



Учебники КузГТУ

А. М. ЦЕХИН   А. Ю. БОРИСОВ

# **ГОРНЫЕ МАШИНЫ И ПРОВЕДЕНИЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**

**Кемерово 2013**

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Кузбасский государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачева»

**А. М. ЦЕХИН   А. Ю. БОРИСОВ**

# **ГОРНЫЕ МАШИНЫ И ПРОВЕДЕНИЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**

Рекомендовано учебно-методической комиссией  
специальности 130101.65 «Прикладная геология»  
в качестве электронного учебного пособия

Кемерово 2013

Рецензент:

Возная А. А. - к. г-м. н., председатель учебно-методической комиссии специальности 130101.65 «Прикладная геология», специализации «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых»

**Цехин Александр Михайлович, Борисов Андрей Юрьевич. Горные машины и проведение горных выработок [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов специальности 130101.65 «Прикладная геология», специализации «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых» / А. М. Цехин, А. Ю. Борисов. . – Электрон. дан. – Кемерово: КузГТУ, 2013. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) ; зв.; цв.; 12 см.**

Рассматриваются основные понятия о процессах сооружения скважин, о свойствах горных пород, влияющих на этот процесс, технологические аспекты сооружения скважин, а также применяемое буровое оборудование и инструмент.

Необходимость издания настоящего учебного пособия продиктована отсутствием новых учебников, учебных пособий с компактной информацией по приведенным в его разделах вопросам. Представленные материалы систематизируют большой объем этой информации, снабжены иллюстрациями и изложены достаточно логично и доступно.

© КузГТУ  
© Цехин А. М.  
© Борисов А. Ю.

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Объемы потребления минерального сырья возрастают, что предопределяет увеличение объемов геологоразведочных работ, планомерное, экономически эффективное обеспечение промышленности разведанными запасами. Первостепенная задача геологоразведки – открытие новых месторождений, определение качества и запасов полезного ископаемого, оценка геологических условий его залегания. При проведении этих работ изучают закономерности размещения полезных ископаемых, условия их образования, особенности строения, вещественный состав, дают геолого-экономическую оценку месторождения и производят его подготовку к промышленному освоению. По результатам геологоразведочных работ производят подсчет, утверждают запасы полезных ископаемых и дают их прогнозную оценку. В комплексе геологоразведочных работ бурение скважин составляет, по разным источникам, от 30 до 50% затрат геологических изысканий. Разведочное бурение в этом плане является ведущим как по объемам, так и по материальным затратам. В этой связи совершенствование технологических процессов, буровых станков и бурового инструмента имеет первостепенное значение.

# **1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПРОВЕДЕНИЯ РАЗВЕДОЧНЫХ ВЫРАБОТОК**

## **1.1. Условия проведения выработок**

Основными задачами разведчиков недр являются открытие месторождений, определение количества и качества полезного ископаемого и изучение геологических и гидрогеологических условий его залегания. Обобщение геологических данных по разрабатываемым и разведваемым месторождениям, составление прогнозных карт на основе изучения полученных при этом материалов с привлечением современных способов и средств разведки позволило существенно повысить точность поисково-разведочных работ.

Условия залегания полезных ископаемых в недрах Земли, их качество и запасы, а также экономическую целесообразность эксплуатации месторождения определяют с помощью буровых скважин и горноразведочных выработок. Основным методом установления запасов месторождения с крайне неравномерным содержанием полезных компонентов и невыдержанностью рудных тел по мощности, которые нельзя разведать буровым способом, является проведение горноразведочных выработок, позволяющих получить наиболее достоверную информацию о месторождении. Горные выработки дают возможность наблюдать за условиями и элементами залегания месторождения, детально и всесторонне исследовать геологическую обстановку, определять ценность полезного ископаемого и его запасы.

Сочетание горноразведочных работ с подземным бурением, геофизическими и другими методами изучения месторождений полезных ископаемых значительно повышает эффективность работ геологов-разведчиков.

Геологоразведочный процесс представляет собой комплекс работ, связанных с проведением, креплением и поддержанием горноразведочных выработок. Горные выработки, пройденные в недрах Земли, называют подземными, а на поверхности – открытыми.

Разведочные выработки проводятся с целью поиска и разведки месторождений полезных ископаемых. Объемы проходческих работ зависят от стадии геологоразведки: съемка, предварительная, детальная, эксплуатационная разведки. Целью проведения горной выработки является получение полной, достоверной информации об изучаемом месторождении, подсчет его запасов. В зависимости от

функционального назначения различают транспортные, грузолюдские, закладочные, водоотливные и другие горные выработки.

Разведочная шахта осуществляет разведку месторождения подземным способом и включает совокупность подземных выработок, предназначенных только для разведки месторождения: ствол, шурф, штольня, рассечка, квершлаг, штрек, орт, восстающий, бремсберг, уклон.

Проведение горноразведочных выработок имеет свою специфику, поскольку работы ведут в неизученном массиве. Использование ультразвуковой аппаратуры и методов контроля массива, позволяющих определять физико-механические свойства горных пород, структурные особенности и условия их залегания, значительно расширило область их применения.

В последнее время область использования горных выработок при разведке месторождений расширилась в результате совершенствования технологии, механизации и организации горноразведочных работ.

В крупных геологоразведочных организациях широко внедряют механизацию основных и вспомогательных проходческих операций, применяют комбайны, обеспечивающие комплексную механизацию проведения горных выработок и автоматизацию производственного процесса.

Однако временный характер горноразведочных работ, небольшие объемы по сравнению с горными предприятиями, проведение работ в труднодоступных районах, разбросанность объектов и их отдаленность от промышленных центров все еще затрудняют внедрение передовой технологии и механизации.

При детальной разведке месторождений основными горными выработками являются штольни и стволы шахт с комплексом других подземных выработок, преимущества которых перед бурением особенно видны при разведке месторождений цветных, редких и радиоактивных металлов, причем преимущества тем яснее, чем больше размеры, сложность и глубина залегания месторождений.

При эксплуатационной разведке на горных предприятиях проводят разнообразные разведочные горные выработки, выбор которых в значительной степени определяется способом разработки месторождений. Штольни, стволы шахт, квершлаг, штреки, рассечки

и восстающие проходят с учетом возможности использования их при эксплуатации.

Внедрение новой техники и технологии горноразведочных работ на базе современных достижений науки и техники позволило создать горноразведочные предприятия нового типа, оснащенные высокопроизводительной горнотранспортной техникой на основе комплексной механизации и автоматизации производственных процессов.

Повышение степени использования имеющейся и вновь поступающей техники, совершенствование технологических процессов, упрощение технологии и применение технических средств, обеспечивающих комплексную механизацию основных и вспомогательных процессов – резерв повышения производительности труда при проведении горноразведочных работ.

Физические свойства пород подразделяются на группы: геолого-структурные, геолого-технические, механические, акустические, термические, электрические, магнитные, радиоактивные, водно-коллоидные [1]. К геолого-структурным относятся линейность, слоистость, отдельность, кливаж, трещиноватость, пористость, раздробленность, сланцеватость и др. К геолого-техническим – плотность, удельный вес, влажность, мерзлотность и др. Механическими свойствами являются упругость, хрупкость, пластичность, текучесть, прочность, абразивность, разрушаемость, разрыхляемость, сыпучесть, устойчивость и др. Акустические свойства проявляются при передаче упругих колебаний, поглощении упругих волн. Эти процессы оцениваются параметром – волновое сопротивление. К термическим свойствам относятся теплопроводность, температуропроводность, теплоемкость, температура плавления и др.

Электрические, магнитные и радиоактивные свойства горных пород проявляются при воздействии на них электрического, магнитного или радиоактивного полей и оцениваются такими параметрами, как: электропроводность, электрическая прочность, диамагнетизм, парамагнетизм, поглощающая и рассеивающая способности. К водно-коллоидным свойствам относятся: смачиваемость, влагоемкость, водопоглощение, водонасыщенность, водопроницаемость, водоотдача, набухаемость, размокаемость, плавучесть, растворимость и т.д.

Геолого-структурные и геолого-технические свойства пород связаны с геологическими процессами и широко используются при геологических исследованиях. Остальные, описанные выше свойства, зависят от условий взаимодействия физических полей или среды с породой.

В широком смысле под грунтом понимается рыхлая горная порода, которую отличает от скальных крепких пород раздробленность и дисперсность. В состав грунтов входят три группы элементов: твердые минеральные частицы, органо-минеральные соединения, вода и газообразные включения. То есть грунт представляет собой трехкомпонентную систему, свойства которой зависят от ее состава, происхождения и других факторов. Твердые минеральные частицы грунтов представляют собой разнообразные по форме, размеру и составу зерна, частицы. По их крупности грунты распределяются следующим образом: I – высокодисперсные глинистые, содержащие свыше 50% глинистых частиц размером 0,001–0,005 мм; II – переходные от глинистых к пылеватым с размеров частиц 0,005–0,01 мм; III – пылеватые, содержащие более 50% частиц размером 0,01–0,05 мм; IV – песчаные, содержащие более 50% частиц и зерен песка размером 0,05–2,0 мм [2]. Вода в грунте может находиться в свободном или связном состояниях. Связная вода представляет собой тонкие пленки, которыми окружены минеральные частицы грунта. Грунты классифицируются на искусственные (намывные, насыпные), осадочные нескальные (песчаные), осадочные полускальные, а также скальные (магматические, метаморфические, осадочные). Магматические скальные породы включают гранит, диорит, сиенит, габбро, липарит, андезит, трахит и базальт. К метаморфическим скальным породам относятся гнейс, кварцит, филлит, глинистый сланец, роговик, скарн, мрамор, милонит. Осадочные скальные породы представлены доломитом, известняком, а осадочные полускальные грунты – мергелем, мелом, диатомитом, песчаником, алевролитом, аргиллитом.

#### *Физические свойства грунтов*

К физическим свойствам грунтов относятся: плотность  $\gamma$ , влажность  $W$ . Плотностью грунта называют массу единицы его объема. Влажностью грунта – отношение массы воды к массе высушенного грунта.

Плотность грунта изменяется в широких пределах:  $(0,5–3,0) \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Для песков она равна  $(1,3–2,65) \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, для глин –

$(1,2-2,78) \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, для песчаников –  $(2,0-2,9) \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, для алевролитов –  $(1,8-2,8) \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, для аргиллитов –  $(1,7-2,9) \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, для мраморов –  $(1,8-2,8) \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, для известняков –  $(1,8-2,9) \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Влажность грунтов изменяется в пределах от 0 до 3,0.

#### *Механические свойства нескальных грунтов*

К механическим свойствам грунтов относятся: удельное сцепление  $C_n$ , угол внутреннего трения  $\varphi_n$ , модуль деформации  $E$ .

Удельное сцепление для твердого грунта  $C_n \cdot 10^5 = 1$  Па, для полутвердого – 0,6 Па, для мягкопластичного – 0,2 Па, для текучепластичного – 0,1 Па, а для текучего грунта – 0,05 Па. Суглинки имеют удельное сопротивление  $C_n \cdot 10^5 = (0,12-0,47)$  Па, а глины –  $C_n \cdot 10^5 = (0,29-0,81)$  Па. Угол внутреннего трения  $\varphi_n$  для суглинистых и глинистых грунтов составляет  $6-26^\circ$ . Меньшее значение для текучего, а большее для твердого состояний грунтов. Модуль деформации для суглинистых и глинистых грунтов  $E \cdot 10^5 = 50-340$  Па.

#### *Механические свойства скальных грунтов*

Скорость бурения разведочных скважин в этих грунтах зависит от механических свойств пород: упругие свойства, временное сопротивление сжатию, твердость, абразивность, пластичность, хрупкость, трещиноватость и др.

Упругость – основное механическое свойство горных пород, характеризующее способность грунта сопротивляться изменению его формы и объема под действием сил, вызвавших его деформацию. К механическим свойствам этих грунтов относятся: модуль упругости Юнга  $E$ , коэффициент Пуассона  $\mu$ , константа Ляме  $\lambda$ , модуль сдвига  $G$ , предел прочности пород на одноосное сжатие  $\sigma_{сж}$ .

Значения модуля упругости первого рода  $E \cdot 10^{10}$ , Па для некоторых метаморфических, осадочных пород приведены ниже. Кварцит – (7,5–10); базальт – 9,7; мрамор – (3,9–9,2); известняк – (1,3–8,5); песчаник – (7,3–7,8); гранит – (6–9,42) [4].

Данные по параметру коэффициент Пуассона выглядят следующим образом. Песчаник – 0,33; кварцитопесчаник – 0,1; мрамор – (0,34–0,4); известняк – (0,19–0,33); уголь (0,14–0,16).

Существенное влияние на разрушаемость горных пород при бурении оказывает такой показатель, как сопротивляемость сжатию. Для кварцита  $\sigma_{сж} \cdot 10^5 = (2940-4900)$  Па, для гранита – (2940–4900) Па, для известняка (1000–2000) Па, для песчаника (2000) Па, для мрамора (980) Па.

## 1.2. Технология проведения подземных горноразведочных выработок

### 1.2.1. Типовые сечения горизонтальных выработок

Типовые сечения горизонтальных горноразведочных выработок в свету разработаны для условий размещения в них средств механизации проходческих и транспортных работ; рельсовых путей; подземных коммуникаций (трубопроводов сжатого воздуха, вентиляции, технического водоснабжения, силовых и осветительных кабелей и арматуры). Размеры выработок в проходке определяют в каждом конкретном случае в зависимости от категории крепости пород в соответствии с Нормативами превышения сечений горноразведочных выработок в проходке по сравнению с сечениями вчерне при производстве геологоразведочных работ [3].

При проведении горизонтальных горноразведочных выработок нашли применение две формы поперечных сечений: трапецевидная (Т) и прямоугольно-сводчатая с коробовым сводом (ПС). Для выработок трапецевидной формы разработаны типовые сечения с применением сплошной крепи, крепи вразбежку с затяжкой только кровли и с затяжкой кровли и боков (рис.1.1– 1.4, табл. 1.1).

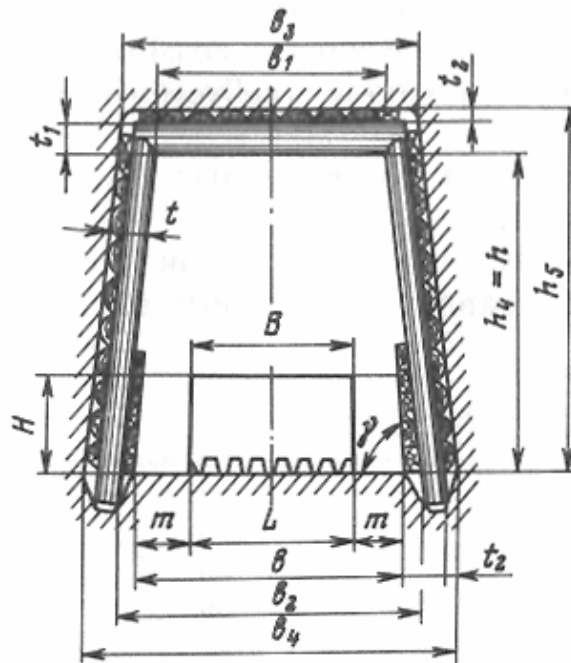


Рис. 1.1. Типовое сечение выработки трапецевидной формы с деревянной крепью и скреперной доставкой породы

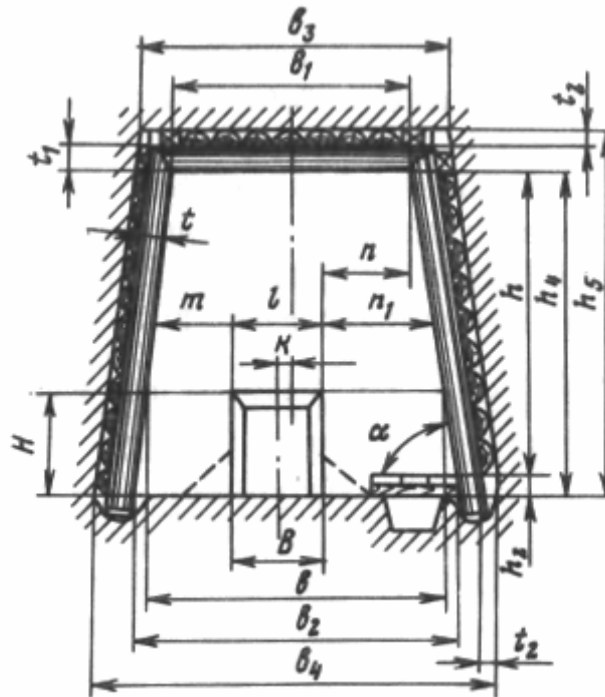


Рис. 1.2. Типовое сечение выработки трапецевидной формы с деревянной крепью и конвейерной доставкой породы

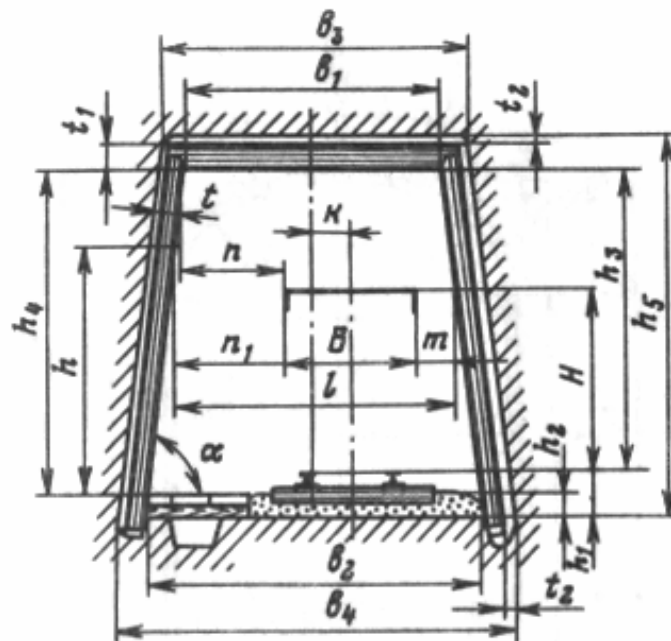


Рис. 1.3. Типовое сечение однопутной выработки трапецевидной формы с локомотивной откаткой породы



Ширина выработки вчерне по верхняку находится из выражения  $b_3 = b_1 + 2(t + t_2) \sin \alpha$ .

Ширина нижнего основания выработки в свету определяется следующим образом:

без рельсового пути  $b_2 = b + 2H \operatorname{ctg} \alpha$ ;

с рельсовым путем  $b_2 = b + 2(H + h_1) \operatorname{ctg} \alpha$ .

Ширина нижнего основания выработки вчерне:

без балластного слоя  $b_4 = b_2 + 2(t + t_2) \sin \alpha$ ;

с балластным слоем  $b_4 = b_3 + 2h_5 \operatorname{ctg} \alpha$ .

Площадь поперечного сечения в свету находится по формуле  $S = h_4 (b_1 + b_2)/2$ .

Таблица 1.1

Размеры сечений выработок трапециевидной формы

| Обозначение сечения | Размеры сечения, мм |       |       | Площадь сечения, мм <sup>2</sup> |
|---------------------|---------------------|-------|-------|----------------------------------|
|                     | $b_1$               | $b_2$ | $b_4$ |                                  |
| T-2,0               | 870                 | 1310  | 1800  | 2,0                              |
| T-2,8               | 1350                | 1790  | 1800  | 2,8                              |
| T-3,7               | 1480                | 2000  | 2110  | 3,7                              |
| T-4,4               | 1700                | 2250  | 2240  | 4,4                              |
| T-5,0               | 1760                | 2360  | 2430  | 5,0                              |
| T-8,3               | 3270                | 3840  | 2340  | 8,3                              |
| T-9,2               | 3460                | 4040  | 2430  | 9,2                              |

Для крепления выработок трапециевидной формы применяют круглый лес хвойных пород. Верхняк крепи имеет диаметр, который можно рассчитать по формуле проф. М.М. Протоджяконова

$$d = 0,11 l (10 L / (f R_{\text{и}}))^{1/2}, \quad (1.1)$$

где  $d$  – диаметр верхняка, см;  $l$  – длина верхняка, см;  $L$  – расстояние между осями соседних рам, см;  $f$  – коэффициент крепости пород;  $R_{\text{и}}$  – расчетное сопротивление древесины на изгиб, МПа.

Затяжка при креплении выработок имеет толщину 50 мм. Как видно из рисунков, в выработках предусмотрены водосборные каналы, площадь сечения которых принимается в зависимости от объемов протекающей воды, уклона нижнего основания выработки. Угол откоса стенок каналы трапециевидного сечения до 60°.

Типовые сечения выработок прямоугольно-сводчатой формы (рис. 1.5–1.9, табл.1.2) предусматривают применение анкерной, металлической и монолитной бетонной крепи.

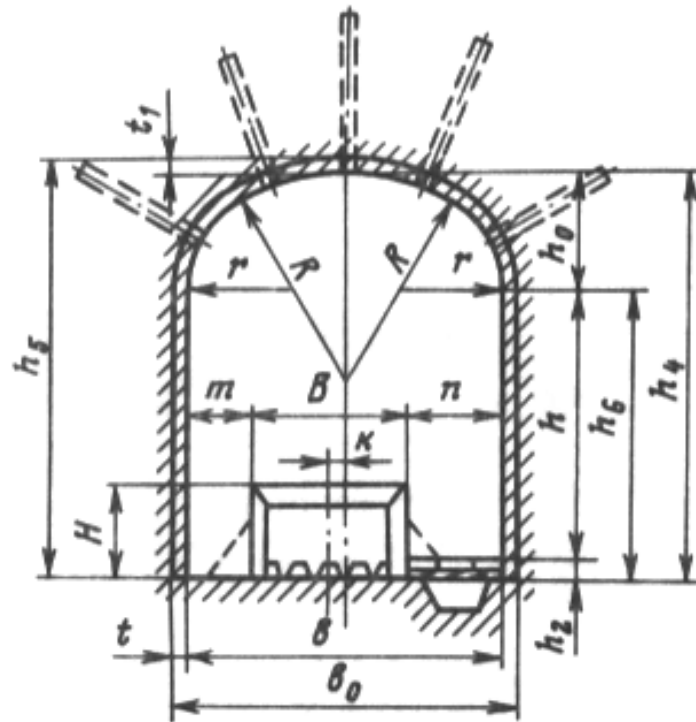


Рис. 1.5. Типовое сечение выработки прямоугольно-сводчатой формы со скреперной или конвейерной доставкой породы

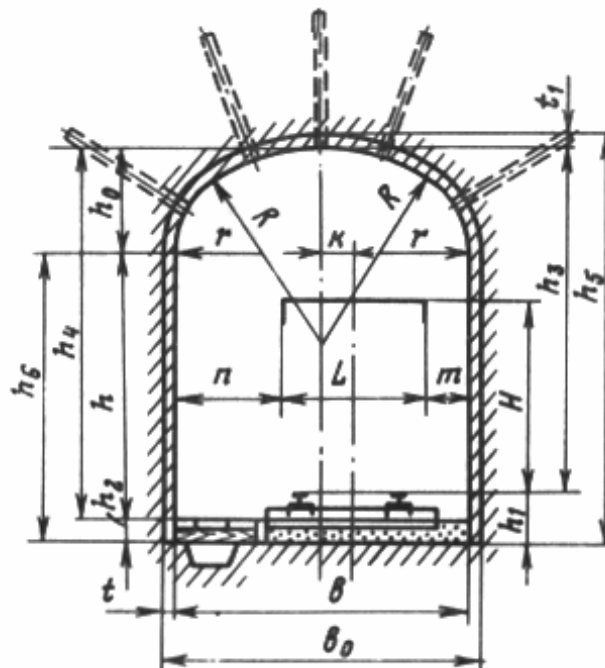


Рис. 1.6. Типовое сечение однопутной выработки прямоугольно-сводчатой формы с локомотивной откаткой породы

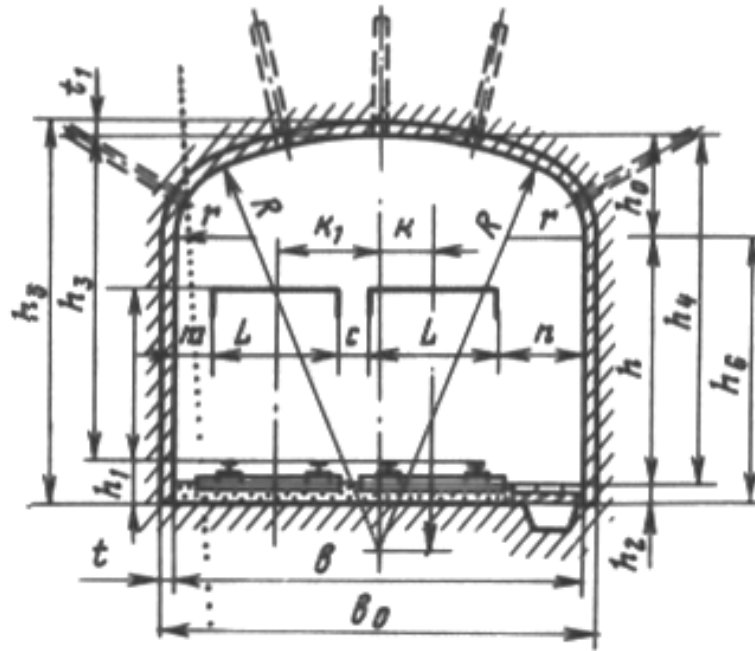


Рис. 1.7. Типовое сечение двухпутной выработки прямоугольно-сводчатой формы с локомотивной откаткой породы

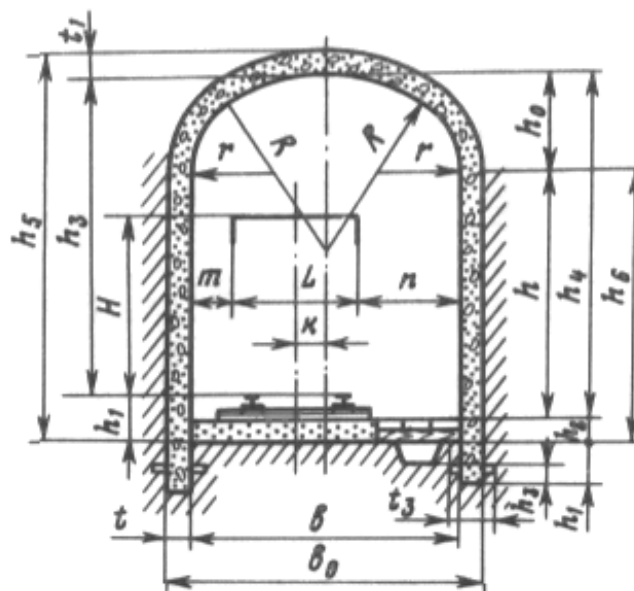


Рис 1.8. Типовое сечение однопутной выработки с монолитной бетонной крепью и локомотивной откаткой породы

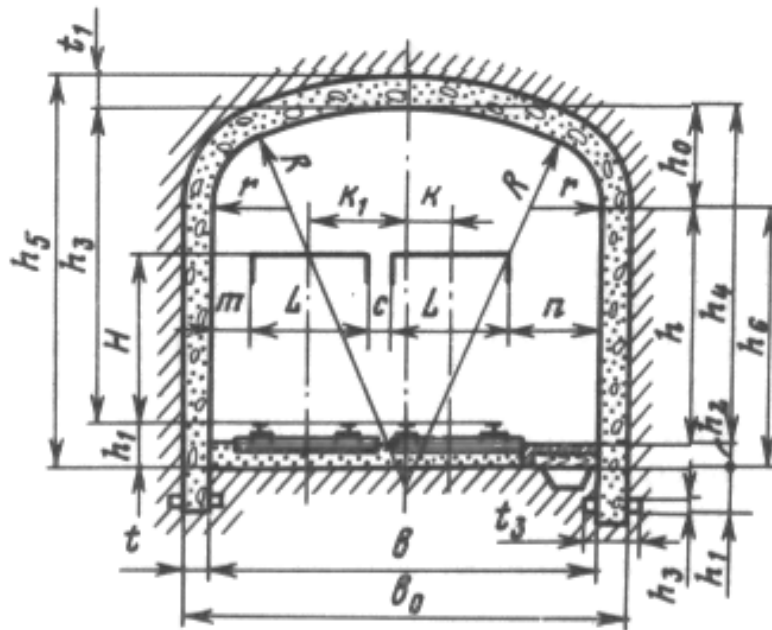


Рис. 1.9. Типовое сечение двухпутной выработки с монолитной бетонной крепью и локомотивной откаткой породы

Параметры  $H$ ,  $B$ ,  $h$ ,  $h_1$ ,  $h_2$ ,  $h_3$ ,  $n$ ,  $m$ ,  $c$  (аналогичные выработкам трапециевидной формы), а также толщина крепи стенки выработки  $t$  и толщина крепи свода выработки  $t_1$  выбираются по каталогам оборудования и в соответствии с правилами безопасности и технической эксплуатации горно-шахтного оборудования.

Высота выработки в свету:

при скреперной погрузке породы  $h_4 = h + h_0$ ;

при конвейерной доставке породы  $h_4 = h_2 + h_0$ ;

при рельсовом пути без балластного слоя  $h_4 = h + h_2 + h_0$ ;

при рельсовом пути с балластным слоем  $h_4 = h + h_0$ .

Высота выработки в черне  $h_5 = h + h_2 + h_0 + t_1$ .

Ширина выработки в свету:

однопутной  $b = B + m + n$ ;

двухпутной  $b = 2B + m + n + c$ .

Ширина выработки в черне  $b_0 = b + 2t$ .

Площадь сечения выработки в свету  $S = b(h + 0,2b)$ .

Площадь сечения выработки в черне:

для анкерной крепи  $S_1 = b(h_6 + 0,175b)$ ;

для бетонной крепи  $S_1 = S + S_2$ ,

где  $S_2$  – площадь поперечного сечения бетонной крепи.

Таблица 1.2

## Размеры сечений выработок прямоугольно-сводчатой формы

| Обозначение сечения | Размеры сечения, мм |      |       |      |     | Площадь сечения, мм <sup>2</sup> |
|---------------------|---------------------|------|-------|------|-----|----------------------------------|
|                     | $b$                 | $h$  | $h_0$ | $R$  | $r$ |                                  |
| ПС-2,0              | 1110                | 1480 | 370   | 770  | 290 | 2,0                              |
| ПС-2,7              | 1550                | 1320 | 520   | 1070 | 410 | 2,7                              |
| ПС-3,5              | 1570                | 1800 | 520   | 1090 | 410 | 3,5                              |
| ПС-4,2              | 1850                | 1800 | 620   | 1280 | 490 | 4,2                              |
| ПС-5,4              | 2070                | 2050 | 690   | 1430 | 540 | 5,4                              |
| ПС-8,2              | 3400                | 1800 | 850   | 3080 | 590 | 8,2                              |
| ПС-8,8              | 3600                | 1800 | 900   | 3260 | 620 | 8,8                              |

По ГОСТУ 22940-85 для горизонтальных горноразведочных выработок установлены, как было отмечено выше, две формы поперечных сечений: трапециевидная (Т) и прямоугольно-сводчатая с коробовым трехцентровым сводом (ПС). По этому стандарту определяют только площадь сечения выработки в свету. При разработке типовых сечений базировались на применяемых транспортных средствах: электровозы АК-2у и 4.5АРП-2М, вагонетка ВО-0,4 (УВО-0,5) при ручной откатке и гребковые скреперы СГ-0,10 и СГ-0,25. Во всех выработках, имеющих рельсовый путь, ширина колеи принималась 600 мм. В качестве примеров типовое сечение трапециевидной формы выработки показано на рис. 1.10, а типовое сечение выработки ПС-5,4 показано на рис. 1.11.

Погрузочная машина ППН-1с для уборки породы может быть использована в выработке, имеющей трапециевидную форму сечения площадью 4,4 м<sup>2</sup> (Т-4,4) и более. В выработках с Т-3,7 и ПС-3,5 балластный слой не сооружают, размер  $h_2 = h_3 = 1800$  мм принимают от почвы выработки. Типовое сечение выработки с ПС-5,4 показано на рис. 1.11.

Типовое сечение выработки устанавливают в следующей последовательности: определяют назначение выработки; выбирают вид крепи и транспорта; определяют ширину выработки в свету; принимают остальные размеры по «Типовым сечениям горизонтальных горноразведочных выработок»; по толщине крепи и необходимым размерам в свету, рассчитывают площадь сечения в черне.

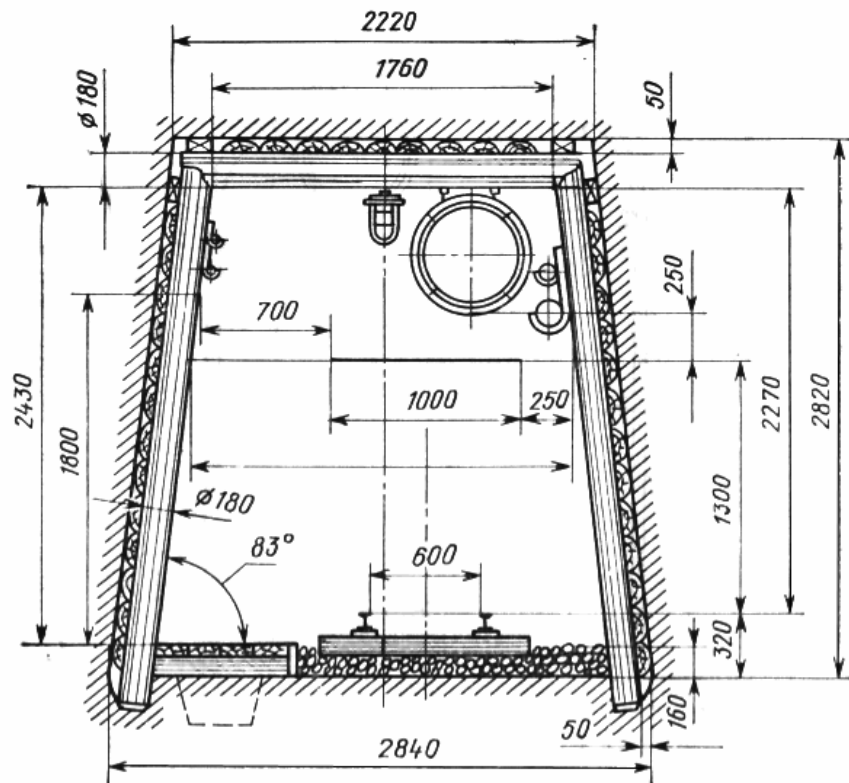


Рис. 1.10. Типовое сечение трапецевидной формы геологоразведочной выработки с деревянной крепью

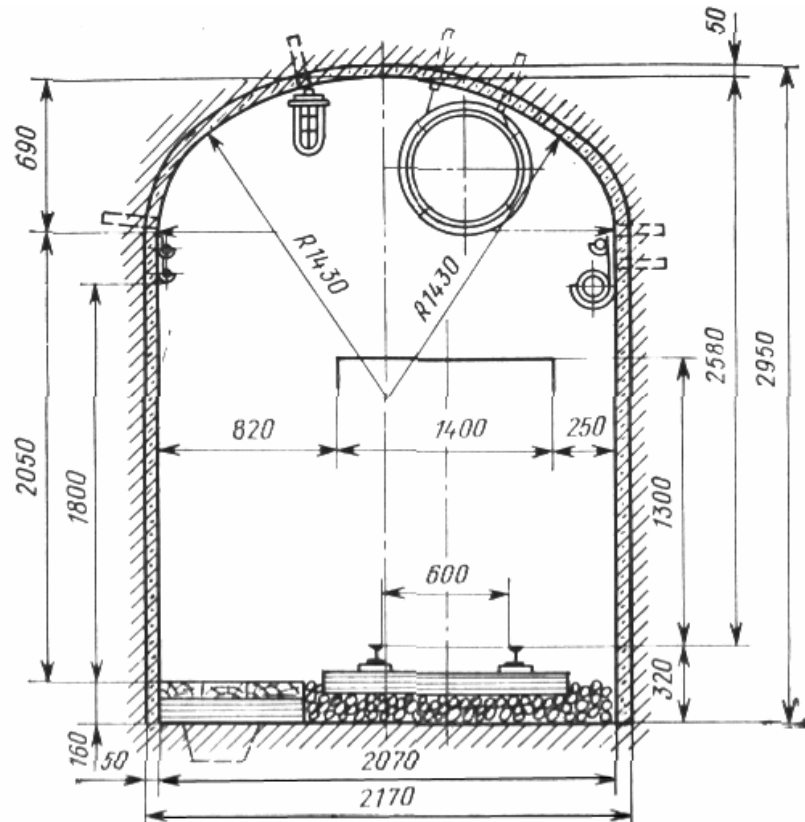


Рис. 1.11. Типовое сечение прямоугольно-сводчатой формы выработки с набрызгбетонной крепью

При разработке схем проведения выработок использовались методы математического моделирования процесса и ЭВМ. Изучены опыт работы передовых проходческих бригад, параметры и рабочие характеристики опытно-промышленных образцов оборудования. Авторами разработаны и предложены 12 комплектов оборудования, рекомендуемых для применения в различных горно-геологических условиях.

### 1.2.2. Технологическая схема проведения подэтажных выработок

Для проведения подэтажных выработок и рассечек (рис. 1.12) площадью сечения более  $5,2 \text{ м}^2$  по породам любой крепости используют стационарную скреперную установку [3].

Применение варианта с погрузо-доставочной машиной из-за больших габаритных размеров целесообразно при проведении выработок околоствольного двора, камерных выработок (насосная, зарядная и др.), а также коротких горизонтальных выработок.

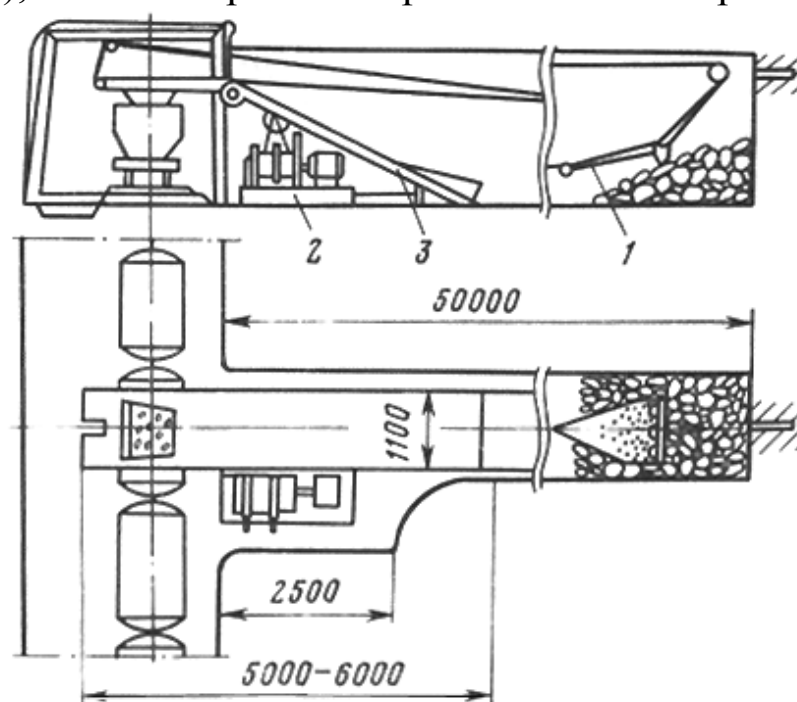


Рис. 1.12. Схема расположения оборудования при проведении подэтажных выработок и рассечек: 1 – скрепер СГ-0,25; 2 – лебедка; 3 – полук

Погрузо-доставочная машина ПДВ-2 предназначена для работы в горизонтальных и слабонаклонных выработках длиной не более 75 м, площадью поперечного сечения более  $4,5 \text{ м}^2$ .

### **1.2.3. Буровзрывной способ проведения горноразведочных выработок**

До недавнего времени широкое распространение при проведении горноразведочных выработок буровзрывным способом имели наклонные врубы, в основном клиновые. Эти врубы имеют ряд преимуществ: простота бурения; хорошая очистка врубовой полости от породы; возможность использования структуры породы (напластования, кливажа). Однако эти преимущества, высокие технико-экономические показатели обеспечиваются при глубине шпуров 1,5–1,7 м в породах не выше средней крепости. Прямые врубы, по сравнению с клиновыми имеют неограниченную глубину шпуров, увеличенный объем врубовой полости в породах любой крепости. К недостаткам прямых врубов относятся во-первых требование к их параллельности относительно друг друга, а во-вторых возможность запрессовки врубовой полости после взрыва разрушенной породой.

Наиболее распространенные конструкции прямых врубов показаны на рис. 1.13, 1.14.

Прямые врубы классифицируются по характеру формирования врубовой полости, типу вруба, конструкции зарядов во врубе, геометрической форме их построения в забое, используемым зарядам.

Схемы расположения шпуров в забое выработки выбирают с учетом применяемого бурильного оборудования, направления слоистости или трещиноватости массива [3, 4].

При использовании вертикально-клинового вруба забой выработки разделяют тремя вертикальными линиями на четыре равные по ширине части. Центральная линия служит осью вруба, по двум другим намечают устья и под углом 65 градусов бурят врубовые шпуры. Расстояния между врубовыми шпурами по вертикали могут изменяться от 0,5 до 0,9 м. Чем крепче порода, тем меньше должно быть расстояние между шпурами.

Шпуры классифицируются на врубовые, вспомогательные, отбойные и оконтуривающие.

Вспомогательные и отбойные шпуры служат для последовательного расширения врубовой полости и их бурят параллельно оси выработки. Количество отбойных шпуров тем больше, чем больше сечение выработки. Оконтуривающие шпуры невозможно пробурить параллельно оси выработки из-за габаритных размеров бурильной головки и податчика машин.

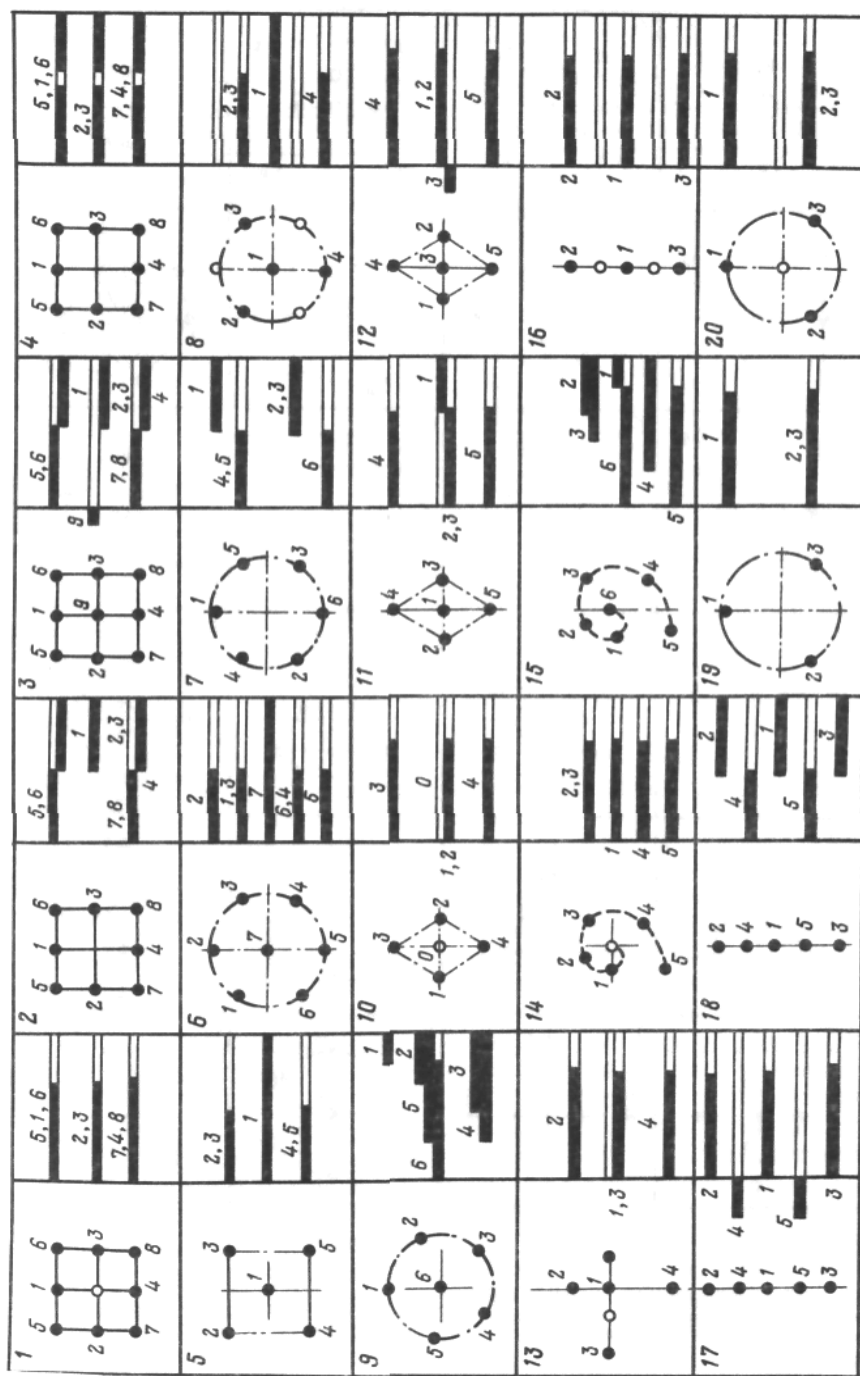


Рис. 1.13. Рекомендуемые конструкции прямых врубов для горноразведочных выработок: 1 – двойной призматический; 2 – ярусный призматический; 3 – ярусный призматический с зарядом выброса; 4 – секционный призматический; 5 – призматический с зарядом запрессовки; 6,8 – цилиндрический с зарядом запрессовки; 7 – ярусный цилиндрический; 9 – ступенчатый цилиндрический; 10, 13 – призматический обычный; 11 – призматический с зарядом запрессовки; 12 – призматический с зарядом выброса; 14 – спиральный обычный; 15 – спиральный ступенчатый; 16 – щелевой обычный; 17 – щелевой с зарядами выброса; 18 – щелевой с зарядами запрессовки; 19 – цилиндрический воронкообразующий; 20 – цилиндрический дробящий

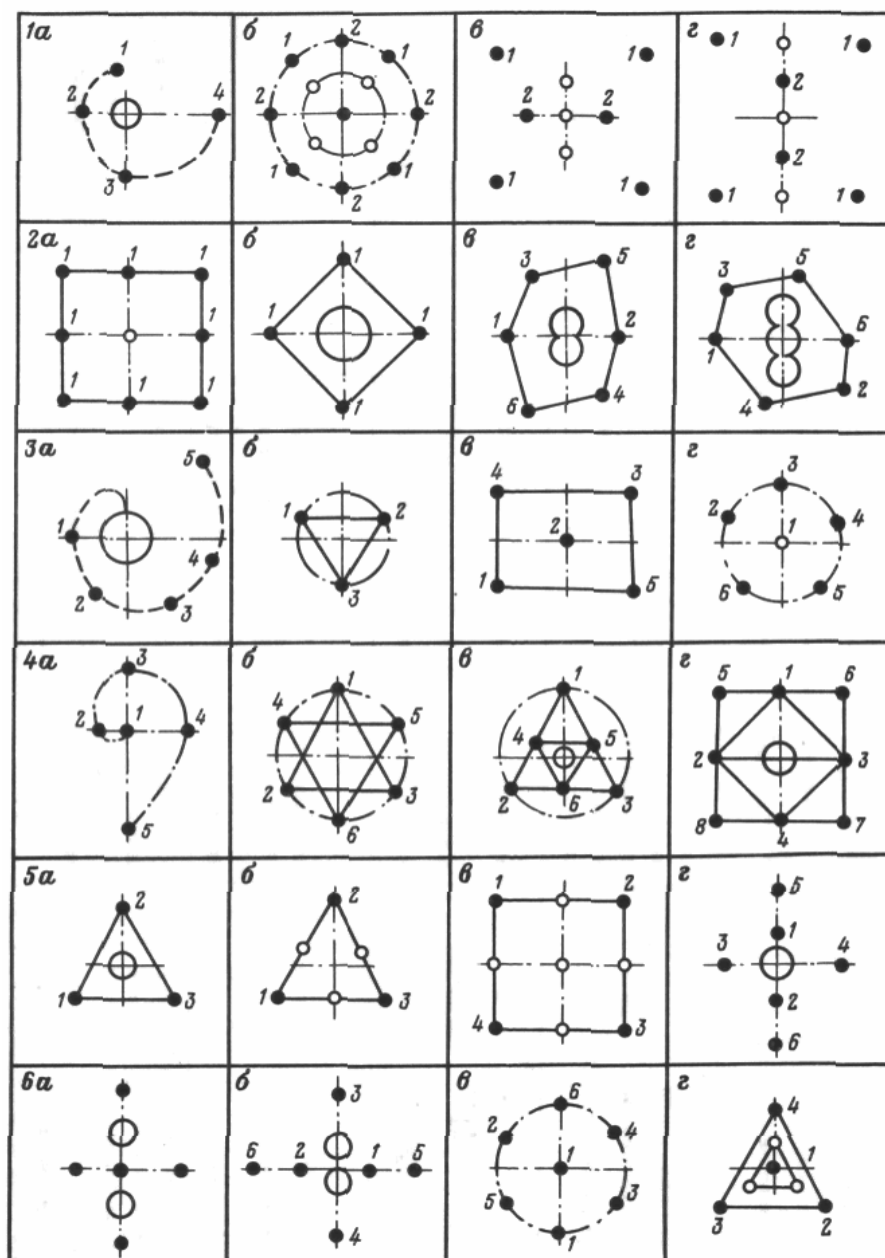


Рис. 1.14. Конструкции прямых врубов: дробящие со шпурами обычного диаметра – 1, б, в, г; 2, а; 3, г; 5, б, в; 6, г; дробящие со скважинами – 1, а; 2, б, в, г; 3, а; 4, в, г; 5, а; 6, а, б; воронкообразующие – 3, б, в; 4, а, б; 6, в

Шпуры по этой причине забуриваются на расстоянии 0,1–0,2 м от проектного контура выработки, а их концы должны выходить за контур выработки.

Для повышения эффективности буровзрывных работ в конструкциях врубов широко используются, так называемые, компенсационные шпуры или скважины, которые не заряжаются ВВ и вы-

полняют роль дополнительной обнаженной поверхности. При взрыве шпуров вруба ударная волна перемещается в сторону стенки компенсационного шпура (скважины), что повышает к.п.д. использования энергии взрыва.

Шпуры, взрывающиеся первыми, должны располагаться по возможности ближе к компенсационным шпурам, обеспечивая полное разрушение породной перемычки и выброс разрушенной породы из формируемой врубовой полости.

При проведении выработок в изотропных породах целесообразно расположение шпуров вруба параллельно осям выработки, а в анизотропных монолитных, а также трещиноватых и слоистых породах вруб следует располагать так, чтобы направление отбойки зарядов шпуров, взрывающихся первыми на компенсационный шпур (скважину), было перпендикулярно к плоскостям трещиноватости или слоистости пород (рис.1.15).

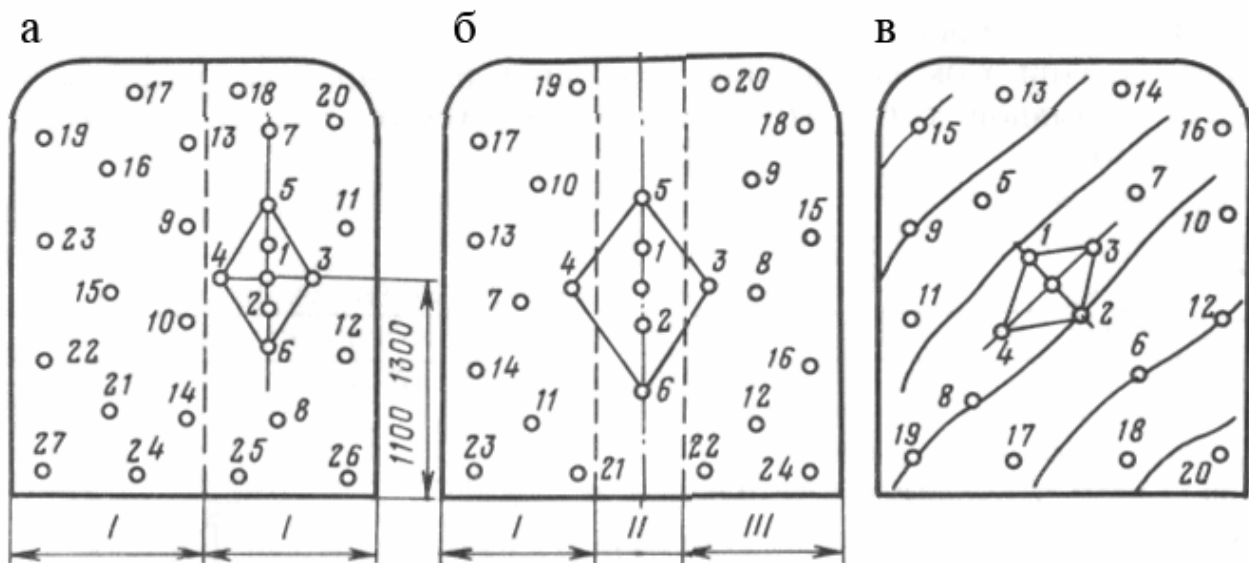


Рис. 1.15. Схемы расположения вруба: а – при бурении двумя установками УПБ-1; б – при бурении тремя установками УПБ-1 (СБКН-2М); в – в смятых и трещиноватых породах

Существенное влияние на показатели взрывной отбойки оказывает очередность взрывания зарядов, которая отмечена на рис.1.15 и 1.16 порядковыми номерами.

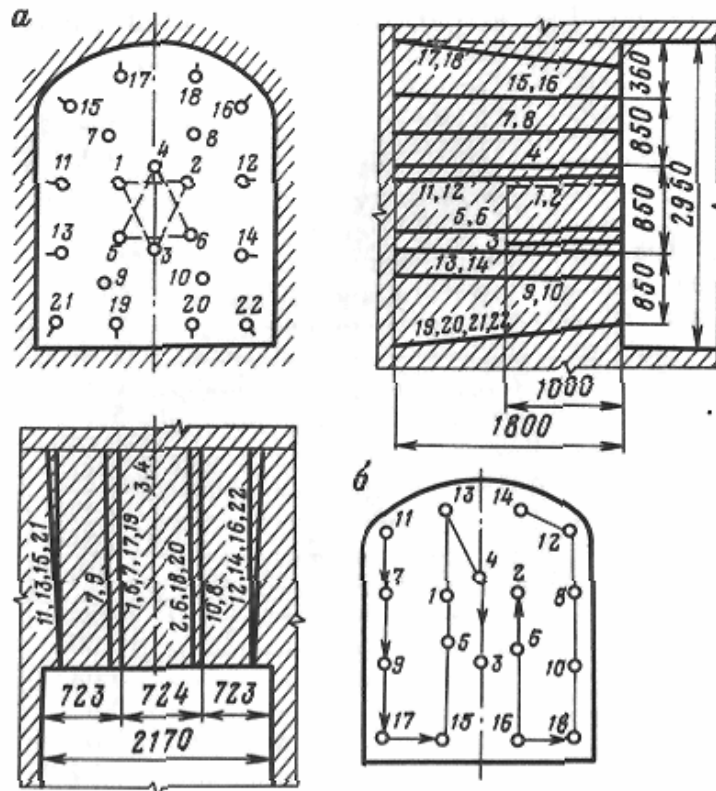


Рис. 1.16. Схема расположения шпуров в штреке (а) и порядок обустройства забоя (б)

Важным параметром при этом является коэффициент использования шпура КИШ. КИШ будет высоким (0,9–0,95), если линия наименьшего сопротивления  $W$  будет принята рациональной. Например, для рис.1.15, а,  $W$  представляет собой расстояние между стенками шпуров 1 и 5, 2 и 6 и т.д.

#### 1.2.4. Крепь горизонтальных горноразведочных выработок

##### *Деревянная крепь*

Геологоразведочные выработки крепят деревом [3, 4]. Основная конструкция крепи неполная крепежная рама (рис, 1.17, а).

В неустойчивых породах в кровле, почве и стенках выработок или в кровле и почве применяют полную крепежную раму (рис. 1.17, б).

При устойчивых породах в стенках выработки применяют потолочную (бесстычную) крепь в виде верхняков, укладываемых на крючья (рис. 1.17, в) или на лунки в стенках выработки (рис. 1.17, г).

Деревянная крепь целесообразна при сроке службы до 3 лет и умеренном горном давлении (до 70 МПа). Работы по возведению деревянной крепи в малой мере поддаются механизации и выпол-

няются преимущественно вручную. Поэтому при скоростном проведении выработок необходимо функции крепления поручать специальному звену крепильщиков.

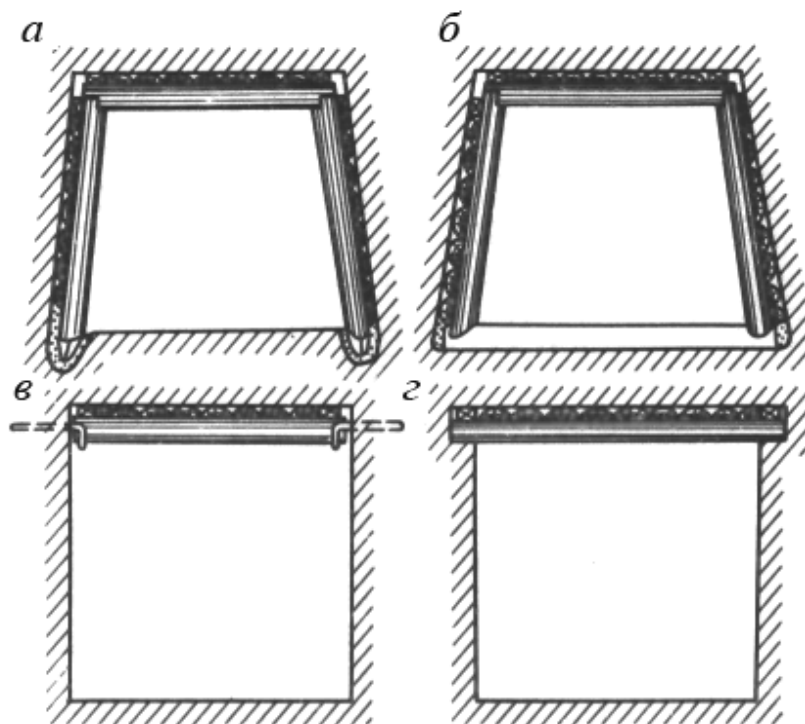


Рис. 1.17. Деревянная крепь: а – неполная крепежная рама; б – полная крепежная рама; в – потолочная крепь на крючьях; г – потолочная крепь (верхняки уложены в лунки)

При креплении деревом и давлении только со стороны кровли наиболее возможно использование потолочной крепи на крючьях. Однако из-за отсутствия бурильных установок для бурения шпуров под крючья эта разновидность крепи пока не нашла широкого применения.

#### *Металлическая крепь.*

Металлическую крепь (рис.1.18) в основном применяют для крепления капитальных и подготовительных выработок при сроке службы от 3 до 15 лет и более, проводимых по горным породам любой крепости и при любой форме поперечного сечения. Достоинства металлической крепи – прочность, долговечность, огнестойкость и возможность повторного использования. Крепь применяют в виде арок, колец, трапециевидных и бочкообразных рам, изготавливаемых из стальных прокатных профилей типа СВП, двутавров, железнодоржных рельсов.

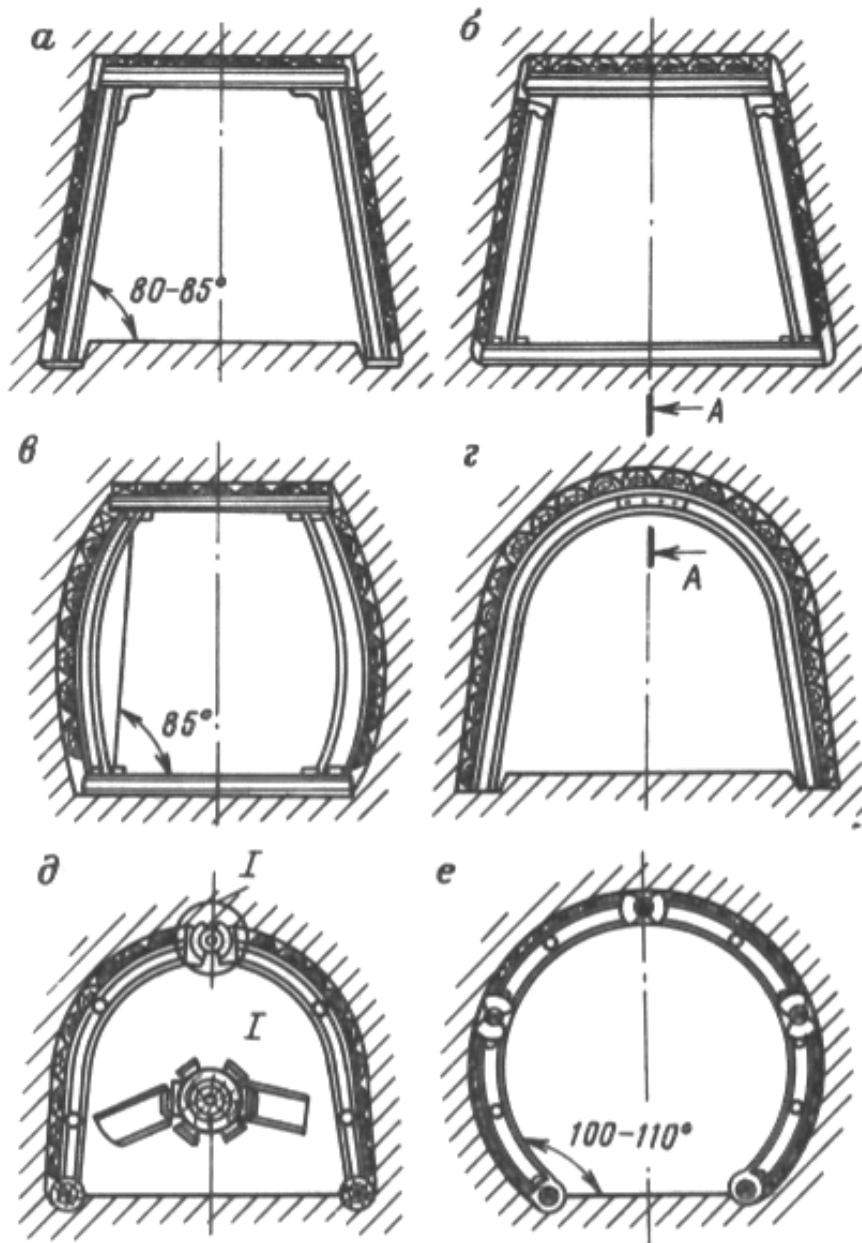


Рис. 1.18. Металлическая рамная и арочная крепь: а – трапециевидная неполная; б – трапециевидная полная; в – бочкообразной формы; г – арочная жесткая; д, е – арочная шарнирно-податливая

Трапециевидные крепежные рамы относят к жесткой крепи. Элементы крепи изготовляют из двутавровых, швеллерных балок, железнодорожных и рудничных рельсов, а также из труб. В мягких породах стойки опирают на лежень.

При высоком давлении со стороны кровли арочная крепь выполняется в виде жестких или шарнирных конструкций. Наиболее распространяю арочная податливая крепь из спецпрофиля СВП (рис. 1 19).

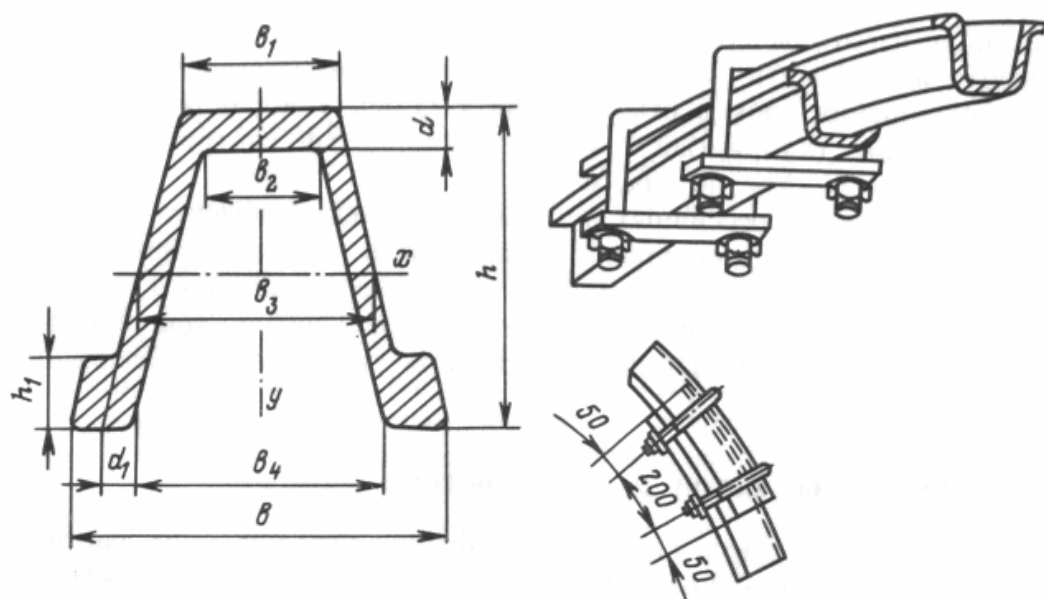


Рис. 1.19. Размеры спецпрофиля СП

*Анкерная крепь.*

Анкерная крепь представляет собой систему закрепленных в шпурах анкеров, расположенных по определенной сетке (рис. 1.20). Замок анкера прочно закрепляется в породах, окружающих выработку. Благодаря поддерживающим элементам (подхватам, опорным плиткам) породы кровли (стенок, почвы) как бы сшиваются, и происходит упрочнение массива пород, повышение устойчивости его обнажений. В настоящее время применяют металлические, железобетонные, деревянные и сталеполимерные анкеры.

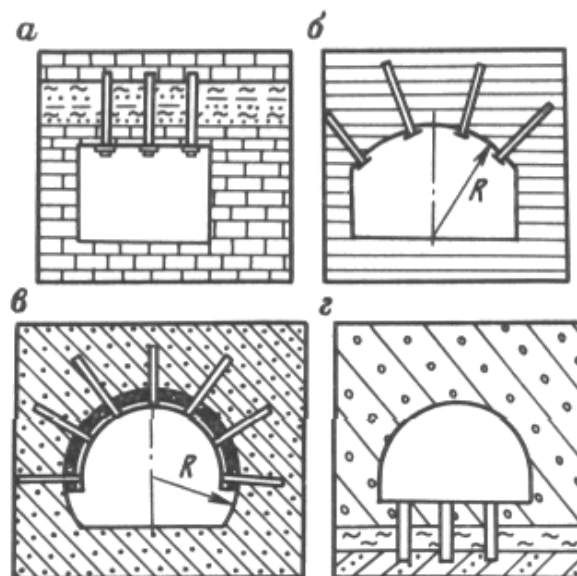


Рис. 1.20. Схемы крепления выработок штангами: а, б – с опорными плитками; в – с арочными стальными подокнами; г – крепление со стороны почвы

Металлические анкеры состоят из круглого стержня, на одном конце которого (контурном) имеются резьба и гайка (или болтовая головка), а на другом замок, с помощью которого штангу закрепляют в скважине. Конструкций замков известно много. Их изготавливают из металла и разделяют на клинощелевые, распорные, взрыво-распорные и винтовые.

Штангу с клинощелевым замком (клинощелевой анкер) изготавливают из круглой стали диаметром 22–25 мм. В замковой части стержня по диаметру образуют щель шириной 2–3 мм и длиной 150–200 мм, в которую при установке штанги вводят клин длиной 120–180 мм и толщиной 25–35 мм.

При ударах по концу штанги, выступающей в выработку, штангу надвигают на клин, усы внедряются в породу стенок скважины и закрепляются в ней. Диаметр шпура рекомендуется принимать не более чем на 12–15 мм больше диаметра штанги в замковой части. После закрепления штанги на ее конец, выступающий в выработку, надевают опорную плитку или подхват и шайбу, а затем завинчивают гайку.

В породах средней крепости ( $f = 4 \div 8$ ) несущая способность замка при глубине внедрения усов в породу 3–5 мм достигает 100–120 кН. В слабых породах ( $f < 4$ ) клинощелевые штанги применять не следует вследствие низкой в этом случае несущей способности замка. В крепких породах ( $f > 12$ ) трудно обеспечить надлежащее расклинивание замка, поэтому клинощелевые штанги в таких породах применяют редко. Достоинства клинощелевых штанг: достаточно высокая несущая способность в породах с  $f = 4 \div 12$ , простота конструкции и установки, относительно небольшая стоимость.

Анкеры с распорным замком (рис.1.21) выполняют из круглой стали диаметром 16–22 мм с конусной или клиновой головкой и называют распорно-конусным и и распорно-клиновыми. Замок в шпуре закрепляют с помощью гильзы или клиновидных сегментов, которые распираются головкой анкера при ее натяжении. Головки выполняют съемными – на резьбе (сборный анкер) или из стержня (цельный анкер). Наружный диаметр гильзы или распорных сегментов при диаметре шпура 42–44 мм принимают равным 38–40 мм, а высоту 80–140 мм, вследствие чего достигается значительно большая площадь контакта замка с породой, чем в клинощелевых анкерах. Они обладают большей несущей способностью. Большинство

конструкций распорных замков допускает извлечение штанг для повторного использования.

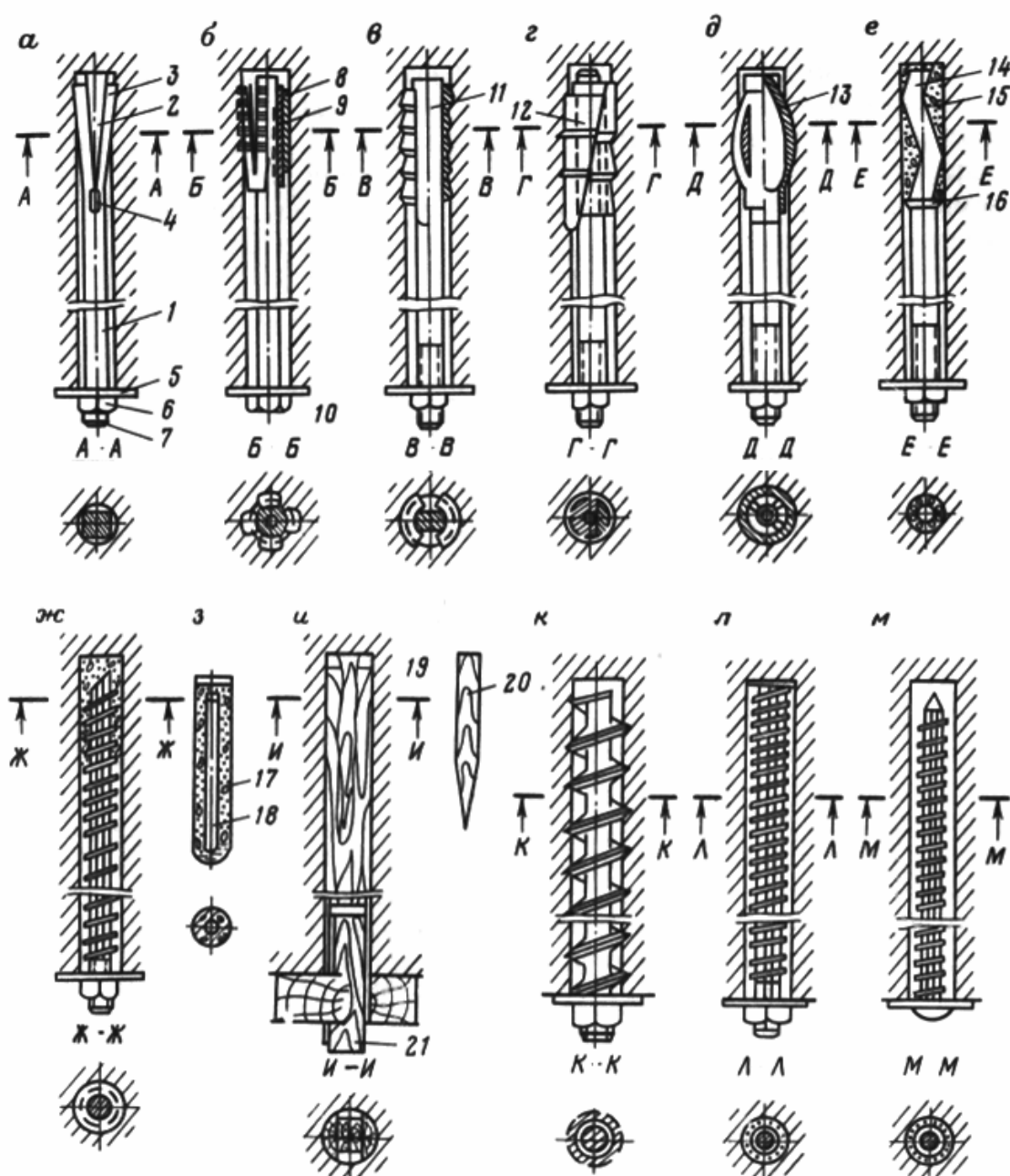


Рис. 1.21. Конструкции анкеров: а – клинощелевой; б, в, г – распорные; д – взрывораспорный; е, ж – армобетонные замковые; з – ампула; и – деревянный клинощелевой; к – винтовой; л, м – сплошные армобетонные; 1 – стержень; 2 – клин; 3 – усы; 4 – щель; 5 – опорная плитка; 6 – гайка; 7 – контурный конец; 8 – конусная гайка; 9 – гильза; 10 – болтовая головка; 11 – клиновидная головка; 12 – клиновидный сегмент; 13 – трубчатая головка после взрыва; 14 – вилнообращый глубинный конец; 15 – бетонная или полимербетонная пробка; 16 – уплотнительное кольцо; 17, 18 – секции со смолой и отвердителем; 19, 20 – глубинные клинья; 21 – контурный клин

Анкер с взрывораспорным замком конструкции ЛГИ состоит из круглого стержня диаметром 20–25 мм и пустотелой цилиндрической головки диаметром 38–40 мм, соединенной со стержнем с помощью резьбы. Замок в скважине закрепляется в результате раздутия головки при взрыве небольшого заряда (20–40 г) низкобризантного ВВ, помещенного в нее. Такие замки особенно хорошо закрепляются в мягких глинистых породах, в которых другие конструкции анкеров имеют низкую несущую способность, хорошо закрепляются они и в крепких породах. При установке анкеров в слабых породах, в частности для борьбы с пучением, целесообразно применять взрыво-распорные трубчатые анкера, раздутие которых выполняется по всей длине. После раздутия внутрь трубы может быть введен цементно-песчаный раствор для повышения долговечности и надежности.

Имеются и другие конструкции металлических анкеров. Главной особенностью металлических анкеров является их способность воспринимать расчетную нагрузку сразу после установки.

Железобетонный анкер представляет собой арматурный стержень, закрепленный в шпуре бетоном только в замковой части или по всей длине.

Первый вид анкера называют замковым, второй – сплошным. Конец арматуры обычно выступает в выработку и служит для закрепления на нем опорной плитки или подхвата. Диаметр шпура принимают равным 36–42 мм. В качестве стержней используют арматуру периодического профиля или гладкую арматуру диаметром 16–22 мм.

Достоинства железобетонных анкеров – прочный контакт с породой по всей длине штанги, хорошее сопротивление сдвигу, расслоению, выветриванию пород в стенках шпура, долговечность. Недостатки – невозможность восприятия нагрузки сразу после установки, трудоемкость контроля качественного заполнения шпура бетоном, значительные подготовительные работы по изготовлению бетона.

Сталеполимерный анкер подобно железобетонному может быть замковым или сплошным. Стальной арматурный стержень закрепляют в шпуре быстро твердеющим полимербетоном, состоящим из синтетической смолы, отвердителя, мелкого заполнителя (песок, гранулированный шлак), а при необходимости – катализатора

твердения, пластификатора и других добавок. Твердение полимербетона должно наступать через 2–5 мин после перемешивания его компонентов.

Для их подачи в скважину применяют стеклянные, полиэтиленовые или комбинированные ампулы длиной 0,3–0,5 м с двумя-тремя отделениями для раздельного размещения в них смолы и отвердителя, а иногда и катализатора. Заполнитель вводят в смолу, отвердитель или в оба компонента.

Обычно применяют полимербетоны на основе эпоксидных и полиэфирных смол.

Деревянный анкер представляет собой круглый стержень диаметром 40–60 мм, на обоих концах которого устраивают замки клино-щелевого типа. Щель на конце, вставляемом в шпур, длиной 400–450 мм, на противоположном 200–250 мм, стержни изготовляют из высококачественных сосны, лиственницы, дуба и т.п. Клинья выполняют из прочных, твердых пород леса-дуба, березы, прессованной древесины. Достоинства у них такие же, как у металлических анкеров. Недостатки – небольшая прочность, подверженность гниению.

### **1.2.5. Технология проходки восстающих**

Технология проходки вертикальных и крутонаклонных восстающих с углом более 60° отличается от технологии проведения слабонаклонных восстающих с углом менее 60°. В геологоразведочной практике находят применение следующие способы проходки восстающих: с устройством рабочего и предохранительного полков, с помощью проходческого комплекса, буро-взрывным способом с использованием скважинных зарядов, бурением на полное сечение.

Первый способ применяется в относительно устойчивых породах при длине восстающего не более 20–25 м, отличается высокой трудоемкостью и применяется практически в любых условиях при незначительных объемах проходки [5].

Во втором случае проходить восстающие с помощью комплексов типа КПВ можно в устойчивых породах. При неустойчивых породах восстающий необходимо крепить сплошной венцовой или анкерной крепью с металлической сеткой и набрызгбетоном. Проходка восстающих с помощью комплекса КПВ по сравнению с первым способом имеет следующие преимущества: скорость проходки в 3–4 раза и производительность труда в 1,5–1,8 раза выше; себе-

стоимость на 30–40% ниже; выше безопасность труда проходчиков; в несколько раз ниже трудоемкость работ.

Стоимость проходки восстающих с помощью взрывных скважин на 30–50% меньше, а затраты на лесоматериалы ниже на 20–25% по сравнению с первым способом проходки.

*Проходка восстающих первым способом.*

Проведения восстающего начинают с сооружения камеры в боку или кровле горизонтальной выработки, в которой после выемки породы устанавливают раму–основание венцовой крепи и люка. В неустойчивых породах бока камеры затягивают досками. Первые 5–7 м выработки проходят с временных полков без разделения восстающего на отделения. Далее восстающий разделяют досками толщиной 40 мм на отделения и пробивают распорки, а при неустойчивых породах применяют сплошную венцовую крепь. Иногда проходка восстающего предусматривает бурение передовой скважины.

На рис. 1.22 показано оборудование восстающего, проходимого в устойчивых породах с применением распорной крепи. Проходчики поднимаются в забой по ходовому отделению до отбойного полка и через боковую откидную ляду выходят в призабойную зону, осматривают и обирают забой от отслоившихся кусков породы, сбрасывают оставшуюся породу с распорок и отбойного полка. Затем приступают к подъему лесоматериалов для распорной крепи и досок для отшивки ходового отделения от грузового. В забое сооружают два полка: рабочий (на расстоянии 1,8–2 м от забоя) и предохранительный (на 1 м ниже рабочего).

Порядок работ выглядит следующим образом. После сооружения полков в забой поднимают телескопные перфораторы и бурят двумя перфораторами шпуры клинового или прямого врубов. Глубину шпуров выбирают в зависимости от крепости пород, их трещиноватости и устойчивости в пределах от 1,5 до 2,5 м. С повышением глубины шпуров повышается производительность проходчиков. После взрывных работ и проветривания забоя проходчики поднимаются в забой по ходовому отделению до отбойного полка и через боковую откидную ляду выходят в призабойную зону, осматривают и обирают забой от отслоившихся кусков породы, сбрасывают оставшуюся породу с распорок и отбойного полка. Затем производится подъем лесоматериалов для распорной крепи и для от-

шивки ходового отделения от грузового. Порода из грузового отделения восстающего выгружают в вагонетки.

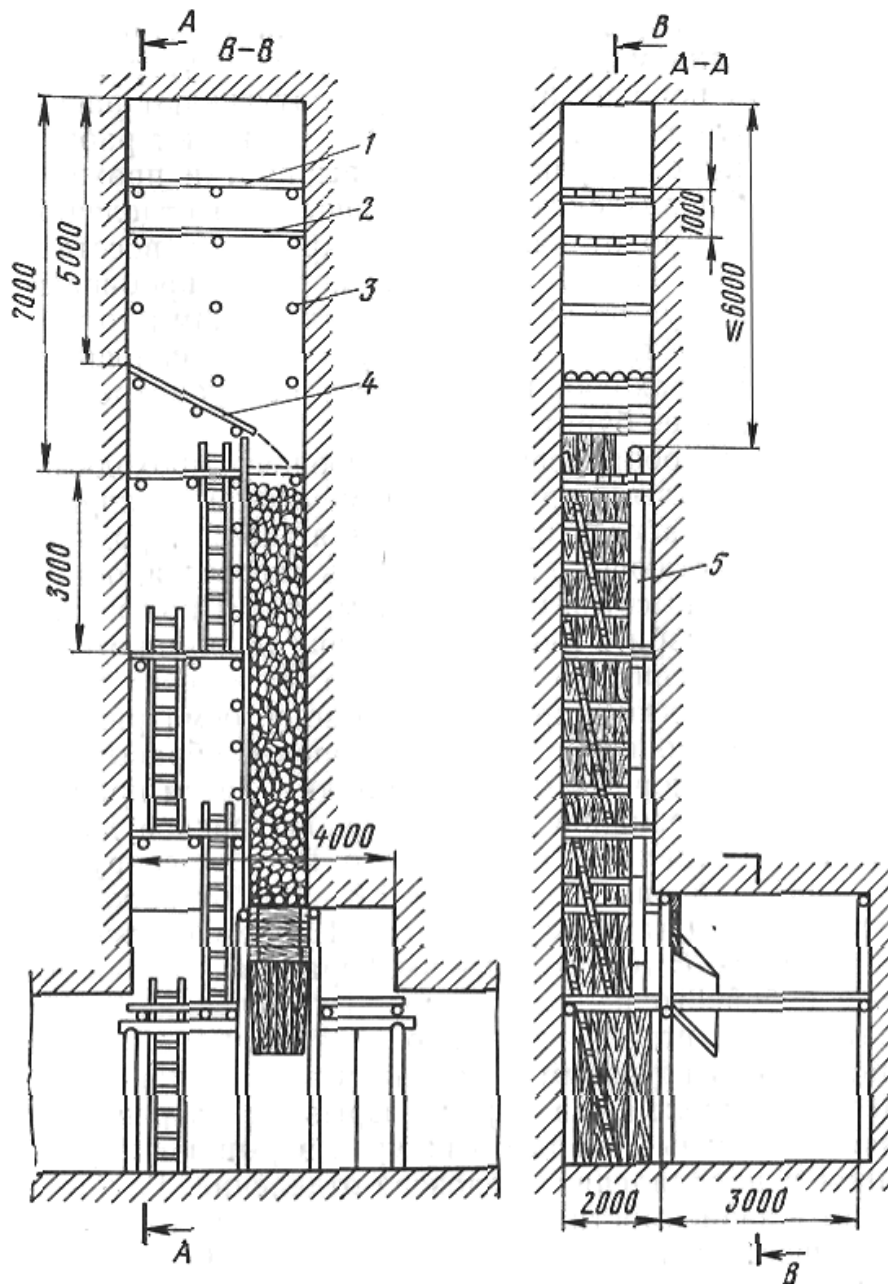


Рис. 1.22. Оборудование восстающего в крепких породах при проходке с сооружением полков: 1 – рабочий полк; 2 – предохранительный полк; 3 – распорка; 4 – отбойный полк; 5 – вентиляционная труба

При сплошной венцовой крепи используется круглый лесоматериал диаметром не менее 15 см, а при распорной крепи – диаметром 16 см. При проходке восстающего обычным способом и отсутствии разрезной скважины выполняется не более одного-двух цик-

лов в сутки. Одна бригада проходит обычно две-три выработки, в том числе один восстающий.

*Проходка восстающего с применением комплекса типа КПВ.* Данным комплексом проходят крутонаклонные восстающие под углом более  $60^\circ$ . Комплекс типа КПВ (рис. 1.23) состоит из самоходной кабины с рабочим полком 1, которые при помощи пневмодвигателя 2, редуктора 3 и шестеренчатого зацепления перемещаются по реечному монорельсу 4.

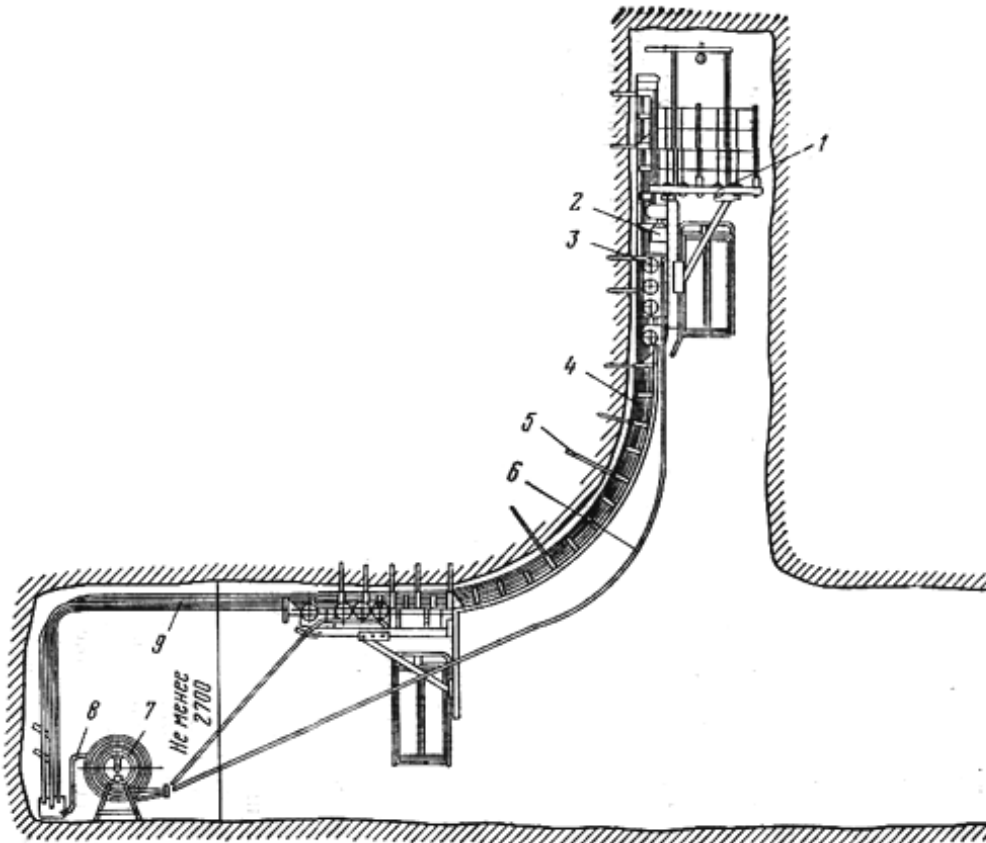


Рис. 1.23. Комплекс типа КПВ для проходки восстающих

Монорельс собирается из отдельных секций длиной 0,75 и 1,5 м со встроенными трубами для подвода сжатого воздуха и воды и крепится по стенке восстающего с помощью цанговых штанг 5 длиной 1,2–1,5 м, которые закрепляются в шпурах.

Сжатый воздух к пневмодвигателю подают по шлангу 6, который при подъеме и спуске полка наматывается автоматически на лебедку 7. Подачу воды и сжатого воздуха для работы перфораторов производят по трубам 8 и 9.

При проведении восстающего с помощью КПВ предварительно требуется проходка специальной камеры длиной не менее 6 м для монтажа монорельса и установки оборудования.

### **1.3. Технология проведения открытых горноразведочных выработок**

#### **1.3.1. Типовые сечения стволов разведочных шахт**

Шахтный ствол является основным сооружением в общем комплексе подземных выработок. Срок службы ствола должен быть рассчитан на время ведения геологоразведочных работ. Стволы имеют круглую или прямоугольную форму поперечных сечений. Геологоразведочные организации проходят в основном стволы сечением  $12,7 \text{ м}^2$  и более, в связи с тем что разведочные работы с помощью подземных горных выработок ведутся на глубину до 300 м. Стволы протяженностью более 100–150 м имеют как правило круглое сечение. Крепятся стволы разведочных шахт прямоугольной формы сплошной венцовой деревянной крепью. Гипрогеологостроем разработаны типажные вертикальные стволы разведочных шахт прямоугольной формы с клетевым подъемом. Типовое сечение ствола круглой формы показано на рис. 1.24, а прямоугольной формы – на рис. 1.25 [6].

В практике горноразведочных работ стволы шахт I типоразмера проходят глубиной до 100 м, II типоразмера сооружают глубиной до 200 м и IV типоразмера – до 300 м.

Выпускаемые в настоящее время неопрокидные шахтные клетки имеют размеры несколько меньшие, чем существующее оборудование, поэтому при определении размеров ствола в свету для клетки 1НВ-200-4,0 следует делать припуск на 100 мм. Для вагонеток ВГ-1,3 и ВГ-1,4 следует применять клеть 1НВ255-3,2, которая имеет ширину 1020 мм и длину 2250 мм.

В последнее время при сооружении стволов разведочных шахт проходят также стволы диаметром в свету 5 и 5,5 м, которые оборудуются клетями ШВ255-3,2. Для выбора типового ствола необходимо ориентироваться на производственную мощность геологоразведочного предприятия, максимальный годовой объем проходки горноразведочных выработок.

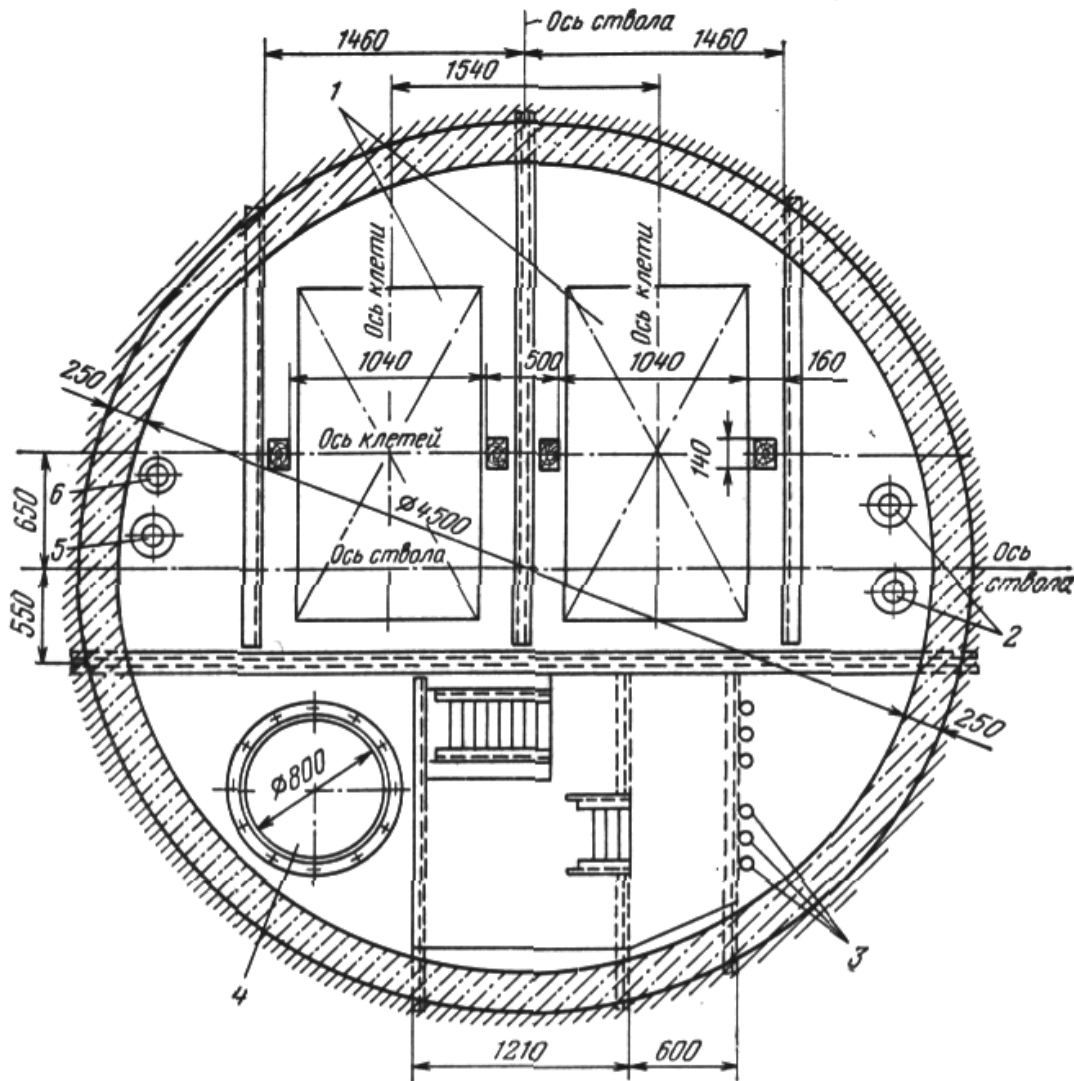


Рис. 1.24. Типовое круглое сечение ствола разведочной шахты диаметром 4,5 м: 1 – шахтные клетки; 2 – трубы для водоотлива; 3 – электрические кабели; 4 – вентиляционный трубопровод; 5 – труба для подачи сжатого воздуха; 6 – трубопровод водоснабжения

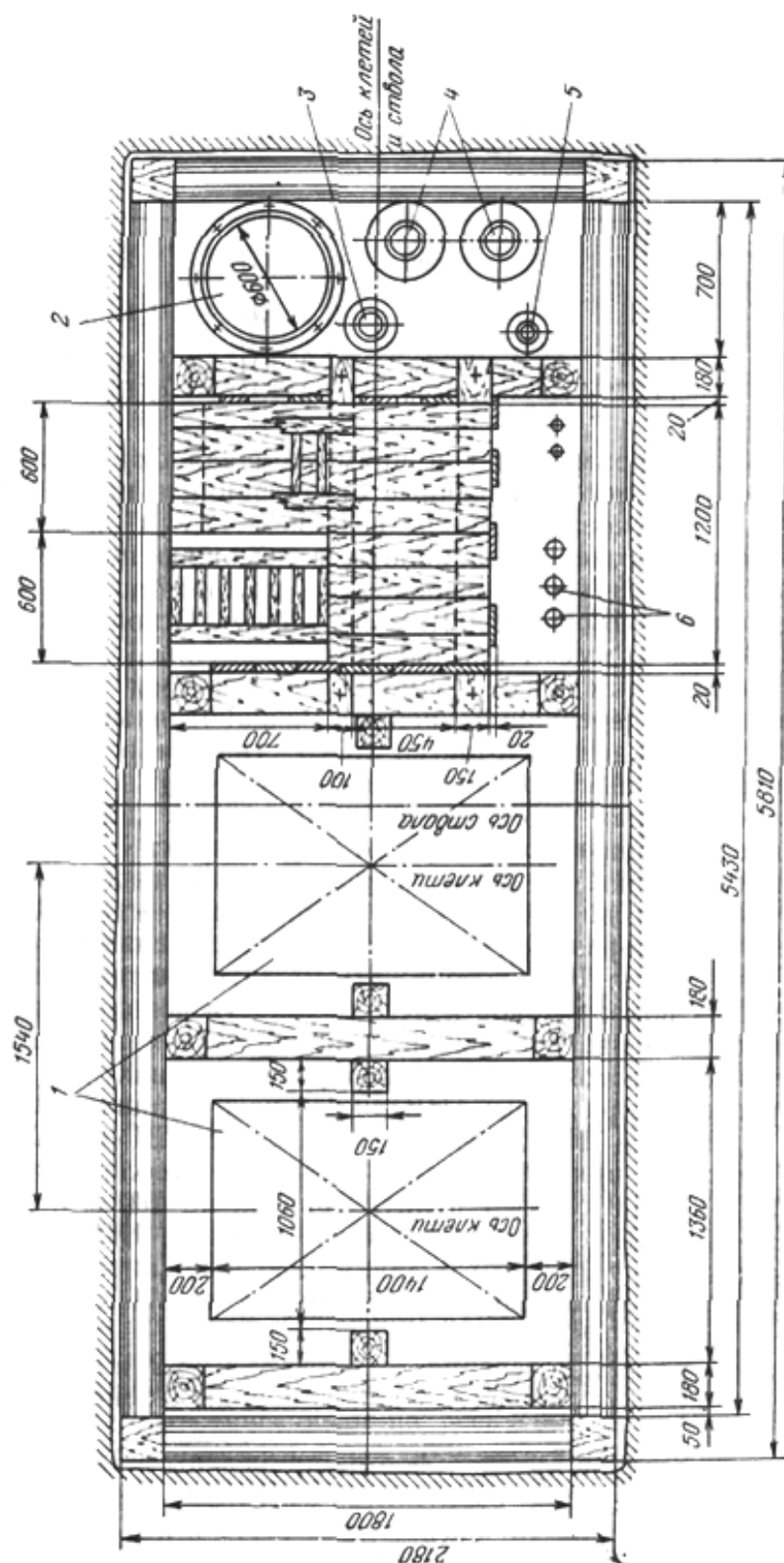


Рис. 1.25. Типовое прямоугольное сечение ствола разведочной шахты площадью 14,2 м<sup>2</sup>: 1 – шахтные клетки; 2 – вентиляционный трубопровод; 3 – трубопровод для подачи сжатого воздуха; 4 – трубы для водоотлива; 5 – трубопровод водоснабжения; 6 – электрические кабели

### **1.3.2. Технологические схемы проходки геологоразведочных стволов**

Процесс проходки ствола включает три основных операции: выемку породы, возведение постоянной крепи и устройство армировки. При проходке геологоразведочных стволов получили распространение два способа выемки породы: буровзрывной и механический. В зависимости от последовательности операций различают следующие технологические схемы проходки стволов: последовательную, совмещенную, параллельную и параллельно-щитовую (рис. 1.16). Так как стволы разведочных шахт не превышают глубины 400–500 м, то наибольшее распространение получили последовательная (до 100 м) и совмещенная схемы проходки [6].

Последовательная схема проведения стволов (рис. 1.26, а) целесообразна для неглубоких стволов с деревянной венцовой крепью и заключается в последовательном выполнении работ по выемке породы и возведению постоянной крепи. Длина участка до установки опорного венца колеблется от 2 до 10 м, чаще всего до 3–4 м. Сплошную венцовую крепь монтируют от опорного венца снизу вверх. Выемку породы ведут на глубину, равную толщине одного венца. Элементы венца расклинивают, забивают скобы и сшивают металлическими планками толщиной 10 мм, длиной 1–1,5 м со штырями через каждые 20 см.

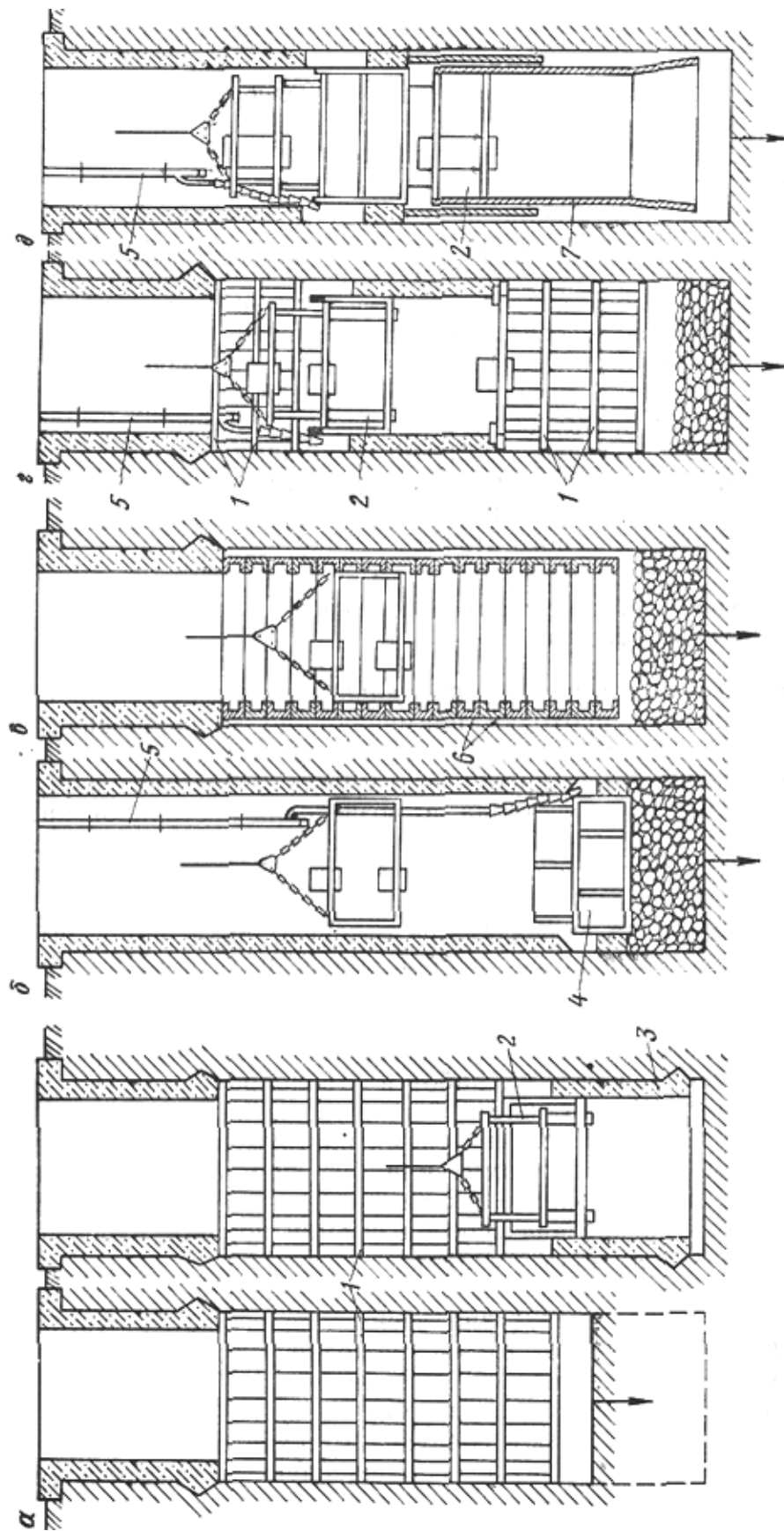


Рис. 1.26. Схемы проходки вертикальных стволов

На рис. 1.26. представлены схемы проходки вертикальных стволов: а – последовательная; б – совмещенная с бетонной крепью; в – совмещенная с тубинговой крепью; г – параллельная; д – параллельно-щитовая; 1 – временная крепь; 2 – двухэтажный проходческий полок; 3 – опорный венец; 4 – створчатая опалубка; 5 – труба для спуска бетона; 6 – тубинги; 7 – щитовая оболочка.

Основной недостаток последовательной схемы с деревянной крепью является сложность механизации ее возведения.

Совмещенная схема проходки стволов (рис. 1.26, б; 1.26, в) получила распространение при сооружении геологоразведочных стволов диаметром 4 м и более. Особенностью этой схемы является то, что работы по выемке породы и возведению постоянной крепи производят непосредственно в призабойной зоне вслед за подвиганием забоя без применения временной крепи. Применение этой схемы проходки позволяет использовать комплексную механизацию, добиться высокой экономической эффективности и безопасности работ, применить постоянную монолитную бетонную крепь, которая возводится с помощью передвижной опалубки. Основным недостатком последовательной схемы с деревянной крепью является сложность механизации ее возведения.

Параллельная технологическая схема (рис. 1.26, г) характеризуется тем, что возведение постоянной крепи и выемку породы ведут одновременно. В нижнем звене ведут выемку породы и возводят временную крепь под защитой натяжного предохранительного полка, а в верхнем звене демонтируют временную крепь и возводят постоянную монолитную бетонную или тубинговую крепь. Параллельную схему применяют на стволах диаметром более 5 м и глубиной более 300–400 м.

Параллельно-щитовая технологическая схема проходки (рис. 1.26, д) отличается от параллельной тем, что в забое устанавливается металлический щит-оболочка. Между щитом и стенками ствола имеется зазор 150–200 мм. Схема применима в устойчивых породах при глубине стволов свыше 700 м и требует более продолжительного подготовительного периода по сравнению с совмещенной технологической схемой в связи с монтажом и демонтажом оборудования.

Технологическая схема проходки ствола и соответствующий ей комплекс проходческого оборудования зависят от диаметра и

глубины ствола. На выбор технологической схемы оказывает также влияние требуемая скорость проходки.

В зависимости от выбранной технологической схемы в поперечном сечении ствола размещают оборудование, а на поверхности – подъемные машины. Проходческое оборудование размещают в стволе таким образом, чтобы бады были ближе к центру. Трубопроводы всех назначений, кабели взрыва, освещения, сигнализации и связи подвешивают в стволе для удобства в эксплуатации так, чтобы имелась возможность их осмотра и проведения мелкого ремонта с бады или спасательной лестницы. В зависимости от глубины различают стволы неглубокие (до 300 м), средней глубины (300–700 м) и глубокие (более 700 м).

При проходке неглубоких стволов весьма перспективно применение проходческого оборудования: передвижные подъемные установки типа ППМ, передвижные проходческие лебедки ЛПД-25, передвижные компрессорные установки ПКВ-25/8, котельные-ПКЕ-1/9, вентиляционные установки ВЦП-16 и другое оборудование.

До глубины 50–150 м применяют комплексы типа КПШ, ПК-1, а до глубины 300 м – комплексы КБ-1 и ОСК. Комплексами КПШ-2 и КПШ-3 можно проходить устья стволов и технологическую часть на глубину до 50 м. Комплекс состоит из экскаватора Э-505А со сменным оборудованием для подъема бадей БП-1, автомобильного крана К-51 для подвески грейферного погрузчика КС-3, разгрузочного бункера для бадей и передвижного компрессора. Проходческий кран ПК-1 в комплексе с аналогичным КПШ оборудованием применяют для сооружения неглубоких стволов (100–150 м) диаметром 4,5–6 м, а два крана ПК-1 – при диаметрах 6,5–8,5 м.

На рис. 1.27 показана совмещенная технологическая схема проходки ствола до глубины 130 м с использованием передвижной подъемной установки ППУ-1. На поверхности устанавливают раму-шаблон и проходят устье ствола. Отбойку породы производят отбойными молотками, а погрузку породы в бадью осуществляется пневмогрузчиком КС-3, который подвешивают на автомобильный кран К-51. После проходки устья на глубину 3 м с помощью деревянной опалубки его бетонируют. Затем вместо деревянной монтируют передвижную металлическую опалубку для возведения бетонной крепи. Выемку породы с последующим бетонированием производят заходками по 1–1,5 м.

Порода, поднятая установкой, разгружается в автосамосвал и отвозится в отвал.

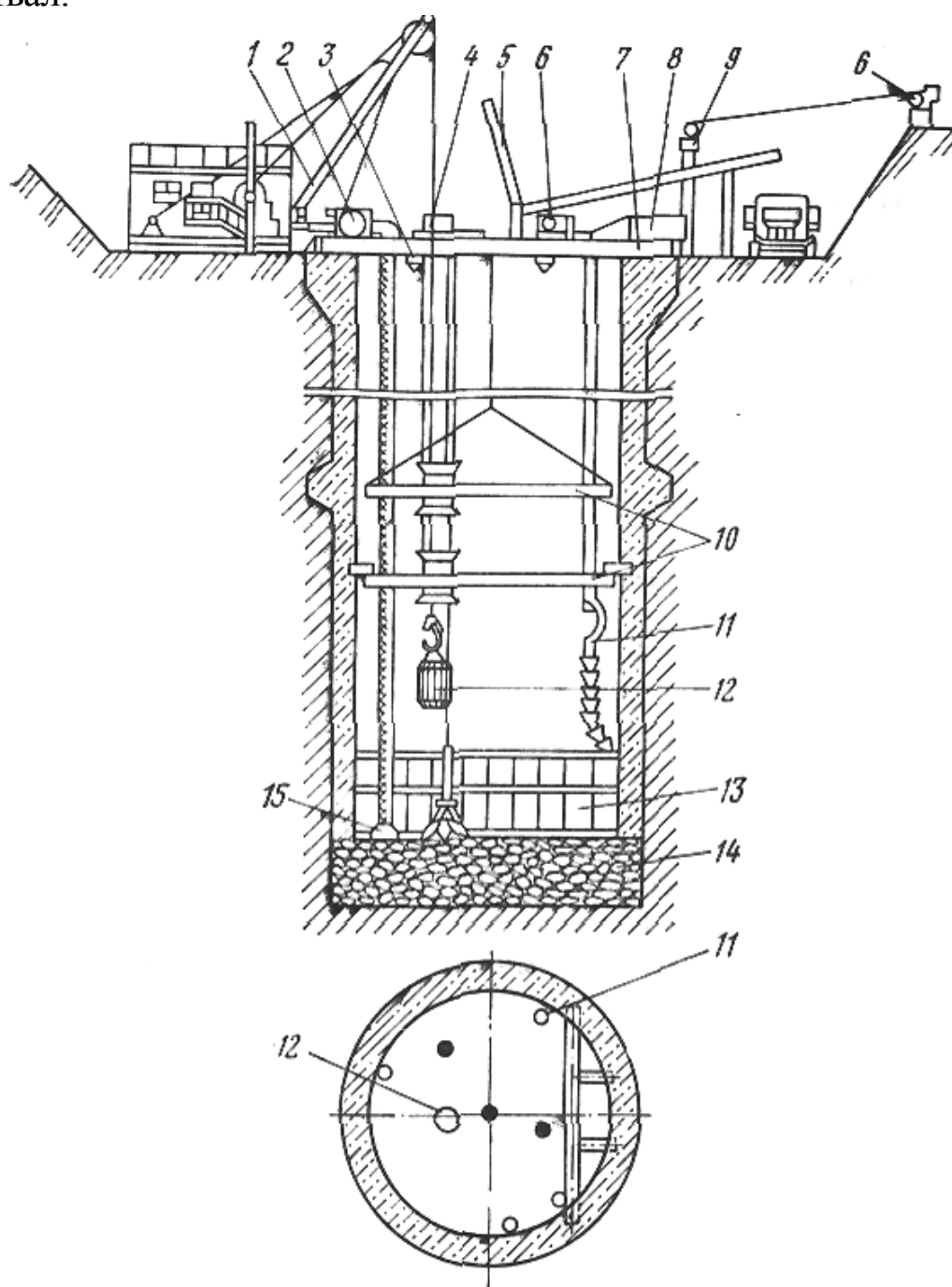


Рис. 1.27. Схема проходки ствола на глубину 130 м: 1 – передвижная подъемная установка; 2 – проходческая лебедка ПЛП-1,5; 3 – светильник; 4 – пневматическая лебедка ЛППГ; 5 – разгрузочная лядя; 6 – лебедка для подвески трубопровода для подачи бетона; 7 – перекрытие ствола; 8 – бункер для подачи бетона; 9 – ферма шкива для опрокидывания бункера; 10 – подвесной полук; 11 – трубопровод для подачи бетона; 12 – проходческая бадья БП-1; 13 – щитовая опалубка; 14 – порода для пневмопогрузчика КС-3; 15 – забойный насос Н-1м

При проходке ствола на участке крепких пород выемка ведется буровзрывным способом с использованием перфораторов. Одновременно в стволе диаметром 4 м и более может работать до 16 перфораторов.

Комплексом КБ-1 проходят стволы на глубину до 300 м диаметром 4–6 м по совмещенной технологической схеме с применением монолитной бетонной крепи, подвешного полка, ручных перфораторов, бады вместимостью 1–2 м<sup>3</sup>, двух грейферных погрузчиков КС-3. К достоинствам комплекса можно отнести невысокую стоимость и небольшую массу оборудования.

Комплекс. ОСК имеет аналогичную область применения, как и комплекс КБ-1. Он состоит из подвешного полка, бурильной установки СМБУ-4м и многолопастного грейфера ОСК с механизмом вождения из кабины производительностью 50 м<sup>3</sup>/ч и предназначенного для погрузки породы в бадю вместимостью 2–3 м<sup>3</sup>. Для возведения бетонной крепи имеется призабойная опалубка высотой 2–4 м.

### 1.3.3. Типовые сечения разведочных шурфов

Типовыми паспортами предусмотрена проходка прямоугольных восстающих четырех типоразмеров, имеющих отделения: ходовое, грузовое и трубное. Шурфы глубиной до 10 м имеют одно отделение, а до 20 м – с одним или с двумя отделениями. У шурфа с одним отделением площадь поперечного сечения в свету составляет от 0,8 до 1,5 м<sup>2</sup>, а с двумя отделениями – 2; 3,2 м<sup>2</sup>. При проведении восстающего с помощью проходческого комплекса типа КПВ минимальные размеры восстающего в свету составляют 1,9×2 м [6].

Типовыми сечениями, стандартом (ОСТ 41-02-206-81) предусмотрено десять типоразмеров шурфов: прямоугольного сечения (6 шт.), квадратного (2 шт.) и круглого (2 шт.). Выбор сечения шурфа зависит от его глубины и устойчивости пород. Площадь поперечного сечения в черне определяют с учетом площади, которую занимает крепь. С увеличением глубины шурфа площадь поперечного сечения в свету увеличивается. На рис. 1.28 показан шурф прямоугольного сечения (тип П-1,5), закрепленный деревянной венцовой крепью, площадью в свету 1,5 м<sup>2</sup>. Разделение шурфа на отделения целесообразно только при ручной погрузке породы в бадю 1. Для этого применяют прогоны 2, которые распираются расстрелами 3 через каждые 1,5 м. Расстрелы обшиваются досками 4 толщиной 20 мм. Такое

сечение шурфа применяют до глубины 20 м. При большей глубине площадь сечения шурфа следует увеличивать до 4 м<sup>2</sup>. Для прохода по шурфу служит подвесная лестница 5.

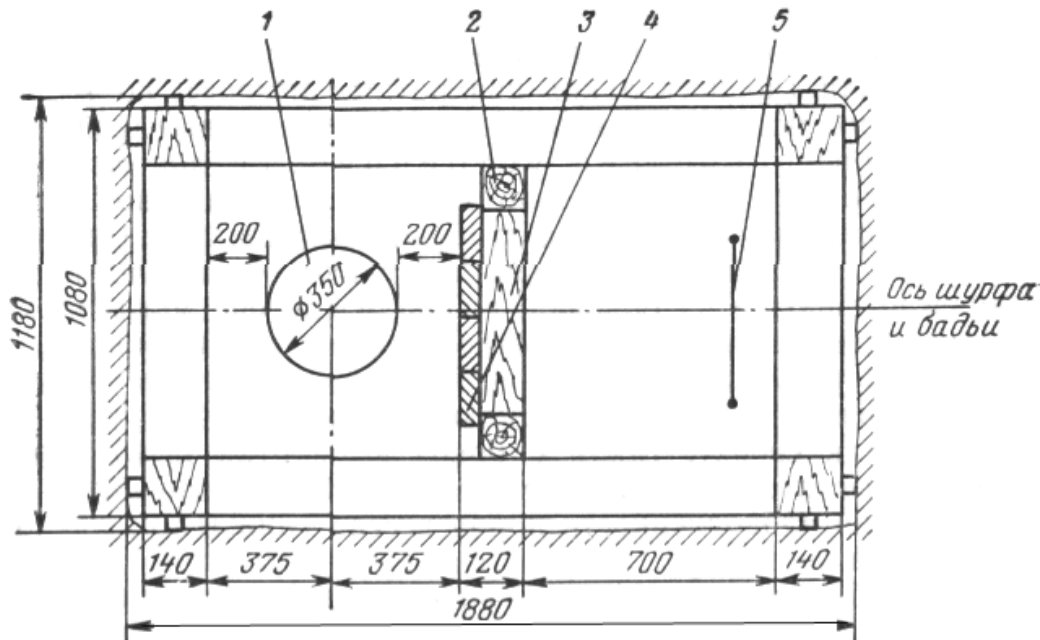


Рис. 1.28. Типовое прямоугольное сечение шурфа с венцовой крепью

Шурфы широко используются в качестве разведочных выработок. Они проходятся на всех стадиях геологических исследований – при съемке, поисках и разведке месторождений.

По глубине шурфы условно делят на мелкие (до 5 м), средней глубины (до 10 м) и глубокие (до 40 м).

Типовыми сечениями (ОСТ 41-02-206–81) предусматривается проходка шурфов прямоугольной, квадратной и круглой формы с площадью поперечного сечения в свету от 0,8 до 4 м<sup>2</sup>. Обоснование формы поперечного сечения шурфа производится с учетом свойств горных пород, способа проходки, конструкции крепи и глубины шурфа. При проходке шурфов в устойчивых породах поперечному сечению отдается предпочтение круглой форме. Такую же форму применяют при проходке шурфов по рыхлым, сыпучим и малосвязным породам, но с использованием соответствующих конструкций крепи.

Глубина шурфов определяется в первую очередь наличием эффективных средств механизации. С увеличением глубины шурфов процесс их проходки усложняется, увеличиваются затраты труда и средств, поэтому более половины всех шурфов при разведке месторождений имеют глубину до 10 м.

Можно выделить три вида технологических схем проходки разведочных шурфов в зависимости от способа разрушения породы на забое и уровня механизации:

- проходка в слабых породах с использованием ручных инструментов для отделения породы от массива;
- проходка с использованием буровзрывного способа;
- проходка механизированным способом.

При проходке шурфов в слабых породах для отделения породы от массива используется ручной инструмент. Этот способ нашел применение в условиях, когда применение высокомеханизированных способов не может быть обеспечено и объемы шурфопроходческих работ невелики. Работы по проходке шурфа начинаются с подготовки площадки, на которой должно быть размещено устье шурфа и его разметки и установки проходческой рамы, размеры которой в свету равны проектным размерам поперечного сечения шурфа. Проходческий цикл включает следующие операции: отбойку породы, погрузку и подъем породы на поверхность, крепление, проветривание, водоотлив и вспомогательные операции.

При проходке шурфов буровзрывным способом взрывание шпуровых зарядов производится электрическим или электроогневым способом. При применении электрического способа используются электродетонаторы мгновенного и короткозамедленного действия.

Шурфы глубиной до 20 м проветривают с использованием гибких труб диаметром 300 мм и вентилятора СВЦ78М. В соответствии с требованием ПБ выходное отверстие трубы должно располагаться на расстоянии более 10 м от устья шурфа, а входное – на расстоянии от забоя должно быть не более 5 м. Водоотлив из шурфа осуществляется с помощью подвесного насоса ПВН-11м или забойного насоса Н-1М. Подъем породы рекомендуется производить в бадьях БШ-0,12 (ОСТ 41-02-157–80) с использованием шурфопроходческого механизированного подъемника ПМШ2М.

В зависимости от физико-механических свойств пород крепление шурфов осуществляется сплошной венцовой крепью, венцовой крепью на стойках или инвентарной крепью типа КШП и КШИ. Конструкции инвентарной крепи рекомендованы типовыми технологическими схемами и входят в комплект необходимого оборудования для проходки шурфов глубиной до 20 м.

Инвентарная крепь состоит из устьевой секции, несущих венцов на расстоянии между ними 1 м и элементов подвески. После проходки шурфа на глубину 2 м производят установку устьевой секции, а далее при помощи элементов подвески монтируют несущие венцы. Стенки шурфа перекрывают затяжкой из досок.

Спуск людей в забой и их подъем на поверхность, а также доставку элементов крепи в шурф производят в бадье.

Для защиты работающего в забое во время подъема бадьи от случайного падения кусков породы над забоем монтируют предохранительный полук.

Для проходки шурфов глубиной до 30 и 40 м рекомендованы типовые сечения прямоугольной формы с площадью в свету 3,2 и 4 м<sup>2</sup>. В соответствии с требованиями Правил безопасности шурфы такой глубины проходят с двумя отделениями, одно из которых является лестничным, а другое – подъемным (рис. 1.29).

Проведение глубокого шурфа включает следующие основные стадии: проходку устья шурфа с возведением крепи; устройство перекрытия устья; проходку и армирование шурфа.

Устьевую часть шурфа на глубину до 2 м проходят с применением отбойных молотков или буровзрывных работ. Крепление осуществляют сплошной венцовой крепью, которая состоит из опорного и рядовых венцов. Верхние венцы крепи должны быть выше уровня поверхности не менее чем на 0,3 м и обязательно перекрываться ладами, которые предотвращают падение в шурф случайных предметов.

Технология буровзрывных работ при проходке шурфов практически не зависит от их глубины. Проветривание производят с помощью центробежного вентилятора и вентиляционных труб диаметром 400 мм, которые располагаются в подъемном отделении. Для водоотлива применяют подвесные ПВН-15Н или забойные Н-1М насосы.

Погрузку породы выполняют вручную в бадьи БШ-0,18 вместимостью 0,18 м<sup>3</sup>. Подъем и спуск грузов осуществляются с помощью крана КШ2М. Для крепления шурфов в породах до III категории (по ЕНВ-77) применяется сплошная венцовая крепь, а в породах IV–XX категорий – венцовая крепь на стойках. И в том, и в другом случае крепление производится участками в направлении снизу вверх.

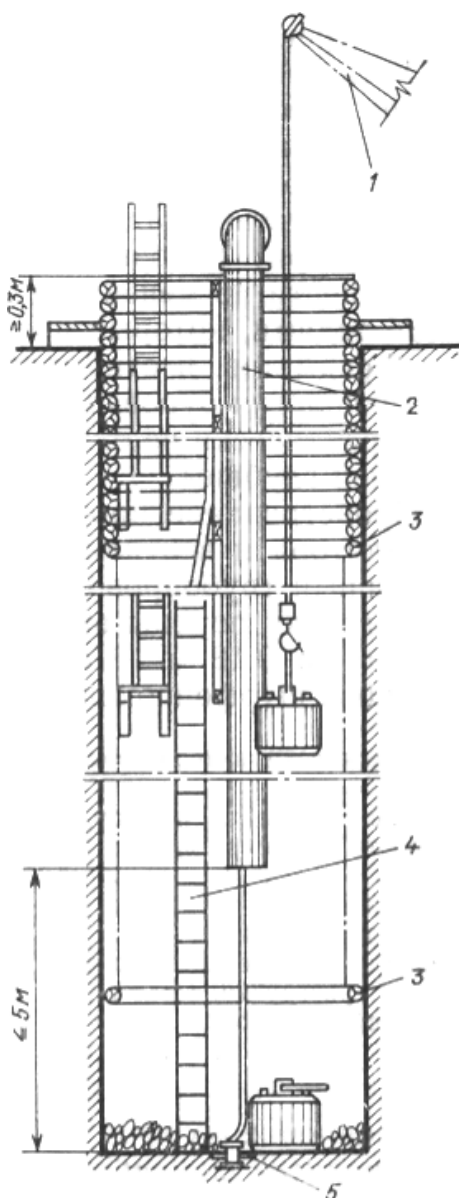


Рис. 1.29. Схема проходки глубоких шурфов буровзрывным способом: 1 – шурфопроходческий подъемник; 2 – вентиляционный трубопровод; 3 – венцы; 4 – подвесная лестница; 5 – погружной забойный насос

Процесс крепления включает установку опорного венца, лестничных полков и лестниц, а также разделение лестничного отделения от подъемного сплошной перегородкой и перекрытие стенки шурфа досками. Лестничное отделение при буровзрывном способе проходки находится на расстоянии не более 10 м от забоя, а при проходке без буровзрывных работ – не более 3 м.

*Проходка шурфов механизированным способом без использования ВВ.*

К механизированным способам проходки шурфов относят такие, при которых основные проходческие операции выполняются без присутствия людей в забое. В настоящее время применяются два варианта: машины с исполнительными органами, работающими по принципу черпания породы; машины с исполнительными органами бурового типа.

Исполнительный орган машин первого типа выполняется в виде грейфера (рис. 1.30). Принцип его действия заключается в следующем. Грейфер в раскрытом виде опускается на трубах в шурф. Под действием осевого усилия, передаваемого через трубу 1, челюсти 5 грейфера внедряются в породу. При вращении труб и ходового винта 3 муфта 2 и рычаги 4 перемещаются вниз. При этом рычаги 4 воздействуя на челюсти закрывают грейфер.

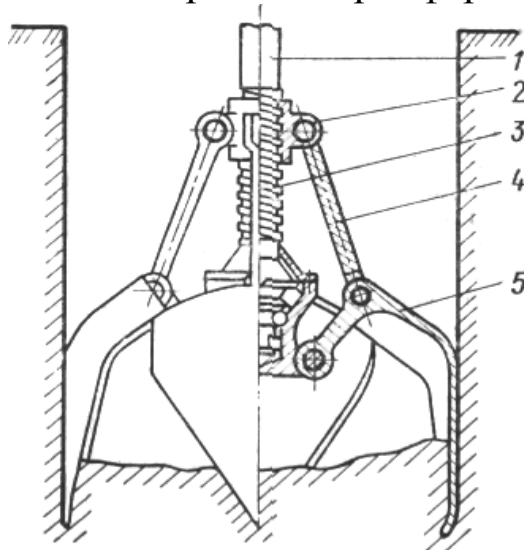


Рис. 1.30. Схема напорного грейфера

Типовыми технологическими схемами предусматривается использование установок с грейферными рабочими органами при проведении разведочных шурфов глубиной до 10 и 15 м. В частности,

грейферная установка ЭО-4321 позволяет проходить шурфы глубиной до 10 м. Она комплектуется сменными грейферами, что обеспечивает возможность проходки шурфов квадратной ( $S = 2 \text{ м}^2$ ), круглой ( $S = 1,5 \text{ м}^2$ ) или прямоугольной ( $S = 1,3 \text{ м}^2$ ) формы в породах I–IV категорий. Для механизированной проходки шурфов в скальных породах этой установкой требуется их предварительное рыхление буровзрывным способом. Радиус поворота и высота разгрузки

грейфера позволяют формировать отвал, который по своему объему достаточен для размещения всей породы при проходке шурфа.

Шурфы, проходимые установкой ЭО-4321, крепят инвентарной крепью (рис. 1.31). После проходки шурфа на глубину 2 м монтируют устьевую секцию крепи, а далее при помощи элементов подвески – несущие венцы и затягивают стенки шурфа досками.

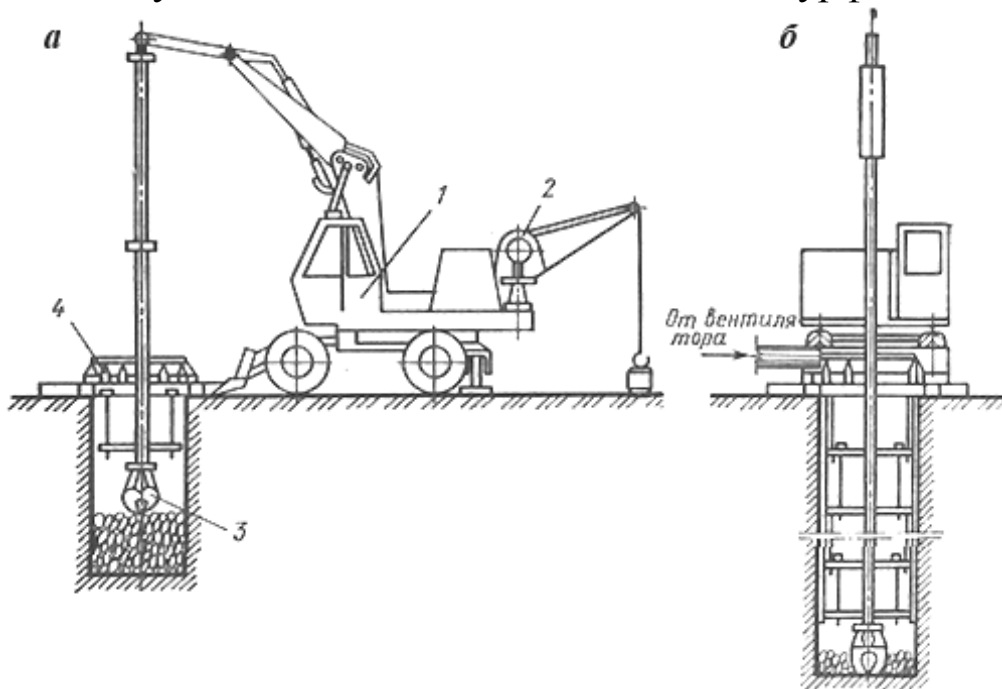


Рис. 1.31. Схемы проходки устьевой части шурфа (а) и шурфа с креплением его инвентарной подвесной крепью (б): 1 – шурфо-проходческая установка; 2 – лебедка вспомогательного подъемного устройства; 3 – грейфер; 4 – устьевая секция инвентарной крепи

Спуск и подъем людей и элементов крепи осуществляют специальным подъемным устройством. При выполнении работ в шурфе проветривание обеспечивается вентилятором СВЦ78М, а водоотлив – насосом Н-1М.

Для проходки шурфов по скальным породам с предварительным рыхлением их взрывом в комплект установки входят: перфоратор ПП63С; бадья БШ-0,12; предохранительный полок; подвесная лестница.

*Венцовая крепь* применяется трех видов: сплошная, подвесная и на стойках. Сплошную венцовую крепь устанавливают в виде сруба в слабых породах для крепления шурфов, восстающих и неглубоких разведочных стволов при продолжительном сроке службы. Через каждые 3–8 м по короткой стороне выработки устанавли-

вают опорные венцы, служащие для поддержания вышележащих звеньев крепи. Концы основных венцов заходят на глубину 0,5–0,7 м в специальные врубовые полости в стенках выработки.

Венцовая крепь на стойках является более экономичным видом крепи и применяется для крепления шурфов в относительно устойчивых породах (рис. 1.32). Эту крепь возводят снизу вверх после установки опорного венца 1. На опорный укладывают рядовой венец 2. Затем устанавливают стойки 3 длиной 0,5–1 м, которые соединяют с венцами в паз строительными скобами. Пространство между венцами затягивают досками 4 и засыпают мелкой породой.

Подвесная венцовая крепь позволяет возводить ее сверху вниз от опорного венца (рис. 1.33). Венцы подвешивают друг к другу на расстоянии 0,6–1 м на специальных крючьях. Основные венцы заводят в боковые породы через каждые 2–4 м. Возведение сплошной венцовой крепи сверху вниз возможно только на небольших участках ствола или шурфа.

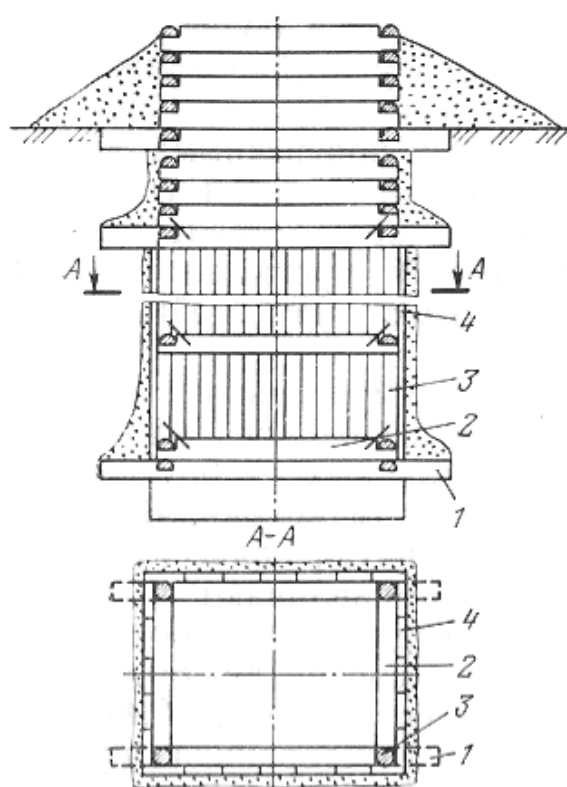


Рис. 1.32. Венцовая крепь шурфа на стойках

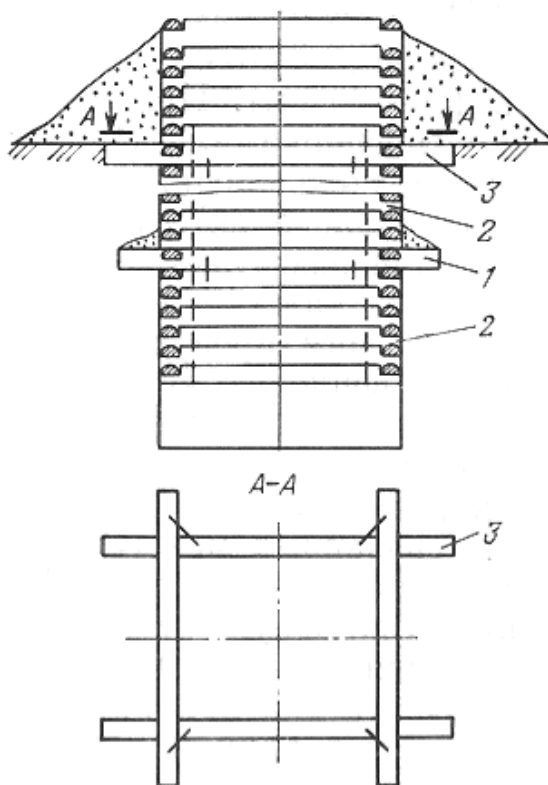


Рис. 1.33. Подвесная венцовая крепь

При проходке шурфов вручную проходческий цикл включает отбойку породы, погрузку и подъем ее на поверхность, крепление,

проветривание, водоотлив и вспомогательные операции. Этот способ допустим только при небольших объемах шурфопроходческих работ.

Отбойка породы осуществляется лопатами, ломami, кайлами или с помощью отбойных молотков. При использовании отбойных молотков разрушение породы начинают с образования в середине забоя или у одной из его стенок вруба щелеобразной формы. Отбойка породы на остальной площади забоя производится в сторону вруба, чем значительно повышается эффективность процесса. Порода по всему забою разрушается на глубину около 20 см.

До глубины 2 м порода без погрузки в бадью выбрасывается непосредственно на поверхность, а при большей глубине на устье шурфа устанавливается ручной вороток и породу поднимают в бадье вместимостью 0,03 м<sup>3</sup>.

Шурфы, проводимые в неустойчивых породах, крепятся сплошной венцовой крепью, крепью на стойках или инвентарной крепью КШП и КШИ. При креплении сплошную крепь устанавливают вплотную к забою.

Выбор конструкций крепи определяется горным давлением и продолжительностью использования шурфа. Временная крепь возводится в период проведения шурфа и может быть использована только в период разведочных или инженерно-геологических работ, когда осуществляется взятие проб в призабойной зоне шурфа.

Временная крепь должна быть легкой и удобной при ее монтаже и демонтаже. Материалами для изготовления элементов крепи служат алюминиевые сплавы, сталь и пластмассы (рис. 1.34).

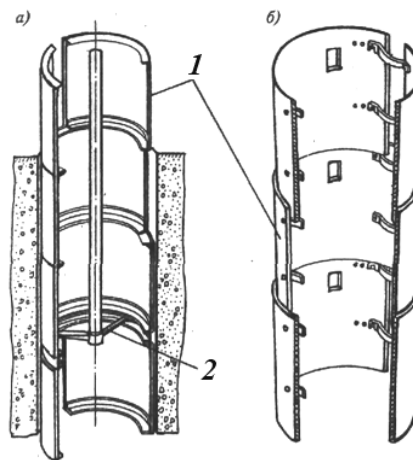


Рис. 1.34. Кольцевая крепь: а – металлическая; б – стеклопластиковая; 1 – кольцо; 2 – спуско-подъемное устройство для монтажа и демонтажа крепи

Предпочтительнее использовать кольцевую крепь, состоящую из отдельных колец 1 соединяемых между собой, или каркасно-пластинчатую (рис. 1.35), состоящую из каркаса 2, на который монтируются пластины. Эти крепи желательно применять в недостаточно устойчивых породах (перемежающихся глинах, песках, суглинках и т.п.). Временная крепь используется всего нескольких дней.

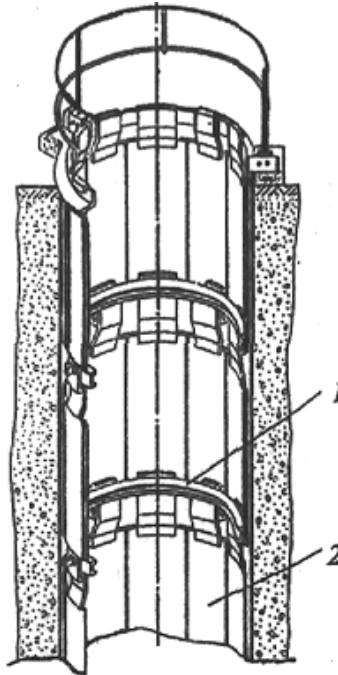


Рис. 1.35. Каркасная крепь: 1 – распорное кольцо; 2 – элемент каркаса

Долговременная крепь применяется для шурфов длительной эксплуатации, измеряемой годами. Это крепь одноразовая, поэтому ее конструкция не предусматривает возможность демонтажа. К долговременным относятся каркасная, анкерная крепи, а также крепь из железобетонных колец, из металлических и пластмассовых труб или колец. В качестве материалов для пластмассовой крепи применяют стеклопласт, винипласт и полиэтилен.

При проходке шурфов с помощью БВР большая часть технологических процессов цикла (зарядание шпуров, уборка горной массы, крепление) также выполняется вручную. Проходческий цикл включает операции: разрушение породы; проветривание; погрузку и подъем горной массы; водоотлив; крепление.

Непосредственно с поверхности после установки проходческой рамы разрушение породы целесообразно производить, если это возможно, отбойными молотками. В породах средней крепости и

крепких устьевую часть шурфа (до глубины 2–2,5 м) проходят с применением буро-взрывного способа.

Так как площадь поперечного сечения шурфов небольшая, то глубина шпуров обычно не превышает 1,5 м. Количество шпуров зависит от свойств пород, площади сечения и может достигать 10–15 шт. По окончании бурения каждый шпур закрывается деревянной пробкой, чтобы в него не попали мелкие куски породы.

Бурением шпуров занимается, как правило, один проходчик. Из-за малой площади поперечного сечения чаще применяют прямые врубы, а врубы с наклонными шпурами нашли применение в шурфах сечением более 2 м<sup>2</sup>. Шпуры наклонных врубов бурят под углом 65–80° к поверхности забоя. В шурфах малой площади поперечного сечения врубовые шпуры могут отсутствовать. Так при проходке шурфа сечением в свету 1,3 м<sup>2</sup> по растительному слою достаточно пробурить один шпур по центру забоя (рис. 1.36, а), в породах III–IV категории – два шпура (рис. 1.36, б), V–VI категории – три шпура (рис. 1.36, в), в породах VII категории – четыре шпура (рис. 1.36, г). При проходке шурфов большей площади сечения и в более крепких породах приходится бурить большее количество шпуров с пирамидальным или прямым врубом (рис. 1.36, д).

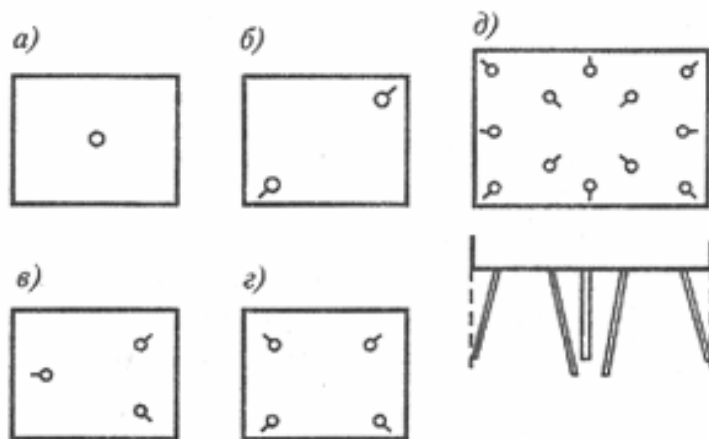


Рис. 1.36. Схема расположения шпуров при проходке шурфов: а – в растительном слое; б – в породах III–IV категорий; в – в породах V–VI категорий; г – в породах VII категории; д – в крепких породах

Глубина врубовых шпуров принимается равной  $l \approx (0,7-1) B$ , где  $B$  – размер длинной стороны шурфа в черне.

Оконтуривающие шпуры бурят на 10–20 см короче. Устья оконтуривающих шпуров располагают на расстоянии 0,1–0,3 м от стенок выработки. Забои оконтуривающих шпуров не должны вы-

ходить за проектный контур поперечного сечения. Расстояние между оконтуривающими шпурами устанавливают в пределах 0,5–0,8 м. Чем крепче порода, тем меньше должно быть это расстояние.

На практике глубина шпуров при проходке шурфов составляет от 0,6 до 1,5 м.

Для заряжания шпуров применяют аммонит 6-ЖВ, реже – де-тонит М и гранулиты. Удельный расход ВВ варьирует в пределах от 1 до 3,5 кг/м<sup>3</sup>, КИШ обычно составляет 0,8–0,9, иногда достигая 0,95. Способы взрывания применяют электрический или электроогневой.

Способ проветривания шурфов – только нагнетательный, с использованием вентиляторов серии СВЦ различных модификаций. Эти вентиляторы легко разбираются на транспортабельные блоки, пригодные для перевозки во вьюках или переноски вручную. Ими можно проветривать шурфы глубиной до 40 м. В шурфах глубиной 30–40 м можно применять и вентиляторы серии ВМ.

Гибкие трубопроводы диаметром 200–400 мм в глубоких шурфах подвешивают на тросах, в неглубоких – просто опускают в выработку. Конец вентиляционного трубопровода не должен отстоять от забоя более 5 м.

Водоотлив осуществляется с помощью забойных насосов Н-1, которые могут использоваться как для перекачки воды в бадью, так и выдачи ее непосредственно на поверхность.

Горную массу грузят вручную в бадьи БШ вместимостью 0,03–0,27 м<sup>3</sup>. Производительность ручной погрузки горной массы в среднем составляет 1,2–1,4 м<sup>3</sup>/ч. Погрузкой и разгрузкой занимаются по одному проходчику. Во время движения бадьи он должен находиться под защитой деревянного предохранительного полка, сооружаемого в 2–2,5 м от забоя и перекрывающего приблизительно треть сечения шурфа. В шурфах глубиной до 20 м при использовании бадей вместимостью 0,12 м<sup>3</sup> применяются подъемники ПМШ-2М.

#### **1.3.4. Схемы проведения разведочных штолен**

При проходке штольни для предотвращения осыпания породы с косогоров у устья выработки устанавливают порталную раму (рис. 1.37) из дерева или монтируют козырек [3].

Устье штольни крепят деревянной, металлической или бетонной крепью (рис. 1.38).

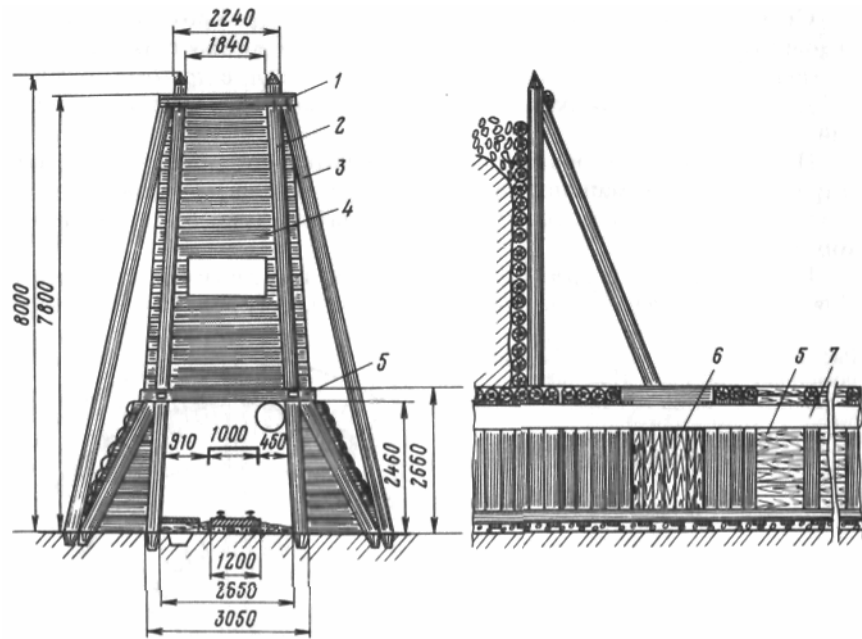


Рис. 1.37. Схема крепления портальной рамы штольни: 1 – стяжка; 2 – стойка; 3 – укосина; 4 – затяжка; 5 – стяжка; 6 – галерея; 7 – вентиляционная труба

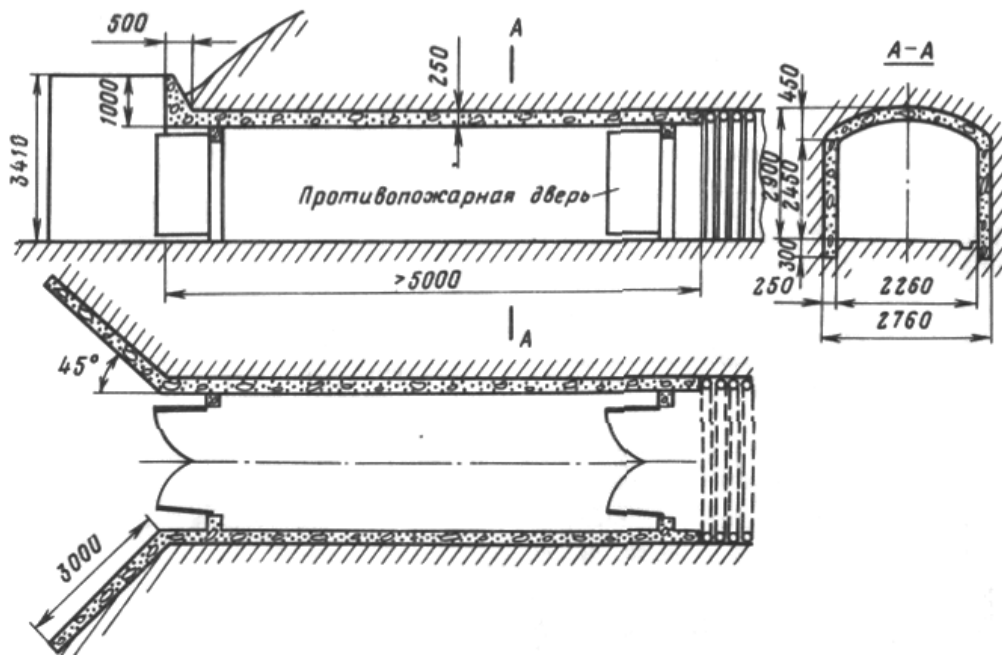


Рис. 1.38. Схема крепления устья штольни

В случаях возможных заносов устья штольни снегом в зимних условиях устраивают специальную галерею.

Ниже приводятся технологии сооружения выработок на разведочном горизонте. Рассмотрено сооружение комплекса выработок – вскрывающей штольни (рис. 1.39, а), прослеживающих штрека (рис. 1.39, б) и рассечки (рис. 1.39, в).

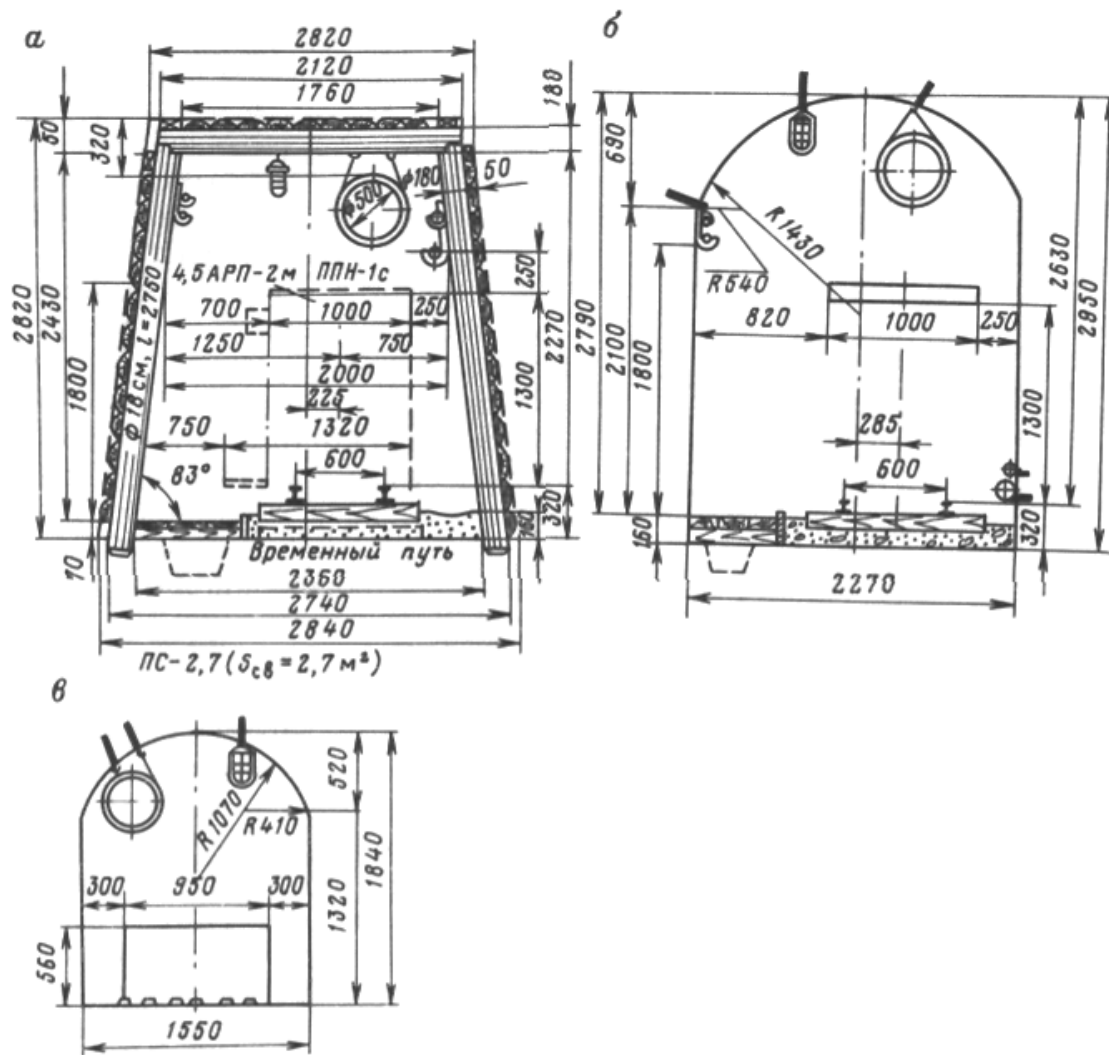


Рис. 1.39. Поперечные сечения выработок

Бурение шпуров перфораторами ПП-63В, ВВ – аммонит 6ЖВ, взрывание – огневое. Вруб в штольне – спиральный, в штреках – ярусный, в рассечке – щелевой.

На рис. 1.40 приведена схема бурения шпуров при проведении штольни буро-взрывным способом. Как видно рис. 1.40, б бурение шпуров осуществляется двумя бурильными головками и начинается с почвенных шпуров 17 и 18. С другой стороны последовательность взрыва шпуров (рис. 1.40, а) отмечается на схеме номерами от 1 до 20. Расстояние между шпурами по вертикали составляет 300–620 мм, а по горизонтали 813–814 мм.

После проветривания выработки погрузка и транспортирование разрушенной породы производится комплектом оборудования, один из вариантов которого представлен на рис. 1.41.

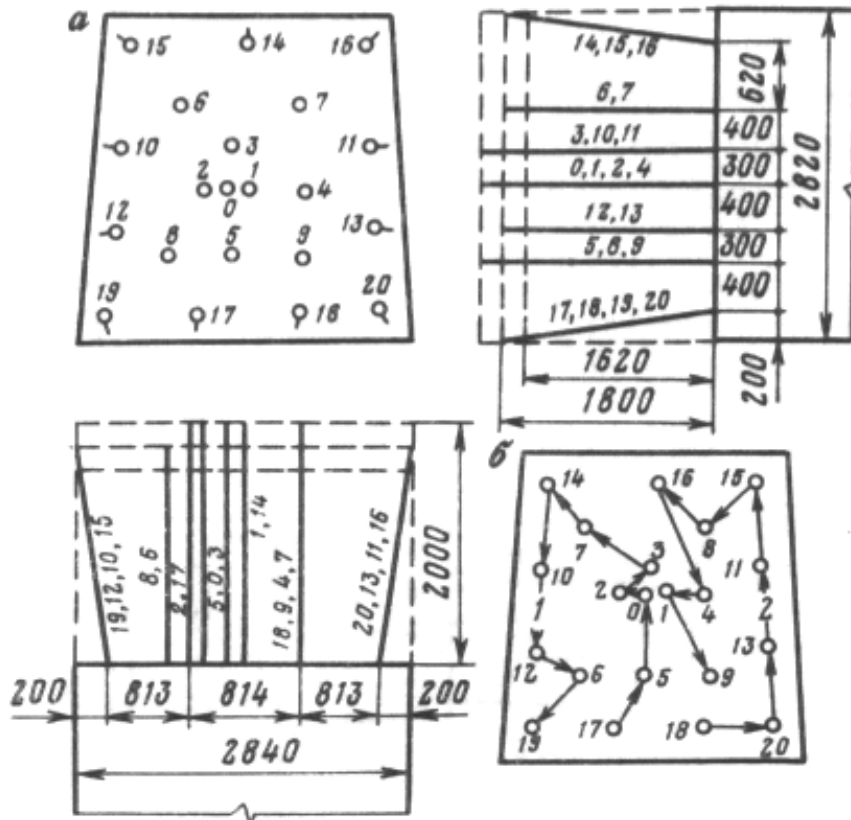


Рис. 1.40. Схема расположения шпуров в штольне (а) и порядок обуривания забоя (б)

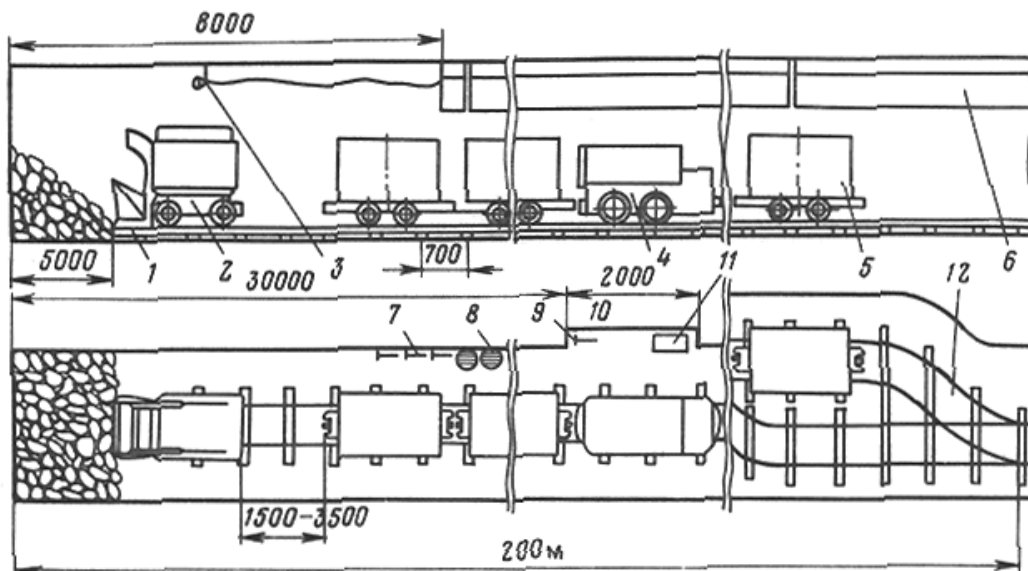


Рис. 1.41. Схема расположения оборудования в забое штольни: 1 – временный рельсовый путь; 2 – погрузочная машина ППН-1; 3 – переносной светильник; 4 – электровоз 4,5 АРП-2М; 5 – вагонетка; 6 – вентиляционные трубы диаметром 500 мм; 7 – рабочие перфораторы; 8 – водяные и воздушные шланги; 9 – ниша для инструментов; 10 – запасной перфоратор; 11 – ящик для инструмента; 12 – разминировка

При проведении штолен в качестве предохранительных крепей призабойной зоны применяются консольные балочные (рис. 1.42) и анкерные крепи (рис. 1.43 и 1.44).

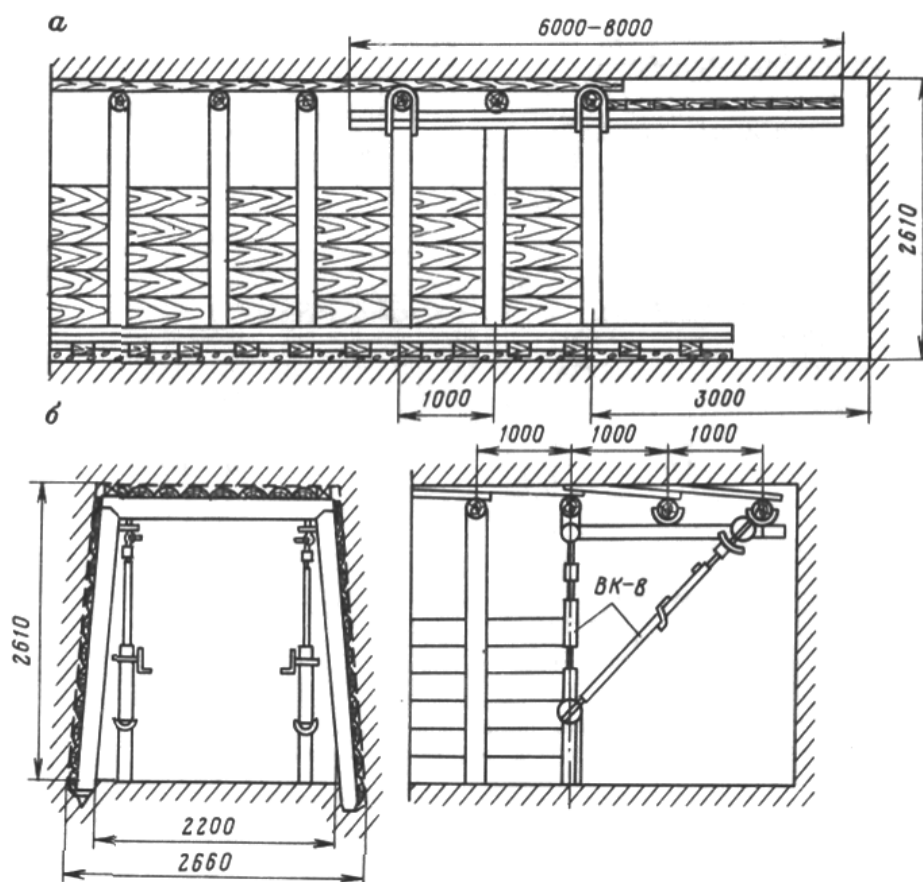


Рис. 1.42. Консольные временные предохранительные крепи:  
а – выдвижная; б – переносная

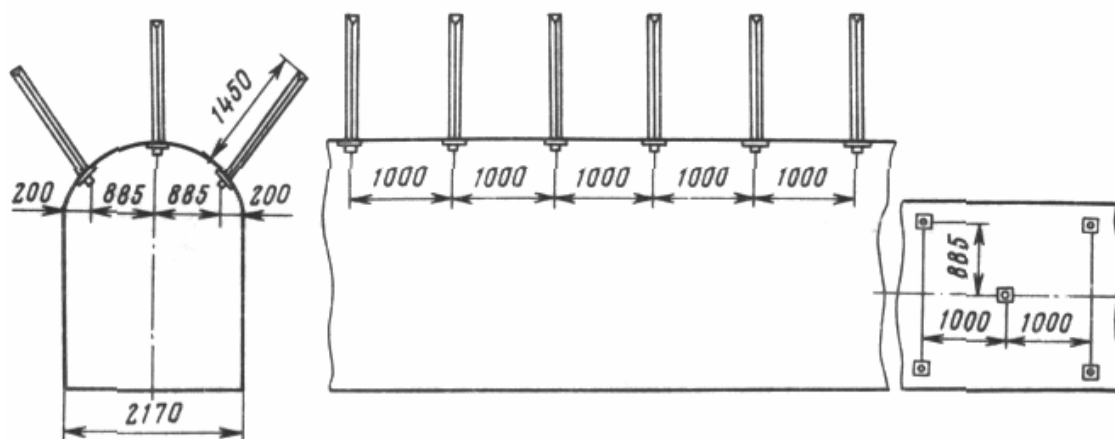


Рис. 1.43. Схема крепления выработки анкерами

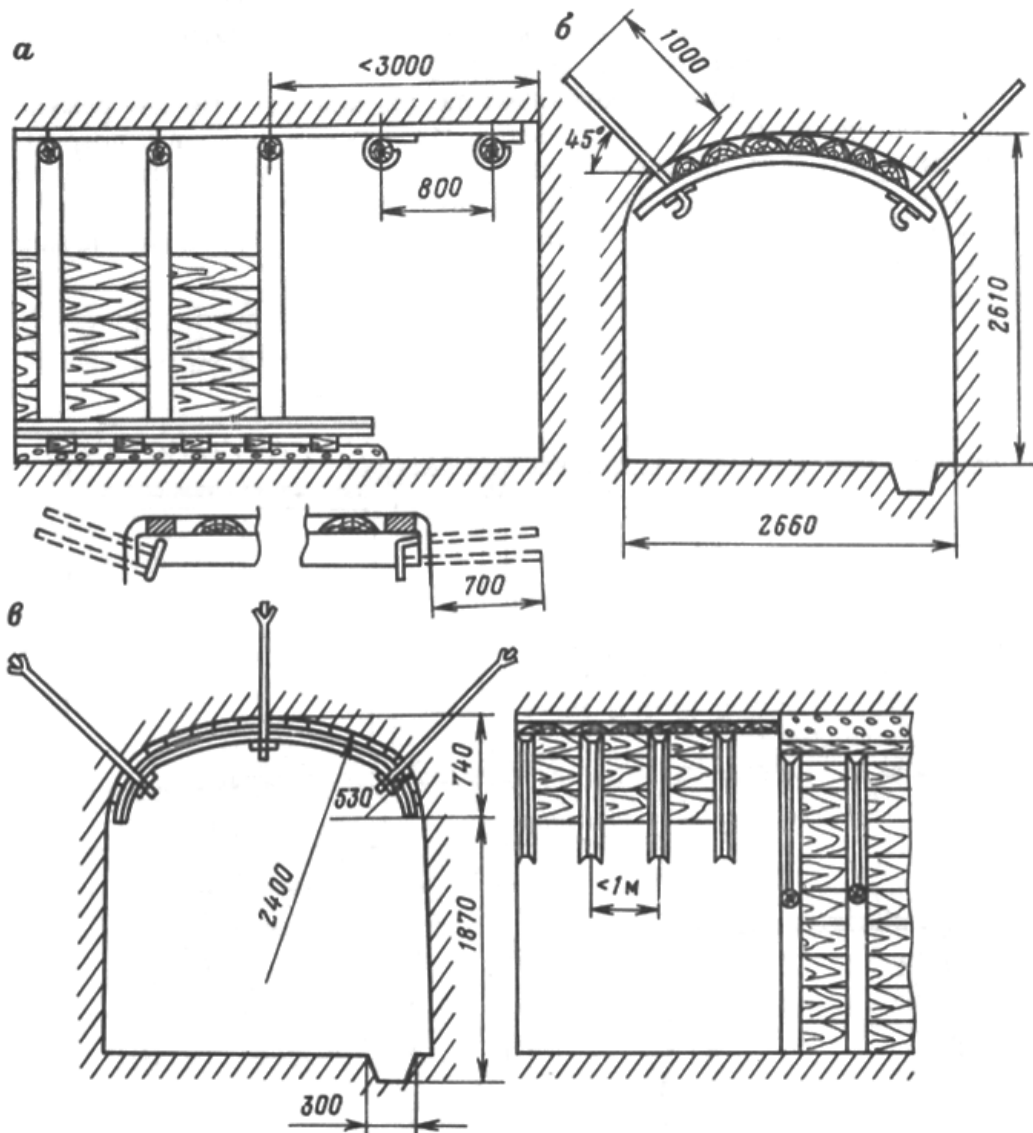


Рис. 1.44. Подвесные временные предохранительные крепи: а – с закладными штырями; б – с закладными анкерами; в – крепь-опалубка с анкерами

### 1.3.5. Схемы проведения разведочных канав

Разведочные канавы проводятся при геологической съемке для выяснения геологического строения и закономерностей размещения полезных ископаемых. С помощью разведочных канав получают данные для съемки масштаба 1:10000, а также для составления схематических геологических карт масштаба 1:10000 и 1:5000, для определения структурно-морфологического типа полезного ископаемого [5, 6].

Канавы проводятся на стадии предварительной разведки для уточнения границ распространения и вскрытия выходов полезных ископаемых на поверхности и прослеживания их по простиранию.

Размеры их поперечного сечения зависят от мощности и свойств отложений и способа проходки. Глубина канав  $H$  определяется мощностью отложений и величиной углубки в коренные породы, м

$$H = H_o + c,$$

где  $H_o$  – мощность отложений, м;  $c$  – величина углубки в коренные породы (0,2–0,3 м).

Ширина канавы по подошве может быть принята равной 0,7–0,8 м, что обеспечивает удобство при оформлении геологической документации. С другой стороны она зависит от габаритов применяемого проходческого оборудования. Длина канавы может достигать нескольких сотен метров. Часто канавы проводят прерывистыми и в этом случае они называются пунктирными. Длина «пунктиров» принимается равной 5, 10, 20 м и более. Форма поперечного сечения канавы, как видно из рис. 1.45, может быть прямоугольной, трапециевидной или ступенчатой.

Прямоугольная форма характерна для устойчивых пород при глубине канавы менее двух метров. Трапециевидную форму придают канавам различной глубины, проводимым без крепления или с креплением в неустойчивых породах. Высота уступа принимается равной 1,5–2 м, ширина горизонтальной площадки уступа – 0,5 м. Боковым стенкам канав для обеспечения устойчивости придается наклон, соответствующий углу естественного откоса (табл. 1.3).

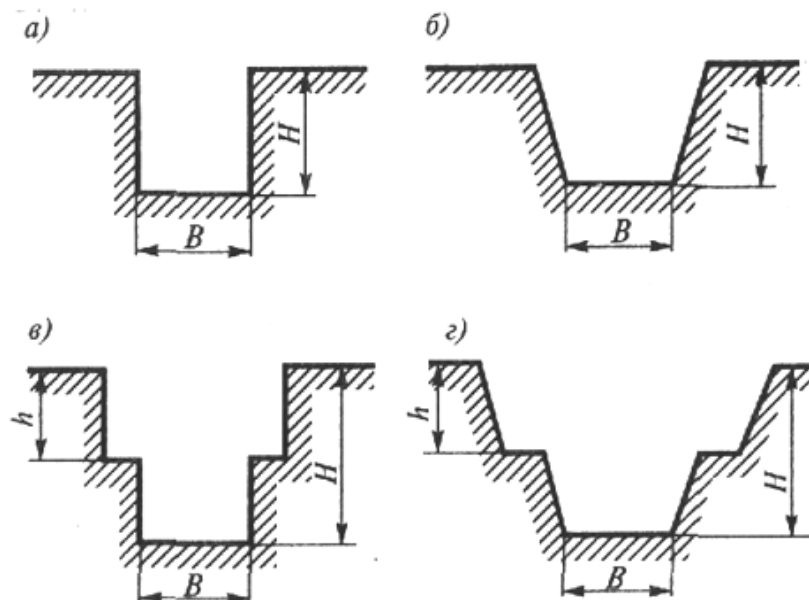


Рис. 1.45. Формы поперечного сечения канав: а – прямоугольная; б – трапециевидная; в, г – ступенчатые

При креплении канав углы наклона их бортов равны 80–90°. При ручной или экскаваторной проходке вынимаемая порода отсыпается в ленточные отвалы, располагаемые с одной или с двух сторон вдоль канавы на расстоянии более 0,3 м от бровки канавы. При проведении канав скреперами и бульдозерами форма отвала в основном веерная или конусообразная.

Проведение канав может осуществляться следующими способами: без предварительного рыхления (в породах до IV категории и немерзлых); с предварительным рыхлением с помощью ВВ (для пород выше IV категории и мерзлых). Уборка породы производится одним из следующих способов: 1 – вручную; 2 – скреперами; 3 – экскаваторами.

Таблица 1.3

## Значения угла естественного откоса горных пород

| Породы                     | Угол естественного откоса, град, при состоянии горной породы |         |         |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------|---------|---------|
|                            | сухом                                                        | влажном | мокроем |
| Глина                      | 40–45                                                        | 25–35   | 15–25   |
| Гравий                     | 35–45                                                        | 25–35   | –       |
| Растительный слой          | 40                                                           | 35      | –       |
| Песок мелкозернистый       | 28–30                                                        | 35      | 25      |
| Песок крупнозернистый      | 30–35                                                        | 35–40   | 25–35   |
| Суглинок                   | 20–40                                                        | 15–20   | 20–25   |
| Нарушенные скальные породы | 55–70                                                        | –       | –       |
| Крепкие скальные породы    | 60–85                                                        | –       | –       |

Признавая важность экономического фактора, следует также учитывать качество пройденной выработки с точки зрения получения достаточной надежности и полноты геологической информации, а также возможности сохранения и последующей рекультивации земной поверхности. Примерное распределение объемов проведения канав различными способами, %: бульдозерами – 20; экскаваторами – 4; канавокопателями – 0,5; скреперными установками – 0,5; вручную – 20; взрывом на рыхление и взрывом на выброс – 45. Все траншеи проводились бульдозерами и экскаваторами.

Ручной способ проведения канав чаще всего используют на стадиях региональных геолого-съемочных работ и поисках, харак-

теризующихся специфическими условиями производства работ. Его применение наиболее рационально при сравнительно небольших объемах работ, большой разбросанности объектов и труднодоступности для машин.

При глубине канавы до 1,5–2 м породу выбрасывают из забоя непосредственно на поверхность, при больших глубинах – на берму вышерасположенного уступа с последующей перекидкой ее на следующую берму или на поверхность.

С целью сокращения объема выемки при недостаточной устойчивости пород (выемка при ручном способе особенно малопродуктивна и трудоемка) применяют крепление канав. Крепь возводится на каждом небольшом участке канавы, пройденном на всю глубину. Основные виды крепи канав приведены на рис. 1.46.

Простейшей конструкцией крепи являются распорки (рис. 1.46, а), применяют этот вид в сравнительно устойчивых породах при необходимости сохранения выработки на длительное время.

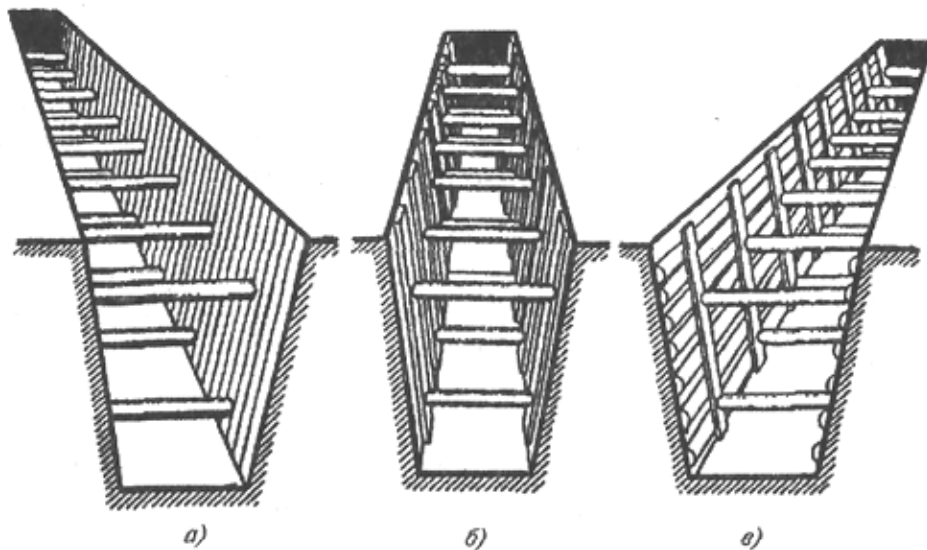


Рис. 1.46. Основные виды крепи разведочных канав: а – распорки; б – распорки со стойками; в – распорки со стойками и затяжкой

Канавы, пройденные в неустойчивых породах, крепят рядами распорок, устанавливаемых между опорными стойками (рис. 1.46, б) или досками. При весьма неустойчивых породах или значительной их обводненности к распоркам и стойкам добавляют затяжки из горбылей (рис. 1.46, в), укрепляющие стенки выработки.

*Разведочный копуш* – наиболее простая открытая геологоразведочная выработка, проходима обычно для вскрытия выходов коренных пород и полезных ископаемых путем удаления перекры-

вающего их маломощного слоя рыхлых отложений. По существу – это неглубокая выемка, выполняемая, как правило, вручную с целью возможного обнажения и последующего изучения коренных пород.

### 1.3.6. Схемы проведения разведочных траншей

Разведочные траншеи проводятся по простиранию или вкрест простирания полезных ископаемых для предварительной разведки, установления качества и технологических свойств полезного ископаемого, для отбора представительных лабораторных проб. Форма поперечного сечения траншей трапецевидная: ширина по почве 2–3,5 м, глубина до 6–8 м [5, 6].

#### *Технология проходки траншей экскаваторами*

Применяются следующие схемы работы экскаватора при проходке разведочных траншей: с разгрузкой в отвал на борт траншеи (рис. 1.47); с разгрузкой в автомобили, находящиеся на верхней площадке борта траншеи; с разгрузкой в автомобили, находящиеся на горизонте установки экскаватора.

Наибольшая производительность достигается при разгрузке в отвал, так как в этом случае нет простоев экскаватора, связанных с ожиданием транспортных средств.

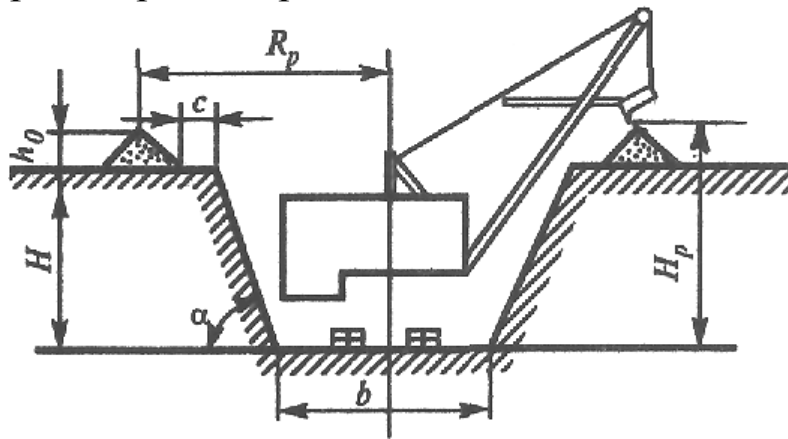


Рис. 1.47. Схема работы экскаватора с разгрузкой породы на борт траншеи

При проведении траншеи механической лопатой с разгрузкой в отвал на уступ должна быть выдержана следующая зависимость:

$$H_p \geq H + h_o,$$

при

$$R_p = b/2 + h_o \operatorname{ctg} \gamma + c + H \operatorname{ctg} \alpha,$$

где  $H_p$  – высота разгрузки экскаватора, м;  $H$  – глубина траншеи, м;  $h_o$  – высота отвала, м;  $R_p$  – радиус разгрузки экскаватора при максимальной высоте разгрузки, м;  $\gamma$  – угол естественного откоса пород;  $\alpha$  – угол наклона борта траншеи.

При проведении траншей с погрузкой в автомобили, расположенные на уступе, должны соблюдаться зависимости:

$$H_{p\max} \geq H + h_o + d;$$

$$b/2 = R_p - (c + H \operatorname{ctg} \alpha + h_o \operatorname{ctg} \gamma)$$

где  $H_{p\max}$  – максимальная высота разгрузки экскаватора, м;  $c$  – расстояние от бровки траншеи до оси автомобиля-самосвала, м;  $h_o$  – высота борта автомобиля-самосвала, м;  $d$  – зазор между открытым днищем ковша и верхней кромкой борта машины;  $b$  – ширина траншеи по дну, м.

#### *Технология проходки траншей бульдозерами*

Бульдозеры применяют при работах в породах до IV категории без предварительного рыхления. В породах более высоких категорий и мерзлых породах – с предварительным рыхлением. Толщина и длина снимаемого слоя породы зависит от свойств породы, мощности трактора и размеров отвального щита.

Возможны следующие варианты проведения траншей.

1. При проведении траншей протяженностью 10–20 м грунт снимается и перемещается в одном направлении до противоположного конца траншеи и оставляется в отвале. После этого задним ходом бульдозер возвращается в исходное положение и цикл выемки повторяется.

2. При проведении траншей большей протяженности грунт снимается и перемещается в двух направлениях. Бульдозер снимает и перемещает породу в двух направлениях, оставляя породу в торцевых или боковых отвалах.

#### *Технология проходки траншей буро-взрывным способом*

Скважины (шпуры) рекомендуется располагать с учетом углов откосов бортов. Для траншей с крутыми откосами (рис. 1.48, а) две скважины размещают на нижних бровках откосов бортов, другие распределяют равномерно по поперечному сечению. Для улучшения сохранности откосов крайние скважины можно бурить наклонными (рис. 1.48, б) к плоскости борта.

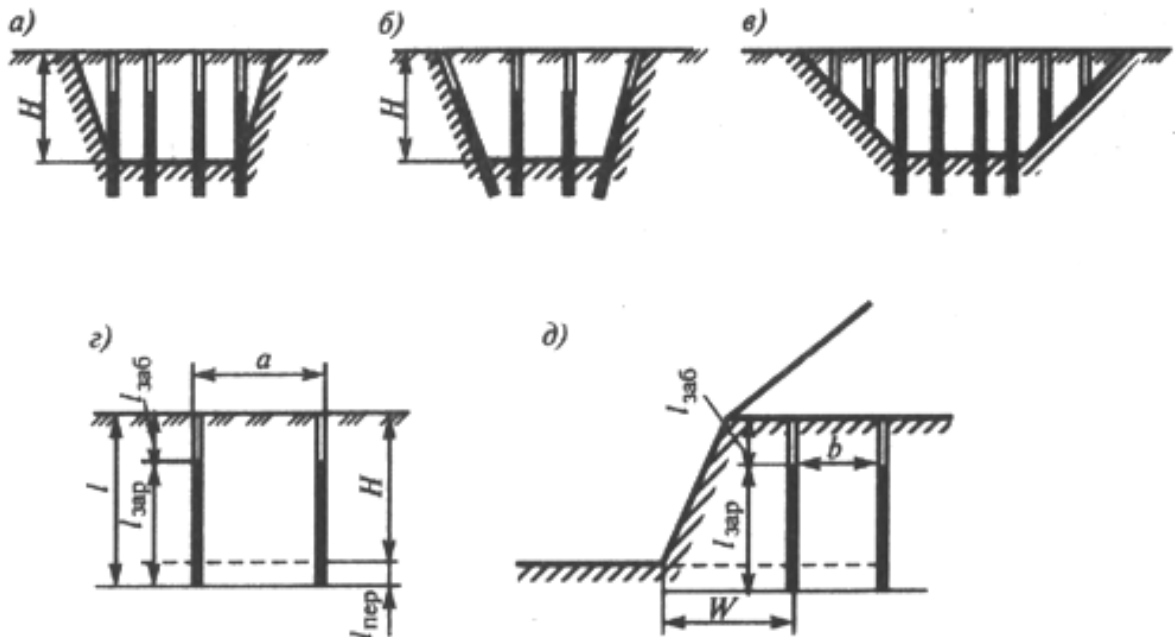


Рис. 1.48 Схемы расположения взрывных скважин (шпуров) при проведении траншей: а – с крутыми откосами; б – с наклонными скважинами в бортах; в – с пологими откосами; г – параметры шпуровой отбойки; д – расположение скважин на уступе

В траншеях с пологими откосами бурят неглубокие скважины (шпуры) с шагом, равным расстоянию между основными скважинами (рис. 1.48, в). Расположение скважин на уступе показано на рис. 1.48, д.

## 2. ГОРНЫЕ МАШИНЫ ДЛЯ МЕХАНИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ РАЗВЕДОЧНЫХ ВЫРАБОТОК

### 2.1. Типы и типоразмеры бурильных машин

Наращивание в Кузбассе объемов подземной добычи угля и железной руды требует, соответственно, увеличения темпов проведения разведочных горных выработок в породах крепостью  $f = 6-20$ . Для этих целей в Кузбассе широко используется буровзрывной способ, который в настоящее время ориентирован на использование бурильных машин: перфораторов и шахтных установок типа УБШ. Название первых произошло от латинского слова “perfrare”, что в переводе означает пробуривать. Перфораторами и машинами УБШ бурят отверстия (шпуры, скважины) в крепких породах, в которых размещают заряды взрывчатых веществ [7].

В качестве привода перфораторов и вращательно-ударных головок машин УБШ применяют двигатели, использующие пневмо или гидроэнергию. Перфораторы небольшой мощности (переносные ПП и телескопные ПТ) имеют, как правило, пневматическое исполнение. К сожалению, повышение мощности пневматических перфораторов (ПК, ГБП) вызывает резкий рост их размеров и массы, требует увеличения диаметров цилиндров, усложнения конструкции, а также приводит к снижению стойкости инструмента. В этом отношении пневмоэнергия для мощных перфораторов и головок машин УБШ оказалась не перспективной. Гидравлический перфоратор (ГБГ) при равных размерах и массе с пневматическим позволяет подвести к буровому инструменту в 2–3 раза большую мощность, повысить производительность бурения, уменьшить уровень шума (на 5–15 дБ), снизить расход энергии в 3–5 раз, повысить коэффициент полезного действия процесса передачи энергии удара по буровой штанге и, тем самым, стойкость инструмента.

В зарубежной практике известны гидроперфораторы с энергией удара 180–500 Дж и технические проекты на энергию в 800–1000 Дж. Современные гидравлические перфораторные головки нашли широкое применение на бурильных машинах вращательно-ударного и ударно-вращательного бурения.

### **2.1.1. Классификация и назначение пневматических перфораторов**

Перфоратор представляет собой бурильную машину, автоматически наносящую удары по торцу буровой штанги и предназначен для бурения шпуров в крепких породах с  $f = 6–20$ . По принципу работы перфораторы разделяют на ударно-поворотные и ударно-вращательные.

К ударно-поворотным перфораторам относят те, у которых вращение буровой штанги осуществляется за счет энергии поршня-ударника при обратном или прямом ходе. Крутящий момент в ударно-поворотных перфораторах незначительной величины, а мощность вращения, как правило, составляет не более 15 % ударной мощности.

К ударно-вращательным перфораторам относят машины с непрерывным вращением буровой штанги с помощью отдельного двигателя. Такие машины часто называют перфораторами с незави-

симым вращением. Вращательная мощность перфораторов с независимым вращением составляет не менее 15 % ударной мощности.

По конструкции воздухораспределительного устройства различают перфораторы с золотниковым, мотыльковым, клапанным и бесклапанным распределением.

По способу пылеподавления и очистки шпура от буровой мелочи различают перфораторы: с промывкой забоя шпура водой или эмульсией (центральной или боковой); с отсосом пыли; продувкой сжатым воздухом. В зависимости от условий применения и конструкции пневматические перфораторы подразделяют на переносные, колонковые и телескопные.

#### *Переносные перфораторы*

Переносные перфораторы (ПП) ГОСТ Р 51246-99, ГОСТ Р 51681-2000 предназначены для бурения шпуров диаметром 32–46 мм с пневматических поддержек или других подающих устройств при проведении горных выработок и добыче полезных ископаемых в породах с  $f = 6–20$ . Техническая характеристика переносных перфораторов при давлении воздуха в сети 0,5 МПа приведена в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Техническая характеристика переносных перфораторов

| Параметры                                           | Перфоратор |      |      |       |
|-----------------------------------------------------|------------|------|------|-------|
|                                                     | ПП36       | ПП50 | ПП54 | ПП63В |
| Масса, кг, не более (со средствами шумовиброзащиты) | 24         | 30   | 32   | 35    |
| Энергия удара, Дж, не менее                         | 36         | 50   | 54   | 63    |
| Частота ударов, $c^{-1}$ , не менее                 | 38,3       | 34   | 38,3 | 30    |
| Крутящий момент, Нм, не менее                       | 18         | 20   | 26,5 | 26,5  |
| Расход воздуха, $m^3/min$                           | 2,6        | 3,2  | 4    | 5     |
| Уровень звука, дБ                                   | 111        | 111  | 112  | 113   |

Пневматические переносные перфораторы имеют массу 22–36 кг, применяются с установочно-подающими пневматическими однопоршневыми поддержками (П-I, П-II, П-III) и представляют собой легкую бурильную машину. Исключение составляют тяжелые перфораторы типа ПП63В (масса 35 кг), которыми работают вручную при нисходящем бурении. При этом вес перфоратора играет положительную роль – способствует прижатию бурового инструмента к забою, что уменьшает мускульные усилия бурильщика.

В горной промышленности используют следующие типы переносных перфораторов: ПП36В, ПП50В1, ПП54В1, ПП54ВБ1, ПП63В, ПП63ВБ, ПП63С, ПП63П, ПП63СВП, ПП60НВ (диаметр шпура от 32 до 46 мм, глубина от 2 до 4 м), ПП80НВ (диаметр скважины до 46 мм, глубина до 9 м) и ПП76В (диаметр скважины от 40 до 65 мм, глубина до 12 м).

Обозначения перфораторов расшифровываются таким образом: ПП – перфоратор переносной; 36, 50, 54, 63 – энергия удара, Дж; В – пылеподавление водой с осевой промывкой; 1 – перфоратор с осевой промывкой, подвергшегося первой модернизации; Б – боковая промывка; С – усиленная продувка; П – пылеотсос; СВП – пылеподавление горячим воздухом.

Для предотвращения вредного воздействия пыли на организм человека в абсолютном большинстве перфораторов осуществляется пылеподавление водой.

В перфораторах ПП36В, ПП50В1, ПП54В1, ПП63В применяется центральная подача воды в осевой канал буровой штанги.

Перфораторы ПП54ВБ1 и ПП63ВБ имеют боковой подвод воды в буровую штангу с помощью специальной муфты, установленной в конце ствола молотка после поворотной буксы.

При отсутствии или дефиците воды применяют перфораторы ПП63П с центральным пылеотсосом. Для этой цели используют пылесборники ВНИИ 64РД. Для вечномерзлых россыпей используют перфоратор ПП63СВП, при работе которого шпуры очищаются горячим воздухом. Для нагрева воздуха, используемого для продувки на перфораторе, имеется специальная приставка.

#### *Колонковые перфораторы*

Колонковые перфораторы (ПК) ГОСТ Р 52443-2005 устанавливают на распорных колонках или манипуляторах горных машин.

Таблица 2.2

Техническая характеристика колонковых перфораторов

| Параметры                           | Перфоратор |       |        |        |
|-------------------------------------|------------|-------|--------|--------|
|                                     | ПК-60      | ПК-75 | ПК-150 | ПК-175 |
| Масса, кг                           | 60         | 75    | 150    | 175    |
| Энергия удара, Дж                   | 88         | 167   | 196    | 245    |
| Частота ударов, с <sup>-1</sup>     | 41,7       | 33,4  | 30     | 30     |
| Крутящий момент, Нм                 | 157        | 246   | 343    | 343    |
| Расход воздуха, м <sup>3</sup> /мин | 8,6        | 13    | 15     | 17     |
| Уровень звука, дБ                   | 113        | 112   | 112    | 112    |

|                              |       |       |    |    |
|------------------------------|-------|-------|----|----|
| Глубина бурения, м, не более | 15    | 25    | 50 | 50 |
| Диаметр скважины, мм         | 40–65 | 40–85 | 65 | 85 |

Перфораторы этого типа предназначены для бурения скважин и шпуров в крепких породах диаметром не более 85 мм и глубиной не более 50 м. В породах крепостью  $f = 6–20$  широко применяются колонковые перфораторы типа ПК, техническая характеристика которых приведена в табл. 2.2.

#### *Телескопные перфораторы*

Телескопные перфораторы (ПТ) ГОСТ Р 52443-2005 конструктивно представляют собой единое целое перфоратора и поршневого (гидравлического, пневматического) механизма подачи, осуществляющего автоматическую подачу перфоратора на забой в процессе бурения. Техническая характеристика телескопических перфораторов приведена в табл. 2.3.

Перфораторы этого типа (ПТ-29, ПТ-36, ПТ-38, ПТ-45К, ПТ-48) применяют для бурения восстающих шпуров и скважин в породах крепостью  $f = 6–20$ .

Таблица 2.3

#### Техническая характеристика телескопных перфораторов

| Параметры                    | Перфоратор |       |
|------------------------------|------------|-------|
|                              | ПТ-38      | ПТ-48 |
| Масса, кг                    | 38         | 48    |
| Энергия удара, Дж            | 44         | 78,5  |
| Частота ударов, $c^{-1}$     | 38,4       | 38,4  |
| Крутящий момент, Нм          | 20         | 30    |
| Расход воздуха, $m^3/мин$    | 3,2        | 5,8   |
| Уровень звука, дБ            | 113        | 115   |
| Глубина бурения, м, не более | 4          | 15    |
| Ход подачи, м                | 0,65       | 0,65  |

Типы пневматических перфораторов и способы установки их в забое представлены на рис. 2.1.

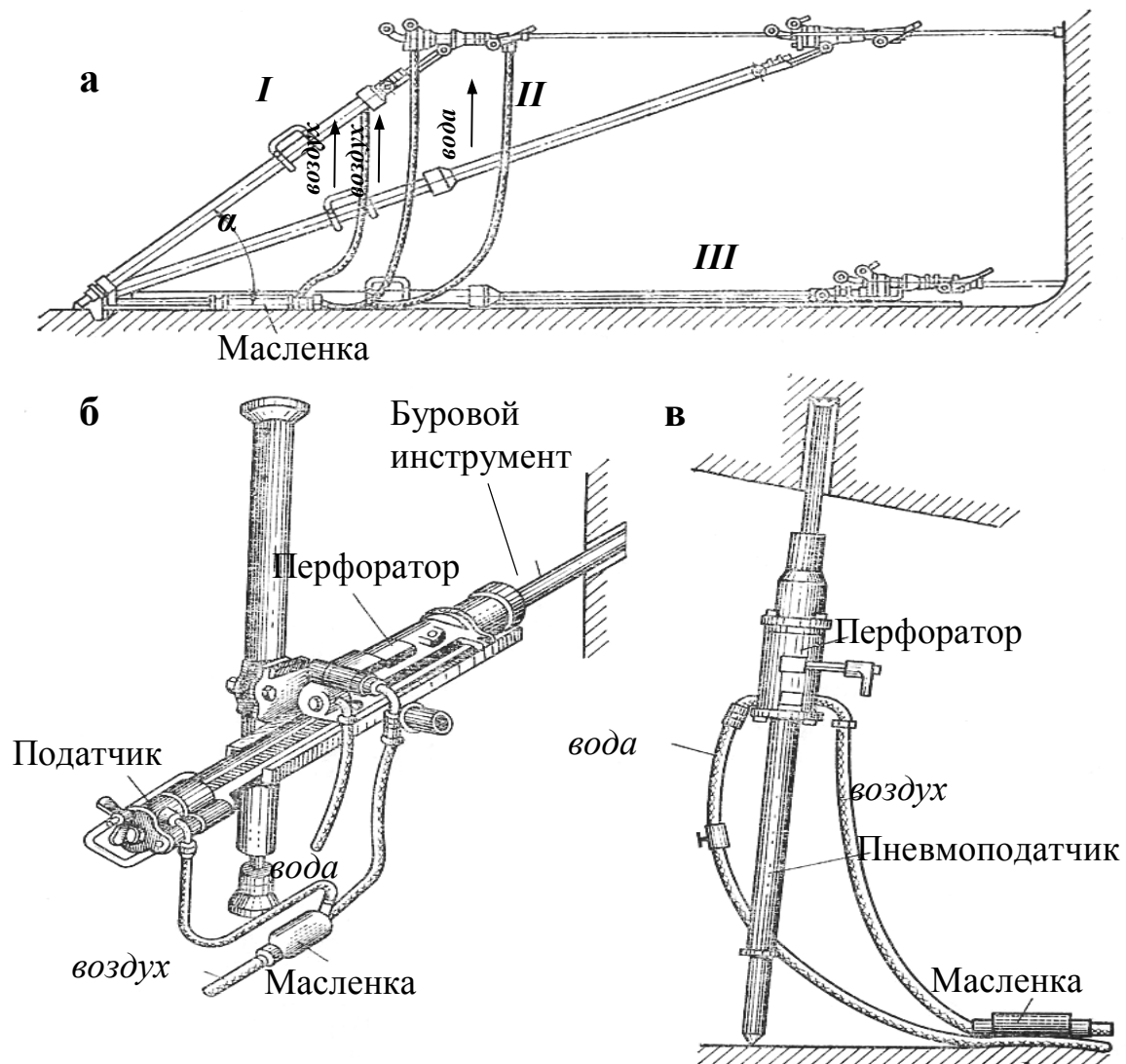


Рис. 2.1. Типы пневматических перфораторов и способы установки их в забое: а – переносные ПП; б – колонковые ПК; в – телескопные ПТ

### 2.1.2. Классификация и назначение бурильных машин типа УБШ

Шахтные бурильные установки предназначены для бурения шпуров вдоль оси выработки, в кровлю, бока и почву выработки. При выборе типоразмера машины основными критериями являются площадь сечения выработок, крепость буримых пород, расстояние от оси шпура до стенки выработки. Бурильные машины для бурения шпуров в забое выработки называются фронтальными, а в кровле и стенках (для анкерного крепления) – радиально-фронтальными. По способу бурения машины могут быть вращательного, вращательно-ударного или ударно-вращательного действия. По ходовому механизму их классифицируют на колесно-рельсовые, гусеничные и пневмоколесные (шинные) [8].

Размеры горных выработок являются определяющими при выборе одного из шести типоразмеров бурильных машин УБШ (табл. 2.4).

Таблица 2.4

Параметры зоны бурения

| Типоразмер бурильной машины | Зона бурения, м |        |
|-----------------------------|-----------------|--------|
|                             | Высота          | Ширина |
| УБШ-1                       | 2,0             | 2,2    |
| УБШ-2                       | 2,5             | 3,3    |
| УБШ-3                       | 3,6             | 4,5    |
| УБШ-4                       | 5,0             | 6,0    |
| УБШ-5                       | 7,0             | 8,4    |
| УБШ-6                       | 10,0            | 9,4    |

Для улучшения маневренности машин их в последнее время стали выпускать на пневмоколесном ходу с дизельным приводом. Бурильные машины типа УБШ имеют количество гидрофицированных манипуляторов от одного до трех в зависимости от объемов бурения и сечения выработки. Машины типа УБШ могут оснащаться вращательными (УБШ-210А и др.), вращательно-ударными (УБШ-121, УБШ-207, УБШ-208, УБШ-302, УБШ-303, УБШ-401 и др.), а также ударно-вращательными бурильными головками (УБШ-321, УБШ-322, УБШ-406 и др.). Тип головки определяется в основном крепостью породы. Машины с вращательными головками применяются в породах крепостью до  $f = 8$  и реализуют в процессе разрушения породы забоя шпура. энергию двигателя вращающего инструмента. В породах большей крепости в конструкции бурильной машины обязательно присутствует ударный узел, который реализует энергию ударного импульса для разрушения породы.

### 2.1.3. Устройство пневматических перфораторов

#### *Конструкция переносных перфораторов*

Конструкции современных переносных перфораторов ударно-поворотного действия, состоят из следующих основных узлов: корпуса; ударно-поворотного механизма; воздухораспределительного устройства; механизма управления; устройства для пылеподавления и очистки шпура от продуктов разрушения, образующихся при бурении [7, 8].

Устройство и принцип работы переносного перфоратора рассматриваются на примере перфоратора ПП63В (рис. 2.2).

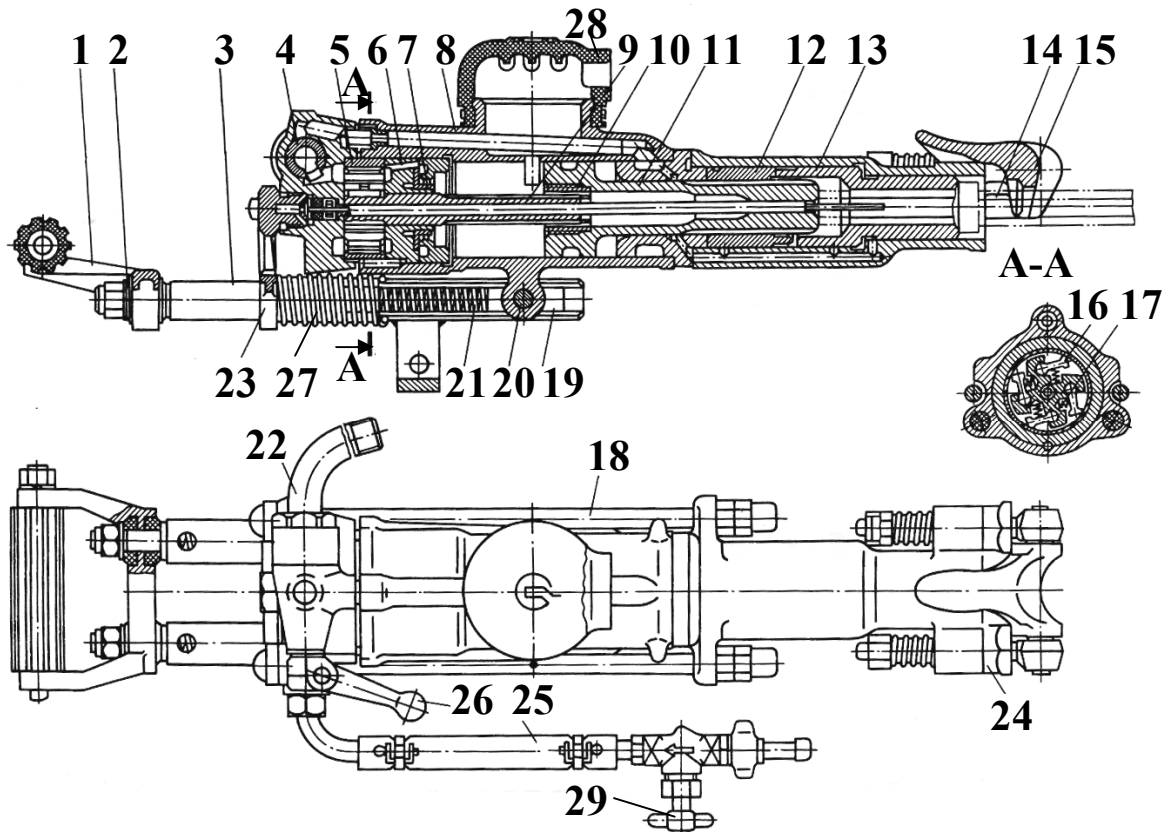


Рис. 2.2. Переносной перфоратор ПП63В

Поршень-ударник 11 под действием сжатого воздуха, попеременно поступающего с той или другой стороны поршневой части, совершает возвратно-поступательное движение в цилиндре 8. В конце рабочего хода поршень-ударник наносит удар по торцу хвостовика буровой штанги 14, вставленной в шестигранное гнездо поворотной буксы 13. При обратном ходе с помощью поворотного механизма поршень-ударник и сопряженные с ним поворотные буксы 12 и 13, а также и буровая штанга поворачиваются на некоторый угол. Изменение направления подачи сжатого воздуха в перфораторе автоматическое с помощью клапана 7, помещенного в клапанную коробку 6. Ударно-поворотный механизм работает следующим образом: в головку поршня-ударника ввернута геликоидальная гайка 10 (левая резьба), имеющая внутренние спиральные шлицы. Эта гайка сопряжена с геликоидальным стержнем 9, имеющим наружные спиральные шлицы (правая резьба). В головке геликоидального стержня, помещенной в храповой буксе 5 с внутренними зубцами, размещены собачки 16, прижатые к буксе 5 пружинами 17. При ра-

бочем ходе (рис. 2.2 слева направо) поршня-ударника геликоидальный стержень, сопряженный с геликоидальной гайкой поршня-ударника, поворачивается на некоторый угол, а поршень-ударник нет. При обратном ходе поршня-ударника собачки, упираясь в зубцы храповой буксы 5, препятствуют повороту геликоидального стержня, вследствие чего поворачивается сам поршень-ударник и вместе с ним поворотная букса и буровая штанга. Пуск перфоратора в работу производится рукояткой 26. Сжатый воздух от воздушного рукава подается в перфоратор по патрубку 22 через воздушный кран 4. Воздушный кран перфораторов с осевой промывкой имеет четыре фиксированных положения: “Полная работа”, “Забуривание”, “Стоп” и “Интенсивная продувка”. В трубопроводе 25 предусмотрен вентиль 29 для регулировки расхода воды. Перфоратор снабжен виброгасящим устройством, которое состоит из сварной рамы, представляющей собой две трубы 3, скрепленные кронштейном с отверстием для присоединения пневмоподдержки. В трубах помещены рабочие пружины 21 и ползуны 19, через которые передается усилие подачи от пневмоподдержки к перфоратору. Снаружи на трубах 3 установлены вспомогательные пружины 27, предназначенные для гашения вибрации при извлечении буровой штанги из шпура. Виброгасящее устройство устанавливается на перфораторе с помощью оси 20, вставленной в отверстие прилива цилиндра 8, и направляющего кронштейна 23, установленного под головки стяжных шпилек 18. Кронштейн рукоятки 1 виброгасящего устройства изолирован от рамы эластичными кольцами 2.

Перфоратор снабжается буродержателем 15, предназначенным для предотвращения самопроизвольного выпадания хвостовика буровой штанги из шестигранного гнезда поворотной буксы при бурении и извлечении буровой штанги из шпура. Для фиксации буродержателя введены съемные шестигранные упоры 24, обеспечивающие возможность их многократного использования.

Глушитель шума 28 выполнен из резины и представляет собой камеру, которая надета на выхлопную горловину цилиндра 8. Глушитель может быть повернут вокруг оси в удобное для бурильщика положение. Он снижает уровень шума почти в 1,5 раза.

#### *Конструкция колонковых перфораторов*

Такое наименование перфораторов связано с винтовыми распорными колонками, на которых устанавливались податчики этих

перфораторов. Колонковые перфораторы являются более мощными и тяжелыми, чем переносные и телескопные и используются также в качестве вращательно-ударных бурильных головок машин типа УБШ.

Устройство колонкового перфоратора рассматривается на примере перфоратора ПК60 (рис. 2.3).

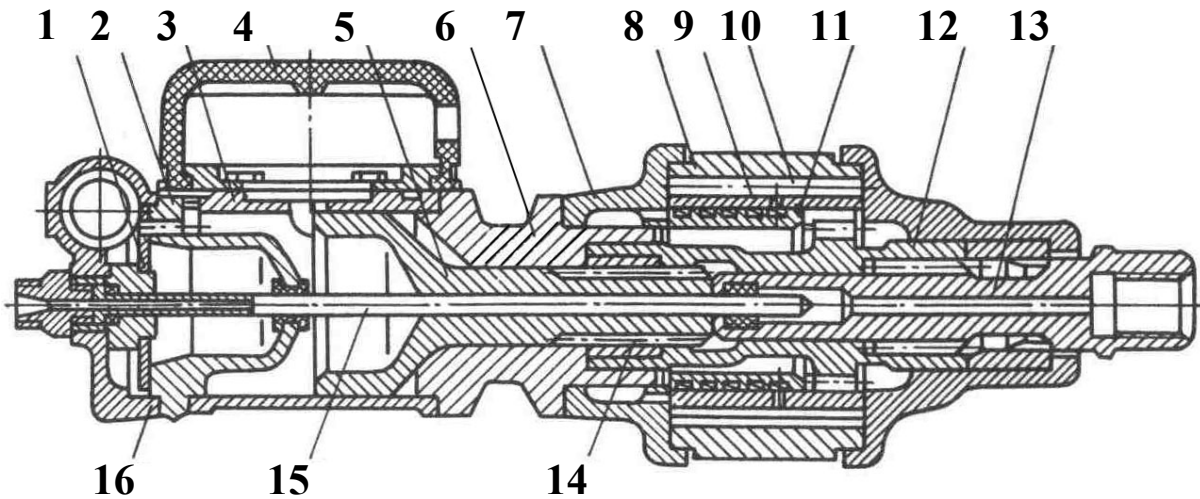


Рис. 2.3. Колонковый перфоратор ПК60

Колонковые перфораторы ПК60 и ПК75 работают по принципу вращательно-ударных бурильных машин, имеющих независимое вращение буровой штанги, и включают: ударный механизм и вращатель. Ударный механизм состоит из цилиндра 3, поршня-ударника 5, который совершает возвратно-поступательное движение в цилиндре 3 под действием сжатого воздуха. Изменение направления подачи сжатого воздуха для рабочего и холостого ходов поршня-ударника осуществляется автоматически с помощью мотылькового клапана 1, сопряженного с клапанной коробкой 2. В конце рабочего хода поршень-ударник 5 наносит удар по хвостовику 13, который резьбовым соединением связан с буровой штангой. Воздух к ударному механизму подводится через головку 16, которая одновременно является крышкой цилиндра 3. Вращатель представляет собой гипоциклоидный пневматический двигатель, состоящий из трех основных частей: статора 8, ротора 9 и шпинделя 12. Специальных опор у ротора 9 нет и он свободно опирается на зубья статора, а в осевом направлении его перемещение ограничено крышками 7. Суммарный осевой зазор между ротором и статором

составляет 0,03–0,05 мм. Ротор снабжен жестким золотником 11, на внешнем диаметре которого имеются винтовые глухие канавки, начало и конец которых смещены на 90°. Число спиральных канавок равно числу впадин, образованных зубьями ротора. Статор 8 представляет собой шестерню с внутренними зубьями в виде поворачивающихся роликов 10. Ротор 9 выполнен в виде шестерни с наружными круглыми зубьями и свободно “плавает” в статоре 8. На внутренней поверхности ротора имеются шлицы, входящие в сопряжение с зубьями шпинделя 12. Для уменьшения вероятности заклинивания поршня-ударника в цилиндре его шток имеет шлицевое сопряжение 14 со шпинделем и, таким образом, помимо возвратно-поступательного совершает вращательное движение. Снижение аэродинамического шума обеспечивается глушителем 4. Осевая трубка 15 предназначена для подачи промывочной воды. Через направляющую втулку 6 и крышку 7 ударный механизм соединяется с вращателем стяжными шпильками.

Сжатый воздух к ударному и вращательному механизмам подводится отдельно по рукавам к их патрубкам, что позволяет оперативно регулировать их мощность. От патрубка вращателя воздух поступает в кольцевую камеру крышки вращателя, периодически взаимодействующую по мере обкатывания ротора 9 по статору 8 с винтовыми канавками золотника 11. Пройдя винтовые канавки золотника, через радиальные отверстия статора воздух поступает в рабочую камеру, образованную зубьями статора и ротора. Реверсирование вращателя в перфораторах ПК60 и ПК75 происходит вследствие изменения подвода воздуха к передней или задней полости вращателя. Регулирование частоты вращения производится путем дросселирования сжатого воздуха.

### *Конструкция телескопных перфораторов*

Название данного типа перфораторов указывает на объединение в их конструкции перфоратора и поршневого податчика-телескопа, осуществляющего автоматическую подачу машины на забой во время бурения. Телескопные перфораторы подразделяются на одностоечные и двухстоечные.

Конструкция телескопных перфораторов так же, как и переносных, основана на ударно-поворотном принципе действия с клапанной системой воздухораспределения и задним расположением механизма поворота буровой штанги. В отличие от переносных те-

лескопные перфораторы отечественного производства не имеют буродержателя.

Телескопный перфоратор ПТ48А (рис. 2.4) состоит из стакана 1, корпуса 3 и расположенного соосно с ним телескопного податчика 6. Воздухораспределение осуществляется плоским кольцевым клапаном 17. Ударно-поворотный механизм включает в себя храповой механизм 16, геликоидальный стержень 18 и поршень-ударник 20 со штоком 23 и геликоидальной гайкой 19. Поворот буровой штанги происходит при обратном ходе поршня-ударника, сопряженного с буксой 24 посредством шлицевого соединения, которая, в свою очередь, с помощью двух кулачков сочленена с поворотной буксой 27, снабженной шестигранным гнездом для хвостовика буровой штанги.

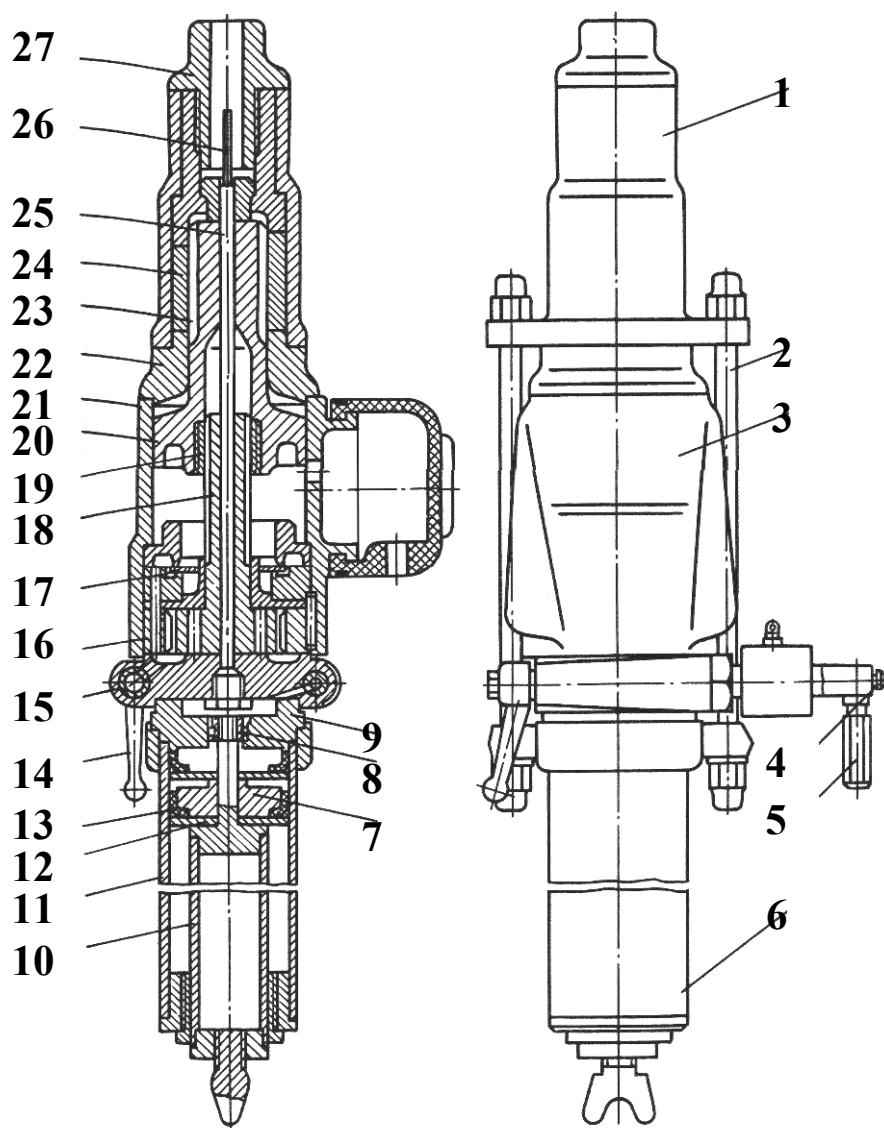


Рис. 2.4. Телескопный перфоратор ПТ-48А

Направляющая букса 22, являясь крышкой цилиндра 21, одновременно центрирует шток поршня-ударника. Телескопный податчик 6 состоит из цилиндра 11 и штока 10, на котором смонтирован поршень, состоящий из двух манжет 13, разделенных промежуточным 12 и нажимным 7 кольцами. В проточке гайки, крепящей детали поршня, установлен замок в виде разрезного пружинного кольца 8, входящего при крайнем вдвинутом положении штока 10 в посадочное гнездо промежуточной втулки 9. Замок служит для предотвращения самопроизвольного выдвигания штока при перемещениях перфоратора. Телескопный податчик 6 и перфоратор 3 соединяются между собой стяжными шпильками 2. В головке перфоратора смонтирован конусный пробковый кран 15, поворот которого в требуемое положение производится рукояткой 14. Кран 15 имеет четыре фиксированных положения: “Выключено”, “Подъем телескопа”, “Забуривание” и “Полная работа”.

Сжатый воздух в податчик поступает по системе каналов от крана 15. Его блокировка обеспечивает автоматизацию работы податчика в процессе бурения. Усилие подачи телескопного податчика регулируется дистанционно с помощью рукоятки 5 и кнопки 4 экстренного сброса давления, соединенных с головкой перфоратора через рукав. Регулирование осуществляют за счет выпуска в атмосферу поступающего в податчик сжатого воздуха. Постоянная продувка с расходом воздуха 0,2–0,3 м<sup>3</sup>/мин осуществляется по зазору между наружной трубкой 25 и водяной трубкой 26.

#### **2.1.4. Вспомогательное и комплектующее оборудование**

К вспомогательному и комплектующему оборудованию для перфораторов можно отнести: пневмоподдержки, установочно-подающие устройства для переносных перфораторов, автомасленки, буровые штанги, соединительные муфты, хвостовики, соединения буровых штанг, буровые коронки, рукава для воздуха и воды, компрессорные установки, воздухопроводная сеть.

##### *Буровые штанги*

Буровые штанги предназначены для передачи ударного импульса от поршня-ударника перфоратора на забой шпура и крутящего момента буровой коронке. Буровые штанги бывают цельные и составные. Цельные буровые штанги (табл. 2.5) могут быть со стальной закаленной головкой и головкой, армированной твердым

сплавом. Наибольшее распространение получили составные буровые штанги (табл. 2.6) со съемными коронками, применение которых упрощает заточку инструмента. Применение цельных буровых штанг обеспечивает более высокую производительность вследствие меньших потерь при прохождении ударного импульса, так и за счет повышения надежности. Заточка цельных буровых штанг может осуществляться непосредственно в забое с помощью легких заточных станков, работающих на сжатом воздухе.

Благодаря отсутствию потерь энергии в конусном соединении коронки и штанги, применение цельных буровых штанг увеличивает скорость бурения на 20–30 %.

Составная буровая штанга имеет съемную коронку, присоединяющуюся с помощью конуса или резьбы. Наибольшее распространение получили конусные соединения с углом посадочного конуса 7°.

Таблица 2.5

## Цельные буровые штанги шестигранного профиля

| Буровая штанга | Диаметр головки, мм | Длина, мм | Масса, кг |
|----------------|---------------------|-----------|-----------|
| 22-800-34      | 34                  | 800       | 2,6       |
| 22-1600-33     | 33                  | 1600      | 4,97      |
| 22-2400-32     | 32                  | 2400      | 7,26      |
| 22-3200-31     | 31                  | 3200      | 9,66      |

Таблица 2.6

## Составные буровые штанги

| Буровая штанга | Размер под ключ, мм | Диаметр посадочного конуса, мм | Длина хвостовика, мм | Длина штанги, мм | Масса, кг | Назначение              |
|----------------|---------------------|--------------------------------|----------------------|------------------|-----------|-------------------------|
| БШ25           | 25                  | 25                             | 108                  | 700–4300         | 2,8–17    | Переносные перфораторы  |
| БШ22           | 22                  | 22                             | 108                  | 700–4300         | 2,2–14    | Телескопные перфораторы |
| БШТ25          | 25                  | 25                             | —                    | 600–3400         | 2,2–13    |                         |

Размеры хвостовиков буровых штанг и гнезд для переносных перфораторов регламентированы по ГОСТ 11446-75.

Буровые штанги изготавливают из инструментальных сталей марок 55С2 (ГОСТ 14959-79), 95ХМА, 18ХГТ, 28ХН3М поверхность которых упрочняется. Особенно упрочняют хвостовик штанги. Его твердость должна составлять 45–50 HRC.

Для ручных перфораторов применяют шестигранные буровые штанги с размером 19, 22 и 25 мм между параллельными гранями.

Для колонковых перфораторов используют штанги круглого сечения диаметром 28, 32 и 38 мм.

При бурении взрывных скважин диаметром до 70 мм и глубиной до 50 м распространены составные буровые штанги круглого сечения диаметром 28, 32 и 38 мм.

Коронка соединяется со штангой посредством резьбы или гладкого конуса с углом наклона  $3^{\circ}31'$ . Последнее более удобно при съеме и установке коронки.

#### *Соединительные муфты*

Соединительные муфты для буровых штанг пневматических и гидравлических перфораторов рекомендуется изготавливать из высоколегированных сталей марок 12ХНЗА, 40ХМА и др. Твердость материала муфты должна быть не менее HRC<sub>45</sub>.

Муфты рукавного типа со сплошной резьбой по всей длине обычно применяют для перфораторов с энергией удара до 150–200 Дж. Преимущества этого типа муфт – небольшая стоимость и высокая прочность из-за отсутствия ступеней и переходов; недостаток – возможность перемещения по штанге.

Для пневматических и гидравлических перфораторов с энергией удара до 250 Дж наиболее целесообразно применение муфт с центральной проточкой полумостового типа, а для мощных перфораторов – мостового типа. Завинчивание и развинчивание муфт полумостового и мостового типов требует меньших усилий, чем с центральной проточкой. Кроме того, исключается их перемещение по штанге. Для повышения прочности и износостойкости муфты изготавливают из легированных сталей с цементацией и закачивают.

#### *Хвостовики*

Для мощных пневматических и гидравлических перфораторов применяют съемные хвостовики, соединяемые с буровой штангой с помощью внутренней и наружной резьб. Преимущества хвостови-

ков с наружной резьбой, соединяемых с буровой штангой с помощью муфты, – небольшие (1–2%) потери энергии при прохождении ударной волны по хвостовику по сравнению с хвостовиками, имеющими внутреннюю резьбу, у которых потеря энергии удара достигает 10%. Однако стойкость хвостовиков с внутренней резьбой намного выше, чем у хвостовиков с наружной резьбой.

Размеры хвостовиков буровых штанг для переносных перфораторов приведены на рис. 2.5.

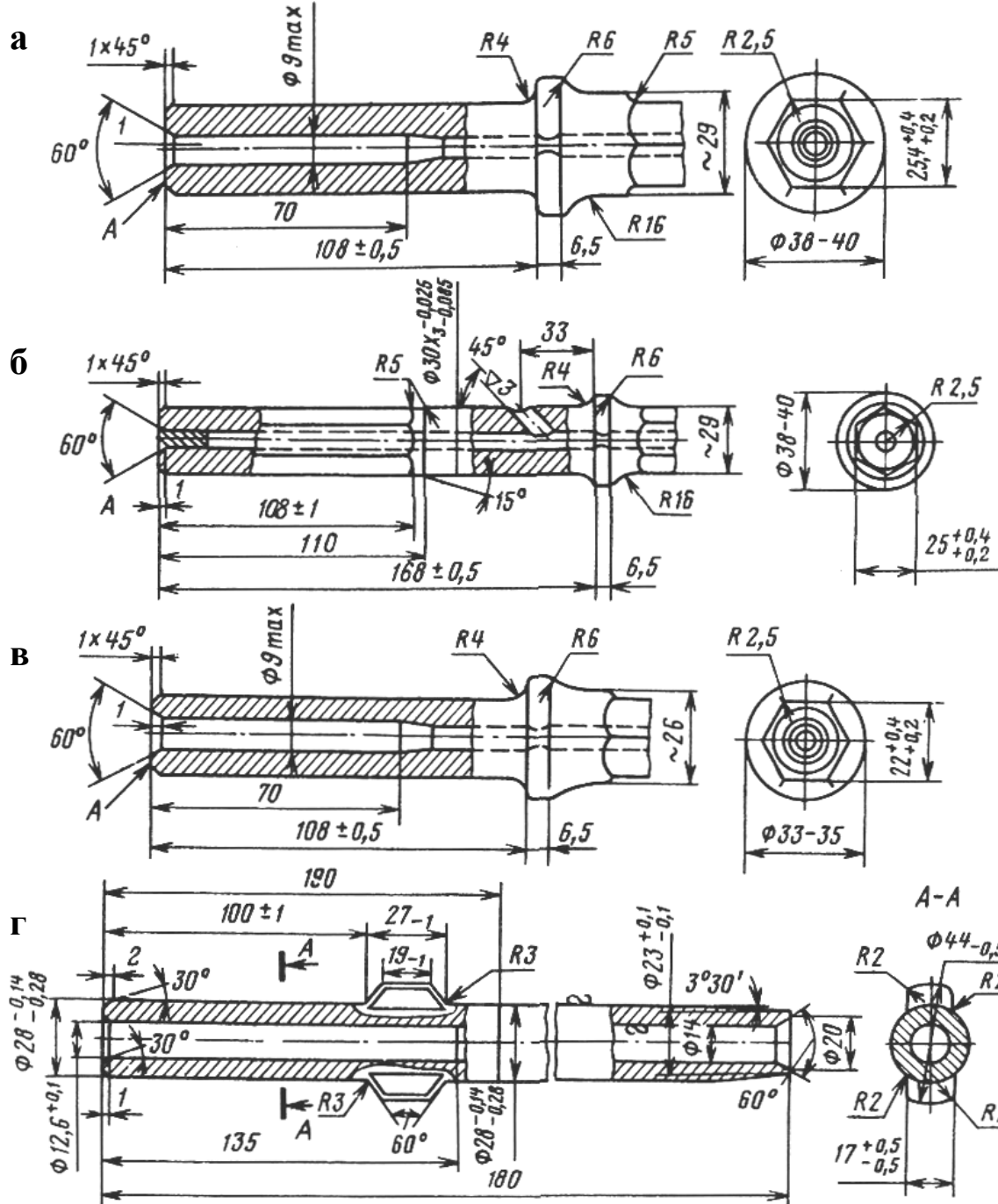


Рис. 2.5. Хвостовики буровых штанг перфораторов: а – ПП54В1, ПП63В, ПП63С; б – ПП54ВБ1, ПП63ВБ; в – ПП36В; г – ПП63П

Хвостовики различаются способом соединения с буровой штангой, геометрией и размерами собственно хвостовика, вставляемого в гнездо перфоратора и расположением промывочного канала. Конусные хвостовики используют в перфораторах с энергией удара до 90 Дж, например БГА-1, БГА-1М. На более мощных перфораторах применяют резьбовые хвостовики. Хвостовики, вставляемые в гнездо перфоратора, изготавливают: с двумя кулачками, ширина которых меньше диаметра (тип Лейнера); с двумя кулачками, ширина которых равна диаметру хвостовика; с четырьмя кулачками; шлицевые.

По способу подвода воды различают хвостовики с осевой и боковой промывкой. Для осевой промывки имеется отверстие диаметром 8–19 мм, в котором устанавливают уплотнительную втулку. В зарубежной практике применяют расточку, в которую вставляют уплотнительную манжету, взаимодействующую с трубкой промывки перфоратора. Такая конструкция улучшает эффективность промывки и предотвращает проникновение воды внутрь перфоратора.

В хвостовике с боковой промывкой промывочный канал имеет диаметр 8–10 мм (при большем диаметре снижается прочность хвостовика). Это ограничивает их применение глубиной бурения до 15–18 м.

Хвостовики изготавливают из тех же марок сталей и по той же технологии, что и буровые штанги.

#### *Соединения буровых штанг*

Выбор соединения буровых штанг оказывает влияние на скорость бурения и в значительной мере определяет сменную производительность при бурении глубоких скважин составными штангами. В случае конусных соединений имеют место потери при передаче энергии удара (до 10% при контакте торца штанги с коронкой и до 18,5% при конусном сопряжении без контакта торцов).

Преимущество отдается резьбовым соединениям, обеспечивающим возможность бурения на глубину более 50 м. Соединения с упорной резьбой имеют высокую износостойкость за счет большой площади контакта сопряжения поверхностей по виткам, технологичны в изготовлении, работают с укороченной муфтой (100 мм). Недостаток упорных резьб – большое усилие развинчивания.

Круглая резьба имеет повышенную прочность благодаря плавным переходам витков. Подобные соединения легко развинчиваются

и свинчиваются благодаря большому углу подъема винтовой линии. Малая глубина круглой резьбы (1,5 мм) позволяет уменьшить диаметр соединительных муфт. К недостаткам круглой резьбы относят сложность изготовления элементов резьбы.

Трапецеидальная форма профиля резьбы имеет более высокую износостойкость по сравнению с круглой благодаря большим контактными площадкам и плотности соединения.

Круглоупорная резьба сочетает элементы круглой и упорной резьб и обладает следующими преимуществами: меньшее время на развинчивание бурового става; более высокую прочность резьбы и стойкость буровых штанг (на 30–35% выше стойкости буровых штанг с круглой резьбой). Повышение прочности резьбы и буровых штанг достигнуто за счет увеличения площади резьбового сопряжения. Круглоупорная резьба более сложна в изготовлении. Потери энергии удара и стойкость муфт зависят от шага резьбы. Оптимальным считается шаг, равный 8–14 мм.

На эффективность работы резьбовых соединений влияют профиль резьбы и диаметр штанг, наружный диаметр и форма соединительной муфты, допуски, размеры и шероховатость резьбы и другие параметры, от которых зависят износостойкость и прочность, а также потери энергии при передаче удара от перфоратора к забою.

#### *Буровые коронки*

В горнодобывающих отраслях промышленности применяют главным образом составные буровые штанги со съемными коронками, армированными твердосплавными вставками. Буровые коронки для перфораторного бурения (ГОСТ 17196-77) изготавливают четырех типов, диаметром 32–85 мм, с конусным или резьбовым присоединительным отверстием. Коронки диаметром до 43 мм должны применяться с перфораторами с энергией удара не более 63,74 Дж, диаметром от 43 до 65 мм – с энергией удара не более 88,26 Дж, диаметром свыше 65 мм – не более 147,1 Дж. Типы и область применения коронок приведены в табл. 2.7 и на рис. 2.6.

Коронка перфоратора (рис. 2.6, а) состоит из корпуса 1 и пластинчатого или штыревого твердосплавного вооружения 3 из сплава марки ВК15. Для подачи воды к забою предусмотрено отверстие 2. Твердосплавное вооружение 3 – это либо пластинки, либо круглые стержни из твердого сплава марки ВК15 для пород  $f = 12$ , марок ВК8 и ВК8В – для пород с  $f = 10–12$ , марок ВК6 и ВК6В – для по-

род с  $f = 10$ . Твердые сплавы представляют собой смеси порошков карбида вольфрама и кобальта, спеченные при высоких температуре и давлении. Цифра в марке твердого сплава указывает на содержание кобальта в процентах. Сплавы с малым содержанием кобальта обладают более высокой твердостью, но они и более хрупкие.

Таблица 2.7

| Тип | Наименование              | Характеристика породы                      |
|-----|---------------------------|--------------------------------------------|
| КДП | Долотчатые пластинчатые   | Вязкие монокристаллические                 |
| ККП | Крестовые пластинчатые    | Вязкие трещиноватые и абразивные           |
| КТШ | Трехперые штыревые        | Хрупкие монокристаллические и трещиноватые |
| КНШ | Неперетачиваемые штыревые | Хрупкие абразивные                         |

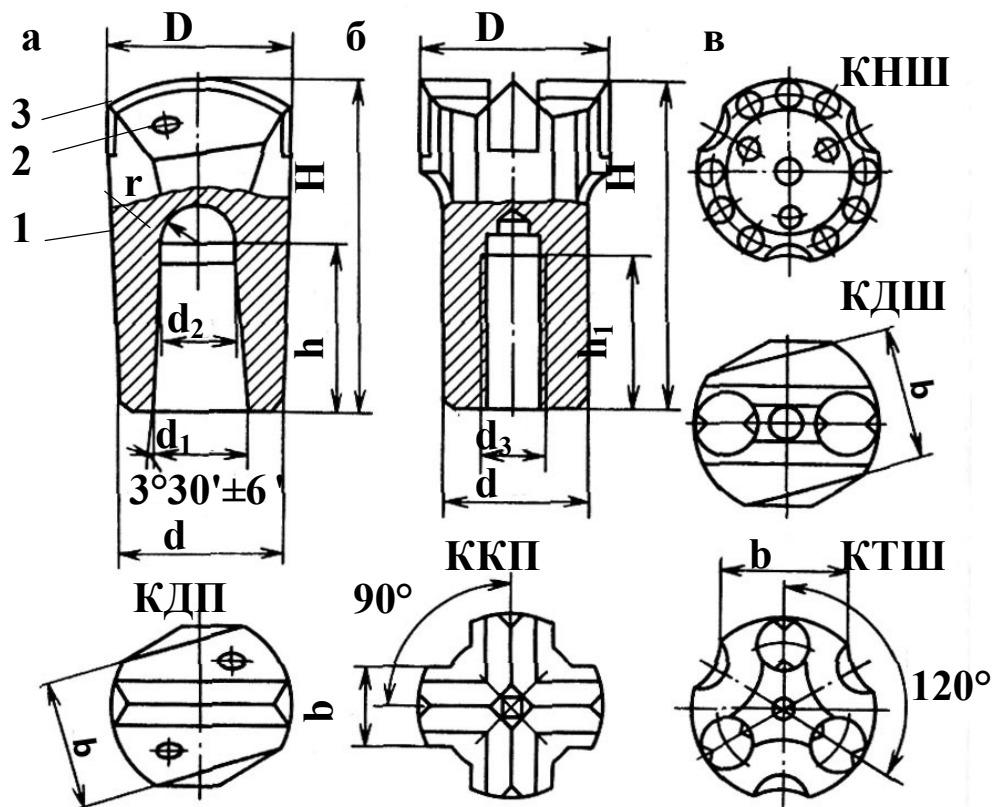


Рис. 2.6. Буровые коронки: а – с конусным отверстием; б – с резьбовым отверстием; в – вид с торца типов КДП; ККП; КНШ; КДШ; КТШ (размеры, мм:  $D$  – диаметр головки,  $d$  – диаметр корпуса,  $d_3$  – диаметр резьбы,  $H$  – высота коронки,  $h_1$  – длина резьбы,  $b$  – толщина лезвия)

Долотчатые коронки с прямоугольными твердосплавными вставками в виде пластинок применяют для бурения крепких и вязких пород, крестовые пластинчатые рекомендуются для крепких трещиноватых пород. Штыревыми коронками (КДШ) бурят шпуры в трещиноватых породах средней крепости.

Для бурения скважин диаметром более 65–70 мм и больше вместо крестовой формы головки применяют Х-образную, которая лучше обеспечивает круглое сечение скважины.

Пример условного обозначения коронки типа КТШ размерами  $D = 52$  мм,  $d_3 = 31$  мм с круглой резьбой: КТШ 52-31К ГОСТ 17196-77. То же, размерами  $D = 52$  мм,  $d_3 = 31$  мм с круглоупорной резьбой: КТШ 52-31К КУ ГОСТ 17196-77.

Наибольшее распространение получили долотчатые коронки. Так, в рудной промышленности расходуется долотчатых коронок 79,5%, крестовых 17%, трехперых 3,5%. Расход коронок различных диаметров составляет: диаметром 32–38 мм – 1,9%, 40–46 мм – 89,3% и 49 мм – 8,8%. Коронки с резьбовым соединением имеют левую круглую резьбу (К) или левую круглоупорную резьбу (КУ).

Незатачиваемые штыревые коронки (одноразового действия) КНШ (КОШ) армируют цилиндрическими штырями твердого сплава с закругленной головкой. Срок использования таких коронок в 1,7–2 раза больше, чем у долотчатых. Они не требуют заточки, что позволяет бурить ими глубокие скважины без разборки бурового става для замены коронки. После прохода 150–300 м скважины рекомендуется шлифовать торцы вставок для удаления поверхностного слоя усталостных трещин. В противном случае трещины углубляются и приводят к излому твердого сплава.

Коронка считается затупленной, если она имеет притупление, равное 3 мм, на расстоянии 5 мм от внешнего края, или когда высота понижения угла пластины достигает 8 мм. При правильной эксплуатации коронка выдерживает до 10 заточек.

Все коронки, кроме коронок типа КНШ (КОШ), подлежат заточке после затупления.

Для коронок установлен следующий ряд наружных диаметров: 32, 36, 40, 43, 46, 52, 56, 60, 65, 70, 75, 85 мм.

### 2.1.5. Материалы для твердосплавного инструмента

В целях повышения износостойкости горных инструментов их режущую часть оснащают металлокерамическими, наплавочными твердыми сплавами. Соединение сплава с корпусом породоразрушающего инструмента должно быть достаточно прочным, так как большая разница в значениях коэффициентов термического расширения (в 2–4 раза) твердого сплава и стали корпуса приводит к возникновению при пайке (нагреве) термических напряжений, после охлаждения часто превосходящих предел прочности твердого сплава [9].

Для армирования породоразрушающего инструмента используют спеченные вольфрамокобальтовые сплавы марки ВК (табл. 2.8).

Таблица 2.8

Характеристика твердых сплавов

| Марка сплава | Содержание основных компонентов, % |         | Физико-механические свойства               |                              |                         |
|--------------|------------------------------------|---------|--------------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
|              | карбид вольфрама                   | кобальт | предел прочности при изгибе, МПа, не менее | плотность, г/см <sup>3</sup> | твёрдость HRC, не менее |
| ВК3          | 97                                 | 3       | 1100                                       | 15,0–15,3                    | 89,5                    |
| ВК3-М        | 97                                 | 3       | 1100                                       | 15,0–15,3                    | 91,0                    |
| ВК4          | 96                                 | 4       | 1400                                       | 14,9–15,2                    | 89,5                    |
| ВК4-В        | 96                                 | 4       | 1400                                       | 14,9–15,2                    | 88,0                    |
| ВК6          | 94                                 | 6       | 1500                                       | 14,6–15,0                    | 88,5                    |
| ВК6-М        | 94                                 | 6       | 1350                                       | 14,8–15,1                    | 90,0                    |
| ВК6-ОМ*      | 92                                 | 6       | 1200                                       | 14,7–15,0                    | 90,5                    |
| ВК6-В        | 91                                 | 6       | 1550                                       | 14,6–15,0                    | 87,5                    |
| ВК8          | 92                                 | 8       | 1600                                       | 14,4–14,8                    | 87,5                    |
| ВК8-В        | 92                                 | 8       | 1750                                       | 14,4–14,8                    | 86,5                    |
| ВК8-ВК       | 92                                 | 8       | 1750                                       | 14,5–14,8                    | 87,5                    |
| ВК10         | 90                                 | 10      | 1650                                       | 14,2–14,6                    | 87,0                    |
| ВК10-М       | 90                                 | 10      | 1500                                       | 14,3–14,6                    | 88,0                    |
| ВК10-ОМ*     | 88                                 | 10      | 1400                                       | 14,3–14,6                    | 88,5                    |
| ВК10-КС      | 90                                 | 10      | 1750                                       | 14,2–14,6                    | 85,0                    |
| ВК11-В       | 89                                 | 11      | 1800                                       | 14,1–14,4                    | 86,0                    |
| ВК11-ВК      | 89                                 | 11      | 1800                                       | 14,1–14,4                    | 87,0                    |

Примечание: \* содержит 2 % карбида тантала  
([www.drillings.ru/tverdsplav](http://www.drillings.ru/tverdsplav)).

Преимущества твердых сплавов ВК:

- большая твердость (до 91 HRC),
- высокое сопротивление износу при нагреве до 1000 °С,
- неподверженность заметной пластической деформации,
- большая прочность на сжатие,
- отсутствие упругой деформации.

Недостатки твердых сплавов ВК :

- малый предел прочности на изгиб и растяжение,
- небольшая ударная вязкость.

Недостатки твердых сплавов ВК :

- малый предел прочности на изгиб и растяжение,
- небольшая ударная вязкость.

Соединение сплава с корпусом породоразрушающего инструмента должно быть достаточно прочным, так как большая разница в значениях коэффициентов термического расширения (в 2–4 раза) твердого сплава и стали корпуса приводит к возникновению при пайке (нагреве) термических напряжений, после охлаждения часто превосходящих предел прочности твердого сплава.

Сплав изготавливают в специальных графитовых пресс-формах путем спекания при температуре ниже температуры плавления карбидов в соответствии с требованиями ГОСТ 3882-74. Цифры в марке сплава соответствуют процентному содержанию кобальта. Сплавы получают спеканием смеси порошков монокарбида вольфрама и кобальта при температуре 1320–1480 °С. Монокарбид вольфрама – соединение твердостью 1730 МПа с температурой разложения 2600 °С – представлен в сплавах в виде зерен размером 1–5 мкм (основная масса). Кобальт в сплаве – цементирующая составляющая. Твердость кобальта в 4–5 раз ниже, чем карбида вольфрама, температура плавления 1350 °С. Кобальт хорошо смачивает карбид вольфрама, в сплаве он находится не в чистом виде, а содержит твердые растворы вольфрама и углерода (от 1 до 8–10 % по массе).

По структуре промышленность РФ выпускает сплавы: мелкозернистые (размер зерен до 1 мкм), среднезернистые (размер зерен 1–2 мкм) и крупнозернистые (размер зерен 2–5 мкм). Мелкозернистые сплавы при одинаковом химическом составе имеют большие твердость и износостойкость, но меньшую прочность, чем крупнозернистые. Последние имеют повышенные прочность и ударную

вязкость, но более низкую износостойкость. В этой связи в горной промышленности широко применяются средне- и крупнозернистые сплавы.

#### *Физические свойства твердых сплавов*

**Плотность.** Плотность сплавов зависит от химического состава сплавов (с увеличением содержания Со и титана уменьшается). Плотность снижается при наличии в конкретном сплаве остаточной пористости, свободного графита.

**Теплопроводность.** Твердые сплавы работают в условиях трения. В результате образуется тепло, которое при хорошей теплопроводности должно отводиться от места контакта резец – порода.

Если твердый сплав имеет низкую теплопроводность, то выделяющееся тепло сосредоточивается на режущей кромке резца и он интенсивно изнашивается. Поэтому теплопроводность должна быть оптимальной, обеспечивать наилучшие режущие свойства твердого сплава. В пределах одной группы сплавов теплопроводность зависит от количества карбидной фазы и пористости. С уменьшением карбидной фазы и пористости теплопроводность возрастает. Вольфрамкобальтовые сплавы более теплопроводны, чем титановольфрамкобальтовые.

**Коэффициент термического расширения** твердых сплавов изменяется от  $3,9 \cdot 10^{-6}$  (ВК2) до  $6,3 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  (ВК30). Он в 2–4 раза меньше, чем у сталей, где составляет  $(11-17) \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ . Такое различие коэффициентов приводит к возникновению после охлаждения в спаянных соединениях температурных напряжений. Теплопроводность сплавов группы ВК в 2–3 раза выше, чем быстрорежущей стали. Определенная по методу Кольрауша, она для сплавов с 4 % Со равна 50,24 Вт/(м·К) и с 15 % Со – 66,99 Вт/(м·К). С повышением температуры теплопроводность снижается. Высокая теплопроводность способствует быстрому отводу тепла от режущих кромок инструмента и уменьшению их износа.

**Коэффициент линейного расширения** твердых сплавов характеризует удлинение тела при нагреве, зависит от химического состава сплава и с увеличением содержания кобальта возрастает.

**Коэффициент линейного расширения** титановольфрамовых сплавов примерно в 2 раза ниже, чем для малоуглеродистой стали. Это различие отражается на качестве инструмента с напаянными пластинами. Из-за дополнительных напряжений, возникающих в

результате различия в коэффициентах линейного расширения, пластины могут отслаиваться от корпуса резца или иметь трещины.

Термические свойства твердых сплавов играют большую роль при изготовлении и эксплуатации инструмента. Твердые сплавы чувствительны к условиям нагрева и охлаждения, а они всегда имеют место при пайке пластин твердого сплава к инструменту, при шлифовании и заточке изделий. Во избежание образования трещин в изделиях из твердых сплавов следует применять медленное нагревание и охлаждение при пайке, оптимальные режимы при шлифовании и обильное охлаждение.

Красностойкость – свойство твердого сплава сохранять твердость, износостойкость и другие качества, необходимые для резания. Она проявляется в интервале температур 900–1000 °С. Красностойкость титановольфрамовых сплавов выше, чем вольфрамокобальтовых, благодаря присутствию карбида титана.

#### *Механические свойства твердых сплавов.*

Твердость – свойство твердого тела сопротивляться проникновению в него другого тела. Твердость – одно из главных свойств твердых сплавов, т. к. от нее зависит их износостойкость. Главное влияние на нее оказывает количество карбидной фазы и размер зерна этой фазы. С увеличением количества карбидной фазы или уменьшением размера зерна твердость возрастает.

Твердость сплавов в несколько раз выше твердости сталей и составляет от 84–86 до 90–91 HRA. При нагреве сплава твердость его снижается, но остается в 2–3 раза выше, чем у быстрорежущей стали. Титановольфрамовые сплавы отличаются более высокой твердостью, чем вольфрамовые, т. к. карбид титана тверже, чем карбид вольфрама.

#### *Предел прочности при изгибе.*

Прочность – свойство твердого тела сопротивляться воздействию внешних сил. Прочность сплавов на изгиб с повышением содержания кобальта возрастает от 1000 (сплав ВК2) до 1800–2000 МПа (сплав ВК15) и снижается при повышении температуры. С увеличением крупности зерен карбида вольфрама прочность на изгиб повышается.

Ударная вязкость твердых сплавов весьма низка и находится в пределах 2–7 Дж/см<sup>2</sup>, тогда как, например, у стали 40Х она во много раз выше (120–170 Дж/см<sup>2</sup>). С повышением содержания кобальта

ударная вязкость растет от 1,0 (ВК2) до 6,5 Дж/см<sup>2</sup> (ВК30). У крупнозернистых сплавов она на 20–30 % выше, чем у мелкозернистых.

Модуль упругости сплавов в среднем в 3 раза выше, чем у легированных сталей и составляет 6·10<sup>5</sup> МПа. С увеличением содержания кобальта модуль упругости несколько снижается. Большое различие в модулях упругости двух материалов (стали и твердого сплава), из которых изготавливают и которыми армируют инструмент, приводит к значительной перегрузке твердого сплава. Поэтому место соединения твердого сплава со сталью должно быть жестким.

Прочность характеризуется величиной разрушающих нагрузок при сжатии, изгибе, растяжении и находится в обратной зависимости от твердости. Она зависит от размера зерен карбидной фазы и возрастает с увеличением содержания кобальта, достигая максимума при Со 15–20 %. Титановольфрамовые сплавы менее прочные, т. к. карбид титана имеет меньшую прочность. Прочность твердых сплавов при сжатии имеет весьма большое значение и характеризует в некоторой степени их пластические свойства. С увеличением размера зерна карбидных зерен, а также содержания кобальта предел прочности твердых сплавов при сжатии  $\sigma_{сж}$  монотонно уменьшается.

### 2.1.6. Компрессорные установки

Для питания сжатым воздухом пневматических перфораторов преимущественно используют передвижные поршневые и стационарные компрессоры [7, 8].

По принципу действия различают поршневые, винтовые и ротационные компрессоры.

По конструкции механизма преобразования вращения вала двигателя в возвратно-поступательное движение поршня и по расположению цилиндров различают крейцкопфные – вертикальные, угловые и горизонтальные (ВГ) с V-, W-образным и звездообразным расположением цилиндров; бескрейцкопфные – вертикальные (ВВ) с V-образным (ВУ) и W-образным (ВШ) расположением цилиндров.

По числу цилиндров компрессоры бывают одно- и многоцилиндровыми; по виду охлаждения – с водяным и воздушным; по роду привода – с электродвигателем, двигателем внутреннего сгорания, паросиловым и механическим.

По числу рабочих полостей выделяют компрессоры простого действия, когда всасывание и сжатие производятся только с одной стороны цилиндра, и двойного действия – при всасывании и сжатии воздуха с двух сторон. При конечном давлении воздуха выше 0,5–0,6 МПа, как правило, требуется двухступенчатое сжатие – в цилиндрах низкого давления (до 0,2–0,3 МПа) и высокого сжатия.

От стационарной компрессорной установки до потребителей сжатый воздух поступает по системе трубопроводов, снабженной устройствами для очистки воздуха, измерения его состояния, емкостями для хранения воздуха, арматурой для соединения трубопроводов и рукавами для подвода воздуха от сети к потребителю. Воздухопроводная сеть должна быть герметичной, иметь минимальные гидравлические сопротивления, долговечной и надежной в работе. Трубы соединяются встык электросваркой, а фланцевые соединения допускаются только в местах присоединения арматуры или измерительных приборов.

### **2.1.7. Классификация и назначение гидравлических перфораторов**

Гидравлические перфораторные головки включают в себя ударный, вращательный и распределительный механизмы, источники питания. В отличие от ударно-поворотного механизма пневматических перфораторов они имеют, как правило, независимое вращение бура с помощью автономно встроенного вращателя. Ударный механизм включает в себя поршень-ударник, устройства рабочего и обратного ходов. Распределительный механизм изменяет направление потоков жидкости для обеспечения требуемого движения поршня-ударника. Он состоит из распределительных и управляющих элементов. Источник питания включает в себя гидронасос, приводимый в движение от электрического или другого типа двигателя, предохранительную аппаратуру, стабилизаторы давления, трубопроводы. Иногда вместо насоса используют различные типы аккумуляторов давления [7, 8].

Рабочие камеры в ударном механизме могут быть либо гидравлическими, либо пневматическими, причем механизм может иметь, только одну пневматическую камеру. Управляемыми могут быть только гидравлические рабочие камеры. Возможны две управляемые камеры: обратного и рабочего ходов. Отработанная жид-

кость может удаляться непосредственно в маслобак, вспомогательную камеру или сетевой пневмоаккумулятор. При этом для повышения КПД следует стремиться к снижению потерь энергии на удаление жидкости.

Известны два основных типа гидравлических перфораторных головок – золотниковые и беззолотниковые. У золотниковых (ГБГ) переключение потоков энергоносителя осуществляется золотником, движение которого гидравлически связано с движением поршня-ударника. Известны также головки с вращающимся золотником, который приводится в движение двигателем вращателя. У беззолотниковых переключение потока энергоносителя осуществляется непосредственно поршнем-ударником.

В табл. 2.9–2.11 приведены сведения о гидравлических перфораторных головках типа ГП и ГБГ соответственно.

Таблица 2.9

| Параметры                                              | Перфоратор |      |      |
|--------------------------------------------------------|------------|------|------|
|                                                        | ГП-1       | ГП-2 | ГП-3 |
| Энергия удара, Дж                                      | 98         | 157  | 245  |
| Частота ударов, Гц                                     | 90         | 60   | 45   |
| Выходная мощность, кВт                                 | 8,8        | 9,4  | 11   |
| Рабочее движение жидкости в гидроперфораторе, МПа      | 10,8       |      |      |
| Расход рабочей жидкости гидроударником, л/с            | 1,17       |      |      |
| Частота вращения шпинделя, с <sup>-1</sup>             | 5          | 3,3  | 2,5  |
| Крутящий момент на шпинделе, Нм                        | 294        |      |      |
| Расход рабочей жидкости гидродвигателем вращателя, л/с | 1,25       | 0,83 | 0,62 |

Таблица 2.10

| Параметры                                    | Перфоратор  |             |
|----------------------------------------------|-------------|-------------|
|                                              | ГБГ-180-250 | ГБГ-230-300 |
| Энергия удара, Дж                            | 180         | 230         |
| Частота ударов, Гц                           | 40–60       | 57          |
| Частота вращения шпинделя, с <sup>-1</sup>   | 1–6         | 1–6         |
| Крутящий момент, Нм                          | 250         | 300         |
| Осевое усилие, кН                            | 14          | 12          |
| Длина гидроударной головки с хвостовиком, мм | 870         | 1050        |
| Масса, кг                                    | 118         | 140         |

Таблица 2.11

| Параметры                            | Перфоратор |         |         |
|--------------------------------------|------------|---------|---------|
|                                      | ГБГ6       | ГБГ10   | ГБГ16   |
| Ударная мощность, кВт, не менее      | 6,3        | 10      | 16      |
| Общая мощность, кВт                  | 11,3       | 17,7    | 25,4    |
| Энергия удара, Дж, не менее          | 123        | 130–190 | 160–220 |
| Частота удара, с <sup>-1</sup>       | 49,2       | 56–77   | 72–100  |
| Крутящий момент, Нм, не менее        | 160        | 235     | 300     |
| Частота вращения, с <sup>-1</sup>    | 0–5        |         |         |
| Давление в магистрали ударника, МПа  | 15         | 18,6–22 | 16–22   |
| Давление в магистрали вращателя, МПа | 12         | 13,2    | 17,5    |

Перфораторные головки типа ГП были разработаны Кузнецким машиностроительным заводом (ГП-1, ГП-2 предназначены для бурения шпуров, ГП-3 – для бурения скважин). Прошли производственные испытания гидроперфораторы ГБГ-180-250, ГБГ-230-300, ГП-2-01, ГБГ300-500. Эти гидроперфораторы имеют золотниковое гидрораспределение рабочей жидкости, аккумуляторы высокого и низкого давления и встроенный гидравлический вращатель. Они имеют поршни длиной 408 и 425 мм при общей длине бурильной головки 900 мм.

Опытные образцы бурильных головок ГБГ6, ГБГ10 и ГБГ16 изготовлены Опытным заводом ВНИПИрудмаша и прошли испытания. Головки бурильные гидравлические ГБГ6, ГБГ10 и ГБГ16 предназначены для бурения шпуров диаметром 35–65 мм в породах с коэффициентом крепости 6–20 по шкале проф. М.М. Протодяконова на подземных горных работах. Бурильные головки ГБГ6 применяются на бурильных машинах УБШ1, УБШ2. ГБГ10 на УБШ3, УБШ4, а ГБГ16 на УБШ4, УБШ5, БУ-50.

К настоящему времени степень пригодности гидравлических перфораторных головок повысилась, значительно сокращены эксплуатационные расходы, которые не превышают, а иногда бывают ниже эксплуатационных расходов на пневматические перфораторы. Они позволяют понизить уровень шума, так как исключается шум выхлопа воздуха; кроме того, снижению уровня шума способствует масляная смазка поршня-ударника и хвостовика буровой штанги. Максимальное значение уровня шума при работе гидравлического перфоратора соответствует частоте 3000–8000 Гц. Использование шумопоглощающих подшипников, соответствующих данной частоте,

позволяет на 40% понизить уровень шума. При работе с гидравлическими перфораторными головками необходима индивидуальная защита органов слуха, так как потеря слуха начинается на частоте 4000–6000 Гц. Механическая скорость бурения и стойкость бурового инструмента выше по сравнению с пневматическими перфораторами той же мощности, что является следствием конструктивной формы и размеров поршней-ударников, создающих силовой импульс. Гидравлические перфораторные головки имеют оптимальное соотношение сечений ударника и буровой штанги, что повышает к.п.д. передачи энергии удара.

Использование этих головок дает возможность получить большую экономию энергии: затраты энергии для бурения шпура гидравлическим перфоратором в 3–5 раз меньше по сравнению с пневматическим, а также позволяет устранить необходимость в больших компрессорах на поверхности и сложных пневматических сетях.

Следует отметить улучшение воздушной среды рабочей зоны при их работе из-за отсутствия воздухо-масляно-водного тумана, сопровождающего работу пневматических перфораторов.

Несмотря на большие начальные капитальные затраты, связанные с введением гидравлического бурового оборудования, экономия энергии и высокая производительность позволяют быстро окупить их.

Гидравлические перфораторы подразделяются на переносные и колонковые.

*Переносные гидравлические перфораторы*, так же как и пневматические, предназначены для бурения горизонтальных шпуров с пневмоподдержки и нисходящих шпуров с рук. Для создания осевого усилия и уменьшения вибрации при бурении нисходящих шпуров используют утяжелители, присоединяемые к корпусу перфоратора. Переносные гидравлические перфораторы выполняют с независимым вращением буровой штанги (от специального вращателя) и с зависимым (с помощью винтового храпового механизма, заблокированного с поршнем-ударником).

*Колонковые гидравлические перфораторы*, называемые гидравлическими бурильными головками, предназначены для бурения шпуров и скважин с податчиков и манипуляторов, установленных на бурильных машинах.

По принципу действия такие перфораторные головки подразделяют на ударно-вращательные и вращательно-ударные.

Ударно-вращательные перфораторные головки имеют автономный ударный и вращательный механизмы, не связанные функциональной зависимостью. Вращательно-ударные перфораторные головки имеют функционально зависимый от вращателя ударный механизм, обеспечивающий автоматическое снижение мощности и полное отключение ударного механизма при снижении частоты вращения и остановке (заклинивании) буровой штанги.

По принципу действия и конструкции распределительных механизмов рабочей жидкости гидравлические перфораторы могут быть подразделены на машины с распределителями, работающими в режимах: I – принудительного управления; II – автоколебательном с регулируемой длиной хода поршня-ударника; III – то же, с постоянной длиной хода поршня-ударника; IV – то же, с жесткой связью золотника с поршнем-ударником (бесклапанный механизм управления).

### 2.1.8. Конструкция гидравлических перфораторных головок

Устройство гидравлических бурильных головок рассматривается на примере бурильной головки ГБГ6 (рис. 2.7).

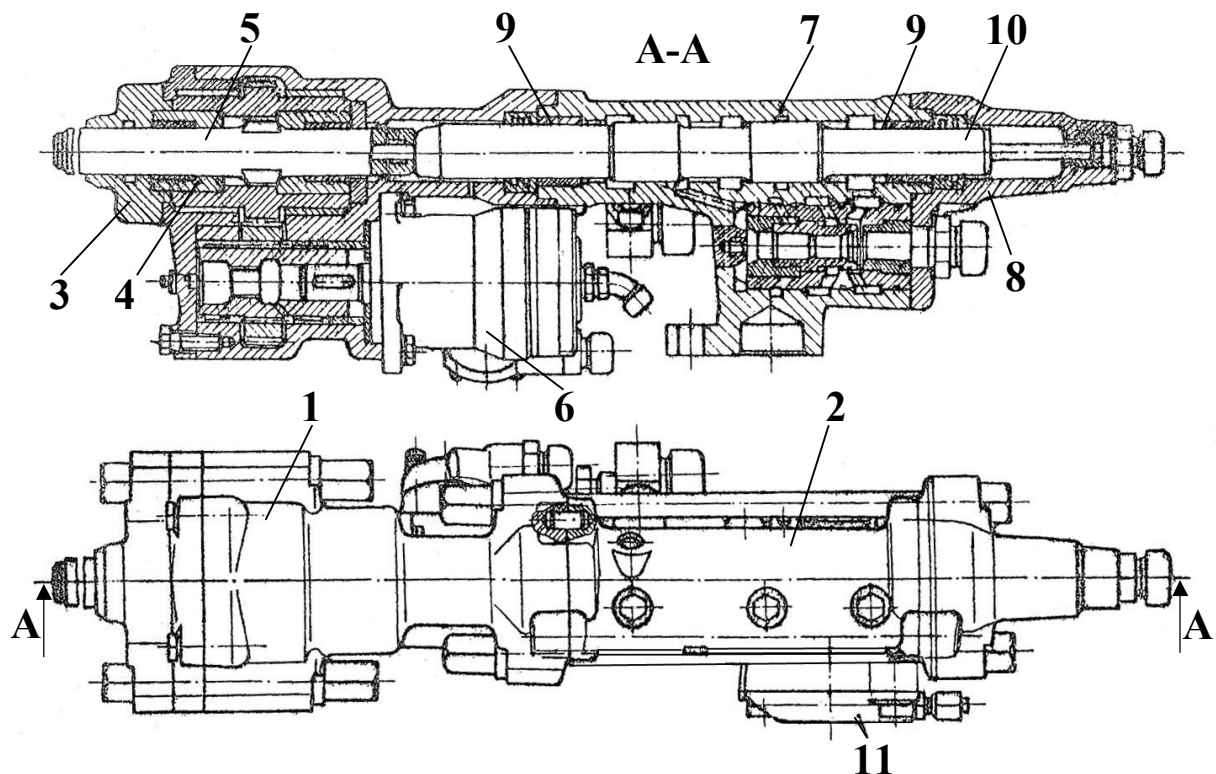


Рис. 2.7. Головка бурильная гидравлическая ГБГ6

Основными узлами головки типа ГБГ6 являются вращательный механизм и ударный механизм.

К передней части вращателя 1 примыкает крышка 3, которая относительно вращателя уплотнена резиновыми кольцами. В крышке 3 и вращателе 1 установлена пята 4, которая удерживает от выпадения хвостовик 5, когда буровой инструмент не прижат к забою. Хвостовик служит для передачи на буровой инструмент ударных импульсов ударника и крутящего момента вращателя.

Вращатель представляет собой одноступенчатый редуктор с приводом от гидромотора 6 и предназначен для вращения бурового инструмента. Ударник 2 состоит из корпуса 7, крышки 8 и втулок 9, в которых установлен ударник 10. Последний служит для передачи ударных импульсов буровому инструменту. К корпусу ударного механизма крепится аккумулятор 11, который сглаживает пики давлений в гидросистеме, уменьшая тем самым вибрацию и износ механизмов. Аккумулятор легко зарядить и заменить без демонтажа головки.

### 2.1.9. Конструкция бурильных машин типа УБШ

Самоходная бурильная машина УБШ-302 (рис. 2.8) на гусеничном ходу комплектуется вращательно-ударными буровыми головками предназначенными для бурения шпуров в породах крепостью  $f = 5-16$  в выработках сечением  $4 \times 6$  м [10, 11].

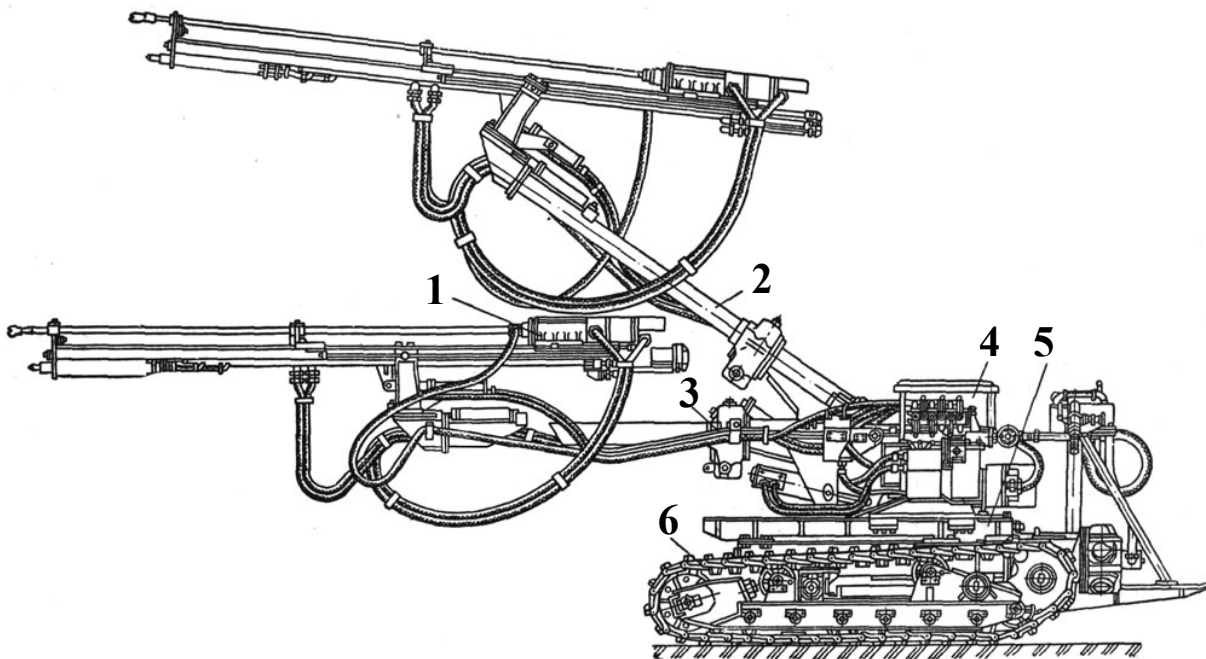


Рис. 2.8. Самоходная пневматическая бурильная машина УБШ-302

Машина состоит из двух буровых головок вращательно-ударного действия 1, двух манипуляторов 2 и 3, верхних тележек 4, пульта управления 5 и двух гусеничных тележек 6, связанных между собой балансирной балкой. Буровая головка состоит из пневмоударника с вращателем, который при бурении перемещается по направляющему податчику, создающему усилие подачи инструмента на забой. Перемещение головки с податчиком относительно поверхности забоя производится гидравлическим подъемно-поворотным механизмом. Головки имеют энергию удара 34,3–39,2 Дж. И частоту удара 53–58 Гц.

Бурильная машина УБШ-532Д (рис. 2.9) оснащена тремя манипуляторами, смонтированными на шарнирно-сочлененной пневмоколевой ходовой тележке с дизель-электрическим приводом. Машина состоит из защитного козырька 1, пульта управления 2, верхней тележки 3, манипуляторов 4, пневмодвигателя 5, вращательно-ударных головок 6, штанг 7, винтовых податчиков 8, направляющих салазков 9, люнетов 10 и 11, коронок 12, гидродомкратов 13, пневмоколевого шасси 14, нижней рамы 15, станины 16, рамы прицепа 17, насосной установки 18.

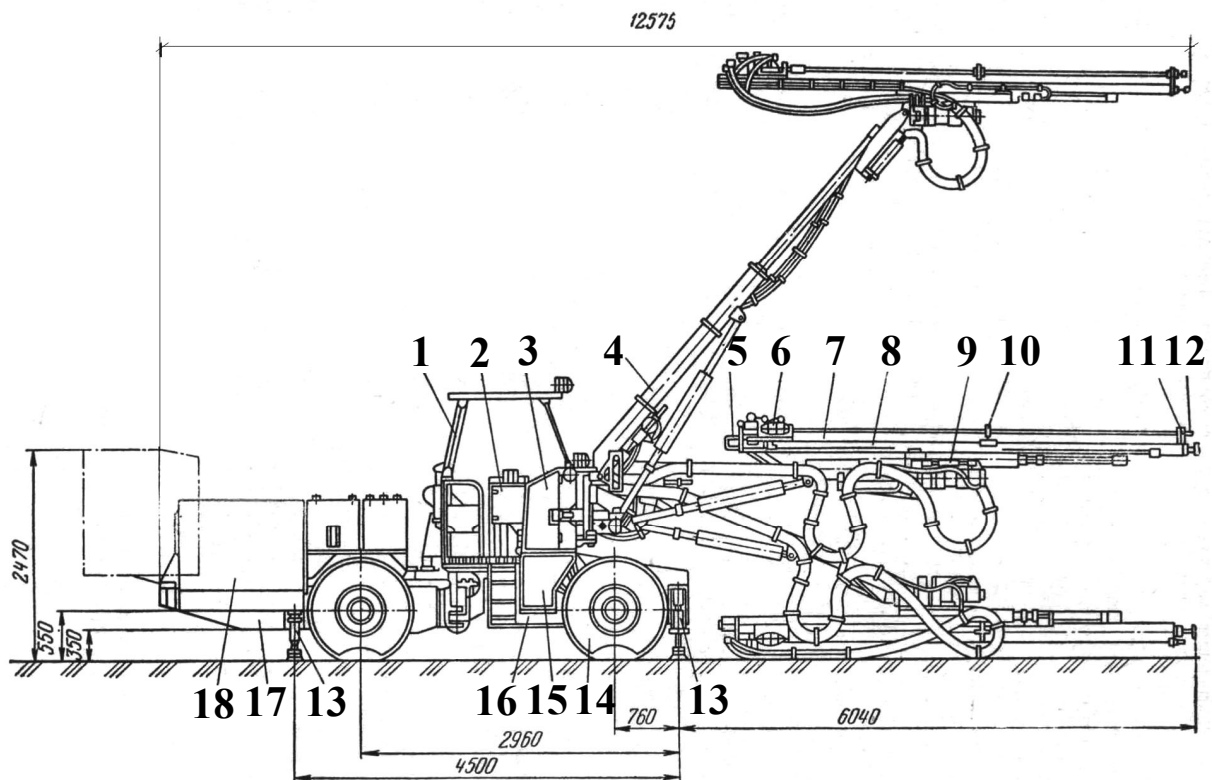


Рис. 2.9. Самоходная пневматическая бурильная машина УБШ-53Д

Универсальный телескопический манипулятор буровой машины типа УБШ приведен на рис. 2.10.

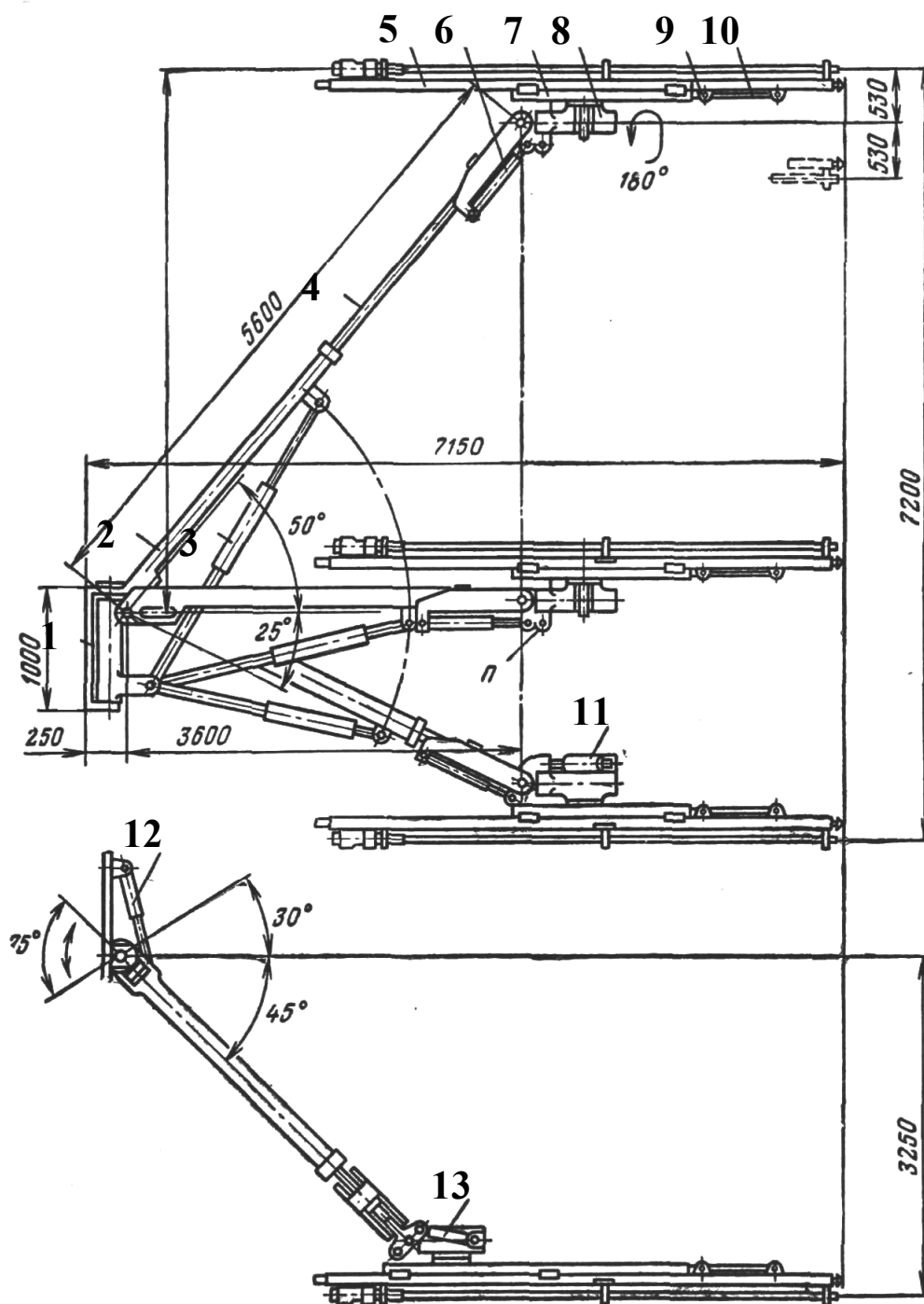


Рис. 2.10. Манипулятор УТС-5,0 конструкции СКБ СГО ВПО “Союзгормаш”

Манипулятор состоит из опорного основания 1, стрелы 2, угол поворота которой в вертикальной плоскости регулируется гидродомкратом 3, выдвижного штока 4, соединенного с направляющей рамой 5 и головкой 8 манипулятора. Головка 8 через привод 13

обеспечивает поворот податчика 7 в горизонтальной плоскости, а посредством гидродомкрата 6 – в вертикальной плоскости. Гидродомкраты 9, 10 и 11 осуществляют, соответственно, надвигание на забой, распор и поворот податчика 7. Гидродомкрат 12 поворачивает стрелу 2 в горизонтальной плоскости. Гидропривод стрелы обеспечивает поворот стрелы в обеих плоскостях, как видно из рисунка, на 75 градусов.

### **2.1.10. Станки и установки Atlas Copco Craelius AB для подземного бурения**

DIAMEC – зарегистрированная торговая марка высокооборотных полностью гидрофицированных станков (рис. 2.11), предназначенных для проведения буровых работ в условиях подземных выработок (Diames 232, Diames U4, Diames 262, Diames U6, Diames U6 dh, Diames U8). Возможные варианты исполнения – на раме (салазках), с гусеничным или колесным шасси [12].

а



б



Рис. 2.11. Подземная буровая установка Diames

Все буровые установки семейства Diames объединяют следующие отличительные особенности:

- плавное изменение и строгий контроль всех параметров бурения обеспечивает наиболее оптимальные режимы работы;
- компактность и модульность обеспечивают максимально сжатые сроки монтажа и демонтажа;
- многофункциональность – установки допускают использование ССК, одно-, двухтрубных колонковых снарядов в сочетании с алмазными и твердосплавными коронками, бурение погружными пневмоударниками.

Глубина бурения буровыми станками (диаметр скважин 48–99 мм) составляет 120–2000 м. Стандартно станки серии Diames поставляются укомплектованными силовой установкой (дизельного или электрического типа), промывочным насосом, лебедкой ССК. Возможна поставка станков во взрывозащищенном исполнении.

Новые модели Diames серии U: модернизированная конструкция, контроль и управление параметрами бурения от бортового компьютера третьего поколения (APC) позволяют повысить эксплуатационные характеристики и надежность. Геологоразведочные станки серии U имеют следующие преимущества:

- увеличенная мощность обеспечивается за счет более рациональной конструкции вращателя, что позволяет увеличить скорость вращения и проходку;
- компьютерная система управления APC на основе MS Windows обеспечивает полную автоматизацию процесса бурения;
- в модификации APC один оператор может выполнять весь перечень необходимых работ благодаря новой конструкции устройства позиционирования станка, ускоряющей подготовку машины и полуавтоматическому режиму спускоподъемных операций;
- электронная система управления Canbus сокращает количество гидрошлангов и электропроводов, облегчает диагностику неисправностей, а также добавление опций и аксессуаров;
- сенсорный экран управления в сочетании с джойстиком и универсальным регулятором облегчают ввод и настройку рабочих параметров станка, отображаемых на экране для контроля/изменения в автоматическом и/или ручном режимах.

Основные факторы, определяющие выбор буровой установки – целевое назначение, глубина бурения, конечный диаметр скважин, характер и свойства проходимых грунтов, природные условия местности (рельеф, растительность, климат и др.).

Выбираемая буровая установка должна быть в достаточной степени эффективной технически и экономически, обладать хорошей транспортабельностью (в случае больших габаритных размеров и массы – возможностью разборки на отдельные транспортабельные блоки, а в случае самоходности – высокой проходимостью, маневренностью, достаточной скоростью передвижения), в случае необходимости обеспечивать возможность бурения несколькими способами, укомплектовываться надежным в работе и удобным в обра-

щении буровым и вспомогательным инструментами, обеспечивать простоту проведения ремонта, возможность обслуживания минимальным числом рабочих с незначительной затратой ручного труда, удобство, простоту и безопасность работы.

Выбор буровых установок должен определяться условиями проведения буровых работ, в том числе глубиной и диаметром скважин. Не рекомендуется использовать установки для условий, не соответствующих их параметрам. Выбираемый тип установки должен в наибольшей степени учитывать специфику работ данной конкретной организации. Следует стремиться, чтобы организация была укомплектована тремя-четырьмя марками однотипных станков. В этом случае существенно упрощается ремонтное обслуживание, создаются благоприятные предпосылки для специализации буровых бригад, и следовательно, повышения производительности труда, улучшаются организация и проведение буровых работ. Следует также учитывать возможность использования выбираемых установок для проведения других видов работ (полевых исследований грунтов с помощью навесного оборудования, бурения скважин большого диаметра специальным буровым инструментом и т.д.).

#### **2.1.11. Бурильные машины для возведения анкерной крепи**

Под анкером понимается устройство, основной несущей деталью которого является, чаще всего, металлический стержень, который закрепляется в шпуре с помощью механического замка, неорганического вяжущего, бетона, синтетической смолы и имеет поддерживающий элемент в виде опорной плиты с гайкой или накладкой. По конструкции различают анкеры сталеполимерные, железобетонные, сталеорганические (с деревянными закладными элементами), металлические (замковые, винтовые, клиновые и др.) [13, 14].

Под анкерной крепью понимают систему закрепленных определенным образом в кровле, боках и почве выработок анкеров для упрочнения массива горных пород и повышения устойчивости обнажений, благодаря скреплению породных слоев или структурных блоков между собой. Первоначальное натяжение анкеров при помощи гаек или других приспособлений предотвращает расслоение заанкеренных пород, что позволяет образовать относительно устойчивую грузонесущую конструкцию «порода-крепь» и обеспечивает устойчивость выработок. В некоторых случаях неустойчивые поро-

ды непосредственной кровли «подшиваются» к более крепким породам. Различают анкерную крепь первого и второго уровня. Анкерная крепь применяется в выработках, проводимых по слабообводненным породам средней крепости и крепким с количеством раскрытых трещин не более трех на 1 м и свободным пролетом до 5 м. Анкерная крепь представляет собой систему стержней-анкеров, вставляемых в пробуренные по периметру выработки скважины и закрепляемых различными способами в толще пород. К анкерам подвешиваются опорные плиты, верхняки с затяжками или металлические сетки. Анкеры, работая на растяжение, удерживают анкеруемые породы от расслоения, сдвижения и обрушения. В породах со слоистой структурой слои неустойчивой непосредственной кровли либо прикрепляются (подвешиваются) анкерами к устойчивой основной кровле (при этом замки распорных анкеров заглубляют в устойчивую зону породного массива не менее чем на 0,3 м), либо отдельные слои пород анкерами скрепляются (сшиваются) в одну монолитную плиту, которая способна воспринимать нагрузку от вышележащих горных пород. В породах с неслоистой структурой анкеры, закрепленные за пределами свода естественного обрушения, противостоят растягивающим усилиям в породах свода. Поддерживающие элементы анкерной крепи – опорные шайбы, плиты и подхваты (металлические и деревянные) – предназначены для передачи усилия натяжения на анкеруемые породы и предотвращения их расслоения и обрушения. Затяжка при креплении анкерами производится металлической сеткой, а в последние годы стеклотканью, пропитанной полимерными смолами. В слабых породах при большом сроке службы выработки по металлической сетке наносится слой набрызг-бетона.

По конструкции и принципу работы все виды анкеров условно можно разделить на две группы: с закреплением в донной части шпура; с закреплением по всей длине шпура или значительной его части.

Анкерной крепью можно крепить горные выработки различных назначений, формы, поперечного сечения и сроком службы до 10 лет. Угольная промышленность в настоящее время применяет следующие конструкции анкерных крепей:

- с металлическими распорными замками типа ШК, АК-8, АР-1, АД-1, ЭС-1 и некоторые другие;
- с закреплением быстротвердеющими смесями на цементной основе;

- с закреплением быстротвердеющими химическими составами на основе синтетических смол.

*Металлическая анкерная крепь.*

Металлическая анкерная крепь с замковым закреплением ШК-1м состоит из металлической штанги 1, изготовленной из круглой горячекатаной стали Ст3пс5 диаметром 20 мм, на одном конце которой имеется клиновая головка, а на другом выполнена резьба, а также двух полумуфт 2 с рифлениями на наружной стороне, опорной плиты 3 и натяжной гайки 4 (рис. 2.12, а).

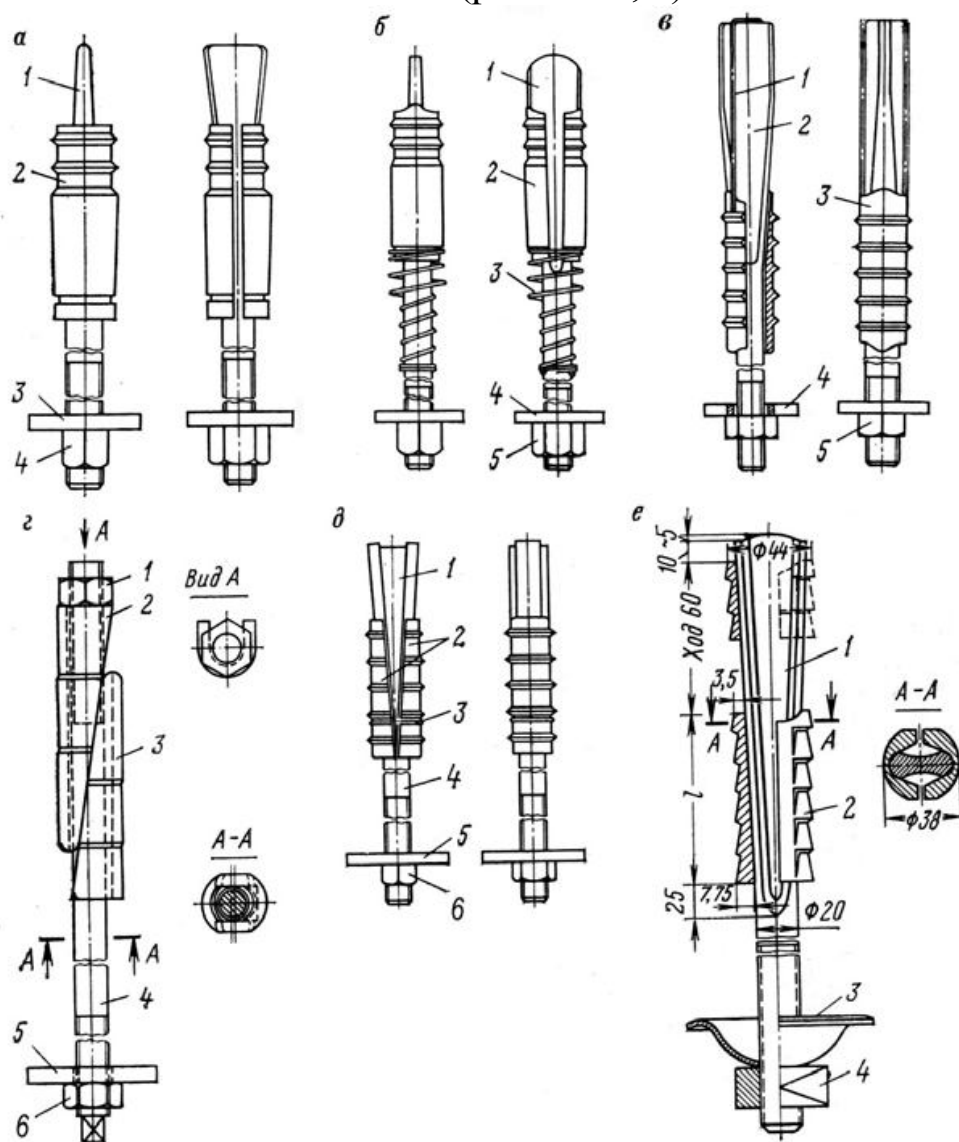


Рис. 2.12. Металлические анкеры: а – ШК-1М; б – самозаклинивающийся ШК-3; в – АК-8; г – АД-1; д – АР-1; е – ЭС-2М

Разновидностью анкерной крепи типа ШК является самозаклинивающая анкерная крепь ШК-3 конструкции ВНИИ гидроуголь и ИГД им. А.А. Скочинского (рис. 2.12, б). Эта конструкция также

включает металлический стержень 1, опорную плиту 4 с гайкой 5 и отличается от ШК-1м наличием пружины 3, удерживающей полумуфты 2 в состоянии расклинки. Крепь возводится без применения распорной трубы.

Анкерная крепь АК-8 конструкции КузНИУИ (2.12, в) состоит из штанги 2, двух полумуфт 3, соединенных между собой проволоочной скобой 1, опорной плиты 4 и натяжной гайки 5. Проволоочная скоба, соединяющая полумуфты и удерживающая их на штанге при вводе анкера в скважину, служит для обеспечения закрепления его без применения установочной трубы. Анкеры закрепляются в шпурах посредством расклинивания полумуфт и создания предварительного натяжения стержня натяжной гайкой. Анкеры предназначены для крепления горных выработок и закрепления горношахтного оборудования в породах с прочностью на одноосное сжатие не менее 30 МПа, а также для крепления боков выработок.

Анкерная крепь с закреплением быстротвердеющим химическим составом (АКХ) конструкции ИГД им. А.А. Скочинского представлена на рис. 2.13.

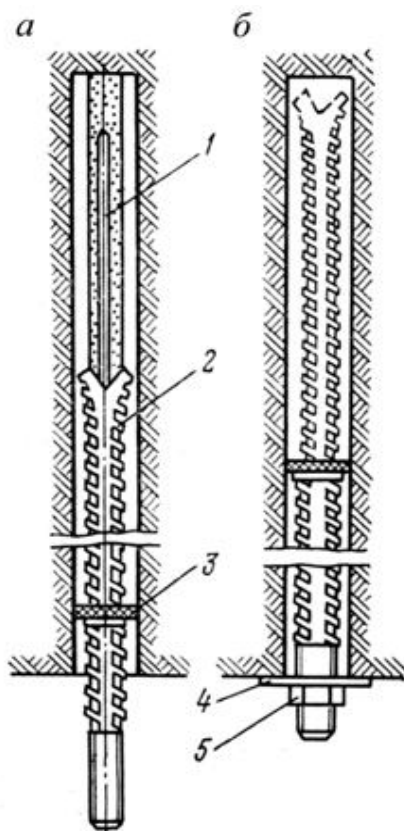


Рис. 2.13. Анкер с закреплением быстротвердеющими химическими составами (АКХ): а – в момент установки; б – после закрепления

Анкерная крепь (рис. 2.13) состоит из штанги 2, изготовленной из арматурной стали периодического профиля, закрепляемой в скважине с помощью быстротвердеющего состава на основе синтетических смол (закрепителя) 1, уплотнительного резинового кольца 3, опорной плиты 4 и натяжной гайки 5. Закрепитель представляет собой смесь песка со смолой, упакованную в ампулы. Кроме того, в ампулы укладывают стеклянные или полиэтиленовые трубки с отвердителем и ускоряющими твердение добавками. Длина ампул 400 мм, диаметр 22–36 мм. В качестве материала для оболочек ампул используются полиэтиленовая пленка, бумага, стекло. Заполненные ампулы герметически закрываются крышками, пробками или запаиваются. Штанги на наружном конце имеют резьбу длиной 120–150 мм. Конец штанги, вводимый в скважину, выполняется в виде ласточкиного хвоста или скосом под углом  $45^\circ$  к оси. Штанги могут выполняться также деревянными или из полимерных материалов. Для вращения штанги в скважине на наружном ее конце должна предусматриваться квадратная головка, а при ее отсутствии вращение производится специальными насадками.

Анкерная крепь с закреплением быстротвердеющими смесями на цементной основе (АКЦ) конструкции ИГД им. А.А. Скочинского и НИИОГР представлена на рис.2.14.

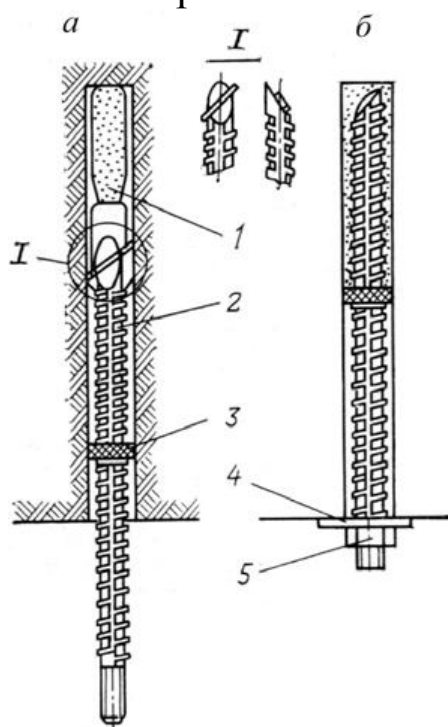


Рис. 2.14. Анкер с закреплением патронированными быстротвердеющими смесями на цементной основе (АКЦ): а – в момент установки; б – после установки

Анкерная крепь (рис. 2.14) состоит из штанги 2, выполненной из арматурной стали периодического профиля, ампулы 1, содержащей закрепитель на цементной основе, уплотнительного кольца 3, опорной плиты 4 и натяжной гайки 5. Ампула, содержащая закрепитель, представляет собой оболочку с двумя отделениями, в одной из которых помещается жидкое стекло, в другой – сухая цементная смесь.

Под анкерной крепью первого уровня принято понимать систему анкеров длиной до 3,0 м, устанавливаемых, как правило, вблизи подготовительного забоя.

#### *Сталеполимерная анкерная крепь.*

Сталеполимерная анкерная крепь (СПА) состоит из металлического стержня с шайбой и гайкой, закрепляемого в шпурах диаметром 27–30, 43 мм посредством ампул с быстротвердеющими химическими составами на основе полиэфирных смол. Анкеры предназначены для крепления горных выработок, проводимых по углю и породам, а также для закрепления и подвешивания горношахтного оборудования (рис. 2.15 и рис. 2.16).

В качестве анкеров могут использоваться гладкие АСП, из арматурной стали периодического профиля А20, А20В и др. Длина стержней принимается 1,6–3,0 м.

Анкеры АСП (рис. 2.15, а) изготавливаются из круглой горячекатаной стали Ст3пс5 диаметром  $\varnothing$  20 мм (24, 36 мм), в виде металлических стержней с насечкой на одном конце и метрической резьбой на другом. В комплект анкера также входит опорная шайба 65х65 мм и гайка с метрической резьбой М20 (М24, М36).

Анкеры А20В (рис. 2.15, б) изготавливаются из арматурной стали периодического профиля А400С (А500С) или Ат600 (Ат800) диаметром 16, 20 мм, в виде металлических стержней со скошенным под углом 45° одним из концов. Резьбой служит периодический профиль проката стержня. В комплект анкера также входит опорная шайба тарельчатой формы 100×100 мм и гайка со специальной резьбой внутреннего диаметра 16 мм или 20 мм. Гайки изготавливаются методом точного литья или вытачиваются.

Анкеры А20 (рис. 2.15, в) изготавливаются из арматурной стали периодического профиля А400С (А500С) или Ат600 (Ат800) диаметром 20 мм (24 мм), в виде металлических стержней с метрической резьбой на одном конце и со скошенным под углом 45° другим

концом. В комплект анкера также входит опорная шайба 65х65 мм и гайка с метрической резьбой М20 (М24).

В качестве средств закрепления применяются полимерные ампулы (рис. 2.15, г) типа АКЦ-1у (ЗАО «Карбо-ЦАКК», г. Ленинск-Кузнецкий), АП (ООО «ФОСРОК-ТПС», г. Кемерово) или других типов зарубежного производства. Диаметр ампул – 24,5 мм. Длина – 330, 400, 450, 470 мм. Время перемешивания – от 5 до 25 с. Время отверждения – от 40 до 190 с.

Сталеорганическая анкерная крепь (АСО) состоит из металлического стержня с опорной плиткой, закрепляемого в шпуре диаметром 28–32 мм посредством забивания в деревянный закладной элемент. Анкеры предназначены для крепления горных выработок, проводимых по породам и углям при прочности пород кровли на сжатие не ниже 40 МПа и боков не ниже 5 МПа.

В качестве крепи используются анкеры сталеорганические (рис. 2.15, д), изготовленные из круглой горячекатаной стали СтЗпс5 диаметром  $\varnothing$  20 мм, в виде металлических стержней с одним скошенным концом, на другом конце методом обсадки выполняется упорный буртик. В комплект анкера также входит опорная шайба 65×65 мм.

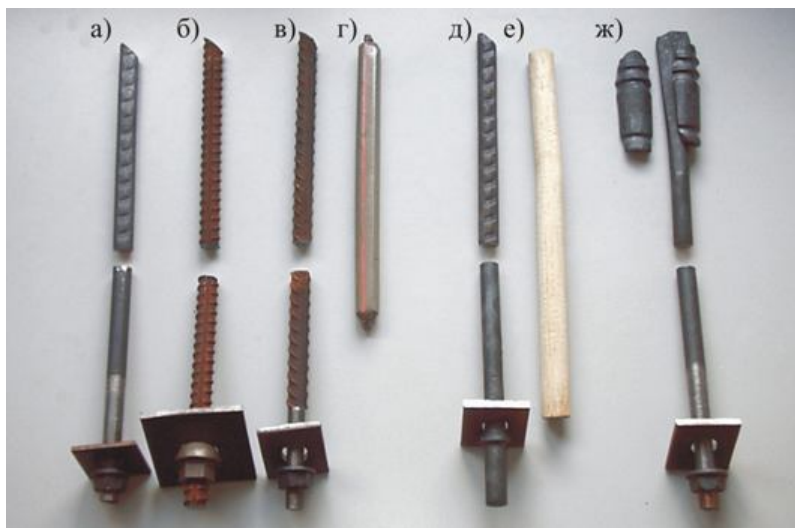


Рис. 2.15. Конструкции анкеров первого уровня: а – анкер АСП, б – анкер А20В, в – анкер А20, г – полимерная ампула типа АП-330, д – сталеорганический анкер АСО, е – закладной деревянный элемент, ж – анкер ШК-1М

В качестве средств закрепления применяются деревянные закладные элементы (рис. 2.15, е) диаметром 27–28 мм, длиной 300 мм,

изготовленные из березы или других крепких пород древесины. Технические характеристики анкеров приведены в табл. 2.12.



Рис. 2.16. Конструкции анкеров второго уровня

Таблица 2.12

Технические характеристики анкеров

| Показатели                             | Типы анкеров |        |        |         |         |         |
|----------------------------------------|--------------|--------|--------|---------|---------|---------|
|                                        | АСП          | A20    | A20B   | АСО     | ШК-1М   | АКМ     |
| Диаметр стержня, мм                    | 20           | 20     | 20     | 20      | 20      | 16      |
| Марка стали                            | 1. Ст.3      | 2. Ст5 | 3. Ст5 | 4. Ст.3 | 5. Ст.3 | 6. Ст.3 |
| Разрывное усилие, кН                   | 95           | 150    | 160    | 95      | 95      | 70      |
| Удлинение при максимальной нагрузке, % | 6,4          | 1,2    | 1,2    | 6,4     | 6,4     | 8,7     |

*Анкерная крепь с неорганическим вяжущим.*

Анкерная крепь с неорганическим вяжущим состоит из металлического стержня с опорной плиткой и гайкой, закрепляемого в шпуре посредством патронированного цементного монозакрепителя или его аналогов. В качестве стержня используются анкеры с периодическим профилем типа А20 (24) или А20В. Применение гладких стержней недопустимо.

В качестве средств закрепления может применяться патронированный монозакрепитель анкеров ПМА (НИИОМШС, г. Харьков), патронированный цементный закрепитель анкеров ПЦЗА, закрепитель анкеров патронированный ЗАМП. Они выполнены на основе неорганического вяжущего вещества и представляют собой гидроизоляцион-

ный быстросхватывающийся расширяющийся цемент, который расфасован в оболочки из нетканого материала, изготовленные путем сшивки. Перед установкой патрон погружается в воду питьевого качества на несколько секунд (как правило, 8–12 сек), что позволяет насытить водой монозакрепитель для его отверждения в шпуре. Анкеры устанавливаются поступательно-вращательным движением, тем самым, перемешивая насыщенный и ненасыщенный водой монозакрепитель.

В качестве средств закрепления используется цементно-песчаная или цементно-гравийная смесь на основе портландцемента марки 300–500. Нагнетание в шпур смеси производится низконапорными насосами.

В настоящее время на шахтах также накоплен опыт применения ампул “Celtite A.T.” производства Великобритании, ампул “Lokset HS” производства Польши, ампул производства КНР. Технические характеристики ампул приведены в табл. 2.13.

Таблица 2.13

## Технические характеристики полимерных ампул

| Типы ампул | Диаметр, мм | Длина, мм     | Время перемешивания, с | Время отверждения, сек | Масса, г |
|------------|-------------|---------------|------------------------|------------------------|----------|
| 1          | 2           | 3             | 4                      | 5                      | 6        |
| АП         | 24–25       | 330, 400, 470 | 25–30                  | 30–45                  | 300–435  |
| АП-У       | 24–25       | 330, 400, 470 | 15–20                  | 15–25                  | 300–435  |
| АП-М       | 24–25       | 330, 400, 470 | 8–12                   | 11–18                  | 300–435  |
| АКЦ-1      | 25          | 330, 400, 470 | 30–40                  | 40–50                  | 300–435  |
| АКЦ-1У     | 25          | 330, 400, 470 | 15–25                  | 26–32                  | 300–435  |
| АКЦ-1УН    | 25          | 330, 400, 470 | 8–15                   | 15–22                  | 300–435  |

*Анкерная крепь глубокого заложения (второй уровень)*

Под анкерной крепью второго уровня следует понимать систему гибких или составных стержней длиной более 3 м, устанавливаемых, как правило, вне зоны влияния подготовительного забоя.

Сталеполимерная анкерная крепь глубокого заложения ампульного закрепления состоит из металлического стержня с опорной плиткой и гайкой, закрепляемого в шпуре диаметром 27–30 мм посредством ампул с быстротвердеющими химическими составами на основе полиэфирных смол. Крепь предназначена для крепления горных выработок и их сопряжений, проводимых по углю и породам.

В качестве крепи могут использоваться анкеры из арматурной стали периодического профиля АС20, АС20В, гладкие цельные АСП, составные анкеры АСП-С и др. Длина применяемых анкеров варьируется от 3,0 м до 5,0 м. Для соединения стержней составных анкеров применяются муфты, диаметром 28 мм длиной 80–100 мм из стали Ст45, Ст40Х и др.

В качестве анкеров глубокого заложения могут применяться анкеры канатные полимерные АКП, которые изготавливаются из стального арматурного каната диаметром 15 мм со специальной навивкой на замковой части для перемешивания скрепляющего состава. Для натяжения анкера применяется клиновой замок, выполненный в виде конусной обоймы с двумя зажимными втулками.

В качестве средств закрепления применяются полимерные ампулы типа АКЦ-1у, АП или зарубежных производителей. Технические характеристики ампул приведены в табл. 2.13.

*Анкерная крепь глубокого заложения безампульного закрепления полимерными смолами*

Анкерная крепь глубокого заложения безампульного закрепления полимерными смолами состоит из анкера (полого гибкого стержня) и герметизатора; стержень закрепляется в шпурах диаметром 42–45 мм посредством нагнетания быстротвердеющего расширяющегося химического состава типа Беведол/Беведан. Крепь предназначена для крепления горных выработок и их сопряжений, проводимых по углю и породам, а также для пропитки нарушенных массивов горных пород в очистных забоях.

В качестве анкеров могут использоваться металлические, пластиковые, стеклопластиковые, капроновые и другие трубки диаметром 16–25 мм. Длина применяемых анкеров варьируется от 1,5 до 5,0 м.

Этот вид крепи получил широкое применение для упрочнения нарушенного угольного и породного массива.

*Анкерная крепь глубокого заложения безампульного закрепления цементно-песчаными смесями*

Анкерная крепь глубокого заложения (табл. 2.14) безампульного закрепления цементно-песчаными смесями состоит из анкера (отрезка каната или арматурного прутка), устанавливаемого в шпур диаметром 42–45 мм, в который предварительно нагнетается неорганическое вяжущее. Крепь предназначена для крепления и поддержания горных выработок и их сопряжений, проводимых по углю и породам.

В качестве анкеров могут использоваться стальные канаты и арматурные прутки, диаметром 16–25 мм. Длина применяемых анкеров варьируется от 1,5 до 5,0 м.

В качестве скрепляющих составов могут применяться как специальные цементные смеси, так и обычные строительные смеси на основе портландцемента различных марок.

Таблица 2.14

Технические характеристики анкеров глубокого заложения

| Показатели                                          | АСП-С(РМЗ,<br>г.Осинники) | АС20В<br>(Кузбасспромсервис,<br>г. Новокузнецк) | АСП-24<br>(РМЗ,<br>г. Осинники)           | АКП (РМЗ,<br>г. Осинники) | Канатный анкер<br>(CarboTech<br>Fosroc GmbH) |
|-----------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------|
| Диаметр<br>стержня, мм                              | 20                        | 20                                              | 24                                        | 15                        | 18                                           |
| Удлинение<br>при макси-<br>мальной на-<br>грузке, % | 6,4                       | менее 1                                         | 6,4                                       | 4                         | 4                                            |
| Масса 1 м<br>анкера, кг                             | 2,8                       | 2,8                                             | 3,9                                       | 1,1                       | 1,6                                          |
| Максималь-<br>ная длина<br>анкера, м                | 5,0                       | 5,0                                             | в зависимости<br>от высоты вы-<br>работки | любая                     | любая                                        |

### *Средства механизации возведения анкерной крепи*

Прогрессивность той или иной конструкции анкерной крепи определяется не только ее техническими свойствами, но и возможностью механизации процессов ее установки. Другими словами, работа по совершенствованию конструкции анкерной крепи должна рассматриваться неразрывно с вопросами механизации их возведения. В развитии средств механизации возведения анкерной крепи можно выделить четыре основных направления, по которым продолжают и в настоящее время совершенствоваться машины данного типа, это:

1. Создание ручных средств (инструментов) установки анкеров – пневматических или электрических сверл, перфораторов, различных насадок для затяжки гаек и т.д.
2. Создание средств, частично механизующих процесс установки анкеров на базе буровых кареток;
3. Создание средств, полностью механизующих все процессы установки анкеров;
4. Создание средств с дистанционным управлением, автоматизирующие весь комплекс работ по креплению выработки анкерной крепью.

Учитывая то обстоятельство, что операции по бурению занимает 50–60% общего времени, затрачиваемого на анкерное крепление, средства первых двух направлений механизуют в основном операцию бурения шпуров. К таким средствам возведения анкерной крепи относятся электрические и пневматические сверла марок, переносные станки; перфораторы и гайковерты; самоходные машины.

Анкероустановщики выпускают зарубежные фирмы «Джой» (США), «Консолидейтед-Пневматик» (Великобритания), компания «Атлас-Копко» (Швеция) и др.

Характерной особенностью машин третьего направления является наличие бурильно-анкероустановочных модулей, навешиваемых на манипуляторы буровых машин. Каждый модуль состоит из бурильной машины, зарядного приспособления в случае установки адгезионных анкеров и анкероустановочного механизма. Типичной для этого класса машин является каретка РЕС 22М-ІВ фирмы «Секкома». Она сконструирована для механизированного анкерного крепления в выработках средних и больших сечений. Машина позволяет механизировать следующие операции: бурение шпуров под анкеры; подачу в шпур связующие композиции в ампулах-патронах или

инъекционным путем; подачу в шпур армирующего стержня; установку и затягивание гайки.

*Конструктивные особенности анкероустановщиков*

Установка анкерного крепления УАК1 (рис. 2.17, табл. 2.15) предназначена для бурения шпуров в породе (вращательным способом) по забою, а также под анкерные болты и завинчивания их в шпур при проведении горизонтальных и слабонаклонных выработок буровзрывным способом. Установка может работать в шахтах опасных по газу и пыли, в том числе, на шахтах опасных по внезапным выбросам угля и газа.

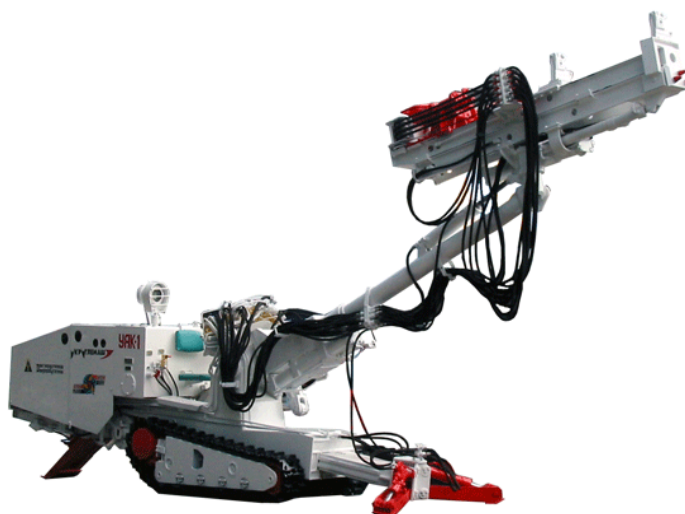


Рис. 2.17. Установка анкерного крепления УАК1

Конструктивные особенности:

- механизированы все операции бурения шпуров по забою при прохождении выработки буровзрывным способом, а также при возведении анкерной крепи;
- конструкция бурильного модуля, обеспечивающая веерное бурение шпуров по забою под анкеры в выработках арочного поперечного сечения без перемещения корпуса машины;
- гидравлические привода, обеспечивающие малошумную работу машины в выработках;
- применение гидравлической блокировки, исключающее возможность включения гусеничного хода при бурении и установке анкеров;
- аппаратура управления и диагностики, обеспечивающая местное управление машиной, контроль и визуальное отображение параметров основных узлов и систем машины;
- все узлы машины легкодоступны.

Таблица 2.15

## Техническая характеристика УАК1

| Параметр                                              | Значение |
|-------------------------------------------------------|----------|
| Диаметр разрушающего инструмента, мм                  | 27-42    |
| Техническая скорость бурения, м/ч, не менее           | 54       |
| Крепость разрушаемых пород, МПа, не более             | 120      |
| Диапазон регулирования рабочей скорости подачи, м/мин | 0-4,7    |
| Маневровая скорость подачи, м/мин, не менее           | 20       |
| Частота вращения шпинделя бурильной головки, об/мин:  |          |
| - при бурении                                         | 500      |
| - при закручивании гайки                              | 125      |
| Усилие подачи, кН, не менее                           | 18       |
| Ход податчика, м, не менее:                           |          |
| - при длине 3100 мм                                   | 1,8      |
| - при длине 3810 мм                                   | 2,5      |
| Скорость перемещения машины, м/мин:                   |          |
| - на прямых участках                                  | 20,4     |
| - при маневрах                                        | 10,2     |
| Энерговооруженность машины, кВт                       | 18       |
| Габаритные размеры в транспортном положении, м:       |          |
| - длина                                               | 8,8      |
| - ширина                                              | 1,1      |
| - высота                                              | 2,1      |
| Масса, т                                              | 8,0      |

*Пневматические переносные анкероустановщики MQT*

Пневматические переносные анкероустановщики MQT (рис. 2.18, табл. 2.16) производятся китайской фирмой "Хэбайская промышленная групповая компания Цзикай", предназначены для бурения шпуров по углю и породам крепостью  $f$  до 10, установки и крепления анкеров.

Преимущества анкероустановщика MQT: высокая выходная мощность, высокая скорость бурения, удобный контроль и обслуживание расхода масла, специальный глушитель позволяющий работать в комфортных условиях. Данная серия имеет семь моделей



Продолжение табл. 2.16

| Параметры                                  | MQT-70/1,8             | MQT-85/2,2             | MQT-90/2,3A            | MQT-100/3,1            | MQT-110/2,8            | MQT-120/3,0            | MQT-130/3,2            |
|--------------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1                                          | 2                      | 3                      | 4                      | 5                      | 6                      | 7                      | 8                      |
| Усилие подачи стойки, кН                   | 7.7/5.9/<br>4.4        | 8.4/6.7/<br>5.2        | 8.4/6.7/<br>5.2        | 8.4/6.7/<br>5.2        | 8.4/6.7/<br>5.2        | 8.4/6.7/<br>5.2        | 8.4/6.7/<br>5.2        |
| Скорости подачи при холостом ходе, мм/сек. | 400                    | 400                    | 400                    | 400                    | 400                    | 400                    | 400                    |
| Мак. Выход. мощность, кВт                  | 1.8                    | 2.2                    | 2.3                    | 3.1                    | 2.8                    | 3                      | 3.2                    |
| Число оборотов при холостом ходе, об./мин. | >160                   | >220                   | >230                   | >180                   | >230                   | >240                   | >240                   |
| Макс. момент при макс. нагрузке, Н. м      | >150                   | >210                   | >220                   | >170                   | >220                   | >230                   | >230                   |
| Расход воздуха, м' /мин.                   | 2.8                    | 3.2                    | 3.2                    | 3.8                    | 3.6                    | 3.8                    | 3.8                    |
| Уровень шума, не более, дБ                 | 90                     | 90                     | 90                     | 90                     | 90                     | 90                     | 9С                     |
| Тип стойки, I / II / III                   | I/II/III               | I/II/III               | I/II/III               | I/II/III               | I/II/III               | I/II/III               | I/II/III               |
| Вес, кг                                    | 44/46/48               | 44/48/50               | 46/48/50               | 45/47/49               | 48/50/52               | 48/50/52               | 48/50/52               |
| Высота при макс. раздвижке, мм             | 2546/<br>3026/<br>3594 | 2540/<br>3020/<br>3588 | 2540/<br>3020/<br>3588 | 2566/<br>3046/<br>3614 | 2552/<br>3032/<br>360С | 2552/<br>3032/<br>3600 | 2552/<br>3032/<br>3600 |

Продолжение табл. 2.16

| Параметры                        | MQT-70/1,8     | MQT-85/2,2     | MQT-90/2,3A    | MQT-100/3,1    | MQT-110/2,8    | MQT-120/3,0    | MQT-130/3,2    |
|----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1                                | 2              | 3              | 4              | 5              | 6              | 7              | 8              |
| Высота в сложенном состоянии, мм | 1169/1289/1431 | 1163/1283/142S | 1163/1283/142S | 1189/1309/1451 | 117S/129S/1437 | 1175/1295/1437 | 117S/129S/1437 |
| Давление подачи воды, МПа        | 0.6-4.5        |                |                |                |                |                |                |

Анкероустановщик MQTB 70/1.7 (рис. 2.19) имеет преимущества: простое управление, быстрая установка в рабочее положение. По сравнению с портативным пневматическим буровым сверлом он имеет больший вращающий момент и выходную мощность. Техническая характеристика данного анкероустановщика представлена в табл. 2.17.

Таблица 2.17

Технические характеристики анкероустановщиков MQTB 70/1.7

| Параметры                                        | MQTB-70/1.7 |             |             |
|--------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Рабочее воздушное давление, МПа                  | 0.40        | 0.50        | 0.63        |
| Номинальный крутящий момент, Н. м                | 45          | 70          | 90          |
| Номинальное число оборотов, об/мин.              | 200         | 240         | 270         |
| Усилие подачи стойки, кН                         | 4.0/3.0/2.1 | 5.0/3.7/2.6 | 6.4/4.7/3.3 |
| Скорость подачи при холостом ходе, мм/с          | >320        | >400        | >480        |
| Мак. выходная мощность, кВт                      | 0.94        | 1.7         | 2.5         |
| Крутящий момент при старте, Н. м                 | 86          | 100         | 125         |
| Момент при мак. нагрузке, Н. м                   | 80          | 95          | 110         |
| Расход воздуха при нагрузке, м <sup>3</sup> /мин | 2           | 2.5         | 3           |
| Уровень шума, дБ                                 | <=90        |             |             |
| Вес, кг                                          | 35          |             |             |
| Высота: макс./мин., мм                           | 3055/1255   |             |             |
| Давление подачи воды, МПа                        | 0.6-4.5     |             |             |



Рис. 2.19. Анкероустановщик MQTB 70/1.7

Крепежустановщик гидравлический анкерный КГА-М (рис. 2.20) представляет собой агрегат, состоящий из: двух гидроцилиндров – главного 1 и вспомогательного 2, шарнирно соединенных между собой с помощью каретки 3 ползунка 4, шарнира 6. К каретке 3 присоединен шток 7 цилиндра 2 и бурильный агрегат 8, состоящий из гидропривода 9, шпинделя 10, буровой штанги 11 с коронкой 12; системы управления, состоящей из рукояти 13 с рычагами управления 14 и 15, распределителя 16, коммуникаций 17 в виде высоконапорных рукавов и трубок. На рукояти расположен рычаг 18 управления системой промывки шпура и реакционный клапан 19 для управления очередности гидроцилиндра, работы гидроцилиндров 1 и 2. Гидроцилиндр 1 вместе со штоком 20 и опорой 21 являются опорной частью анкероустановщика, на другом конце цилиндра прикреплен люнет 22. В табл. 2.16 приведены основные технические характеристики анкероустановщика КГА-М.

Конструкция анкероустановщика КГА-М позволяет бурить вертикальные и наклонные шпуры и эффективно устанавливать в них анкерные стержни с закреплением последних патронированными быстротвердеющими составами. Наличие люнета обеспечивает забуривание шпура в любой точке по периметру выработки без дополнительных приспособлений, кроме того, повышает безопасность работ при анкеровании пород кровли.

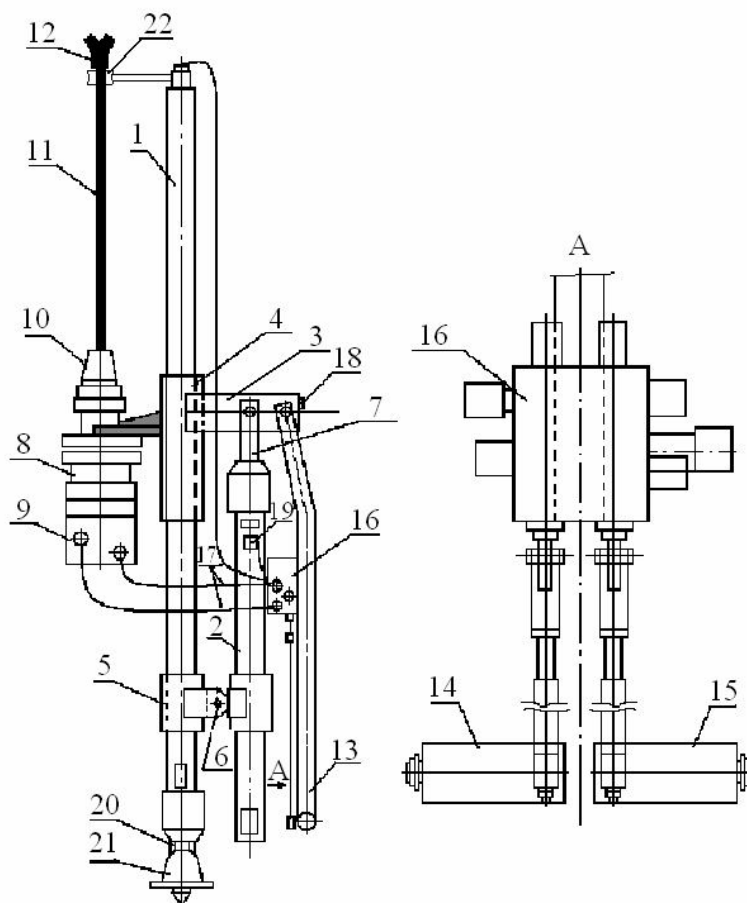


Рис. 2.20. Анкероустановщик гидравлический КГА-М

Таблица 2.18

## Техническая характеристика КГА-М

| Показатели                                     | Норма     |
|------------------------------------------------|-----------|
| 1. Высота, мм                                  |           |
| - минимальная (в сдвинутом состоянии)          | 1588      |
| - максимальная (в выдвинутом состоянии)        | 2936      |
| 2. Высота шпинделя гидропривода от почвы, мм   |           |
| - минимальная                                  | 1000      |
| - максимальная                                 | 3000      |
| 3. Ход подачи каретки (гидропривода), мм       | 2000      |
| 4. Усилие подачи (одним гидроприводом), кг     | 1000–2000 |
| 5. Скорость подачи бурового инструмента, м/мин | 0–3,0     |
| 6. Давление рабочей жидкости, МПа              | 16–20     |
| 7. Номинальная мощность гидропривода, кВт      | 6,0       |
| 8. Крутящий момент, Нм                         | 190       |

По скорости бурения шпуров анкероустановщик КГА-М не уступает импортным, а по усилию подачи и возможности установки анкерного крепления с применением ампул с более жесткими составами, чем смола – превосходит их. Конструкция анкероустановщика позволяет бурить шпуры под анкерные стержни одной штангой, тем самым сократить одну операцию (замена забурника на основную штангу). Длительность бурения и установки одного анкера составляет 4–6 минут.

Пневматическая бурильная установка с телескопической стойкой Супер Турбо Болтер (рис. 2.21, табл. 2.19) предназначена для вращательного бурения шпуров с промывкой водой в породах с крепостью на сжатие до 80 МПа ( $f = 8$ ) с последующей установкой сталеполимерных или канатных анкеров.



Рис. 2.21. Анкероустановщик типа Супер Турбо Болтер

Машина состоит из пневматического двигателя и бурового узла, установленного на телескопической стойке, которая может быть из двух или трех секций. Работа машины, включающая бурение, усилие подачи стойки и подачу воды, осуществляется с жесткой ручки централизованного управления, которая соединена с головным блоком через распределительный штифт. Ручка позволяет оператору полностью управлять машиной, находясь вне непосредственной области бурения и под защитой уже закрепленного участка. Преимущества данного анкероустановщика являются:

- улучшенные рабочие характеристики;
- высокоскоростное бурение и установка анкера;
- эффективное усилие подачи – высокая производительность;
- двигатель с высоким крутящим моментом;
- варианты скорости вращения патрона;
- легкий вес;

- пониженный шум и вибрация;
- сбалансирован для удобства в обращении;
- имеются двух- и трехступенчатые машины;
- пригодны для установки анкеров и канатных анкеров;
- применение новейших износостойких, ударопрочных материалов, позволяющих продлить срок службы и повысить устойчивость к износу.

Таблица 2.19

## Техническая характеристика установки Супер Турбо Болтер

| Параметры                                     | Ед. изм |
|-----------------------------------------------|---------|
| Рабочее давление воздуха, бар                 | 4,0–7,5 |
| Расход воздуха, м <sup>3</sup> /мин           | 2,8–3,4 |
| Давление воды, бар                            | 14–28   |
| Подача воды, л/мин                            | 10–20   |
| Усилие подачи при рабочем давлении 6 бар, кН: |         |
| 1 ступень                                     | 10,1    |
| 2 ступень                                     | 8,3     |
| 3 ступень                                     | 6,3     |
| Вращение патрона, об./мин                     | 550     |
| Крутящий момент при запуске, Нм               | 200     |
| Максимальный крутящий момент, Нм              | 350     |

Анкероустановщик типа «RAMBOR» (рис. 2.22) представляет собой пневматическую бурильную установку с телескопической стойкой и предназначен для вращательного бурения шпуров с промывкой водой в породах с крепостью на сжатие до 80 МПа ( $f = 8$ ) с последующей установкой сталеполимерных или канатных анкеров.

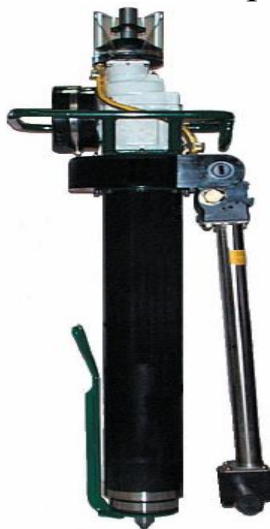


Рис. 2.22 Анкероустановщик типа «RAMBOR»

Машина состоит из пневматического двигателя и бурового узла, установленного на телескопической стойке, которая может быть из двух или трех секций. Работа машины, включающая бурение, усилие подачи стойки и подачу воды, осуществляется с жесткой ручки централизованного управления, которая соединена с головным блоком через распределительный штифт.

Анкероустановщик обеспечивает:

- высокоскоростное бурение и установку анкерov, в том числе канатных;
- эффективное усилие подачи;
- высокий крутящий момент;
- высокую производительность.

Ручка позволяет оператору полностью управлять машиной, находясь вне непосредственной области бурения и под защитой уже закрепленного участка кровли выработки.

### **2.1.12. Бурильные установки для проведения восстающих выработок в мягких породах**

Станки бурильных установок предназначены для бурения и расширения скважин по углям с любой сопротивляемостью резанию, в том числе имеющим породные прослойки мощностью до 0,2 м и с коэффициентом крепости  $f \leq 5$ . Станки применяют в подземных выработках шахт любой категории по газу и пыли, опасных по внезапным выбросам угля и газа. Скважины бурят снизу вверх в крутых, наклонных и пологих пластах из основных и вспомогательных горных выработок сечением не менее 4 м<sup>2</sup>, а расширяют их сверху вниз под углом от 45 до 90° к горизонту [15].

Бурильная установка БГА-2М предназначена для бурения скважин диаметром 500, 850 мм и глубиной до 100 м различного назначения по углю, содержащему породные прослойки и включения колчедана. Бурильная установка БГА-4М (рис. 2.23) предназначена для бурения скважин диаметром 500, 850 и 1070 мм по углям любой крепости и по угольным пластам с породными прослойками мощностью до 0,2 м и с коэффициентом крепости  $f = 2-5$  по шкале М.М. Протоdjяконова.

Бурильная установка БГА-4М (рис. 2.23) состоит из бурового станка 5, маслостанции 4, бурового става 7 или 1, стоек 6, насосной установки 2 и станции управления 3.

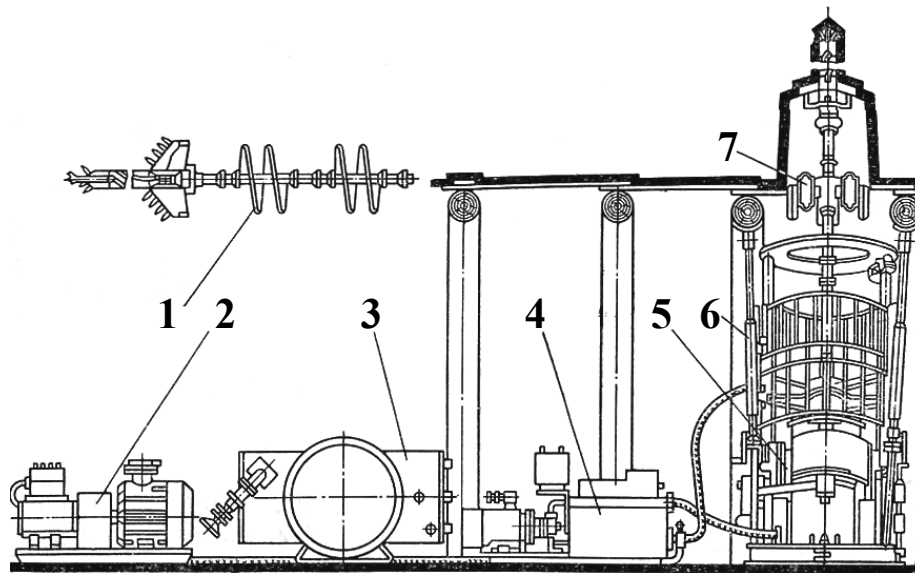


Рис. 2.23. Бурильная установка БГА-4М

Маслостанция служит приводом гидросистемы станка, насосная установка подает воду по пустотелому буровому ставу в забой скважины для пылеподавления. Управляют станком с пульта, расположенного на насосной станции.

Станок буровой установки БГА-2М (рис. 2.24) состоит из двухскоростного редуктора вращения 5, электродвигателя 6, гидродомкратов, бурового замка 13, отбойного ключа 9, подхвата 10 и параллелей 12, смонтированных на раме 4. *Наклон станка* относительно рамы выполняет гидродомкрат 1. *Окончательный наклон* на небольшой угол, а также фиксацию станка производят винтовыми стяжками 2. На верхнем конце параллелей 12 закреплен подхват 10, предназначенный для удержания бурового става во время установки или снятия штанг.

Подвижное ограждение 8 рычагами шарнирно присоединено к параллелям и с помощью фиксатора устанавливается в положения «Открыто» и «Закрыто».

На подвижном ограждении закреплен магнито-герконовый датчик положения. В открытом положении подвижного ограждения контакты датчика размыкаются, разрывают цепь дистанционного управления, и двигатель вращения не включается. В закрытом положении контакты датчика замыкают цепь дистанционного управления, и двигатель вращения может быть включен. К параллелям 12 прикреплено неподвижное ограждение 11. Для наклона станка на раме укреплен подшипник скольжения 3. Вентилятор двигателя 6 закрыт кожухом 7.

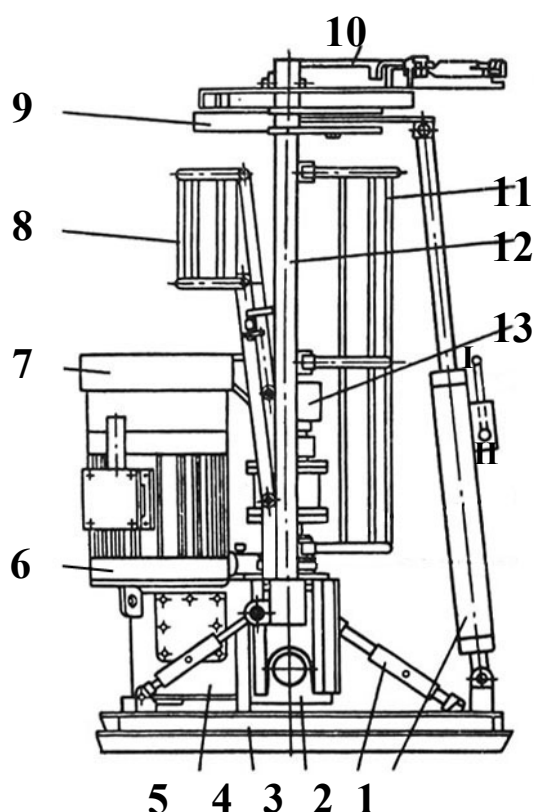


Рис. 2.24. Станок буровой установки БГА-2М

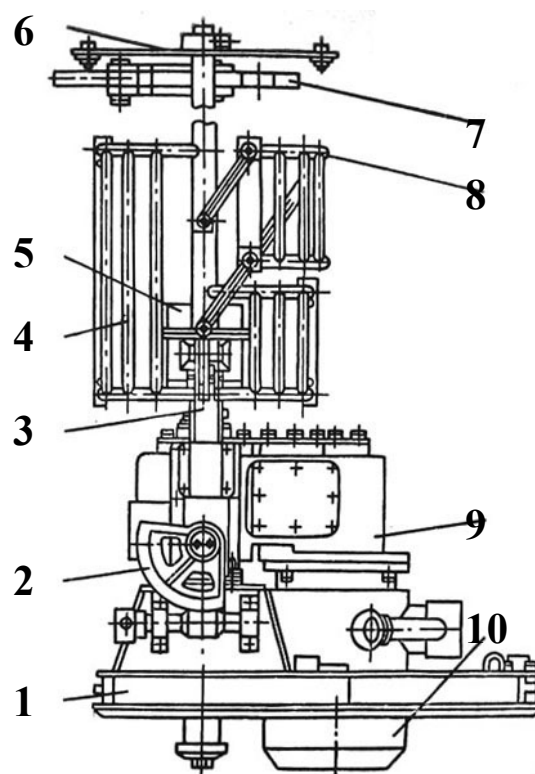


Рис. 2.25. Станок буровой установки БГА-4М

Станок буровой установки БГА-4М (рис. 2.25) состоит из рамы 1, червячного механизма 2 наклона станка, гидродомкратов 3 подачи, параллелей с неподвижным ограждением 4, бурового замка 5, подхвата 6, отбойного ключа 7, подвижного ограждения 8, двухскоростного редуктора 9 и электродвигателя 10. *Наклон станка* осуществляется посредством червячного механизма 2, а фиксация в установленном положении – стяжными муфтами, расположенными с противоположной стороны.

### 2.1.13. Бурильные установки для проведения восстающих выработок в крепких породах

Atlas Copco Robbins – это высокопроизводительные бурильные установки предназначены для проходки восстающих диаметром от 0,6 до 6,0 м и максимальной глубиной до 1400 м как в подземной горной промышленности. Компания поставляет для подземных горных работ установки 34RH, 44RH, 53RH, 73RH, 83RH, 91RH, 97RH, 123RH, 191RH (рис. 2.26) [12].



Рис. 2.26. Буровая установка компании Atlas Copco Robbins

При разработке схем проведения выработок использовались методы математического моделирования процесса и ЭВМ. Изучены опыт работы передовых проходческих бригад, параметры и рабочие характеристики опытно-промышленных образцов оборудования. Авторами разработаны и предложены 12 комплектов оборудования, рекомендуемых для применения в различных горно-геологических условиях.

## **2.2. Типы и типоразмеры проходческих комбайнов**

Развитие технического прогресса на угольных шахтах, увеличение скорости подвигания фронта очистных работ, внедрение комплексной механизации технологических процессов и других мероприятий выдвигают повышенные требования к техническому уровню проходческого оборудования. Горно-геологические и горнотехнические условия проведения подготовительных выработок на угольных шахтах России весьма разнообразны и изменяются не только в пределах одного региона, но и одной шахты. Различия в мощности и углах падения угольных пластов, способах вскрытия и нарезки шахтных полей, физико-механических свойствах вмещающих пород, в глубине залегания, водообильности и газовыделении определяют многообразие типов поперечных сечений, технологий и средств механизации при проведении подготовительных выработок.

Для комбайнового способа проходки выработок российскими заводами-изготовителями уделяется основное внимание созданию новой высокопроизводительной техники. В 2001 году предприятием ОАО «Копейский машиностроительный завод» («КМЗ») выпущен опытный образец проходческого комбайна КП21, а с 2003 года этот комбайн запущен в серийное производство. Всего с начала производства заводом к 2011 году реализовано 177 машин.

Динамика изменения парка проходческих комбайнов в ОАО “СУЭК-Кузбасс” свидетельствует о том, что с 2007 по 2012 годы количество комбайнов КП-21 возросло с 14,5% до 52%. За этот же период бригады ОАО “СУЭК-Кузбасс” с помощью этого комбайна интенсифицировали горно-подготовительные работы с 228 м/мес до 830 м/мес. Высокая надежность комбайна КП21, простота в эксплуатации и обслуживании, эффективность и производительность, позволяют ему конкурировать с зарубежными аналогами. Динамика объемов проходки выработок на шахтах ОАО “СУЭК-Кузбасс” показывает, что ежегодно проводится до 91809 м выработок, причем доля комбайнов КП21 с 2007 по 2012 годы возросла с 14,5% до 42,4%.

В современном комбайне КП21 внедрены лучшие отечественные и зарубежные технические решения в области горного машиностроения:

- увеличена в 1,5 раза скорость перемещения силовыми гидроцилиндрами исполнительных механизмов комбайна, в том числе и режущей коронки, за счет применения регулируемого аксиально-поршневого гидронасоса более высокой производительности;
- установлены регулируемые гидромоторы на привод механизма передвижения, взамен нерегулируемых, что позволило получить более высокую скорость перемещения комбайна до 10 м/мин;
- в питателе установлены высокоэффективные уплотнения позволившие существенно увеличить ресурс работы узла;
- в приводах использованы высокомоментные гидромоторы, которые упростили конструкцию редукторов и улучшили их ремонтопригодность;
- на питателе предусмотрена возможность установки быстросъемных нагребных элементов в виде звезд или лап, что увеличивает производительность погрузки породы;
- в резцедержателях коронки комбайна имеются фиксаторы, обеспечивающие надежность крепления и быструю замену рабочего инструмента;
- для проведения выработок по угольным пластам, сечением до  $28 \text{ м}^2$ , на комбайн могут быть установлены угольная или породная режущие коронки, поставляемые по заказу потребителя;
- до 120 тыс.  $\text{м}^3$  увеличен ресурс работы комбайна до первого капитального ремонта.

### 2.2.1. Назначение и область применения комбайна КП21

Проходческий комбайн КП21 избирательного действия предназначен для механизации отбойки и погрузки горной массы при проведении горизонтальных и наклонных  $\pm 12^\circ$  горных выработок арочной, трапецевидной и прямоугольной форм сечения, площадью от 10 до 28 м<sup>2</sup> (рис. 2.27, табл. 2.20), прочностью присекаемых пород на одноосное сжатие  $\sigma_{сж} \leq 100$  МПа и показателем абразивности до 15 мг по Л.И. Барону и А.В. Кузнецову, кусковатостью разрушенной горной массы не более 300 мм [16, 17].

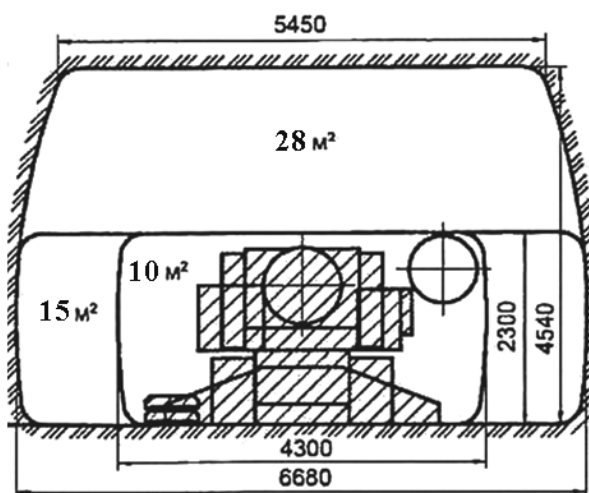


Рис. 2.27. Сечения выработок проводимых комбайном КП21

Таблица 2.20

| Наименование параметра, ед. изм.                                                              | Норма |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1. Параметры комбайна                                                                         |       |
| 1.1. Производительность по углю и породам до 60 МПа (присечка до 10–15%), м <sup>3</sup> /мин | 2,0   |
| 1.2. Производительность по углю и породам 70–80 МПа (присечка до 80%), м <sup>3</sup> /мин    | 0,3   |
| 1.3. Суммарная мощность электродвигателей, установленных на комбайне, кВт                     | 186,5 |
| 1.4. Номинальные параметры силовых цепей:<br>- напряжение, В                                  | 660   |
| 1.5. Габаритные размеры в транспортном положении, мм                                          |       |
| - длина                                                                                       | 12500 |
| - ширина                                                                                      | 2400  |
| - высота                                                                                      | 1850  |
| 1.6. Масса, т                                                                                 | 45    |

Продолжение табл. 2.20

| Наименование параметра, ед. изм.                                                                                    | Норма     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2. Исполнительный орган                                                                                             |           |
| 2.1. Тип – стреловидный с резцовыми коронками:<br>КПГ 35/КП21.11; КПГ 70/КП21.11; КПГ 35/КП21.21;<br>КПГ 70/КП21.21 |           |
| 2.2. Тип резцедержателя и форсунки – РШ 501/35.01 и<br>КФ 20.000.А                                                  |           |
| 2.3. Тип резцов на коронке – (ПС 2-16) и количество, шт                                                             | 44        |
| 2.4. Частота вращения, об/мин                                                                                       | 50        |
| 2.5. Диаметр по резцам, мм                                                                                          | 960       |
| 2.6. Мощность электродвигателя (ВРПФВ250L4 ), кВт                                                                   | 110       |
| 2.7. Скорость резания, м/с                                                                                          | 2         |
| 2.8. Ход выдвижения стрелы, мм                                                                                      | 500       |
| 3. Питатель скребковый                                                                                              |           |
| 3.1. Тип – гидравлический, неповоротный с нагребными лапами (или звездами)                                          |           |
| 3.2. Частота вращения диска, об/мин                                                                                 | 30        |
| 3.3. Ширина питателя, мм                                                                                            | 2400/3400 |
| 4. Ходовая гусеничная часть с гидроприводом                                                                         |           |
| 4.1. Тип тормозов – кулачковые                                                                                      |           |
| 4.2. Ширина траковой цепи, мм                                                                                       | 500       |
| 4.3. Скорость движения, м/мин                                                                                       | 0–4       |
| 4.4. Тип гидромотора – 303.356.89.С3                                                                                |           |
| 5. Скребковый конвейер                                                                                              |           |
| 5.1. Тип цепи – пластинчатая                                                                                        |           |
| 5.2. Ширина желоба, мм                                                                                              | 550       |
| 5.3. Скорость движения скребковой цепи, м/с                                                                         | 0,9       |
| 5.4. Мощность электродвигателя (ВРПВ180М4), кВт                                                                     | 30        |
| 6. Гидросистема                                                                                                     |           |
| 6.1. Тип насосов – 313.3.56                                                                                         |           |
| 6.2. Рабочее давление силовой магистрали, МПа                                                                       | 16        |
| 6.3. Мощность привода насосной станции, кВт                                                                         | 45        |
| 7. Система орошения                                                                                                 |           |
| 7.1. Расход, л/с                                                                                                    | 5–8       |
| 7.2 Давление воды у форсунок, МПа                                                                                   | 1,6–2,5   |

Комбайн имеет широкую область применения – от проходки штреков до использования его в качестве добычной машины. Передвижение по выработкам осуществляется гусеничными ходовыми тележками с приводом от гидромоторов. При обработке забоя устой-

чивость комбайна обеспечивается питателем, выполняющим функцию передней опоры и задними гидроопорами. Небольшие габариты и малый вес обеспечивают хорошую маневренность и облегчают применение комбайна в стесненных условиях шахт.

Комбайном производится разрушение породы забоя и погрузка отбитой горной массы на ленточный или скребковый конвейеры или в вагонетки с помощью ленточного перегружателя.

### 2.2.2. Общее устройство комбайна КП21

Проходческий комбайн КП21 (рис. 2.28) представляет собой самоходную гусеничную машину со стреловидным исполнительным органом.

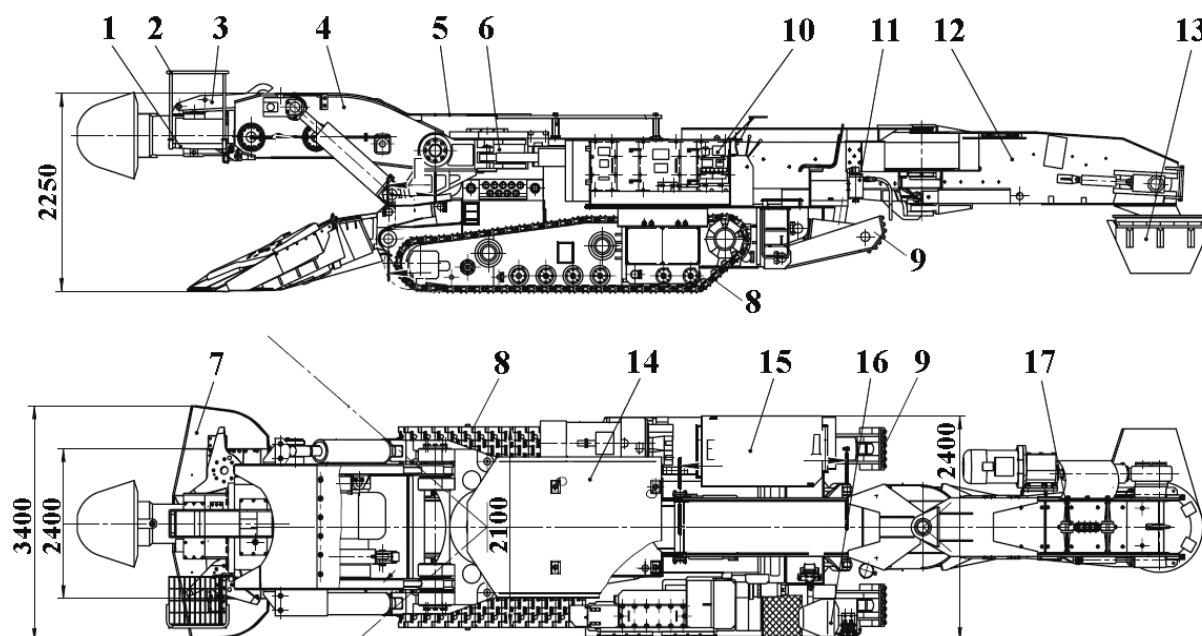


Рис. 2.28. Общий вид проходческого комбайна КП21

На стреле комбайна размещается платформа 1 с ограждением 2 и крепеподъемником 3. На платформе может безопасно разместиться рабочий при креплении призабойной зоны выработки. Комбайн состоит из исполнительного органа 4, кожуха 5, подъемно-поворотного механизма 6, питателя 7, ходовой части 8, двух аутригеров 9, электрооборудования 10, системы пылегашения 11, конвейера 12, лотка 13, перекрытия 14, гидросистемы 15, рабочего места машиниста 16. Питатель 7 комбайна имеет два исполнения и может оснащаться двумя нагребными лапами или двумя звездами. Конвейер-

ер 12 имеет поворотную концевую секцию, что обеспечивает погрузку на любой вид забойного транспорта.

*Исполнительный орган* (рис. 2.29, табл. 2.21) предназначен для разрушения породы забоя и контурного оформления поперечного сечения выработки. Он выполнен в виде телескопической стрелы с продольной конической коронкой, оснащенной резцами.

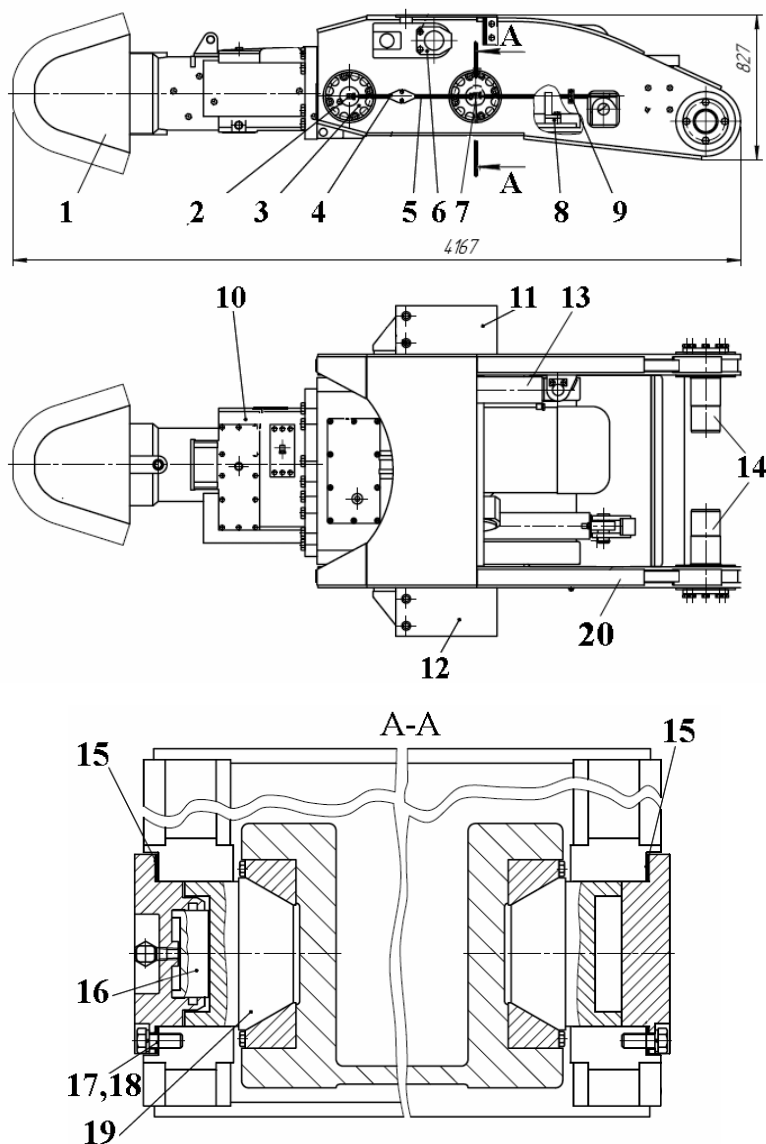


Рис. 2.29. Исполнительный орган

С помощью гидродомкратов 13 стрела 10 выдвигается на 500 мм, что позволяет с одного положения гусеничного хода, без передвижения комбайна, обрабатывать забой выработки двумя циклами. Коронкой в первом цикле разрушается порода всей поверхности забоя, затем стрела выдвигается на 500 мм и аналогичным образом выполняется второй цикл. На исполнительном органе имеются четыре гидропатрона 3, с помощью их поршней и распоров 19 стрела 10 же-

стко фиксируется от осевого и поперечного смещения относительно двух балок 20. Эти смещения были возможны на комбайнах 1ГПКС из-за наличия зазоров между выдвигаемой стрелой 10 и балками 20. Введение в конструкцию исполнительного органа гидропатронов 3 исключают колебание коронки 1 в процессе разрушения породы забоя выработки, существенно снижает динамику работы коронки и режущего инструмента. Исполнительный орган подвешивается на осях 14 в поворотной турели, а к осям 6 закрепляются гидродомкраты подъема стрелы.

Таблица 2.21

| № поз. | Наименование    | Кол. | № поз. | Наименование | Кол. |
|--------|-----------------|------|--------|--------------|------|
| 1.     | Коронка         | 1    | 11.    | Кожух        | 1    |
| 2.     | Угольник        | 4    | 12.    | Кожух        | 1    |
| 3.     | Гидропатрон     | 4    | 13.    | Гидродомкрат | 2    |
| 4.     | Планка          | 2    | 14.    | Ось          | 2    |
| 5.     | Трубопровод     | 2    | 15.    | Прокладка    | 4    |
| 6.     | Ось             | 2    | 16.    | Гидропатрон  | 4    |
| 7.     | Тройник         | 2    | 17.    | Болт М 20    | 16   |
| 8.     | Опора двигателя | 1    | 18.    | Шайба        | 16   |
| 9.     | Планка          | 2    | 19.    | Распор       | 4    |
| 10.    | Стрела          | 1    | 20.    | Балка        | 2    |

*Питатели* проходческого комбайна в двух исполнениях массой 3680 и 4000 кг представлены на рис. 2.30, 2.31. Как видно из рис. 2.32 и табл. 2.20 в питателе с нагребными звездами 11 и 12 базой конструкции является рама 18 с плитами 15 и 16, которая с помощью проушин 17 крепится к ходовой части комбайна. К раме 18 питателя крепятся левый и правый редукторы 2. Для увеличения ширины погрузки с 2400 мм до 3400 мм предусмотрены уширители 9 и 10, а для устранения просыпания породы – щитки 13 и 14. Трехлучевые звезды 11 и 12 защищены износостойкими пластинами. При вращении звезд обеспечивается загрузка породы на конвейер (на рисунке не показан) расположенный между плитами 15 и 16. Днище желоба 4, по которому транспортируется горная масса, упрочнено электролитно-плазменным способом для увеличения износостойкости и уменьшения шума.

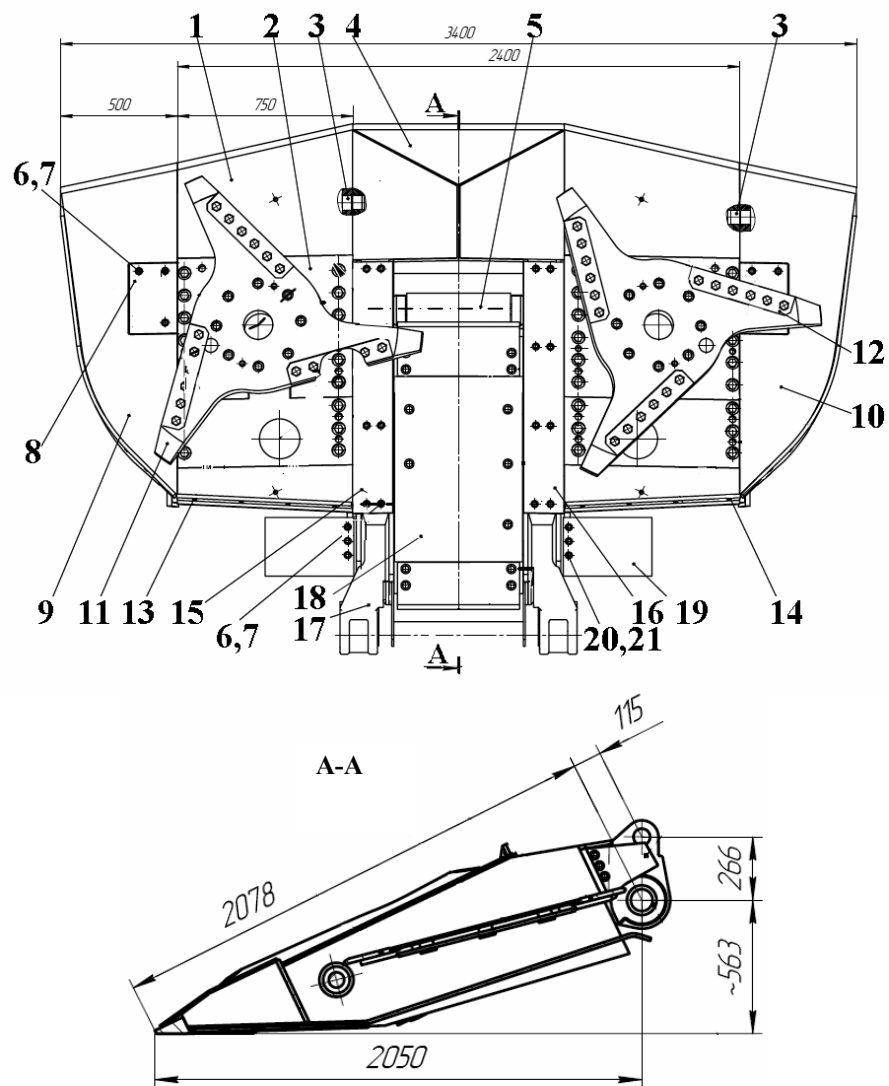


Рис. 2.30. Питатель КП.21.42.00.000

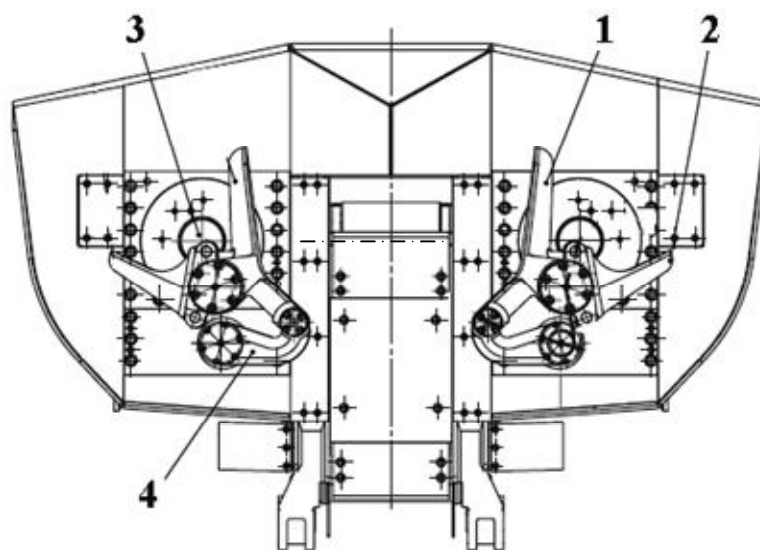


Рис. 2.31. Питатель КП.21.42.00.000-01

Таблица 2.22

| № поз. | Наименование     | № поз. | Наименование  |
|--------|------------------|--------|---------------|
| 1.     | Стол             | 12.    | Звезда правая |
| 2.     | Редуктор         | 13.    | Щиток левый   |
| 3.     | Штифт            | 14.    | Щиток правый  |
| 4.     | Желоб            | 15.    | Плита левая   |
| 5.     | Ролик обводной   | 16.    | Плита правая  |
| 6.     | Болт М 12        | 17.    | Проушина      |
| 7.     | Шайба            | 18.    | Рама          |
| 8.     | Пластина         | 19.    | Пластина      |
| 9.     | Уширитель левый  | 20.    | Болт М 12     |
| 10.    | Уширитель правый | 21.    | Шайба         |
| 11.    | Звезда левая     |        |               |

В конструкцию питателя с нагребными лапами (рис. 2.31) входят следующие основные детали и узлы: лапа 1, подлапник 2, редуктор 3, шатун 4.

*Ходовой механизм* (рис. 2.32) предназначен для передвижения комбайна и служит для установки на нем всех основных узлов комбайна, в том числе исполнительного органа, питателя, конвейера, гидросистемы, электрооборудования.

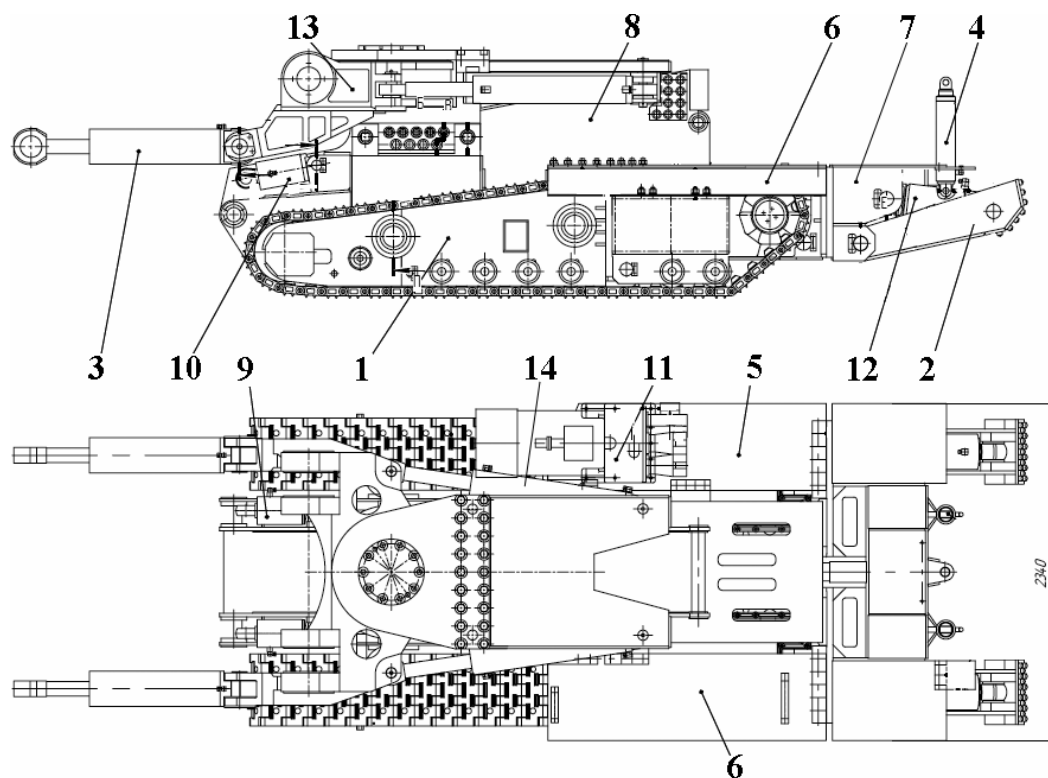


Рис. 2.32. Ходовая часть

Ходовой механизм состоит из следующих основных деталей и узлов: двух тележек 1, двух аутригеров 2, гидродомкратов 3 и 4, плит 5 и 6, опоры 7, рамы 8, гидродомкратов 9 и 10, насосной станции 11, гидродомкратов 12 и 14, турели 13. Рама тележки 1 – сварная конструкция, в передней части которой имеются пазы для установки вилки натяжного колеса и механизма натяжения гусениц. Он состоит из конической зубчатой передачи и кинематически связанной с ней винтовой передачей. К раме тележки крепятся два редуктора правой и левой гусеницы ходовой части.

Конвейер (рис. 2.33, табл. 2.23) предназначен для транспортирования отбитой горной массы от погрузочного органа и выгрузки ее на штрековые транспортные средства. Конструктивно конвейер выполнен подъемно-поворотным. Он состоит из двигателя 1, редуктора 2, промежуточного вала 3, приводной головки 4, хвостовой рамы 5, рамы стола 6, оси 7, борта 8, гидродомкратов 9 и 10, оси 11, верхнего 13 и нижнего 14 листов, втулки 15 и кронштейна 16. Рама стола 6 и рама хвостовая 5 представляют собой сварные конструкции коробчатого сечения и упрочнены износостойкой наплавкой. По мере износа листы могут заменяться. Наличие гидродомкратов 9 и 10 позволяет регулировать высоту подъема конвейера и горизонтальный поворот его хвостовой части.

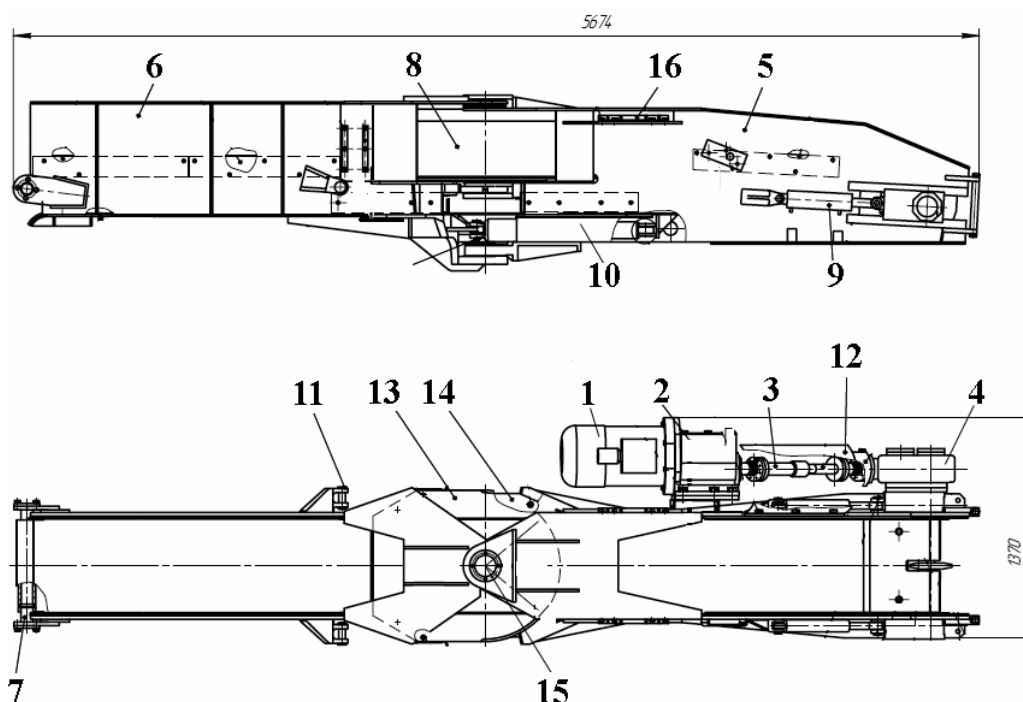


Рис. 2.33. Конвейер

Таблица 2.23

| № поз. | Наименование      | № поз. | Наименование |
|--------|-------------------|--------|--------------|
| 1.     | Двигатель         | 9.     | Гидродомкрат |
| 2.     | Редуктор          | 10.    | Гидродомкрат |
| 3.     | Вал-промежуточный | 11.    | Ось          |
| 4.     | Головка приводная | 12.    | Кожух        |
| 5.     | Рама хвостовая    | 13.    | Лист верхний |
| 6.     | Рама стола        | 14.    | Лист нижний  |
| 7.     | Ось               | 15.    | Втулка       |
| 8.     | Борт              | 16.    | Кронштейн    |

Приводная головка 4 обеспечивает натяжение скребковой цепи с помощью гидродомкратов 9. Привод конвейера состоит из редуктора 2, который установлен на хвостовой раме 5 и телескопическим шлицевым валом 3 соединен с редуктором приводной головки 4. Привод осуществляется от электродвигателя ВРПВ180М4 мощностью 30 кВт.

Скребковая цепь (рис. 2.34) состоит из отдельных скребковых и соединительных звеньев: скребок 1, ось 2, шплинт 3, планка 4, серьга 5. Разрушающая нагрузка цепи не менее 43 т.

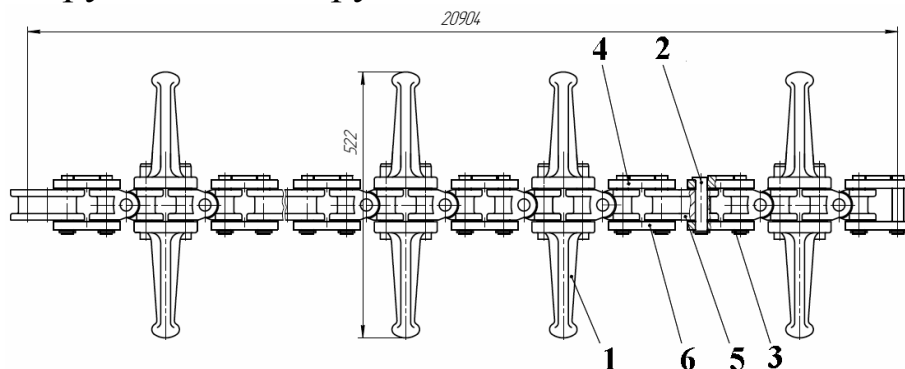


Рис. 2.34. Скребковая цепь

В настоящее время компания «МВМ» г. Юрга, освоила производство проходческих комбайнов СМ-130К, которые эксплуатируются на шахтах Кузбасса и имеют следующие основные отличия от аналогов:

- жесткий исполнительный орган оснащен двигателем 150 кВт с водяным охлаждением и двумя аксиальными резцовыми коронками;
- высокоэффективный механизм секторного орошения для пылегашения с подводом воды через специальные каналы в след резца под углом  $120^\circ$  в направлении резания.

### 2.2.3. Общее устройство проходческого комбайна СМ-130К

Проходческий комбайн СМ-130К, аналогом которого является зарубежный комбайн серии АМ-65(АМ-50), производится в г. Юрга. Комбайн СМ-130К предназначен для механизации разрушения, погрузки, транспортирования отбитой горной массы при проведении горизонтальных и наклонных ( $\pm 18^\circ$ ) горных выработок арочной, трапециевидной и прямоугольной форм сечения забоя до  $19 \text{ м}^2$  по углю и смешанному забою с максимальным пределом прочности присекаемых пород до 80 МПа в условиях шах, опасных по газу и пыли. Техническая характеристика комбайна представлена в табл. 2.24.

Комбайн имеет широкую область применения – от проходки штреков до использования в качестве добычной машины. Передвижение по выработкам осуществляется гусеничными ходовыми тележками с приводом от гидромоторов. При обработке забоя устойчивость комбайна обеспечивается питателем, выполняющим функцию передней опоры и задними гидроопорами. Простота разборки, низкая высота и малый вес облегчают применение комбайна в стесненных условиях шахт.

Таблица 2.24

| Наименование параметра, ед. изм.                                                                  | Норма              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1. Параметры комбайна                                                                             |                    |
| 1.1. Производительность по углю и породам до 60 МПа (присечка до 10–15%), $\text{м}^3/\text{мин}$ | 1,8                |
| 1.2. Производительность по углю и породам 70–80 МПа (присечка до 80%), $\text{м}^3/\text{мин}$    | 0,35               |
| 1.3. Суммарная мощность электродвигателей, установленных на комбайне, кВт                         | 232,5              |
| 1.4. Номинальные параметры питающей сети:<br>– напряжение, В<br>– частота тока, Гц                | 660(+66/-99)<br>50 |
| 1.6. Габаритные размеры в транспортном положении, не более, мм                                    |                    |
| длина:                                                                                            |                    |
| – с поворотным ленточным перегружателем                                                           | 12800              |
| – без поворотного ленточного перегружателя                                                        | 8050               |
| ширина:                                                                                           |                    |
| – с расширителями погрузочного лотка                                                              | 3000               |
| – без расширителей по задней балке                                                                | 2510               |
| высота                                                                                            | 1790               |
| 1.7. Масса, т                                                                                     | 32                 |

Продолжение табл. 2.24

| Наименование параметра, ед. изм.                                                                             | Норма   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>2. Орган исполнительный</b>                                                                               |         |
| 2.1. Тип – стреловидный с двумя поперечными резцовыми коронками                                              |         |
| 2.2. Тип резцов – R65.30.001, R65.30.002, G48S91-18S, РШ30-75/17,5 (Øп = 30 мм)                              |         |
| 2.3. Количество резцов на каждой коронке, шт                                                                 | 44      |
| 2.4. Частота вращения, об/мин                                                                                | 65      |
| 2.5. Диаметр по резцам, мм                                                                                   | 850     |
| 2.6. Заглубление коронки ниже опорной поверхности гусениц, мм                                                | 150     |
| 2.7. Мощность электродвигателя (АКВ250L4Г), кВт                                                              | 150     |
| <b>3. Питатель</b>                                                                                           |         |
| 3.1. Тип – неповоротный, опорный с загребающими лапами (или вертушками), с приводом от скребкового конвейера |         |
| 3.2. Частота вращения загребных устройств, об/мин                                                            | 35      |
| 3.3. Заглубление питателя ниже опорной поверхности гусениц, мм                                               | 150     |
| 3.4. Подъем питателя выше опорной поверхности гусениц, мм                                                    | 350     |
| <b>4. Ходовая часть</b>                                                                                      |         |
| 4.1. Тип – гусеничная, самоходная с индивидуальным гидроприводом левой и правой тележек                      |         |
| 4.2. Ширина траковой цепи, мм                                                                                | 520     |
| 4.3. Скорость движения, м/мин                                                                                | 0–6     |
| 4.4. Мощность привода, кВт                                                                                   | 15x2=30 |
| <b>5. Конвейер</b>                                                                                           |         |
| 5.1. Тип скребковый с круглозвенной цепью                                                                    | 9x64,5  |
| 5.2. Ширина желоба, мм                                                                                       | 440     |
| 5.3. Скорость движения скребковой цепи, не менее, м/с                                                        | 1       |
| 5.4. Производительность, т/мин                                                                               | 5,5     |
| 5.5. Мощность ЭД (ВРП 160) привода, кВт                                                                      | 15x2=30 |
| <b>6. Гидросистема</b>                                                                                       |         |
| 6.1. Рабочее давление, МПа                                                                                   |         |
| – контур управления                                                                                          | 3,5     |
| – рабочий контур                                                                                             | 28 max  |
| 6.2. Емкость гидросистемы, л                                                                                 | 300     |
| 6.3. Рабочая жидкость ИГП-38 (И-Г-С-68) ТУ 38.101413-78, сСт                                                 | 61–75   |
| 6.4. Мощность ЭД (ВРП 200) привода насосной станции, кВт                                                     | 45      |

Продолжение табл. 2.24

| Наименование параметра, ед. изм.                       | Норма   |
|--------------------------------------------------------|---------|
| 7. Система орошения                                    |         |
| 7.1. Производительность, л/мин                         | 40      |
| 7.2 Давление воды у оросителей, МПа                    | 3,0–4,0 |
| 7.3 Мощность ЭД (АВР132) привода насосной станции, кВт | 7,5     |

Конструкция комбайна позволяет производить погрузку отбитой массы на шахтные транспортные средства: ленточный или скребковый конвейера, в вагонетки благодаря дополнительному навесному ленточному перегружателю.

Проходческий комбайн СМ-130К (рис. 2.35) состоит из следующих основных узлов: исполнительного органа 1, поворотного механизма 2, погрузочного устройства 3, скребкового конвейера 4, гусеничной ходовой части 5, рамы 6, электрооборудования 7, гидророборудования 8, системы смазки 9, системы орошения 10.

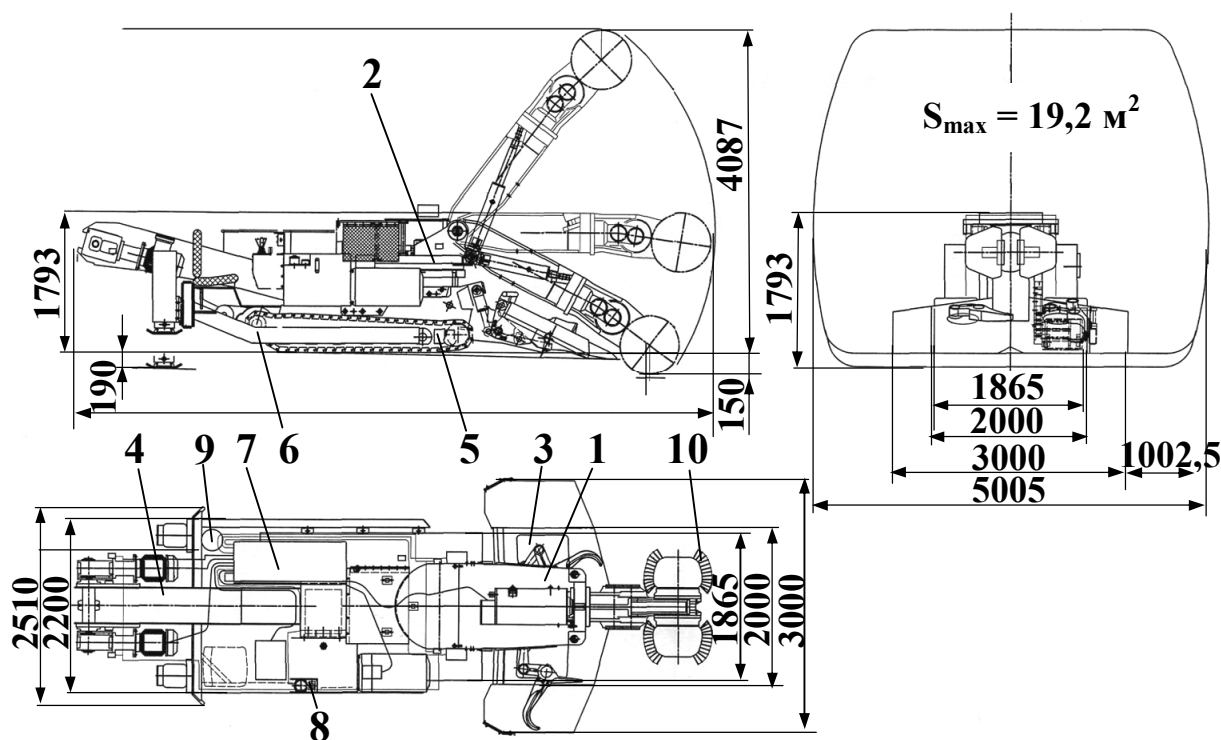


Рис. 2.35. Общий вид проходческого комбайна СМ-130К

*Основные отличия конструкции комбайна от аналогов:*

- жесткий исполнительный орган оснащен двигателем 150 кВт с водяным охлаждением и двумя аксиальными резцовыми коронками;

- высокоэффективный механизм секторного орошения для пылегашения с подводом воды через специальные каналы в след резца;

- центральный цепной скребковый конвейер, обеспечивающий работоспособность в условиях повышенного износа, с расширенной загрузочной частью;

- ходовая часть с шириной траков 520 мм и независимыми гидроприводами для максимальной маневренности машины при работе на участках с большими уклонами и слабыми почвами;

- задние домкраты с опорой на почву для повышения устойчивости машины;

- питатель, выполняющий функции передней опоры;

- скребковый конвейер взаимосвязан с поворотным ленточным перегружателем, что позволяют использовать комбайн при различных направлениях погрузки горной массы в проходимых выработках;

- двухконтурная гидросистема с насосом, автоматически изменяющим расход масла в соответствии с уровнем нагрузки в гидроприводе исполнительных механизмов;

- система смазки обеспечивает постоянную подачу консистентной смазки в ответственные узлы трения;

- система орошения дополнительно выполняет функцию охлаждения гидросистемы и электродвигателя исполнительного органа;

- пульт управления с возможностью проведения электронной диагностики отказов;

- комбайн может дополнительно оснащаться навесным ленточным перегружателем, позволяющему комбайну передвигаться на длину до 20 м без передвижения хвостовой секции ленточного конвейера.

*Исполнительный орган* (рис. 2.36) предназначен для разрушения забоя и оформления формы сечения выработки. Он состоит из редуктора 1, двух резцовых коронок 2, промежуточного фланца 3, рамы 4, электродвигателя 5, защитного кожуха 6.

Резцовые коронки 2 крепятся на редуктор 1 при помощи разжимных колец. Наряду с преимуществом легкой сборки и демонтажа, это соединение создает защиту от механических перегрузок. С торца резцовых коронок установлены блоки секторного орошения, распределяющие водяной поток по резцам строго под углом  $120^\circ$  в направлении резания.

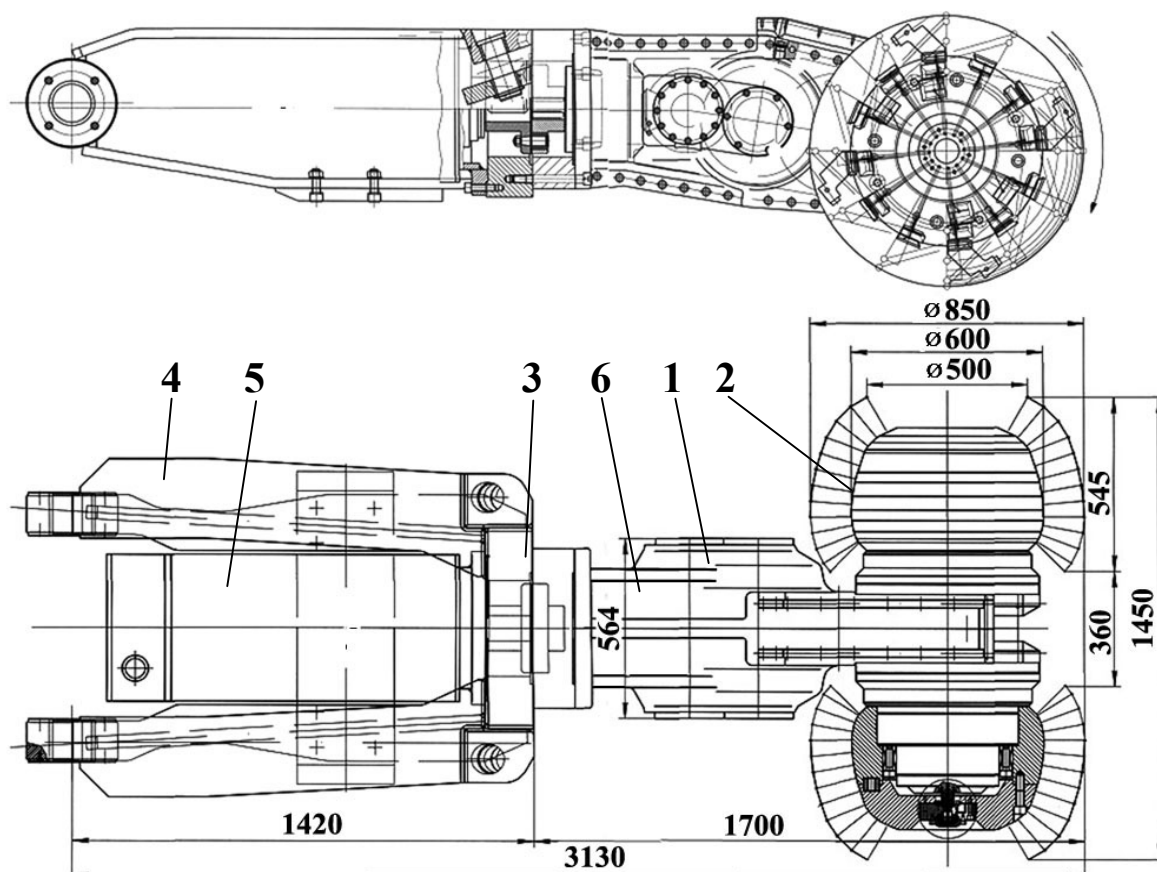


Рис. 2.36. Исполнительный орган проходческого комбайна СМ-130К

Перед подачей на резцовые коронки вода проходит контур в рубашке охлаждения электродвигателя.

Рама 4 исполнительного органа представляет из себя сварную металлоконструкцию состоящую из двух балок соединенных между собой промежуточным фланцем 3.

Электродвигатель комбайна АKB250L4Г с водяным охлаждением (мощность  $N = 150$  кВт; число оборотов  $n = 1500$  об/мин).

Редуктор с двумя аксиальными (поперечными) резцовыми коронками с передаточным отношением  $u = 22,5$  и частотой вращения коронок  $n = 65$  об/мин. На каждой коронке диаметром 850 мм устанавливается 44 резца. Количество заливаемого в редуктор масла типа TEBOIL PRESSURE – 45 л.

*Погрузочное устройство* (рис. 2.37) предназначено для погрузки отбитой горной массы на скребковый конвейер и представляет из себя погрузочный лоток с двумя редукторами снабженными загребными лапами. Состоит из приемного лотка 1, двух расширителей 2, двух гидроцилиндров подъема 3, двух редукторов 4, двух нагребных лап 5 и защитного кожуха 6.

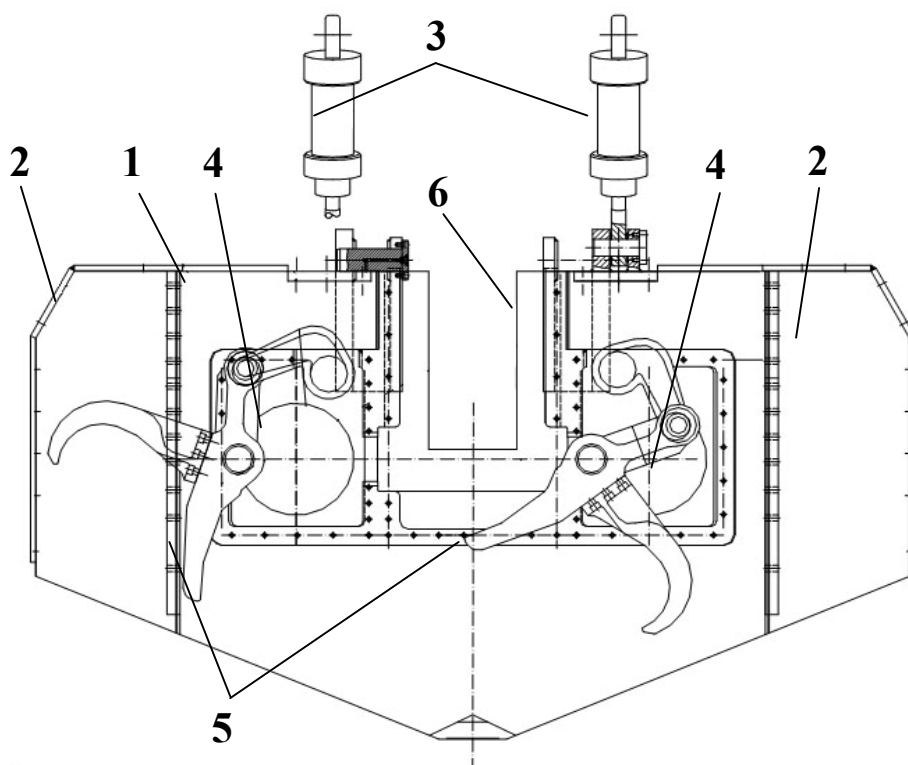


Рис. 2.37. Погрузочное устройство

При опускании на почву приемный лоток становится дополнительной опорой, повышающей устойчивость комбайна при разрушении забоя. Расширители позволяют увеличить ширину погрузочной части до 3 м. Для предотвращения пересыпания породы с приемного лотка предусмотрены стальные ограждения.

С целью увеличения срока службы рабочие поверхности защищены специальными наплавками или листами из износостойкого материала “Hardox”. Привод редукторов осуществляется от ведомого вала конвейера через кулачковые муфты. В центральной части приемного лотка установлен кожух, защищающий ведомый вал конвейера и трубопроводы системы смазки от повреждений крупными кусками породы.

С помощью гидродомкратов приемный лоток имеет возможность подниматься на 350 мм и опускаться на 150 мм относительно уровня почвы.

### 3. ГОРНЫЕ МАШИНЫ ДЛЯ МЕХАНИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ ОТКРЫТЫХ РАЗВЕДОЧНЫХ ВЫРАБОТОК

#### 3.1. Типы буровых станков

Наиболее часто для бурения шурфов применяются самоходные установки УБСР-25 (рис. 3.1), ПБУ-50 и другие [1, 2, 18–23].

Установка УБСР-25 используется для бурения скважин и шурфов диаметром 0,4–0,8 м в рыхлых, малоплотных, и обводненных породах при разведке россыпных месторождений золота, янтаря, алмазов в труднопроходимых районах с холмистой и лесистой местностью. Для этого она смонтирована на трелевочном тракторе ТТ-4.

Вращение буров обеспечивается ротором 4 посредством буровой колонны. Наряду с вращательным бурением установка УБСР-25 обеспечивает и ударное бурение, для чего ее лебедка снабжена ударным механизмом. Для обеспечения спускоподъемных и других операций используется телескопическая мачта 3.

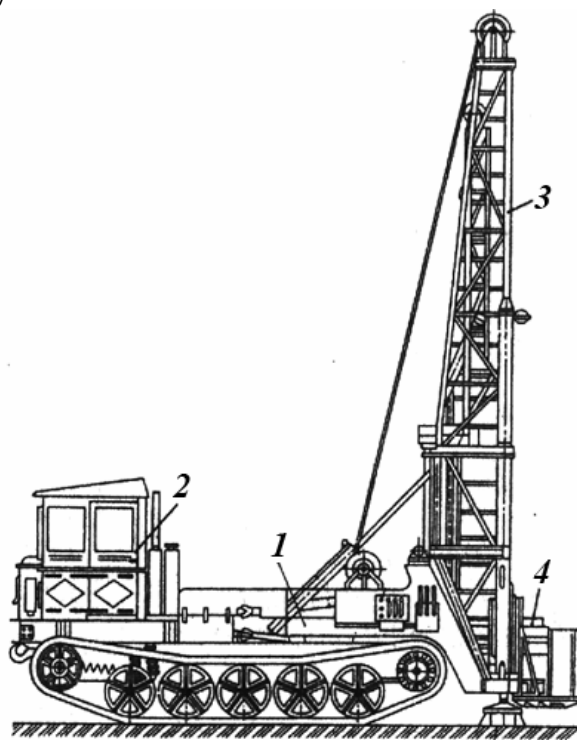


Рис. 3.1. Бурильная установка УБСР-25: 1 – буровой станок; 2 – ходовая база (трактор ТТ-4); 3 – мачта; 4 – ротор установки

В комплект инструмента, который перевозится на прицепе санного типа, входит ковшовый бур и колонковая приставка для разбуривания пропластков пород средней крепости (монтируется вместо днища ковшового бура), ударное долото для дробления пропластков после колонкового бурения или для разрушения крупных

(размером более 200 мм) валунов, шнековый бур для бурения в устойчивых (плотных) породах. Кроме этого установка снабжена буровыми и обсадными трубами, «сухарями» для соединения буровых труб, роторной вилкой, «башмаком» для спуска и подъема обсадных труб, элеватором для буровых труб и ведущей штангой.

### 3.1.1. Устройство шурфобуров

Шурфобуры имеют на практике разные конструкции [2, 5].

Основным рабочим органом дисковых шурфобуров (рис. 3.2) является стальной диск 1, имеющий диаметр, равный диаметру шурфа, имеющий две радиальные прорези 2, под которыми устанавливаются наклонные режущие ножи 3. В центре бура закрепляется опережающее долото 4.

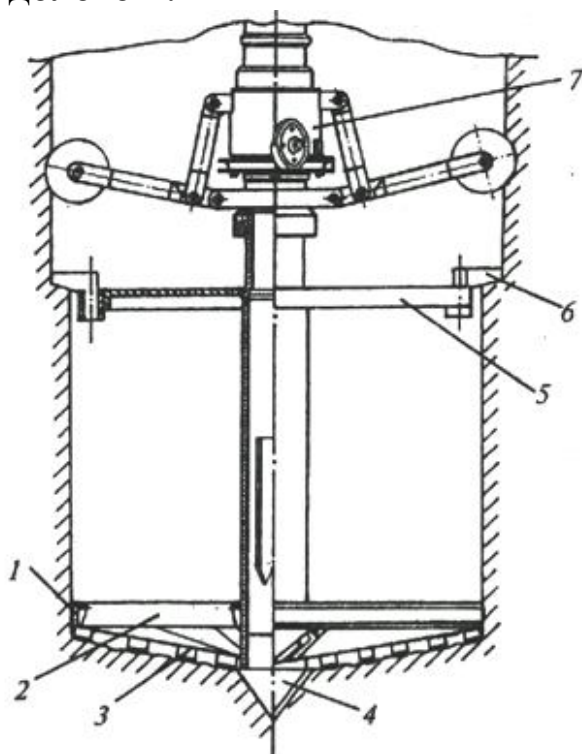


Рис. 3.2. Дисковый шурфобур

Целесообразной областью применения шурфобуров этого типа является проходка глубины шурфов в рыхлых малообводненных породах глубиной до 15 м. Разгрузка шурфобура от породы осуществляется за счет центробежных сил, возникающих при его быстром вращении, вручную или за счет использования отвального лемеха. При наличии расширителя 5 с ножами 6 можно бурить шурфы диаметром от 0,7 до 1,2 м. Фиксатор 7 позволяет перемещать шурфобур по буровой колонне.

Рабочим органом шнековых шурфобуров (рис. 3.3) является труба 1 со шнеком 2, к нижней кромке которых крепятся ножи 3. Шнек снабжается опережающим долотом 4. Однозаходные шнеки целесообразно использовать при бурении шурфов в мягких и плотных породах, двухзаходные – в рыхлых сыпучих породах. Простые одно- и двухзаходные шнекобуры при наличии на буре устройства 5 для его фиксации и перемещения по колонне буровых труб обеспечивают бурение шурфов глубиной до 10–20 м и диаметром 0,5–1,3 м.

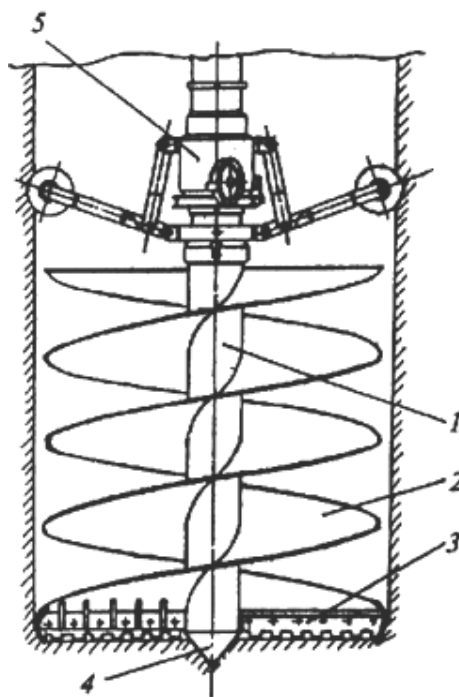


Рис. 3.3. Шнековый шурфобур

Корпус 2 ковшовых буров (рис. 3.4) выполнен в виде полого цилиндра, в днище 3 которого имеются окна 5 и установлены ножи 4. По сравнению с дисковыми и шнековыми ковшовые шурфобуры приспособлены для бурения в сыпучих и обводненных породах. Фиксатор бура 1 позволяет перемещать бур по колонне. Глубина бурения шурфов при диаметре от 0,5 до 0,8 м может достигать 25 м.

Ковшовые буры целесообразно использовать при разведке россыпных месторождений и строительных материалов.

При проходке шурфов в сложных геологических условиях ковшовые буры оснащают расширителями, что позволяет крепить выработку.

В породах, содержащих значительное количество гальки, гравия или валунов, лучшие результаты показывает бурение с креплением грейферными шурфобурами.

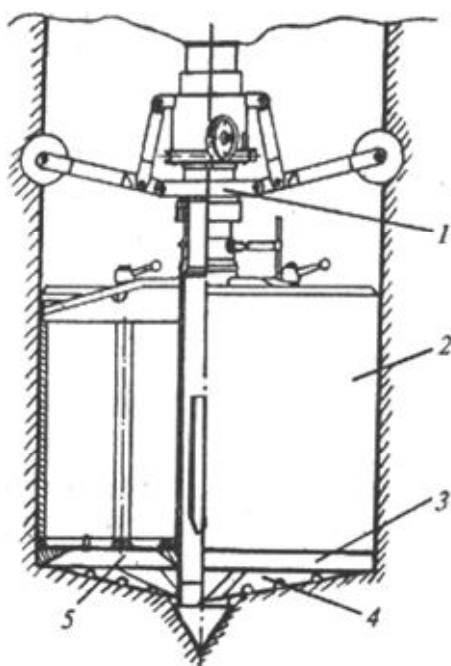


Рис. 3.4. Ковшовый бур

Грейферные шурфобуры (рис. 3.5) работают следующим образом. В рыхлых породах внедрение «челюстей» 1 грейфера 3 в породу осуществляется под действием осевой нагрузки, передаваемой через буровую колонну 4, а смыкание «челюстей» — при вращении буровой колонны. В плотных породах (глинах, суглинках и галечниках) внедрение «челюстей» грейфера осуществляется при его поступательном движении и вращении по часовой стрелке, а смыкание — при вращении против часовой стрелки, за счет ходового винта 2. Грейферные буры целесообразно использовать для проходки шурфов диаметром 0,7–1,0 м и небольшой глубиной до 5–7 м.

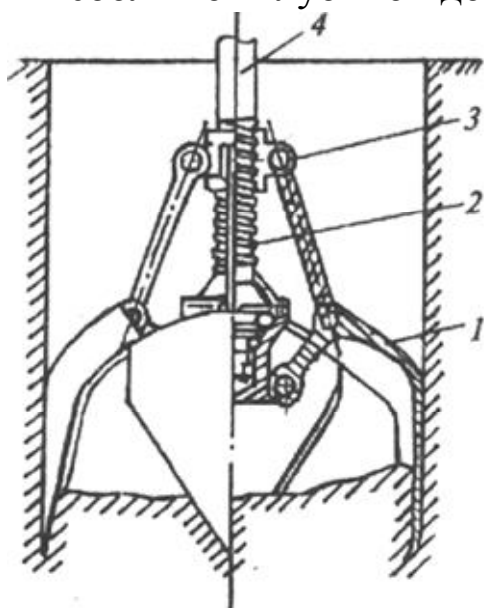


Рис. 3.5. Грейферный бур

Кроме буров такой конструкции используются также напорные грейферы, обеспечивающие проходку шурфов квадратного и круглого сечения глубиной до 10–15 м (установка УГШН-15).

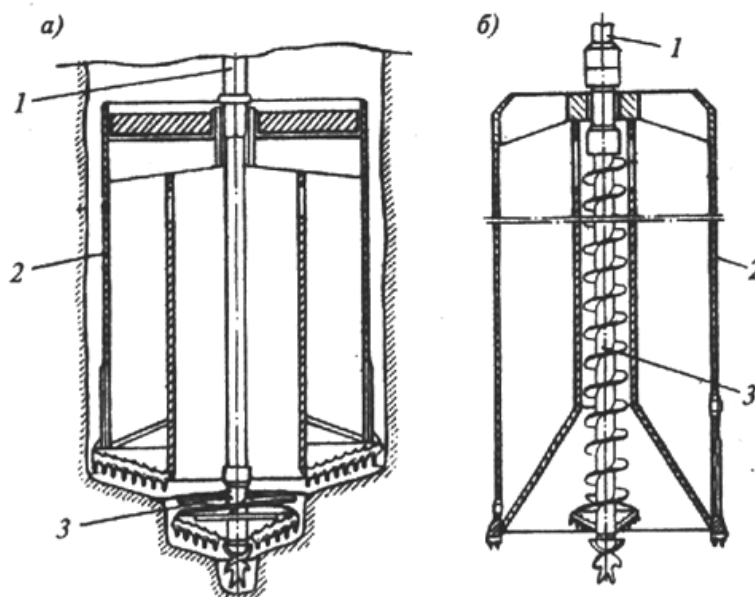


Рис. 3.6. Аккумулярующие буры циклического (а) и непрерывного (б) действия: 1 – бурильная труба; 2 – корпус бура; 3 – шнек

Аккумулярующие шурфобуры (рис. 3.6) используют для бурения шурфов и устьев шахтных стволов. При этом разрушенная порода циклично или непрерывно перегружается с забоя в аккумулярующие емкости, расположенные в корпусе бура.

### 3.1.2. Устройство стволовых буров

Устья стволов на глубину до 30–40 м сооружают с целью перекрытия неустойчивых мягких пород. Технология бурения устьев в этих условиях предусматривает использование шнековых и ковшовых буров типа КАШБ-1 (рис. 3.7), КАГБ-1 (рис. 3.8) [5].

Корпус бура КАШБ-1 состоит из двух труб – наружной 6 и внутренней 5, с толщиной стенок соответственно 10 и 16 мм. В днище 7, выполнены четыре вертикальные прорези, в которых перемещаются режущие ножи 13. Ножи 13 установлены на цилиндрических шарнирах 11, с помощью пазов 9 и упоров 10, что позволяет им раздвигаться до максимального диаметра. Во внутренней трубе 5 размещен однозаходный шнек 12 и забурник 14. Разрушаемая порода через окна 3 поступает в аккумулярующую емкость 2. Кулачковая муфта 1 позволяет вращать также корпус 6 бура. Раз-

грузка емкостей 2 осуществляется через окна 8. Монтажные окна 4 служат для крепления шнека 12 и контроля загрузки бура.

При бурении устьев буром КАШБ-1 используют глинистый раствор, с помощью которого до 40% породы выносятся на поверхность и стекает в отстойник.

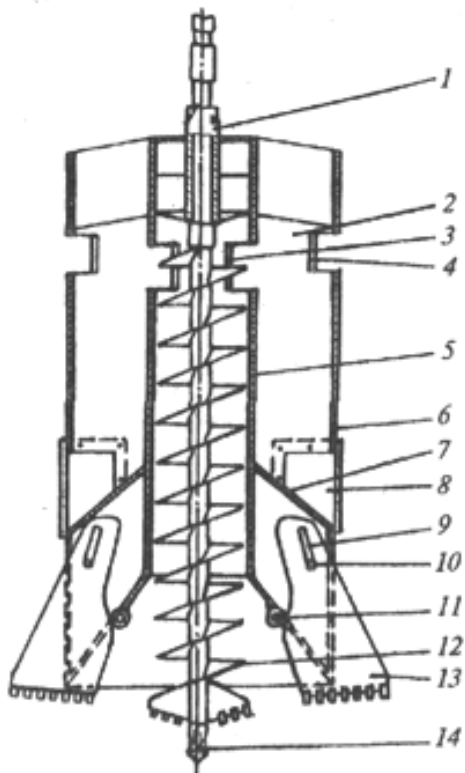


Рис. 3.7. Конструкция бура КАШБ-1

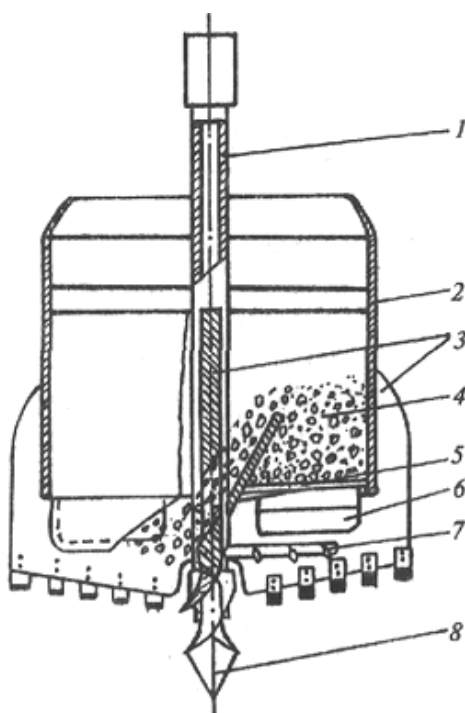


Рис. 3.8. Аккумулирующий шурфобур КАГБ-1

Для бурения устьев в мягких и обводненных породах применяют аккумулярующие гидромониторные буры КАГБ-1 и КАГБ-2. Бур КАГБ-1 (рис. 3.8) состоит из центральной трубы 1 и корпуса 2, соединенных жестко ножами 3. Одновременно с вращением бура через гидромониторные форсунки 7 под резцы ножей 3 подаются высоконапорные струи воды, которые размывают породу и превращают ее в раствор. Не размываемая часть породы поступает через окна 6 в ножах 3 бура и по спиральям шнека 8 в аккумулярующую емкость 4 со съемным днищем 5.

В процессе бурения наращивание буровой колонны выполняется трубами длиной 1,2–1,5 м, изготовленными из утяжеленных бурильных труб (УБТ) диаметром 203 мм.

### 3.1.3 Стволовые буры для крепких пород

Для бурения шурфов диаметром до 1800 мм в крепких породах используются погружные пневмоударники QL – 120 и QL – 200 компании Atlas Copco (рис.3.9) [12].



Рис. 3.9. Бурение больших скважин кластерными пневмоударниками компании Atlas Copco

## 3.2. Типы и типоразмеры выемочно-погрузочных машин

### 3.2.1. Общее устройство экскаваторов [5, 24–26]

Экскаватор Э-153А (рис. 3.10) предназначен для разработки грунтов I–III категорий и погрузки сыпучих и мелкодробленых материалов в транспортные средства.

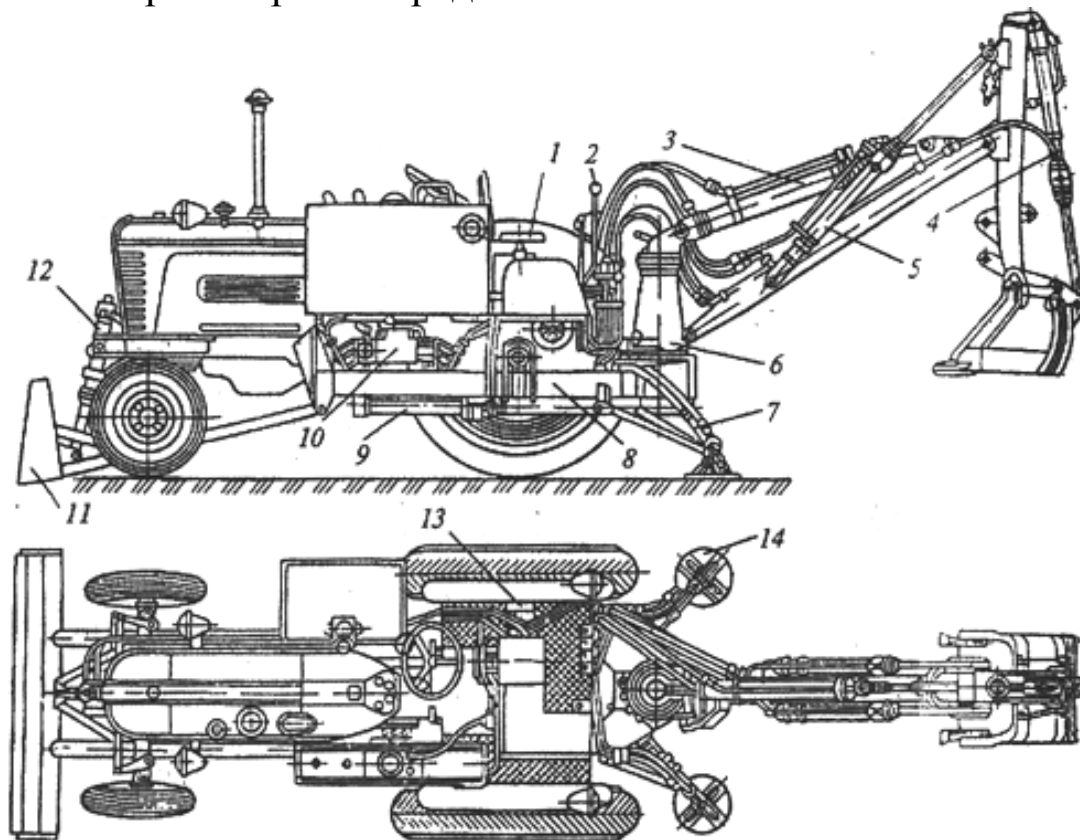


Рис. 3.10. Гидравлический экскаватор Э-153А с обратной лопатой

Несущей частью экскаватора является рама 8, которая крепится болтами к хомутам полуосей трактора и продольным балкам двигателя. Устойчивость машины во время работы создают выносные аутригеры 14, установленные на раме. В задней части рамы смонтирована поворотная колонна 6, на которой установлено рабочее оборудование с гидравлическими домкратами. В нижней части рамы закреплены гидродомкраты 9 механизма поворота, которые вращают поворотную колонну вместе с рабочим оборудованием с помощью втулочно-роликовой цепи и звездочки, жестко закрепленной на валу поворотной колонны. В передней части трактора смонтирован отвал бульдозера 7Д с гидродомкратом 12.

Гидропривод экскаватора осуществляется от насосной установки 10, включающей два аксиально-поршневых насоса НПА-64. Насосы приводят в действие гидродомкраты подъема и опускания

стрелы 3, поворота рукояти 5, поворота ковша обратной лопаты 4, механизма поворота 9, выносных аутригеров 7 и отвала бульдозера 12. Машиной управляют рукоятками 2 с помощью гидрораспределителя 13. Сиденье 1 машиниста может быть повернуто на 180°. При одном его положении машинист управляет трактором во время передвижения, а при другом – работой экскаватора.

Экскаватор Э-2515 (рис. 3.11) отличается от предыдущих моделей установкой ковша вместимостью 0,25 м<sup>3</sup>.

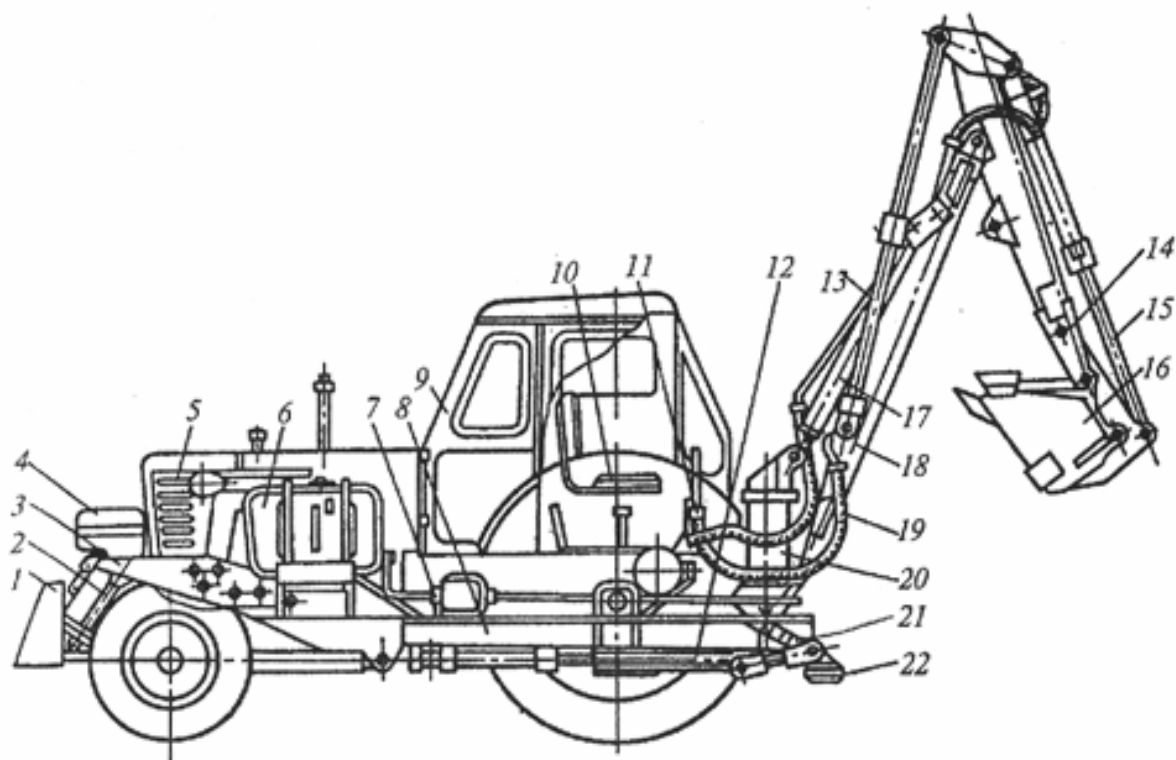


Рис. 3.11. Экскаватор одноковшовый Э-2515

Оборудование экскаватора монтируют на рамах 8 и 3. С помощью гидродомкрата 2 может регулироваться высота отвала 1. Для повышения устойчивости экскаватора в работе используют гидродомкраты 21 и выносные аутригеры 22, которые крепят к раме 8. На раме 8 также установлены кабина 9, поворотная колонна 20, механизм поворота 12 рабочего оборудования, состоящего из стрелы 18, рукояти 14 и ковша 16 с гидроприводом в виде гидродомкратов 13, 15 и 17. Жидкость к ним подают по шлангам 19 под давлением от насосной установки 7 и бака 6. Экскаватором управляют путем перемещения золотников гидрораспределителя 11. Сиденье 10 машиниста для удобства обслуживания может быть повернуто на 180°. Топливный бак 4 вынесен в переднюю часть трактора. Привод всей системы осуществляется от двигателя 5.

*Гидравлические полноповоротные экскаваторы с ковшами вместимостью 0,4–0,65 м<sup>3</sup> выпускают на гусеничном и пневмокольном ходовых механизмах. Экскаваторы предназначены для разработки грунтов и погрузки дробленых скальных пород и сыпучих материалов.*

Основным рабочим оборудованием для этой группы экскаваторов является обратная лопата, которую можно оснащать сменными ковшами вместимостью: 0,4 м<sup>3</sup> для разработки тяжелых грунтов IV категории на максимальную глубину копания; 0,5 м<sup>3</sup> – средних грунтов II–III категорий на глубине копания, составляющей 85% от максимальной величины; 0,65 м<sup>3</sup> – легких грунтов I–II категории на глубине копания, составляющей 65% от максимальной величины.

*Экскаватор Э-5015 (рис. 3.12) – полноповоротный гидравлический экскаватор с двумя видами сменного оборудования – обратной лопатой и грейфером.*

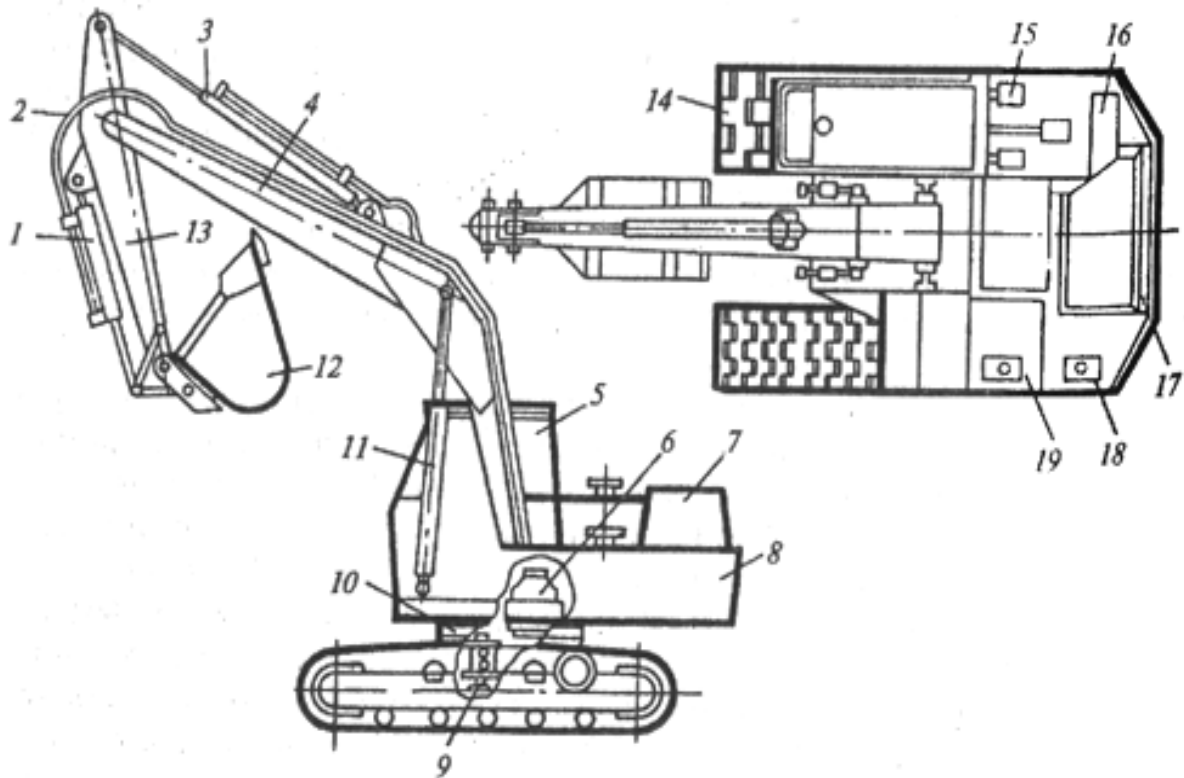


Рис. 3.12. Экскаватор Э-5015

Поворотная платформа 8 экскаватора Э-5015 опирается на гусеничный ходовой механизм 14 с центральной цапфой 9, через роликовый опорно-поворотный круг 10. На платформе 8 устанавливают сменное рабочее оборудование, силовую установку, механизм поворота, узлы гидропривода, состоящего из блока распределителя 15 и

насоса 16 и гидроуправления с трубопроводами 2, баки, кабину 5 и противовес. Дизельный двигатель 7, топливный бак 19, баки для рабочей жидкости 18 и противовес 17 смонтированы на хвостовой части платформы 8.

Рабочее оборудование обратной лопаты включает стрелу 4, рукоять 13, ковш 12 и гидродомкраты стрелы 11, рукояти 3 и ковша 1. Кабина машиниста 5 с сиденьем и пультом управления защищена тепло- и шумоизоляцией. Механизмы передвижения машины и поворота платформы приводятся в движение от гидромоторов. На гусеничной тележке установлены два низкомомментных гидромотора с редукторами, обеспечивающие независимый привод гусеничным тележкам. Высокомомментный гидромотор 6 предназначен для поворота платформы.

*Экскаватор ЭО-3322* – полноповоротный гидравлический экскаватор на пневмоколесном ходу. Поворотная платформа и рабочее оборудование, опирается на раму пневмоколесной ходовой тележки через роlikовое опорно-поворотное устройство. На поворотной платформе установлены силовое оборудование (дизельный двигатель СМД-14), гидравлическое оборудование и система управления, механизм поворота, топливный бак, кабина машиниста и противовес.

*Экскаватор ЭО-4121* (рис. 3.13) предназначен для земляных работ в грунтах I–IV категории и погрузки сыпучих материалов и мелкодробленых скальных пород с размером кусков не более 400 мм.

Поворотная платформа 8 и рабочее оборудование включающее гидродомкраты управления (рукоятью 15, ковшом 17, стрелой 8 и 12), рукоять 16, ковш 20, шарнирную стрелу 6, 13 опирается на гусеничную ходовую тележку 10 через роlikовое опорно-поворотное устройство 9. На поворотной платформе установлены силовая установка 1 (дизельный двигатель А-01М), гидравлическое оборудование 2 и система управления, механизм поворота 3, топливный бак, кабина машиниста 4 с прожектором 5 и противовес 11. Для регулирования хода стрелы имеются установочные отверстия 14, расположенные на стреле 13.

Кабина машиниста оборудована вентиляцией, тепло- и шумоизоляцией и приспособлена для работы в различное время года и суток. В кабине расположено сиденье мягкого типа, контрольно-

измерительные приборы, рычаги управления, освещение и сигнализация.

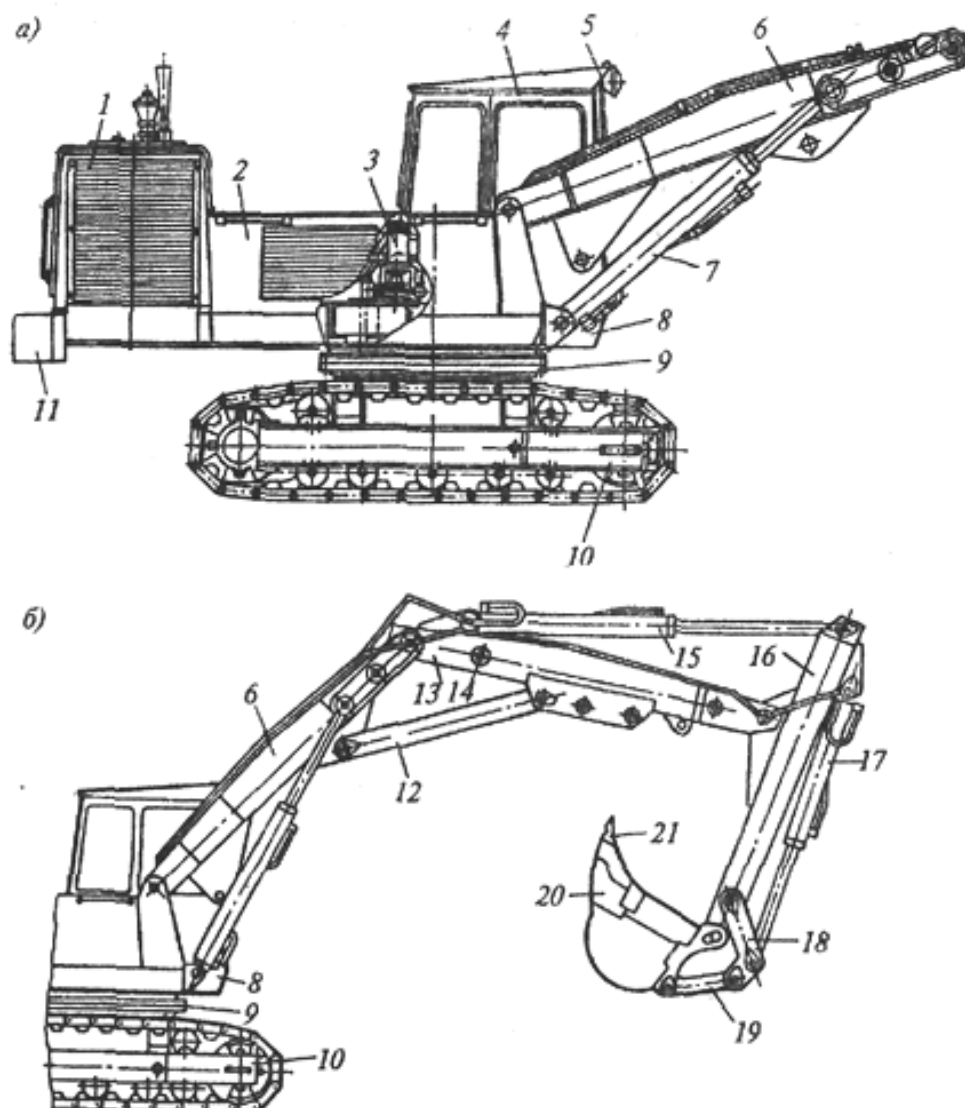


Рис. 3.13. Экскаватор ЭО-4121

### 3.2.2. Общее устройство бульдозеров

Бульдозеры – машины периодического действия, предназначенные для послойного срезания и продольного перемещения пород с помощью рабочего оборудования в виде отвала с ножами на небольшие расстояния. Бульдозеры широко используются при проходке траншей, при проведения горноразведочных открытых выработок, на вскрышных и добычных работах. Широко применяют бульдозеры для совместной работы с экскаваторами, скреперами и автомобилями-самосвалами. Бульдозеры выполняют также различные вспомогательные работы: расчистку площадок от деревьев и кустарника, удаление растительного слоя, снега и камней, засыпку ям, проходку канав [5, 27].

Бульдозер (рис. 3.14) имеет навесное оборудование, которое состоит из отвала 3 с ножом, толкающей рамы 4, раскосов 5, передней стойки 2 и лебедки 1. Отвал бульдозера приводится в действие лебедкой с механическим управлением или гидродомкратами от его гидросистемы. Задними концами брусья толкающей рамы шарнирно присоединены к тележкам гусениц. На передней стойке бульдозера монтируют блочную систему – полиспаст, который связывает отвал с лебедкой.

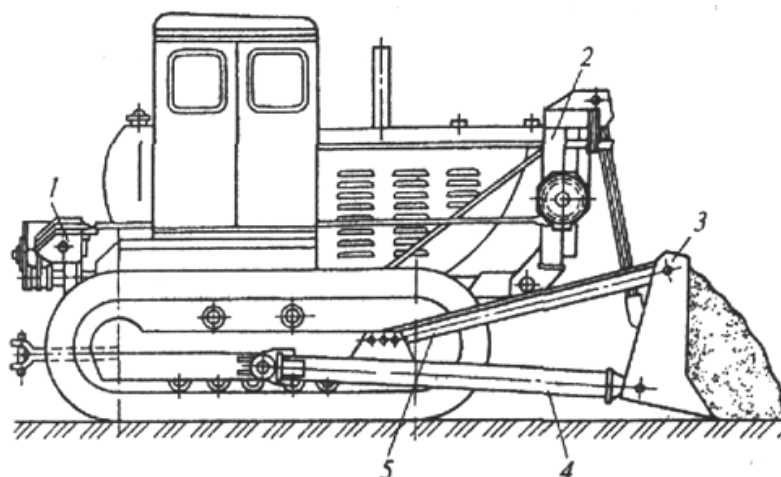


Рис. 3.14. Устройство бульдозера

На горных работах применяют бульдозеры нескольких моделей, отличающихся мощностью, конструкцией рабочего органа и системой управления отвалом (табл. 3.1).

Таблица 3.1

| Показатели     | Модель бульдозера |       |                   |            |        |       |
|----------------|-------------------|-------|-------------------|------------|--------|-------|
|                | ДЗ-37             | ДЗ-42 | ДЗ-101            | ДЗ-104     | ДЗ-27С | ДЗ-9Б |
| Базовая машина | МТЗ-50            | ДТ-75 | Т-4АП2-а          | Т-4А112-С1 | Т-130а | Т-140 |
| Отвал:         |                   |       |                   |            |        |       |
| тип            | Неповоротный      |       | Неполноповоротный |            |        |       |
| ширина, мм     | 2100              | 2520  | 2680              | 3280       | 3200   | 3350  |
| высота, мм     | 810               | 950   | 954               | 990        | 1300   | 1400  |
| Масса, т       | 3,44              | 6,51  | 9,94              | 10,285     | 15,4   | 17,7  |

Классифицируют бульдозеры по способу установки отвала на неповоротные и поворотные. У неповоротных бульдозеров отвал закреплен на толкающей раме под прямым углом к направлению

движения трактора. Во втором случае бульдозеры, у которых отвал крепится на толкающей раме шарнирно и допускаются его повороты в горизонтальной и вертикальной плоскостях, называются поворотным.

Отвал последнего бульдозера можно установить под углом 54–65° к продольной оси бульдозера. При этом отвал перемещает породу в сторону по отношению к направлению его движения. Положение отвала относительно продольной оси машины изменяют перестановкой задних концов толкателей по отношению к толкающей универсальной раме.

По способу управления бульдозеры делят на две группы: с канатно-блочным управлением и гидроуправлением. У бульдозеров с канатно-блочным управлением отвал поднимают с помощью каната и специальной лебедки, приводимой в действие от вала отбора мощности. Опускается отвал при такой системе управления под действием собственного веса. Машинист бульдозера управляя бульдозером регулирует толщину срезаемой стружки породы. Канатно-блочное управление отвалом бульдозера имеет существенный недостаток – не дает возможности производить принудительное заглубление отвала при работе на тяжелых и плотных породах.

В зависимости от условий работ применяют отвалы различных форм. Прямой отвал имеет прямую образующую, небольшие изогнутые боковые щитки и боковые ножи для уменьшения износа щитков. Этот отвал применяют чаще всего для крепких пород. Универсальный отвал служит для грубых планировочных работ, а сферический используют главным образом в породах средней крепости и мягких при больших расстояниях перемещения и мощности бульдозера не менее 132 кВт. Изогнутая в плане форма отвала обеспечивает косое резание, которое несколько уменьшает сопротивление и позволяет на 10–12% увеличить длину отвала. Поэтому такой отвал перемещает на 20–25% больше породы, чем прямой. Масса сферического отвала примерно на 10% больше прямого. Для мягких пород сферический отвал имеет облегченную конструкцию

Применение отвалов сферической формы в зависимости от категории разрабатываемых пород и их влажности позволяет увеличить производительность машин на 15–20%. Отвал с рыхлящими боковыми зубьями применяют в очень крепких породах для гусеничных бульдозеров мощностью не менее 184 кВт и колесных – не

менее 221 кВт. Отвал применяют при перемещении породы на короткие расстояния.

Совковый отвал имеет сильно развитые боковые щитки и выступающую среднюю часть ножа для лучшего врезания в породу и применяется при перемещении мягких пород на большие расстояния. Одним из наиболее эффективных методов повышения производительности бульдозера является увеличение объема вала породы, перемещаемого за один заезд, и сокращение потерь при ее транспортировании. Для этого применяют уширители, которые представляют собой приставки, укрепленные с обеих сторон отвала под углом  $60^\circ$  к оси направления движения. Их крепят к отвалу болтами и захватами, при этом режущая кромка, армированная сменными ножами, приподнята на 100 мм выше режущей кромки отвала. При перемещении вала породы бульдозером уширители образуют дополнительный объем породы в виде слоя, идущего параллельно поверхности отвала, с толщиной, равной ширине уширителя, и высотой, зависящей от степени наполнения отвала. В зависимости от высоты наполнения отвала и категории разрабатываемых пород объем породы в уширителях изменяется от 0,1 до 0,6 м<sup>3</sup>. Установка уширителей целесообразна на бульдозерах Д-271 и Д-275, двигатели которых рассчитаны на преодоление повышенных нагрузок. Применение уширителей на бульдозерах с тракторами Т-140 и Т-180 повышает износоустойчивость ходовой части этих тракторов, так как предохраняет ее от попадания горной массы, что важно при разработке мерзлых взорванных пород.

Открылки представляют собой боковые щитки шириной 200–300 мм, укрепленные с обеих сторон отвала бульдозера. К верхней кромке отвала приваривают козырек высотой 150 мм, являющийся как бы продолжением лобового листа отвала. Благодаря применению открылков объем вала породы, перемещаемой бульдозером за один заезд, увеличивается на 14–24%.

*Бульдозеры с гидравлическим управлением.* Бульдозер Д-494А (рис. 3.15) с гидравлическим управлением является навесным оборудованием на тракторе Т-100МГП. На базовом тракторе 1, снабженном стойкой 4, гидросистемой с гидродомкратами 3 и шаровой цапфой 2, с помощью опорных шарниров 8 установлен отвал 6 с толкающими балками 7 и опорами 9. Винтовые раскосы 5, соеди-

няющие верхнюю часть отвала с толкающими балками, служат для изменения угла резания и поперечного перекоса отвала.

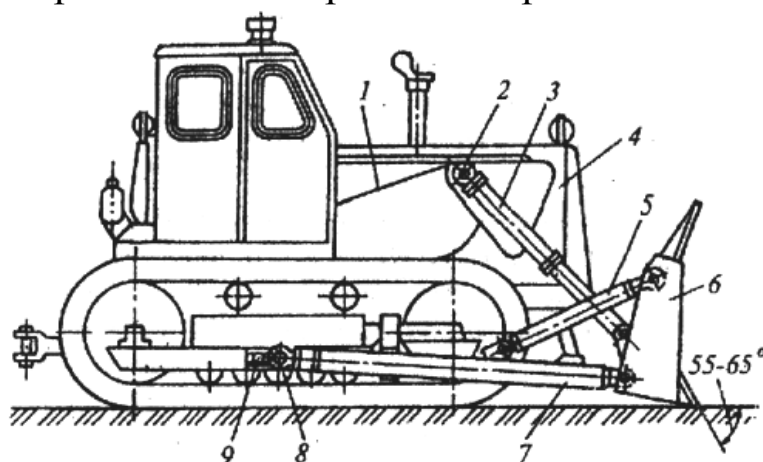


Рис. 3.15. Устройство бульдозера Д-494А

Отвал с ножами представляет собой сварную конструкцию. Лобовой лист состоит из двух частей: верхней, изогнутой по радиусу, и нижней. Нижняя часть имеет отверстие для крепления боковых и средних ножей. Нижняя кромка листа дополнительно усилена ребрами, а верхняя часть укреплена уголком. К уголку и лобовому листу сверху приварен козырек. К торцам отвала приварены боковые стенки и на некотором расстоянии от них – промежуточные внутренние стенки. Все они попарно связаны скобами и имеют отверстия для крепления толкающих брусьев и винтовых раскосов. С задней стороны к отвалу приварены два кронштейна с отверстиями для соединения со штоками гидроцилиндров. К переднему и заднему торцам приварены проушины, с помощью которых толкающий брус соединяют шарнирно с отвалом и опорой, приваренной к гусеничной тележке бульдозера.

Управление подъемом и опусканием отвала производится двумя гидродомкратами с внутренними диаметрами 100 мм, развивающими максимальное усилие при принудительном опускании отвала 18 кН.

Универсальный бульдозер Д-493А с гидравлическим управлением – это навесное оборудование на тракторе Т-100МГП. В отличие от бульдозера Д-494А имеет поворотный отвал. Подъем и принудительное заглубление отвала производятся гидродомкратами.

Рама снабжена кронштейнами для крепления толкателей. Шарнирное соединение рамы с гусеничными тележками трактора осуществляется проушинами, осями и опорами. Для увеличения ра-

бочей высоты отвала в верхней его части имеется козырек. Толкатели служат для крепления отвала к раме. Они состоят из горизонтальных брусьев и винтовых раскосов.

Бульдозер Д-686 (рис. 3.16) неповоротного типа с канатно-блочным управлением является навесным оборудованием на тракторе Т-100М. Управление отвалом осуществляется лебедкой.

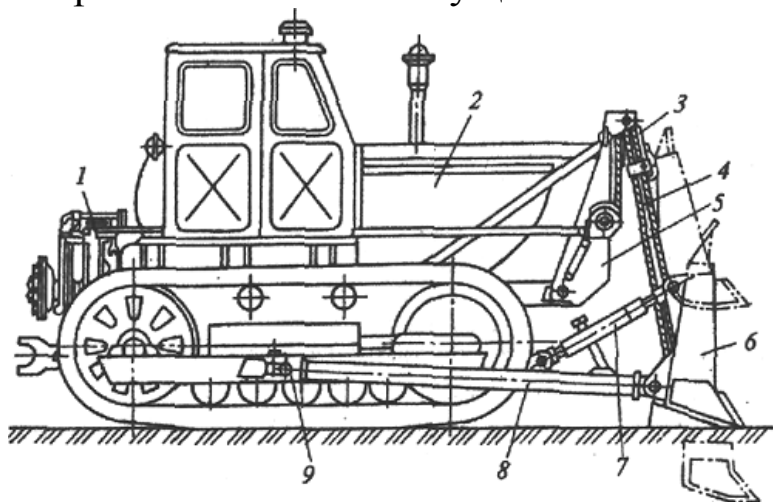


Рис. 3.16. Устройство бульдозера Д-686

Бульдозер 2 состоит из отвала 6 с ножами, подъем которого осуществляет однобарабанная лебедка 1 посредством четырехкратного полиспаста 3, который смонтирован на отвале и передней стойке 5. Стальной канат 4 с помощью направляющих блоков поднимает отвал с толкающими балками 8 и винтовыми раскосами 7, установленными на рамах тележек гусениц в опорных шарнирах 9.

Отвал бульдозера представляет собой сварную металлическую конструкцию с лобовым листом криволинейной формы и снабжен сменными ножами: двумя боковыми и одним средним. Толкающие балки имеют пустотелое коробчатое сечение, шарнирно соединены с отвалом и рамой тележки гусеницы. Передняя стойка представляет собой П-образную сварную конструкцию, нижние концы которой опираются на цапфы, приваренные к основной раме.

В верхнем правом углу передней стойки подвешена верхняя двухблочная неподвижная обойма полиспаста, образующая с нижней подвижной двухблочной обоймой четырехкратный полиспаст подъема отвала.

*Пневмоколесные бульдозеры*, обладая высокой скоростью передвижения (максимальная скорость вперед и назад до 50 км/ч) и маневренностью благодаря шарнирно-сочлененной раме, являются

высокопроизводительными машинами, выполняющими разнообразные работы: вскрытие наносов, отвалообразование, строительство плотин и очистку полигонов от растительного слоя, расчистку и планировку площадок и дорог, сгребание породы к подошве навала для эффективной работы экскаватора, зачистку уступов и др. Они выполняют также роль тягача-толкача для загрузки мощных скреперов, работают с оборудованием рыхлителя и т.д.

Бульдозеры на пневмоколесном ходу более просты в эксплуатации и ремонте, чем на гусеничном ходу. Ходовая часть пневмоколесных тракторов примерно в три раза долговечнее ходовой части гусеничных тракторов. Пневмоколесные бульдозеры наиболее целесообразно использовать в карьерах небольшой производительности со сравнительно малыми объемами бульдозерных работ, сосредоточенных на разных горизонтах.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

### **Раздел 1: Технологические схемы проведения разведочных выработок**

#### **1.1. Условия проведения выработок**

1. Что такое геологоразведочный процесс.
2. Что входит в понятие разведочная шахта.
3. Что относится к физическим свойствам пород.
4. Что относится к механическим свойствам пород.
5. Что понимается под понятием «грунт».
6. Что относится к физическим свойствам грунтов.
7. Что относится к механическим свойствам грунтов.

#### **1.2. Технология проведения подземных горноразведочных выработок**

1. Назовите условия выбора типового сечения выработки.
2. Какие формы поперечных сечений имеют горизонтальные горноразведочные выработки.
3. Как определяется высота выработки трапецевидной формы.
4. Как определяется ширина выработки трапецевидной формы.
5. Как расшифровать обозначения Т–3,7 и ПС–8,8.
6. Какие факторы влияют на выбор диаметра деревянного верхняка.
7. Какие виды крепи применяются в выработок прямоугольно-сводчатой формы.
8. Как определяется высота выработки прямоугольно-сводчатой формы.
9. Приведите схему расположения оборудования при проведении поэтажных выработок и рассечек.
10. Назовите рекомендуемые конструкции прямых врубов.
11. Нарисуйте схему и поясните конструкцию прямого спирального ступенчатого вруба.
12. Нарисуйте схему и поясните конструкцию прямого дробящего вруба с компенсационной скважиной.
13. Приведите классификацию шпуров.
14. Нарисуйте схему расположения шпуров в штреке и порядок обустройства забоя.
15. Приведите классификацию деревянной крепи горизонтальных горноразведочных выработок.

16. Приведите классификацию металлической крепи горизонтальных горноразведочных выработок.

17. Приведите классификацию анкерной крепи горизонтальных горноразведочных выработок.

18. Нарисуйте схему оборудования при проходке восстающего с сооружением полков.

19. Назовите состав оборудования проходческого комплекса КПВ.

### **1.3. Технология проведения открытых горноразведочных выработок**

1. Какую форму имеют стволы разведочных шахт.  
 2. Назовите состав оборудования ствола прямоугольного сечения.  
 3. Назовите существующие схемы проходки вертикальных стволов разведочных шахт.

4. Назовите состав оборудования ствола круглого сечения глубиной 130 м.

5. Назовите типовые сечения разведочных шурфов.  
 6. Опишите устройство шурфа прямоугольного сечения с венцовой крепью.

7. Опишите устройство напорного грейфера.  
 8. Опишите устройство установки ЭО-4321 для проходки шурфов.  
 9. Приведите классификацию венцовых крепей шурфов.  
 10. Приведите классификацию кольцевых крепей шурфов.  
 11. Как определяется глубина шпура при проходке шурфов.  
 12. Назовите схемы расположения шпуров при проходке шурфов буровзрывным способом.

13. Опишите устройство порталной рамы штольни.  
 14. Нарисуйте схему бурения шпуров в забое штольни.  
 15. Назовите состав оборудования в забое штольни.  
 16. Приведите схемы возведении временных предохранительных крепей при проходке штолен.

17. Для чего используются разведывательные канавы.  
 18. Как определяется глубина канавы.  
 19. Приведите формы поперечного сечения разведывательных канав.

20. Назовите значения углов естественного откоса горных пород.

21. Назовите виды крепей разведочных канав.

22. Что такое «разведочный копуш».
23. Какие технологии используются при проходке разведочных траншей.
24. Какие факторы влияют на параметры траншеи.
25. Назовите варианты проведения траншей бульдозерами.
26. Нарисуйте схемы расположения взрывных скважин при проведении траншей.

## **Раздел 2: Горные машины для механизации проведения подземных разведочных выработок**

### **2.1. Типы и типоразмеры бурильных машин**

1. Назовите классификацию и назначение пневматических перфораторов.
2. Назовите назначение, область применения и параметры переносных перфораторов.
3. Назовите назначение, область применения и параметры колонковых перфораторов.
4. Назовите назначение, область применения и параметры телескопных перфораторов.
5. Приведите классификацию бурильных машин типа УБШ.
6. Опишите особенности конструкции перфоратора типа ПП.
7. Опишите особенности конструкции перфоратора типа ПК.
8. Опишите особенности конструкции перфоратора типа ПТ.
9. Назовите состав вспомогательного оборудования для перфораторов.
10. Приведите конструктивные особенности буровых штанг.
11. Как классифицируются буровые коронки.
12. Опишите устройство буровых коронок.
13. Какими твердосплавными материалами оснащают буровые коронки.
14. Назовите физические свойства твердых сплавов.
15. Назовите механические свойства твердых сплавов.
16. Какие компрессорные установки питают воздухом перфораторы.
17. Приведите классификацию, назначение и область применения гидравлических перфораторов.
18. Опишите особенности конструкции гидравлической буровой головки ГБГ6.

19. Опишите особенности конструкции бурильной машины УБШ-302.

20. Опишите особенности конструкции манипулятора типа УТС бурильной машины.

21. Для чего предназначены анкеры, приведите их классификацию.

22. Опишите конструктивные особенности металлических анкероустановщиков.

23. Опишите конструктивные особенности сталеполлимерных анкероустановщиков.

24. Какие ампулы используются для крепления анкероустановщиков.

25. Чем отличаются анкерные крепи первого и второго уровней.

26. Что такое анкерная крепь глубокого заложения.

27. Назовите четыре направления создания анкероустановщиков.

28. Опишите конструктивные особенности установки анкерного крепления УАК1.

29. Укажите назначение, область применения, конструктивные особенности анкероустановщиков типов MQT и MQTB.

30. Опишите конструктивные особенности анкероустановщика КГА-М.

31. Опишите конструктивные особенности бурильной установки типа БГА.

32. Опишите конструктивные особенности бурового станка типа БГА-2М.

33. Укажите назначение, область применения буровых установок компании Atlas Copco Robbins.

## **2.2. Типы и типоразмеры проходческих комбайнов**

1. Укажите назначение, область применения проходческих комбайнов для проведения подземных разведочных выработок.

2. Опишите конструктивные особенности проходческого комбайна КП-21.

3. Опишите конструктивные особенности исполнительного органа проходческого комбайна КП-21.

4. Опишите конструктивные особенности питателей проходческого комбайна КП-21.

5. Опишите конструктивные особенности ходовой части проходческого комбайна КП-21.

6. Опишите конструктивные особенности конвейера проходческого комбайна КП-21.

7. Опишите конструктивные особенности проходческого комбайна СМ-130К.

8. Опишите конструктивные особенности исполнительного органа проходческого комбайна СМ-130К.

### **Раздел 3: Горные машины для механизации проведения открытых разведочных выработок**

#### **3.1. Типы буровых станков**

1. Опишите конструктивные особенности бурильной установки типа УБСР.

2. Приведите классификацию, назначение и область применения шурфобуров.

3. Опишите конструктивные особенности дискового шурфобура.

4. Опишите конструктивные особенности шнекового шурфобура.

5. Опишите конструктивные особенности ковшового шурфобура.

6. Опишите конструктивные особенности аккумулярующих шурфобуров.

7. Приведите классификацию, назначение и область применения стволовых буров.

8. Опишите конструктивные особенности стволового бура типа КАШБ.

9. Опишите конструктивные особенности стволового бура типа КАГБ.

10. Укажите назначение, область применения стволовых буров компании Atlas Copco.

#### **3.2. Типы и типоразмеры выемочно-погрузочных машин**

1. Назначение, область применения экскаваторов.

2. Опишите конструктивные особенности экскаватора Э-153А.

3. Опишите конструктивные особенности экскаватора Э-2515.

4. Опишите конструктивные особенности экскаватора Э-5015.

5. Опишите конструктивные особенности экскаватора ЭО-4121

6. Назначение, область применения бульдозеров.

7. Опишите конструктивные особенности бульдозера модели ДЗ.

8. Опишите конструктивные особенности бульдозера Д-494А.

9. Опишите конструктивные особенности бульдозера Д-686.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная литература*

1. Сулакшин, С. С. Бурение геологоразведочных скважин: Справочное пособие. – М.: Недра, 1991. – 334 с.
2. Ребрик, Б. М. Бурение инженерно-геологических скважин: Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1990. – 336 с.
3. Проведение горизонтальных горноразведочных выработок скоростным методом: Справочное пособ./В.Г.Лукиянов, Л.Г. Грабчак, В.Ф. Рогов и др. . – М.: Недра, 1989. – 324 с.
4. Лукьянов, В.Г. Технология проведения горноразведочных выработок: Учебник для вузов/ В.Г.Лукиянов, А.Д. Громов, Н.П. Пинчук; Том. политехн. ун-т. –Томск.: Издательство Томского ун – та, 2004. – 468 с.
5. Грабчак, Л.Г. Горноразведочные работы/ Л.Г. Грабчак, Ш.Б. Багдасаров, С.В. Илюхин и др.; под ред. Л.Г. Грабчака: Учебник для вузов. – М.: Высш. шк., 2003. – 661 с.
6. Шехурдин, В.К. Горное дело: Учебник для техникумов. – М.: Недра, 1987. – 440 с.
7. Васильев, В. М. Перфораторы: Справочник. – М.: Недра, 1989. – 216 с.
8. Горнопроходческие машины и комплексы: Учеб. для вузов/ Л.Г. Грабчак, В.И. Несмотряев, В.И. Шендеров, Б.Н. Кузовлев. – М.: Недра, 1990. – 336 с.
9. Горные машины и оборудование подземных горных работ. Режущий инструмент горных машин : учеб. пособие / А. А. Хорешок, Л. Е. Маметьев, А. М. Цехин, А. Ю. Борисов; КузГТУ. – Кемерово, 2012. – 288 с.  
(<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90684&type=utchposob:common>)
10. Иванов, К. И. Техника бурения при разработке месторождений полезных ископаемых / К. И. Иванов, В. А. Латышев, В. Д. Андреев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1987. – 272 с.
11. Медведев, И. Ф. Режимы бурения и выбор буровых машин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1986. – 223 с.
12. Каталог горношахтного и строительного оборудования. – Atlas Corco. – 106 с.
13. Анкерное крепление горных выработок за рубежом: анализ опыта создания, становления и современного состояния / П. В. Егоров, А. В. Ремезов, С. Е. Решетов и др.; под ред П. В.Егорова;

Акад. горн. наук, Кемер.отд-ние; Кемерово.: Кузбассвуиздат, 2001 . – 211 с.

14. Анкерное крепление на шахтах Кузбасса и дальнейшее его развитие [Электронный ресурс] учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Подзем. разработка месторождений полез. ископаемых", "Шахтн. и подзем.стр-во" и "Физ. процессы горн. пр-ва" направления подготовки дипломир. специалистов "Горн. дело" под ред. А. В. Ремезова; ГОУ ВПО "Кузбас. гос. техн. ун-т" Кемерово.: Кузбассвуиздат, 2005. – 471 с.

(<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90256&type=utchposob:common>)

15. Сафохин, М. С. Горные машины и оборудование : учеб. для вузов / М. С. Сафохин, Б. А. Александров, В. И. Нестеров. – М. : Недра, 1995. – 463 с.

16. Оборудование для проведения наклонных и горизонтальных выработок угольных шахт. Каталог-справочник / А. В. Дуб, В. А. Чернов; под общ. ред. В. М. Щадова. – М.: ЦП «Васиздаст», 2007. – 124 с.

17. Клорикьян, С. Х. Машины и оборудование для шахт и рудников: Справочник / С. Х. Клорикьян, В. В. Старичнев, М. А. Сребный и др. – 7-е изд., репринтн., с матриц 5-го изд. (1994 г.). – М.: Изд-во МГГУ, 2002. – 471 с.

18. Новиков, Г. П. Справочник по бурению скважин на уголь / Г. П. Новиков, О. К. Белкин, Л. К. Ключев [и др.]. – М.: Недра, 1988. – 256 с.

19. Масленников, И. К. Инструмент для бурения скважин. Справочное пособие / И. К. Масленников, Г. И. Матвеев. – М.: Недра, 1981. – 335 с.

20. Сафохин, М. С. Машинист буровой установки на карьерах / М. С. Сафохин, Б. А. Катанов. – М.: Недра, 1992. – 312 с.

21. Бурение разведочных скважин / под общ. ред. Н. В. Соловьева. – М.: Высшая школа, 2007. – 904 с.

22. Черемисина, Л. П. Разведочное бурение. Владивосток: Дальневост. гос. техн. ун-т, 1999. – 105 с.

23. Буровой инструмент для геологоразведочных скважин: Справочник / Н. И. Корнилов, Н. Н. Бухарев, А. Т. Киселев [и др.]. – М.: Недра, 1990. – 395 с.

24. Подэрни, Р. Ю. Механическое оборудование карьеров [Электронный ресурс]: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Горные машины и оборудование» направления под-

готовки дипломированных специалистов «Технолог. Машины и оборудование», – М: МГГУ, 2007. – 680 с.

(<http://www.biblioclub.ru/book/99349>)

25. Экскаваторы на карьерах. Конструкция, эксплуатация, расчет [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Открытые горные работы» направления подготовки «Технологические машины и оборудование» / В.С. Квагинидзе, Ю.А. Антонов, В.Б. Корецкий, Н.Н. Чунейкин. – М.: “Горная книга”, 2011. – 409 с.

(<http://www.biblioclub.ru/book/69842>)

26. Квагинидзе, В.С. Эксплуатация карьерного оборудования / В.С. Квагинидзе, В.Ф. Петров, В.Б. Корецкий. – М.: “Мир горной книги”, Изд-во МГГУ, Изд-во “Горная книга”, 2007. – 587 с.

27. Бульдозеры на карьерах: Конструкции, эксплуатация, расчет / В. С. Квагинидзе [и др.]. – М.: Недра, 2011. – 396 с.

### ***Дополнительная литература***

28. Каталог продукции – ВБМ-групп, ОАО «Уралбурмаш», 2008. – 41 с.

29. Каталог “Твердосплавные изделия для бурового инструмента”. – Кировоградский завод твердых сплавов. – 56 с.

30. Городниченко, В. И. Основы горного дела [Электронный ресурс]: учебник для вузов / В. И. Городниченко, А. П. Дмитриев. – М.: изд-во Горная книга, изд-во МГГУ, 2008. – 464 с.

(<http://www.biblioclub.ru/book/79059>)

### ***Методические указания***

1. Режущий инструмент горных машин : методические указания для выполнения лабораторной работы по дисциплине «Горные машины и оборудование подземных разработок» для студентов специальности 150402 «Горные машины и оборудование» всех форм обучения / А. М. Цехин, А. Ю. Борисов, А. А. Хорешок; ГОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т», Каф. горн. машин и комплексов, Кемерово, 2010. – 27 с.

(<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=4515>)

2. Основы эксплуатации рабочего инструмента горных машин : методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Основы эксплуатации горных машин и оборудования» для студентов специальности 150402 «Горные машины и оборудование» всех

форм обучения / Л. Е. Маметьев, А. А. Хорешок, А. Ю. Борисов; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. горн. машин и комплексов, Кемерово, 2012. – 34 с.

(<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=5020>)

3. Раздавливающий инструмент горных машин : методические указания для выполнения лабораторной работы по дисциплинам: «Горные машины и оборудование подземных разработок», «Механическое оборудование карьеров» для студентов специальности 150402 «Горные машины и оборудование» всех форм обучения / А. М. Цехин, А. Ю. Борисов, А. А. Хорешок; ГОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т», Каф. горн. машин и комплексов, Кемерово, 2010. – 29 с.

(<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=4580>)

4. Конструкция и параметры бурового инструмента карьерных буровых станков : методические указания к лабораторным работам и практическим занятиям по дисциплине «Механическое оборудование карьеров» для студентов специальности 150402 «Горные машины и оборудование», по дисциплине «Горные машины и оборудование» специальности 130403 «Открытые горные работы» всех форм обучения / А. М. Цехин, М. К. Хуснутдинов, А. Ю. Борисов; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. горн. машин и комплексов, Кемерово, 2012. – 31 с.

(<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=5022>)

5. Изучение конструкций шарошечного инструмента : методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Буровые станки и бурение скважин» для студентов специальности 130101.65 «Прикладная геология» специализация «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых» / А. М. Цехин, А. Ю. Борисов; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. горн. машин и комплексов, Кемерово, 2013. – 25 с.

(<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=5649>)

6. Изучение конструкций твердосплавного инструмента : методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Буровые станки и бурение скважин» для студентов специальности 130101.65 «Прикладная геология» специализация «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых» / А. М. Цехин, А. Ю. Борисов; ФГБОУ ВПО

«Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. горн. машин и комплексов, Кемерово, 2013. – 30 с.

(<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=5896>)

7. Бурильные установки для подземного бурения скважин : методические указания для выполнения лабораторной работы по дисциплине «Горные машины и оборудование подземных разработок» для студентов специальности 150402 «Горные машины и оборудование» всех форм обучения / А. М. Цехин, А. Ю. Борисов, А. А. Хорешок; ГОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т», Каф. горн. машин и комплексов, Кемерово, 2010. – 27 с.

(<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=1276>)

8. Изучение конструкций бурильных машин : методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Горные машины и проведение горных выработок» для студентов специальности 130101.65 «Прикладная геология», специализация «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых» / А. М. Цехин, А. Ю. Борисов; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. горн. машин и комплексов, Кемерово, 2013. – 33 с.

(<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=5705>)

9. Буровые станки и бурение скважин [Электронный ресурс]: методические указания к самостоятельной работе для студентов специальности 130101.65. Прикладная геология, специализации. Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых очной формы обучения / А. М. Цехин, А. Ю. Борисов. – Кемерово: КузГТУ, 2013. – 19 с.

(<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=3026>)

10. Горные машины и проведение горных выработок [Электронный ресурс]: методические указания к самостоятельной работе для студентов специальности 130101.65. Прикладная геология, специализации. Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых очной формы обучения / А. М. Цехин, А. Ю. Борисов. – Кемерово: КузГТУ, 2013. – 23 с.

(<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=3153>)

11. Эксплуатация и техническое обслуживание одноковшовых экскаваторов: методические указания для выполнения лабораторной работы по дисциплине «Основы эксплуатации горных машин и оборудования» для студентов специальности 150402 «Горные ма-

шины и оборудование», по дисциплине «Эксплуатация карьерного оборудования» для студентов специальности 130403 «Открытые горные работы» всех форм обучения / А. А. Хорешок, М. К. Хуснутдинов, А. Ю. Борисов, П.В. Буянкин, Ю. В. Дрозденко; ГОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т», Каф. горн. машин и комплексов, Кемерово, 2008. – 33с.

(<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=3550>)

12. Перфораторы : методические указания для выполнения лабораторной работы по дисциплине «Горные машины и оборудование подземных разработок» для студентов специальности 150402 «Горные машины и оборудование» всех форм обучения / А. М. Цехин, А. Ю. Борисов, А. А. Хорешок; ГОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т», Каф. горн. машин и комплексов, Кемерово, 2009. – 31с.

(<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=4053>)

13. Изучение конструкций проходческих комбайнов : методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Горные машины и проведение горных выработок» для студентов специальности 130101.65 «Прикладная геология» специализация «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых» / А. М. Цехин, А. Ю. Борисов; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. горн. машин и комплексов, Кемерово, 2013. – 28 с.

(<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=5651>)

14. Проходческий комбайн 1ГПКС: методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплинам: «Горные машины и оборудование подземных разработок», «Основы проектирования горных машин и оборудования» для студентов специальности 150402 «Горные машины и оборудование» всех форм обучения / Л. Е. Маметьев, А. А. Хорешок, Н. Н. Городилов, А. Ю. Борисов; ГОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т», Каф. горн. машин и комплексов, Кемерово, 2010. – 29с.

(<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=4162>)

15. Основы эксплуатации проходческих комбайнов типа 1ГПКС: методические указания для выполнения лабораторной работы по дисциплине «Основы эксплуатации горных машин и оборудования» для студентов специальности 150402 «Горные машины и оборудование» всех форм обучения / Л. Е. Маметьев, А. А. Хоре-

шок, Н. Н. Городилов, А. Ю. Борисов; ГОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т», Каф. горн. машин и комплексов, Кемерово, 2010. – 31с.

(<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=4175>)

16. Проходческий комбайн СМ-130К: методические указания для выполнения лабораторной работы по дисциплине «Основы эксплуатации горных машин и оборудования» для студентов специальности 150402 «Горные машины и оборудование» всех форм обучения / Л. Е. Маметьев, А. А. Хорешок, Н. Н. Городилов, А. Ю. Борисов; ГОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т», Каф. горн. машин и комплексов, Кемерово, 2010. – 27с.

(<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=4164>)

17. Основы эксплуатации проходческого комбайна СМ-130К: методические указания для выполнения лабораторной работы по дисциплине «Основы эксплуатации горных машин и оборудования» для студентов специальности 150402 «Горные машины и оборудование» всех форм обучения / Л. Е. Маметьев, А. А. Хорешок, Н. Н. Городилов, А. Ю. Борисов; ГОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т», Каф. горн. машин и комплексов, Кемерово, 2010. – 28с.

(<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=4033>)

18. Проходческий комбайн КП21 : методические указания для выполнения лабораторной работы и практического занятия по дисциплинам: «Горные машины и комплексы», «Выемочные машины», «Конструирование горных машин и оборудования» специальности 130400.65 «Горное дело» специализации 130409.65 «Горные машины и оборудование» всех форм обучения / А. М. Цехин, Л. Е. Маметьев, А. Ю. Борисов; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. горн. машин и комплексов, Кемерово, 2013. – 33 с.

(<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=1368>)

19. Эксплуатация проходческого комбайна КП21 : методические указания для выполнения лабораторной работы по дисциплине «Эксплуатация горных машин и оборудования» для студентов специальности 130400.65 «Горное дело» специализации 130409.65 «Горные машины и оборудование» всех форм обучения / А. М. Цехин [и др.]; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. горн. машин и комплексов, Кемерово, 2013. – 33 с.

(<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=3331>)

### **Периодические издания:**

1. Горные машины и электрооборудование  
<http://www.novtex.ru/gormash>
2. Вестник КузГТУ  
[http://www.kuzstu.ru/science/scientific\\_editions/kuzstu\\_vestnik/index.php](http://www.kuzstu.ru/science/scientific_editions/kuzstu_vestnik/index.php)
3. Уголь <http://www.ugolinfo.ru/>
4. Горная промышленность <http://www.mining-media.ru/>
5. Глюкауф <http://www.gluckauf.ru/>
6. Горный информационно-аналитический бюллетень  
<http://www.giab-online.ru/>
7. Минеральные ресурсы России. экономика и управление  
<http://www.geoinform.ru/?an=mrr1>
8. Недропользование-XXI век [http://naen.ru/page\\_pid\\_385.aspx](http://naen.ru/page_pid_385.aspx)
9. Разведка и охрана недр <http://rion-journal.com>
10. Геология и разведка <http://www.msgpa.ru/science/zhurnal>

### **ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ**

#### ***Твердые сплавы, режущие инструменты, приспособления***

1. ОАО «Кировоградский завод твердых сплавов»  
<http://www.kzts.ru>
2. ОАО «ТВЕРДОСПЛАВ»  
<http://tverdosplav.ru>
3. ООО «Торговый Дом Горный инструмент»  
<http://www.grins.ru>
4. ЗАО «БЕЛТЕХНОЛОГИЯ и М»  
<http://www.beltechnologia.com/product/cutters>  
[http://www.beltechnologia.com/cutters/cutters\\_gor.htm](http://www.beltechnologia.com/cutters/cutters_gor.htm)  
<http://www.beltechnologia.com/product/rezec.php>
5. «Kennametal Inc.»  
<http://www.kennametal.com>
6. «БЕТЕК GmbH & Co.KG»  
<http://www.betek.de>
7. ООО «Компания РИТС»  
<http://www.ritscomp.ru>
8. ЗАО «НПП имени М.И. Платова»  
<http://www.zaoplatov.ru/equipment/miner?n=127>
9. НТС «Украина»  
<http://www.nts-service.com.ua>

10. ЗАО «СИПРсОП»  
[http://www.sipr.by/product/t\\_cut\\_tools.html](http://www.sipr.by/product/t_cut_tools.html)
11. ООО «Техпоставка»  
<http://www.tehpostavka.com>
12. МЧП фирма «Апрель»  
<http://aprilgri.dp.ua>
13. «THIELE GmbH & Co.»  
<http://www.thiele.de>
14. ООО НПП «Сибирские горнопромышленники»  
[http://sibgp.ucoz.ru/index/rezcy\\_dlja\\_shakhtnykh\\_kombajnov/0-5](http://sibgp.ucoz.ru/index/rezcy_dlja_shakhtnykh_kombajnov/0-5)  
[http://sibgp.ucoz.ru/index/universalnyj\\_rezec/0-7](http://sibgp.ucoz.ru/index/universalnyj_rezec/0-7)

### ***Буровая техника***

15. ОАО «ВБМ-групп»  
<http://vbm.ru>
16. ОАО «Уралбурмаш»  
<http://ubm.ru>
17. ЗАО «Управляющая горная машиностроительная компания РУДГОРМАШ»  
<http://www.rudgormash.ru>
18. ОАО «Брянковский завод бурового оборудования»  
(Буровые станки ЗИФ-1200МРК, СКБ-41, установка УКБ4-СА4) <http://www.bzbo.ru>
19. ОАО «Алтайгеомаш» (Буровые станки и установки ЗИФ, УКБ, УСБ, ПБУ)  
<http://ageomash.ru>
20. ООО ТД «Алтайгеобурмаш»  
<http://altaygeoburmash.ru>
21. «Сибгеотехника»  
<http://sibgeotehnika.ru>
22. ООО «Сибгеотехкомплект»  
<http://www.bmto.ru>
23. ООО «ПетроБурСервис»  
<http://www.petroburservis.ru/article68.php>
24. ООО «Партия 76» <http://www.partiya76.ru>
25. ОАО «Кировоградский завод твердых сплавов»  
<http://www.kzts.ru>
26. ОАО «ТВЕРДОСПЛАВ»  
<http://tverdosplav.ru>

27. ЗАО «Белгородский завод горного машиностроения»  
<http://www.belgormash.ru>
28. «Завод Буровых Технологий»  
<http://www.zavodbt.ru>
29. ЗАО «Александровский завод бурового оборудования»  
<http://www.azbo.ru>
30. «РосПромБур»  
<http://rosprombur.ru>
31. ЗАО «Геомаш-Центр»  
<http://www.geomash.ru>
32. ООО «ОптРегионСнаб»  
<http://www.metallsbyt.ru/production/doloto.php>
33. «Группа компаний ТСЗП»  
<http://www.tspc.ru/about/lit/drillingbit>
34. «Буровой портал»  
<http://drillings.ru>
35. ООО «Буртехснаб»  
<http://bts-ekb.ru>
36. «UNITOOLS»  
<http://unitools.ru>
37. «Atlas Copco»  
<http://www.atlascopco.ru>
38. «BakerHughes»  
<http://www.bakerhughes.com>
39. «Smith Bits & Smith Services»  
[http://www.slb.com/services/smith\\_bits\\_smith\\_services.aspx](http://www.slb.com/services/smith_bits_smith_services.aspx)
40. «National Oilwell Varco»  
[http://www.nov.com/Drilling/Drill\\_Bits.aspx](http://www.nov.com/Drilling/Drill_Bits.aspx)
41. «TORQUATO DRILLING ACCESSORIES»  
<http://www.dthhammers.net/torquato>
42. «Sandvik Tamrock»  
<http://www.miningandconstruction.sandvik.com>
43. «Bucyrus International, Inc.»  
<http://www.bucyrus.com>
44. «MICON-Drilling GmbH »  
<http://www.micon-drilling.de>
45. Угольный портал  
<http://coal.dp.ua>

46. Горная Техника: номенклатурный справочник  
<http://www.gortehno.ru>
47. Горная энциклопедия  
<http://www.mining-enc.ru>

### *Экскаваторы*

48. Машиностроительная корпорация  
<http://www.uralmash.ru>
49. Группа ОМЗ, ООО “ИЗ-КАРТЭКС”  
<http://www.omz.ru/rus/segments/mineq/kartex/index.wbp>
50. Все об экскаваторах  
<http://exkavator.ru>
51. Экскаваторы P&H  
<http://www.phmining.com/en/PHMining/Mining-Equipment/Electric-Shovels.htm>
52. Экскаватор P&H 2800XPB на Бачатском разрезе  
[http://maxi-exkavator.ru/news/inf\\_news/~id=694](http://maxi-exkavator.ru/news/inf_news/~id=694)
53. Экскаватор P&H 4100XPB в работе  
[http://www.stroyteh.ru/publication/Kanatnyi\\_ehkskavator\\_PH\\_4100\\_XPB\\_Video](http://www.stroyteh.ru/publication/Kanatnyi_ehkskavator_PH_4100_XPB_Video)
54. Ковши для экскаваторов  
<http://gidromolot.tradicia-k.ru/categories/index.php?id=467>
55. «Terex»  
<http://www.terex.com>
56. «МАКСИ Экскаватор РУ»  
<http://maxi-exkavator.ru/excapedia>
57. «Mining Solutions»: Atlas Copco, Komatsu  
<http://www.mining-solutions.ru>

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                 |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Предисловие.....                                                                                | 3         |
| <b>1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПРОВЕДЕНИЯ<br/>РАЗВЕДОЧНЫХ ВЫРАБОТОК.....</b>                       | <b>4</b>  |
| 1.1. Условия проведения выработок.....                                                          | 4         |
| 1.2. Технология проведения подземных горноразведочных<br>выработок.....                         | 9         |
| 1.2.1. Типовые сечения горизонтальных выработок .....                                           | 9         |
| 1.2.2. Технологическая схема проведения подэтажных<br>выработок.....                            | 18        |
| 1.2.3. Буро-взрывной способ проведения горноразведочных<br>выработок.....                       | 19        |
| 1.2.4. Крезь горизонтальных горноразведочных выработок...                                       | 23        |
| 1.2.5. Технология проходки восстающих.....                                                      | 30        |
| 1.3. Технология проведения открытых горноразведочных<br>выработок.....                          | 34        |
| 1.3.1. Типовые сечения стволов разведочных шахт.....                                            | 34        |
| 1.3.2. Технологические схемы проходки геологоразведочных<br>стволов.....                        | 37        |
| 1.3.3. Типовые сечения разведочных шурфов.....                                                  | 42        |
| 1.3.4. Схемы проведения разведочных штолен.....                                                 | 53        |
| 1.3.5. Схемы проведения разведочных канав.....                                                  | 58        |
| 1.3.6. Схемы проведения разведочных траншей.....                                                | 62        |
| <b>2. ГОРНЫЕ МАШИНЫ ДЛЯ МЕХАНИЗАЦИИ<br/>ПРОВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ РАЗВЕДОЧНЫХ<br/>ВЫРАБОТОК.....</b> | <b>64</b> |
| 2.1. Типы и типоразмеры бурильных машин.....                                                    | 64        |
| 2.1.1. Классификация и назначение пневматических<br>перфораторов.....                           | 65        |
| 2.1.2. Классификация и назначение бурильных машин<br>типа УБШ.....                              | 69        |
| 2.1.3. Устройство пневматических перфораторов.....                                              | 70        |
| 2.1.4. Вспомогательное и комплектующее оборудование.....                                        | 76        |
| 2.1.5. Материалы для твердосплавного инструмента.....                                           | 84        |
| 2.1.6. Компрессорные установки.....                                                             | 88        |
| 2.1.7. Классификация и назначение гидравлических<br>перфораторов.....                           | 89        |
| 2.1.8. Конструкция гидравлических перфораторных головок..                                       | 93        |

|                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.1.9. Конструкция бурильных машин типа УБШ.....                                          | 94  |
| 2.1.10. Станки и установки Atlas Copco Craelius AB<br>для подземного бурения.....         | 97  |
| 2.1.11. Бурильные машины для возведения анкерной крепи...                                 | 99  |
| 2.1.12. Бурильные установки для проведения восстающих<br>выработок в мягких породах.....  | 120 |
| 2.1.13. Бурильные установки для проведения восстающих<br>выработок в крепких породах..... | 122 |
| 2.2. Типы и типоразмеры проходческих комбайнов.....                                       | 123 |
| 2.2.1. Назначение и область применения комбайна КП21.....                                 | 125 |
| 2.2.2. Общее устройство комбайна КП21.....                                                | 127 |
| 2.2.3. Общее устройство проходческого комбайна СМ-130К..                                  | 134 |
| 3. ГОРНЫЕ МАШИНЫ ДЛЯ МЕХАНИЗАЦИИ<br>ПРОВЕДЕНИЯ ОТКРЫТЫХ РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТОК....           | 140 |
| 3.1. Типы буровых станков.....                                                            | 140 |
| 3.1.1. Устройство шурфобуров.....                                                         | 141 |
| 3.1.2. Устройство стволовых буров.....                                                    | 144 |
| 3.1.3. Стволовые буры для крепких пород.....                                              | 146 |
| 3.2. Типы и типоразмеры выемочно-погрузочных машин.....                                   | 147 |
| 3.2.1. Общее устройство экскаваторов .....                                                | 147 |
| 3.2.2. Общее устройство бульдозеров.....                                                  | 151 |
| КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....                                                                  | 158 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....                                                                    | 163 |
| ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ.....                                                                     | 170 |