусловлено удлинением транспортной цепочки, увеличением мощности подъемных и вентиляторных установок, совершенствованием технологии добычи полезного ископаемого или увеличением производственной мощности шахты. Для покрытия дефицита требуемой мощности в проектах предусматривается реконструкция электрических подстанций и линий электропередач, а для покрытия дефицита тепла – реконструкция котельной.

Реконструкция электрических подстанций может заключаться в замене трансформаторов и электрооборудования в открытой (ОРУ) и закрытой (ЗРУ) частях подстанции на более мощные. В этом случае, на свободной площадке, выполняются фундаменты под новые трансформаторы и опоры открытой части подстанции, к фундаментам трансформаторов подводится рельсовый путь. На рельсовом пути монтируется трансформатор, проводится его ревизия, заливка трансформаторным маслом и затем его накатывают на фундамент с помощью лебедки с полиспастами или гидродомкратами. После монтажа опор открытой части подстанции и выполнения всех коммуникаций производится опробование трансформатора и его включают в работу. Один из старых трансформаторов демонтируют. Затем приступают к монтажу второго трансформатора. Производство строительных и монтажных работ при реконструкции электрических подстанций выполняется при обязательном присутствии представителя эксплуатирующей организации по наряд-допуску.

При реконструкции крупных предприятий электрические нагрузки могут возрасти настолько, что при существующем напряжении линии электропередач не в состоянии их пропустить. В подобном случае возникает потребность переводить линии электропередач на более высокое напряжение, что кроме реконструкции линии электропередач влечет за собой большой объем работ по открытой и закрытой частям подстанции.

Реконструкция линии электропередач предусматривает замену гирлянд (изоляторов) на старых опорах и при существующем проводе.

Так в Кузбассе при реконструкции шахты им. В. И. Ленина ПО «Южкузбассуголь» и разреза «Томусинский» ПО «Кемеровоуголь» электроподстанции были переведены с напряжения 35/6 кВА на 110/35 кВА, при этом на шахте им. В. И. Ленина замена гирлянд изоляторов на существующей линии электропередач производилась без отключения линии, а на разрезе «Томусинский» была построена новая ЛЭП-110.

В случае необходимости увеличения мощности подстанции вместо ее реконструкции строят новую более мощную. В Кузбассе подобным образом были построены новые подстанции «Байдаевская-Новая» и «Абашевская».

Увеличение тепловых нагрузок предусматривает установку дополнительных котлов в существующем здании котельной или в пристройке или замену старых котлов на более мощные. В последнем случае замена котлов производится поочередно. Сначала демонтируется один старый котел, производятся необходимые работы по приспособлению существующего фундамента под новый или разборка существующего фундамента и сооружение нового. После завершения работ по монтажу, опрессовке и опробованию котла приступают к демонтажу второго и т. д.

Работы по реконструкции электроподстанций, линии электропередач и котельных трудоемки, опасны, поэтому требуют высокой квалификации и дисциплины исполнителей.

13.6. Комплекс санитарно-бытовых помещений

Имеющиеся на реконструируемой шахте санитарно-бытовые помещения были построены по санитарным нормам, которые уже устарели и не соответствуют современным требованиям, поэтому для улучшения санитарно-бытового обслуживания трудящихся производится расширение или строительство нового административно-бытового комбината. В бытовой части комбината реконструкции обычно подвергаются бани, помещения для сушки, хранения чистой и рабочей одежды, устраивается фотарий, расширяется ламповая или в ней заменяются зарядные столы и система вентиляции.

В административной части расширяются или увеличивается число комнат для проведения нарядов, для проектной группы,

маркшейдерского отдела, оборудуется зал для проведения общих собраний и т. д.

Работы по реконструкции АБК создают определенные неудобства для трудящихся действующего предприятия, поэтому должны производиться строго по графику, в котором предусмотрены очередность и сроки выполнения каждого вида работ.

Расширение административно-бытовых помещений может выполняться по следующим основным вариантам:

1. Пристройка к АБК части здания для размещения административного персонала с последующей реконструкцией бывшей административной части для бытовых нужд. Такой вариант был применен на шахте «Томская» ПО «Южкузбассуголь».

2. Пристройка к АБК части здания для бытовых нужд с последующей реконструкцией старых бытовых помещений под административную часть.

3. Надстройка одного или двух этажей здания (обычно в зданиях из штучных материалов) для размещения в них административной или бытовых служб и последующей реконструкцией нижних этажей.

4. Строительство нового АБК с приспособлением старого помещения для определенных целей – учебного пункта, библиотеки с читальным залом и т. д.

При реконструкции АБК может предусматриваться расширение помещений для буфета, столовой, магазина, киоска союзпечати, парикмахерской, здравпункта и других помещений.

13.7. Комплекс природоохранных сооружений

Шахты, обогатительные фабрики, разрезы являются источниками загрязнения поверхности земли, водного и воздушного бассейнов. Большие площади земельных угодий – лугов, пашен, пастбищ – занимают отвалами выданной из шахты породы и хвостами обогатительных фабрик.

Несмотря на то, что площадки шахт и обогатительных фабрик стараются по мере возможности располагать на неудобных, т. е. на участках земли, непригодных для пашен и пастбищ, большие площади плодородной земли все-таки используются под площадки шахт и обогатительных фабрик.

При отработке пологих и наклонных пластов угля происхо-

дит проседание земной поверхности на величину 80–95 % мощности отрабатываемых пластов, а это приводит к заболачиванию и затоплению участков земли и гибели леса, а также к исчезновению ручьев и малых рек. Все это наносит ущерб животному и растительному миру района.

Для уменьшения ущерба, наносимого горным предприятием природе, необходимо сбрасывать в водоемы только очищенные бытовые стоки и шахтную воду и по возможности использовать очищенную воду для технологических нужд и пожаротушения.

Такое положение обуславливает необходимость иметь на горном предприятии очистные сооружения.

Реконструируемые горные предприятия, построенные в прошлом веке, или вообще не имеют очистных сооружений, или имеют примитивные, не удовлетворяющие современным требованиям.

Первоначальная очистка шахтных вод производится в водосборниках, в которых согласно § 588 ПБ допускается заполнение до 30 % их объема. Откачиваемая на поверхность шахтная вода поступает в шламовые отстойники, которых обычно два: один из них очищается, второй заполняется. Шахтный отстойник представляет собой котлован с забетонированными стенками.

Объем строительно-монтажных работ по природоохранным сооружениям при реконструкции шахт зависит от их состояния на шахте.

Наиболее часто реконструкции подлежат выбросы котельной, очистные сооружения хозфекальных и шахтных вод. Затраты на природоохранные сооружения огромны.

В проектах реконструкции шахт предусматриваются работы по рекультивации земель, использованию шахтных вод и биологической очистке хозфекальных стоков. При рекультивации земель растительный слой земли в пределах зданий, сооружений, автодорог, дамб снимается и вывозится на участки с неплодородной почвой, на участки, засыпанные шахтной породой в местах осадки поверхности, на газоны при озеленении городов. Шахтные воды подвергаются механической очистке и используются для технических целей – орошения, пожаротушения и т. д. Хозфекальные воды подвергаются биологической очистке и используются на полях орошения или после контакта с хлором сбрасываются в водоемы.

Для грамотного выполнения работ по реконструкции шахты строителям нужно знать всю технологию реконструируемого производства, в том числе и природоохранных сооружений.

Одним из важнейших должен быть вопрос о незагрязнении водоемов, поэтому реконструкция очистных сооружений хозфекальных и шахтных вод, как правило, входит в проект реконструкции шахты.

В настоящее время применяются три метода очистки: 1) механическая; 2) химическая; 3) биологическая.

При механическом способе очистки крупные взвеси задерживаются решетками, более мелкие, имеющие объемный вес больше, чем вода, отстаиваются, а имеющие объемный вес меньше воды – всплывают и удаляются.

При химическом способе очистки в сточные воды вводят какое-либо вещество – реагент, которое нейтрализует стоки, растворяет или наоборот соединяет химически различные вещества с целью их обезвреживания.

При биологической очистке используется жизнедеятельность микроорганизмов, способствующая окислению и минерализации органических веществ, находящихся в сточных водах.

Имеются три схемы биологической очистки:

- а) схема биологической очистки сточных вод на полях орошения, полях фильтрации или в прудах;
- б) схема биологической очистки вод на биофильтрах;
- в) схема очистки сточных вод в аэротенках.

Поля орошения – это специально подготовленные и спланированные земельные участки, предназначенные для очистки сточных вод с использованием этих участков для агрокультурных целей.

Поля фильтрации – то же, что и поля орошения, но без использования их для агрокультурных целей.

Процесс очистки сточных вод на полях орошения и фильтрации представляет собой совокупность сложных физико-химических и биохимических процессов.

Схема биологической очистки сточных вод на полях орошения или фильтрации соответствует схеме с механической очисткой, только после отстойников вода направляется не через хлораторную и контактный бассейн, а непосредственно на поля оро-

шения или фильтрации.

Очистительные (биологические) пруды – это искусственно созданные водоемы для биологической очистки сточных вод, основанной на процессах, которые происходят при самоочищении водоемов. Пруды должны иметь небольшую глубину от 0,6 до 1,5 м. Это создает значительную поверхность соприкосновения воды с воздухом, что благоприятствует насыщению воды кислородом, обеспечивает хороший прогрев и перемешивание воды. Недостатки прудов: занимают большие земельные площади, при температуре ниже +6 °С биологические процессы резко ухудшаются.

Различают следующие типы биологических прудов:

1) пруды с разбавлением (рыбоводные пруды), в них к сточной воде добавляют речную воду в пропорции 1:3–1:5;

2) пруды без разбавления; они могут быть одноступенчатые и многоступенчатые, где в каждой последующей ступени ступень очистки воды повышается;

3) пруды для доочистки сточных вод, которые применяются в случае, если по местным условиям требуются повышенная очистка стоков, прошедших через очистные сооружения.

На рис. 13.3 приведена схема биологической очистки сточных вод на аэротенках или биофильтрах. Здесь сточные воды после песколовки поступают на первичные отстойники, а затем на эротенки или биофильтры. После аэротенков или биофильтров стоки направляются на вторичные отстойники, откуда избыточный свежий ил поступает в метантенки, а очищенные во вторичных отстойниках стоки через хлораторную и контактный бассейн – на выпуск.

Схема биологической очистки сточных вод на аэротенках принципиально не отличается от схемы биологической очистки на биофильтрах, только вместо биофильтра используются аэротенки.

Рассмотрим, что представляют здания и оборудование очистных сооружений.

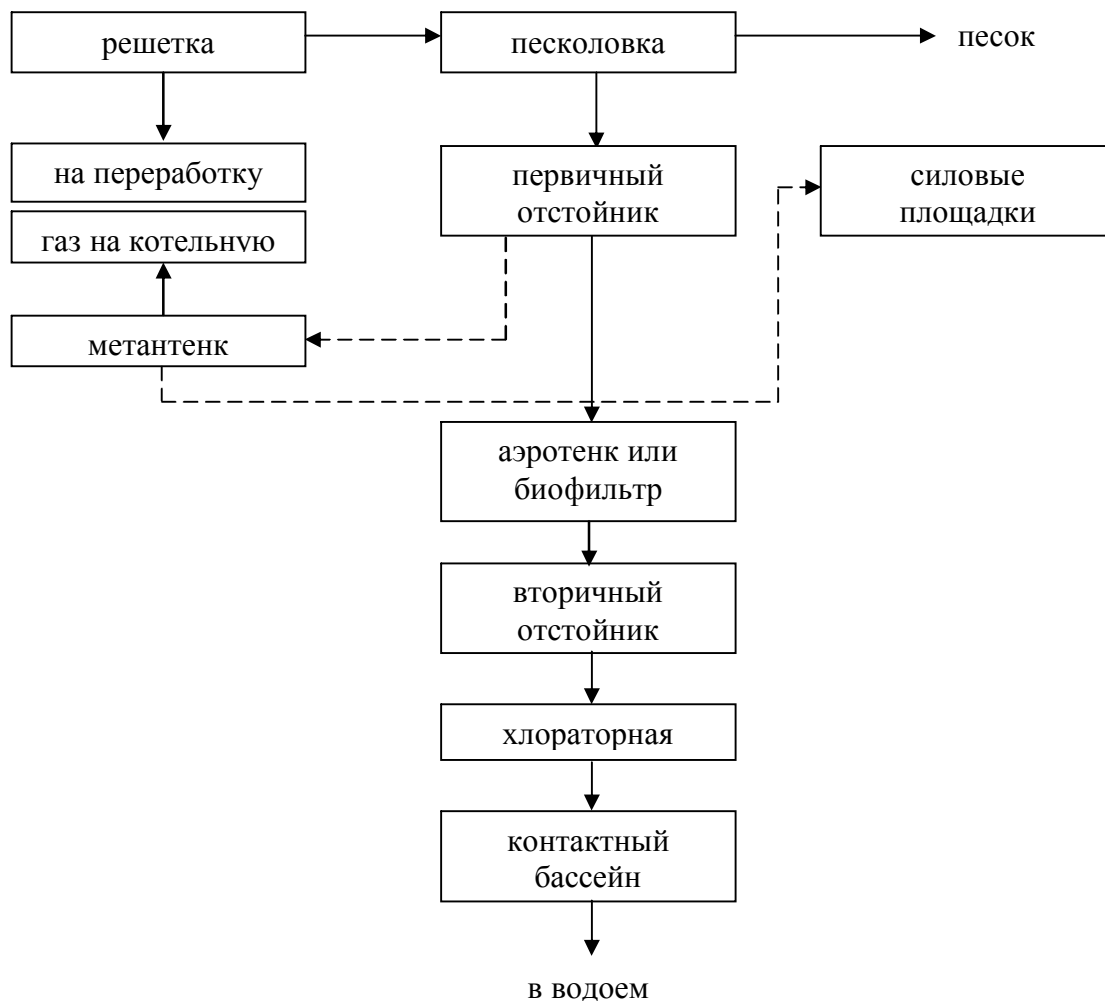


Рис. 13.3. Схема биологической очистки стоков:

- ← — путь движения стоков;
 ← - - - - - путь движения ила

Примечание: при наличии в схеме метантенка ил из первичных и вторичных отстойников поступает только в метантенк, а оттуда – на иловые площадки. При отсутствии метантенка ил из отстойников сразу попадает на иловые площадки.

Решетки

Решетки служат для задержания из сточных вод крупных загрязнений. Они устанавливаются на всех очистных сооружениях. Решетки подразделяются на неподвижные, устанавливаемые под углом 60–70°, и подвижные; с ручной очисткой и механической.

Размеры и конструкция зданий зависят от суточной производительности очистных сооружений и могут быть кирпичные, из сборного железобетона и из ЛМК комплектной поставки с пролетом 6–18 м.

Песколовки

Песколовки служат для выделения из сточных вод тяжелых минеральных примесей, главным образом песка. В песколовках должно задерживаться не менее 65 % песка с гидравлической крупностью (скорость выпадения) 18,7–24,2 мм.

Песколовки подразделяются на горизонтальные и вертикальные и выполняются в основном из монолитного железобетона. Поперечное сечение горизонтальной песколовки представляет собой прямоугольник, разделенный на два отделения.

Вертикальная песколовка представляет собой железобетонный вертикальный цилиндр с нижней конической частью.

Преаэраторы

Это устройства для предварительной, перед первичными отстойниками, аэрации или флокуляции сточных вод, что позволяет улучшить процесс осветления сточных вод на 10–15 % и повышает степень биологической очистки. Без аэрации и флокуляции эффект осветления в отстойниках не превышает 30–50 %.

Сущность флокуляции состоит в том, что сточную жидкость насыщают кислородом воздуха за счет ее перемешивания специальными мешалками.

Для улучшения степени осветления сточной жидкости применяется также способ коагуляции, при котором в жидкость вводят особое вещество (может вводиться активный ил), позволяющий укрупнять взвешенные частички, что способствует выпадению их в осадок.

Отстойники

Служат для выделения из сточных вод грубодисперсных тонущих и всплывающих веществ, в которых производится первичная биологическая очистка.

В зависимости от назначения они подразделяются на первичные и вторичные. На первичных отстойниках производится осветление сточных вод, прошедших сооружения для предварительной грубой очистки (решетки и песколовки). На вторичных отстойниках производится осветление сточных вод, прошедших биологическую очистку.

В зависимости от направления движения основного потока воды отстойники делятся на горизонтальные и вертикальные (рис. 13.4 и 13.5). Разновидностью горизонтальных являются радиальные отстойники.

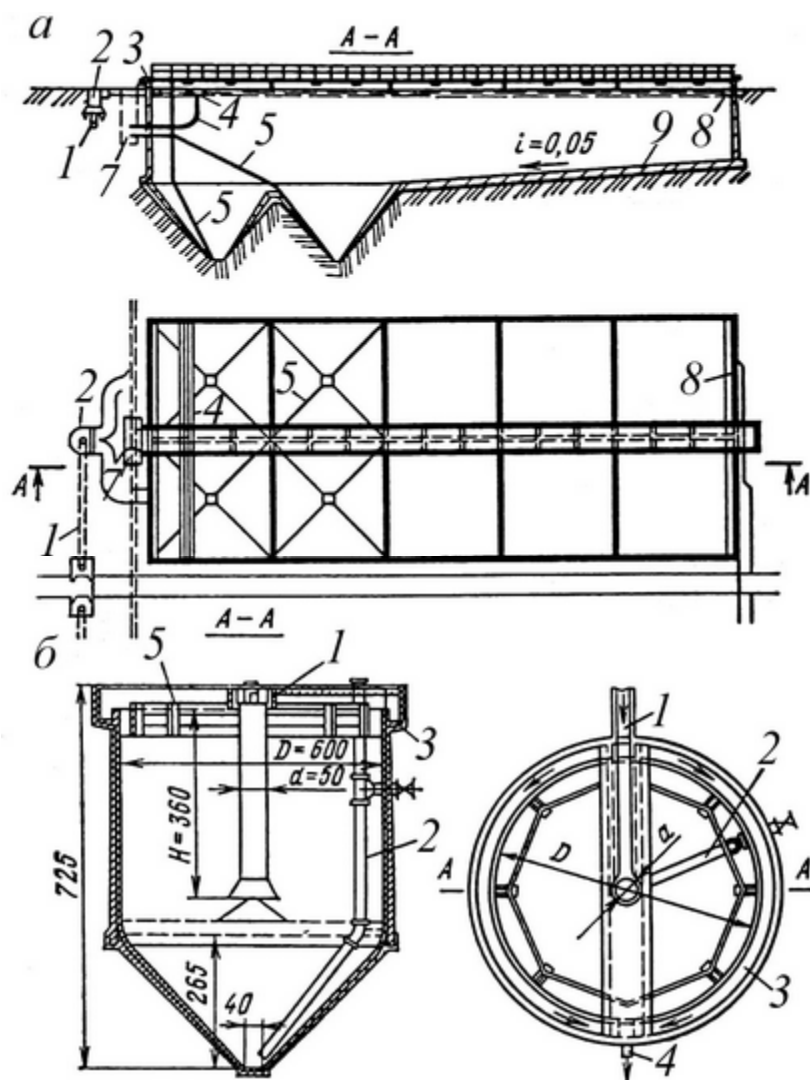


Рис. 13.4. Горизонтальный и вертикальный отстойники:
a – горизонтальный отстойник; 1 – дюкер; 2 – распределительная камера; 3 – лоток; 4 – жировой лоток; 5 – иловая труба; б – жировая труба; 7 – иловый колодец; 8 – сборный лоток; 9 – днище; б – вертикальный отстойник; 1 – подводящий лоток; 2 – иловая труба; 3 – сборный лоток; 4 – отводный трубопровод; 5 – полупогруженные доски

Нормами рекомендуется применять:

- вертикальные отстойники в случае наличия плотных грунтов и низкого уровня грунтовых вод;
- горизонтальные отстойники в слабых грунтах при высоком уровне грунтовых вод;
- радиальные отстойники для больших станций.

Горизонтальный отстойник – это резервуар, в плане имеющий форму вытянутого прямоугольника. Выполняется обычно из монолитного или сборного железобетона.

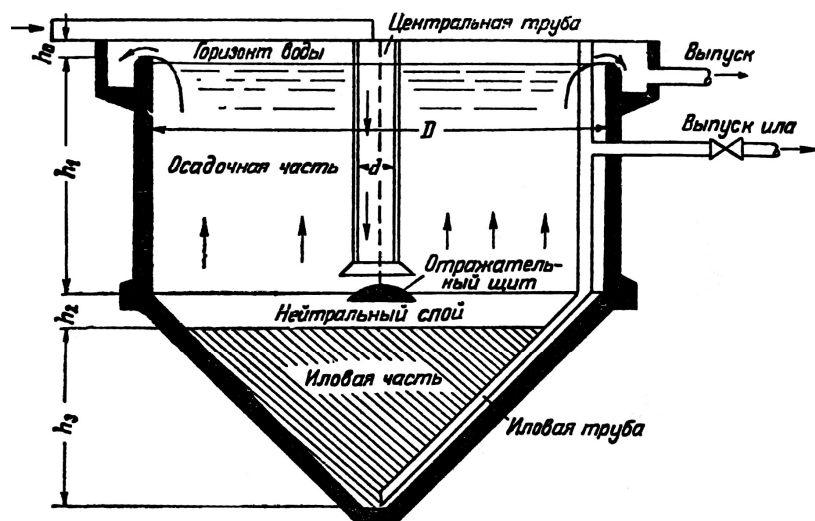


Рис. 13.5. Схема вертикального отстойника

Вертикальный отстойник представляет собой цилиндрические, а иногда квадратные или многоугольные в плане монолитные железобетонные или из сборного железобетона резервуары. Нижняя часть отстойников имеет коническую или пирамидальную форму, куда осаждаются ил.

Из песколовки стоки по центральной трубе поступают в нижнюю конусную часть отстойника и с малой скоростью поднимаются вверх, где переливаются в кольцевой желоб. Так как площадь поперечного сечения отстойника в сравнении с центральной трубой велика, то скорость подъема стоков мала, поэтому вниз выпадают мелкие взвеси.

Стоки из кольцевого желоба направляются в биофильтр или аэротенк для биологической очистки.

В конусной (септической) части отстойника частично производится биологическая очистка. Ил из конусной части перемещается в метантенк или на иловые площадки. Для выпуска ила открывается задвижка на трубопроводе выпуска ила, и он под давлением заполненного стоками отстойника выдавливается на выпуск.

Биофильтры

Биофильтры (рис. 13.6) – это резервуары, заполненные фильтрующей загрузкой, через которую протекает сточная жидкость, очищающаяся в процессе фильтрации.

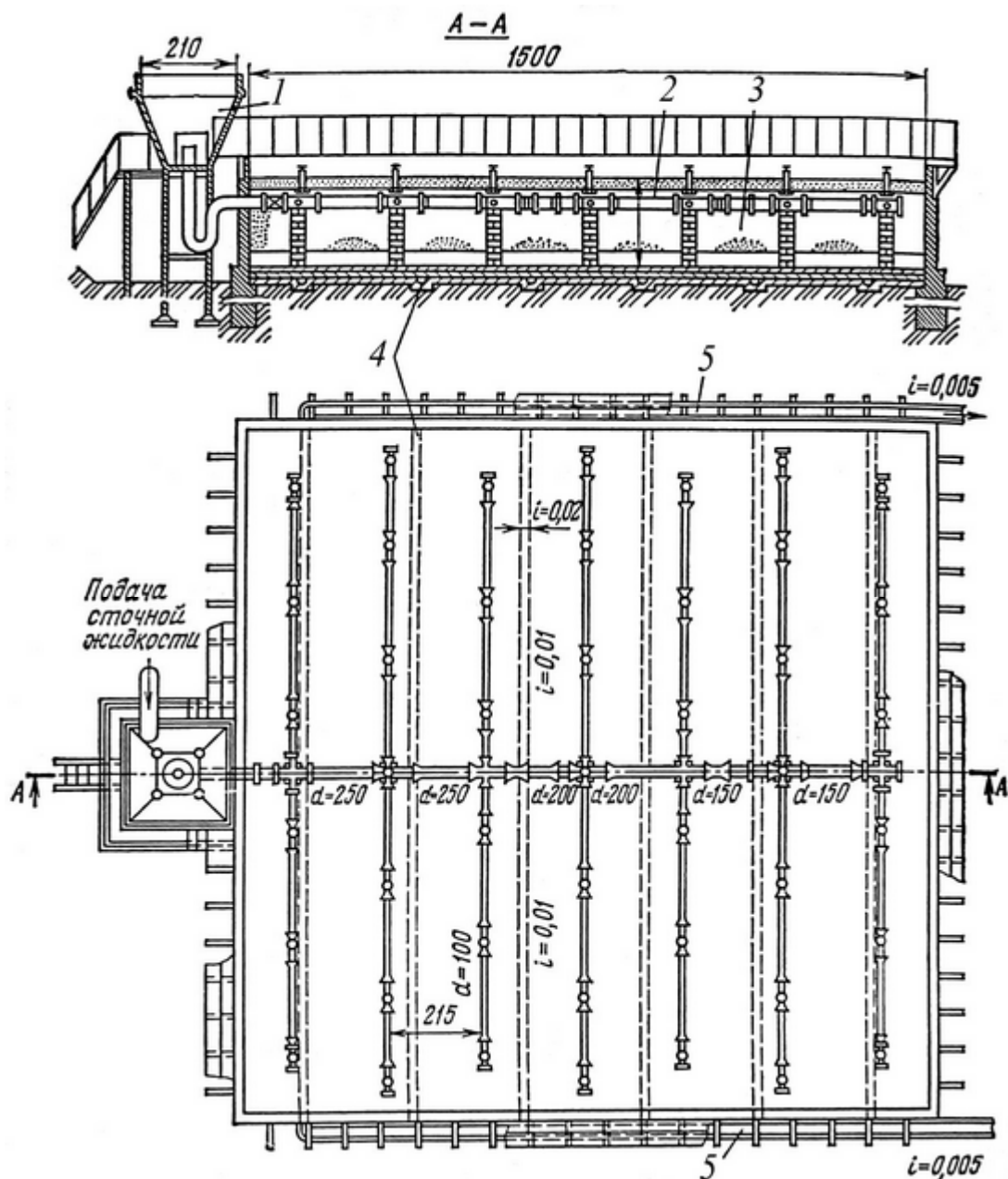


Рис. 13.6. Биофильтр:

1 – дозирующий бак; 2 – распределительная сеть; 3 – фильтрующая нагрузка; 4 – дренаж; 5 – сборный лоток

Основные части биофильтра:

- а) фильтрующая загрузка биофильтра из шлака, гравия или щебня;
- б) распределительное устройство, обеспечивающее равномерное орошение поверхности загрузки биофильтра;
- в) днище с дренажом и со сборным лотком, в который поступает биологически очищенная вода и из которого направляется в нагнетательный бассейн.

Аэротенки

Аэротенки (рис. 13.7) служат для биологической очистки осветленных в первичных отстойниках стоков путем аэрации активного ила.

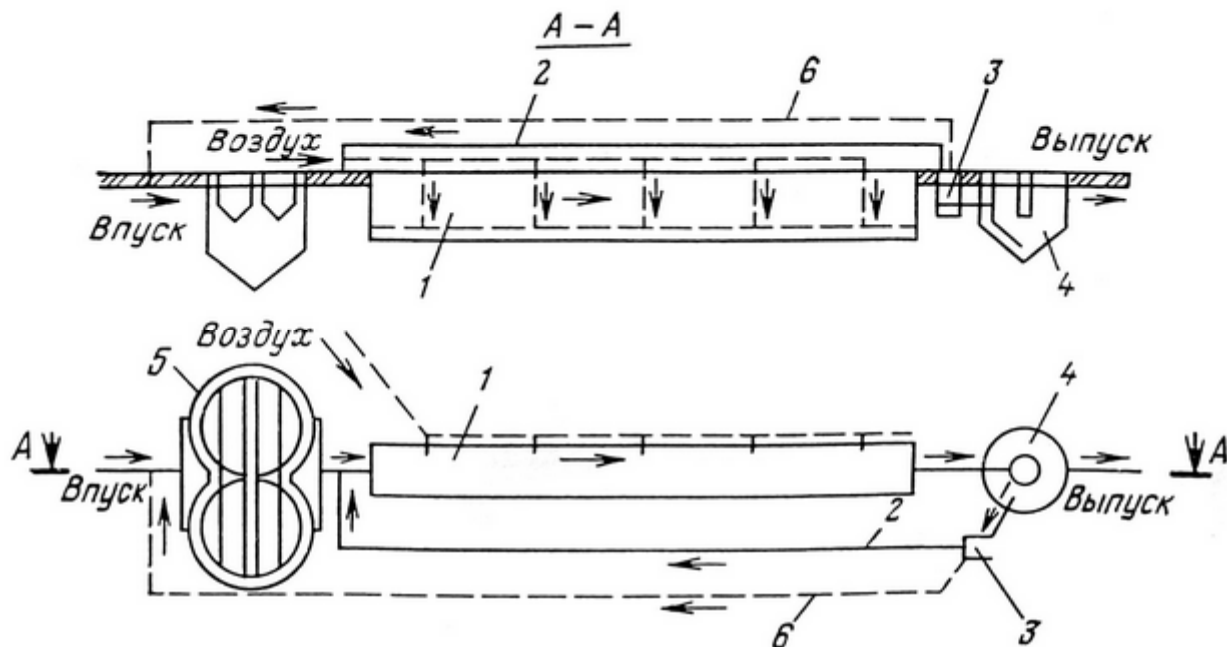


Рис. 13.7. Схема работы аэротенка:

1 — аэротенк; 2 — циркулирующий активный ил; 3 — насосная станция; 4 — вторичный отстойник; 5 — двухъярусный отстойник; 6 — избыточный активный ил

Аэротенки представляют собой длинные монолитные или сборные железобетонные резервуары прямоугольного сечения глубиной и шириной от 2 до 8 м. По ним протекает вода из первичных отстойников и активный ил, который за счет аэрации находится во взвешенном состоянии. Для этого по днищу аэротенка устраивается канал, перекрываемый фильтросными плитками, выполненными из кокса или пористой керамики. Воздух от воздухоподготовки подается в канал, проходя через фильтросные плитки разбивается на мелкие пузырьки и хорошо аэрирует активный ил.

Метантенк

Метантенк (рис. 13.8) служит для перегнивания осадка при искусственном подогреве и перемешивании. В него поступают ил или отбросы после дробилки и пар или горячая вода для сокращения времени перегнивания и уменьшения его объема.

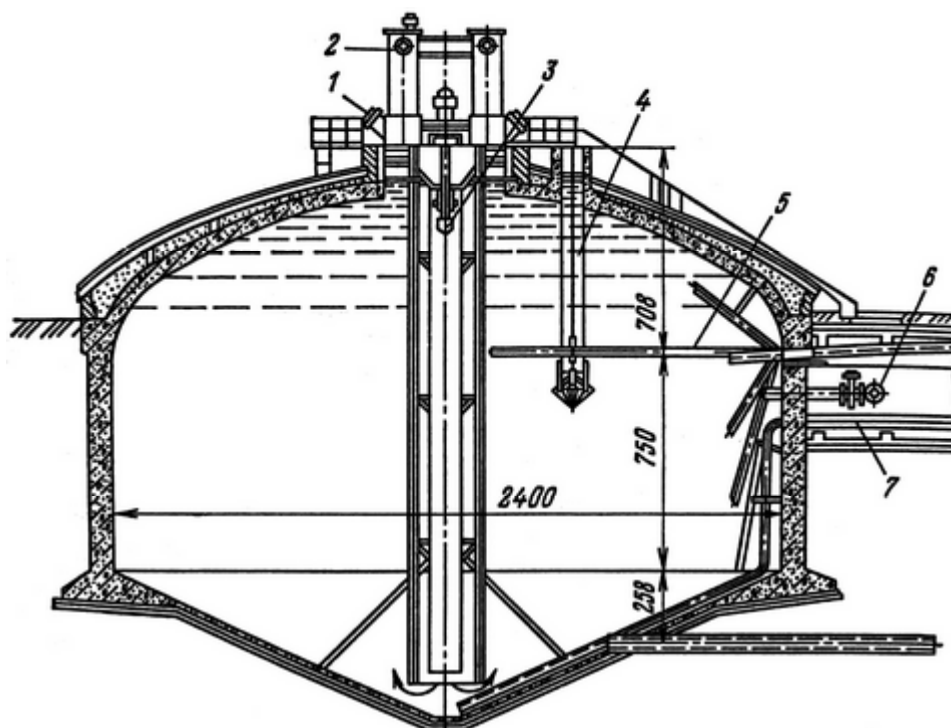


Рис. 13.8. Метантенк:

1 – смотровой люк; 2 – газопровод $d = 200$ мм от газового колпака; 3 – пропеллерная мешалка; 4 – переливная труба; 5 – трубопровод $d = 250$ мм для загрузки; 6 – паровой инженер $d = 300$ мм для подогрева метантенков; 7 – трубопровод $d = 250$ мм для выгрузки сброшенного осадка из конусной части метантенков

Метантенки обычно сооружаются из монолитного железобетона. В последнее время в типовых проектах на основные здания очистных сооружений предусматривается использовать сборный железобетон.

Образовавшийся от гниения ила метан поднимается в верхнюю часть метантенка и направляется в котельную для сжигания.

Обезвоживающие установки

Ил имеет влажность от 90 до 99,5 %, поэтому его подвергают обезвоживанию. Наиболее простым и распространенным способом обезвоживания является сушка ила на иловых площадках.

Иловая площадка представляет собой горизонтальную площадку, разделенную земляными валиками на карты. Карты включаются в работу поочередно. Осевший и высохший ил после 2-3 выпусков вывозится на удобрения.

Для механического обезвоживания осадка могут применяться центрифугирование и фильтрование (под вакуумом машины). Кроме этого может применяться термическая сушка в сушильных барабанах.

При механическом обезвоживании и сушке механические агрегаты располагаются в кирпичном, сборном или из ЛМК исполнении.

Иловые площадки могут устраиваться на естественном и искусственном основании. Если в основании залегает хорошо фильтрующий грунт (песок, гравий, супесь), уровень грунтовых вод находится на глубине более 1,25 м и по санитарным соображениям допускается просачивание иловых вод, то иловые площадки выполняются на естественном основании. В противном случае основание выполняется искусственным водонепроницаемым из жирной глины или бетона. При искусственном основании на иловых площадках выполняется дренаж, а иловая вода от дренажа подается в первичные отстойники.

Обезвоженный на иловых площадках ил грузится и отвозится на сельскохозяйственные поля для удобрения.

Контактный бассейн

Из вторичных отстойников биологически очищенные стоки поступают в контактный бассейн. При протекании стоков через «ерш» (устройство для перемешивания стоков с раствором хлора) они обрабатываются растворенным в воде хлором и стоки обеззараживаются. При этом перед выпуском из контактного бассейна стоков в водоем они должны определенное время выдерживаться в бассейне в контакте с хлором.

Контрольные вопросы

1. *От каких факторов зависит выбор подъемных установок и вместимость бадей при углубке вертикальных стволов?*
2. *Какие условия должны соблюдаться при проветривании углубляемой части ствола?*
3. *Способы расширения АБК.*
4. *Способы очистки шахтных вод и бытовых стоков.*
5. *Конструкция песколовки.*
6. *На каком принципе работают отстойники бытовых стоков?*
7. *Устройство и принцип работы двухъярусных отстойников.*
8. *Устройство и принцип работы биофильтров.*
9. *Устройство и принцип работы аэротенков.*
10. *Назначение и принцип работы метантенка.*
11. *Назначение и принцип работы иловых площадок.*
12. *Назначение контактного бассейна.*

Список рекомендуемой литературы

1. Кочетков, В. Н. Об основных тенденциях в развитии угольной промышленности / В. Н. Кочетков // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири : сборник / ГУ КузГТУ. – Кемерово, 1999. – С. 39–44 с.

2. Ногих, С. Р. Тенденции развития шахтного фонда и его перспективы / С. Р. Ногих // ТЭК и ресурсы Кузбасса. – № 3/7. – 2002. – С. 19–21.

3. Ценообразование и сметное дело в строительстве угольного комплекса Сибири / М. В. Курленя, В. Г. Голоскоков, О. Б. Кортелев, А. И. Щербаков ; ИГД СО РАН. – Новосибирск, 2000. – 431 с.

4. Шахтное строительство в Кузбассе / И. В. Баронский, Н. Ф. Косарев, В. В. Першин, А. И. Копытов. – Кемерово : Кузбассвузиздат, 2006. – 544 с.

5. Амурский, Б. С. Механизация вспомогательных работ в шахтном строительстве / Б. С. Амурский. – М. : Недра, 1978. – 225 с.

6. Пат. 2274751 Российская Федерация, МПК⁷ E 21 D 1/00. Способ разгрузки горной массы / Першин В. В., Косарев Н. Ф., Сатонин В. В. ; опубл. 20.04.2006, Бюл. № 11. – 3 с.

7. Технологические решения строительства угольных шахт / В. В. Першин [и др.] // Материалы Российско-Китайского симпозиума / ГУ КузГТУ ; Шаньдунский науч.-техн. ун-т (КНР). – Кемерово, 2006. – С. 16–21.

8. Углубка вертикальных стволов шахт / Ю. П. Шутько, В. Е. Морозов, Р. Г. Мордухович, А. Д. Супрун. – М. : Недра, 1978. – 286 с.

9. Федюкин, В. А. Реконструкция горных предприятий / В. А. Федюкин, А. И. Федунец. – М. : Недра, 1988. – 304 с.

10. Баронский, И. В. Строительство и углубка вертикальных стволов / И. В. Баронский, В. В. Першин, Л. В. Баранов. – М. : Недра, 1995. – 255 с.

11. Веселов, Ю. А. Углубка стволов шахт. Справочник / Ю. А. Веселов, А. М. Задорожный. – М. : Недра, 1989. – 240 с.

12. Правила безопасности в угольных шахтах (ПБ 05-618-03). Сер. 05. Вып. 11 / колл. авт. – М. : Гос. унитар. предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2003. – 296 с.

13. Строительство и реконструкция угольных шахт / И. В. Баронский, Л. М. Ерофеев, Н. Р. Умнов, М. Г. Каравайцев. – М. : Недра, 1983. – 277 с.

14. Глазунов, В. Н. Современные способы проведения восстанавливающих выработок / В. Н. Глазунов, М. Н. Овчинников. – М. : Госгортехиздат, 1963. – 120 с.

15. Справочник инженера-шахтостроителя : ч. I / под ред. В. В. Белого. – М. : Недра, 1983. – 440 с.

16. Борецкий, В. М. Передвижная калориферная установка при сооружении шахтных стволов / В. М. Борецкий // Шахтн. стр-во. – 1986. – № 10. – С. 26–27.

17. Веселов, Ю. А. Прогрессивная технология и механизация углубки стволов шахт / Ю. А. Веселов, В. А. Рыбачук. – Киев : Техника, 1986. – 192 с.

18. Инструкция по расчету, сооружению и ликвидации предохранительных устройств для углубки вертикальных стволов шахт / ВНИИОМШС. – Харьков, 1979. – 28 с.

19. Мякшин, В. В. Результаты промышленных испытаний комплекса шагающего оборудования / В. В. Мякшин, А. Д. Мицуревич // Шахтн. стр-во. – 1979. – № 7. – С. 15–17.

20. Фролов, В. П. Сооружение горных выработок при разработке рудных месторождений / В. П. Фролов. – М. : Недра, 1985. – 184 с.

21. Карасик, И. Б. О целесообразности дальнейшей разработки и внедрении комплекса шагающего оборудования / И. Б. Карасик // Шахтн. стр-во. – 1987. – № 10. – С. 27–29.

22. Карагодин, Л. Н. Вскрытие выбросоопасных пластов / Л. Н. Карагодин, О. И. Чернов, Е. С. Рязанцев. – М. : Недра, 1968. – 92 с.

23. Проходки шахтных стволов в условиях выбросоопасных пластов / Е. С. Казанцев [и др.]. – М. : Недра, 1973. – 168 с.

24. Внезапные выбросы угля и газа на шахтах и их предупреждение / В. Г. Аршава [и др.]. – М. : Недра, 1973. – 60 с.

25. Розанцев, Е. С. На пластах, склонных к выбросам / Е. С. Розанцев, А. Н. Умрихин. – Кемерово : Кемер. кн. изд-во, 1964. – 52 с.

26. Хорунжий, Ю. Т. Новый способ вскрытия выбросоопасных пластов / Ю. Т. Хорунжий // Шахтн. стр-во. – 1984. – № 5. – С. 10–11.

27. Проведение выработки по выбросоопасному пласту с предварительным образованием разгрузочных щелей во вмещающих породах / М. И. Большенский, А. А. Рубинский, И. И. Кочан, В. Д. Селиванов // Шахтн. стр-во. – 1976. – № 8. – С. 23–24.

28. Сафронов, В. Г. Проведение горных выработок в удароопасных породах / В. Г. Сафронов // Шахтн. стр-во. – 1977. – № 2. – С. 14–16.

29. Подъемная машина МПП-4 / ЦНИИЭИуголь. – М., 1987. – 30 с.

30. Тогов, В. Д. Вскрытие рудных месторождений / В. Д. Тогов. – М. : Госгортехиздат, 1961. – 287 с.

31. Козел, А. М. Горное давление и способы поддержания вертикальных стволов / А. М. Козел, В. Н. Борисовец, А. А. Речко. – М. : Недра, 1976. – 296 с.

32. Колмаков, Е. П. Тампонирувание горных пород при сооружении вертикальных стволов / Е. П. Колмаков. – М., 1979. – 280 с.

Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	4
1.1. Техническое состояние горнодобывающей промышленности к началу XXI века в России и за рубежом	4
1.2. Задачи, характер и виды капитального строительства	6
1.3. Закрытие шахт	9
1.4. Причины и цели реконструкции	13
1.5. Достоинства и недостатки реконструкции шахт	13
Контрольные вопросы.....	15
2. ВЫБОР СХЕМЫ ВСКРЫТИЯ НОВЫХ ГОРИЗОНТОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ШАХТЫ	16
2.1. Общие сведения.....	16
2.2. Вскрытие нового горизонта вертикальными стволами.....	18
2.3. Вскрытие нового горизонта наклонными стволами и уклонами	22
Контрольные вопросы.....	23
3. СПОСОБЫ И СХЕМЫ УГЛУБКИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ	24
3.1. Общие сведения.....	24
3.2. Схемы углубки	25
3.3. Условия применения I–IV схем углубки стволов.....	28
3.4. Углубка стволов снизу вверх	34
Контрольные вопросы.....	36
4. РАБОТЫ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА ПРИ УГЛУБКЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ	37
4.1. Общие сведения.....	37
4.2. Состав работ подготовительного периода	38
4.3. Технологический отход для углубки	41
4.4. Подъем при углубке стволов	42
4.5. Вентиляция при углубке стволов	46
4.6. Водоотлив при углубке стволов.....	49
Контрольные вопросы.....	50
5. ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ПРИ УГЛУБКЕ	51
5.1. Общие сведения.....	51
5.2. Защитные породные целики	54
5.3. Горизонтальные предохранительные полки	58
5.4. Ферменные полки	61
5.5. Клиновые полки	63
5.6. Сборно-разборные предохранительные полки	65
5.7. Облегченные полки	67
5.8. Отшивка углубочного отделения ствола.....	70
Контрольные вопросы.....	72
6. ГОРНОПРОХОДЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПРИ УГЛУБКЕ СТВОЛОВ И ПРОХОДКЕ ВОССТАЮЩИХ	73
6.1. Общие сведения.....	73
6.2. Горнопроходческое оборудование для углубки стволов	74
6.3. Оборудование для проходки восстающих	88
6.4. Зарубежное оборудование для проходки восстающих	95
6.5. Оборудование для проходки наклонных горных выработок	99

6.6. Водоотлив при проходке наклонных выработок	101
Контрольные вопросы	102
7. ВЫБРОСЫ ПОРОДЫ И УГЛЯ ПРИ ВСКРЫТИИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ..	103
7.1. Общие сведения	103
7.2. Примеры из практики	107
7.3. Меры борьбы с внезапными выбросами угля и газа	116
Контрольные вопросы	120
8. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПРИ УГЛУБКЕ СТВОЛОВ	121
8.1. Общие сведения	121
8.2. Буровзрывные работы	121
8.3. Погрузка породы	125
8.4. Возведение постоянной крепи	125
8.5. Сооружение сопряжений ствола с околоствольным двором и строительство приствольных камер	126
8.6. Армирование	126
8.7. Проходка уклонов и наклонных стволов	127
Контрольные вопросы	129
9. СТРОИТЕЛЬСТВО ОКОЛОСТВОЛЬНЫХ ДВОРОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ШАХТ	130
Контрольные вопросы	134
10. ПРОХОДКА И УГЛУБКА НАКЛОННЫХ СТВОЛОВ И УКЛОНОВ	135
10.1. Общие сведения	135
10.2. Подъем при проходке наклонных выработок	136
11. ОТКАЧКА ВОДЫ ИЗ ЗАТОПЛЕННЫХ ВЫРАБОТОК	145
11.1. Общие сведения	145
11.2. Примеры из практики	147
11.3. Меры по предупреждению внезапных прорывов воды и пlyingунов	148
Контрольные вопросы	155
12. АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ УГЛУБКИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ	156
Контрольные вопросы	161
13. СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ В ПЕРИОД РЕКОНСТРУКЦИИ ШАХТЫ	162
13.1. Общие сведения	162
13.2. Особенности строительства зданий и сооружений в период реконструкции шахты	162
13.3. Комплекс подъема. Оснащение вертикальных и наклонных стволов при углубке и проходке	163
13.4. Комплекс вентиляции	178
13.5. Комплекс энергоснабжения	179
13.6. Комплекс санитарно-бытовых помещений	180
13.7. Комплекс природоохранных сооружений	181
Контрольные вопросы	192

Косарев Николай Федорович
Першин Владимир Викторович
Копытов Александр Иванович
Попов Николай Иванович

РЕКОНСТРУКЦИЯ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Учебное пособие

Редактор З. М. Савина

Подписано в печать 29.04.2008. Формат 60×84/16
Бумага офсетная. Уч.-изд. л. 12,00. Отпечатано на ризографе
Тираж 300 экз. Заказ

Кузбасский государственный технический университет
650026, Кемерово, ул. Весенняя, 28

Типография Кузбасского государственного технического университета
650099, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4а