

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ВЫСШЕЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



В.И. Бондаренко, Н.К. Руденко, В.Ю. Медяник

УГОЛЬНАЯ ШАХТА

Учебник для высших учебных заведений
образовательно-профессиональной программы подготовки
иностранных студентов
бакалавров и магистров по горному делу
отрасли знаний 18 Производство и технологии
специальности 184 Горное дело

Днепр
НГУ
2017

УДК 622.2
ББК 33.31
Б 81

Затверджено вченою радою Державного ВНЗ «Національний гірничий університет» як підручник для студентів освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів і магістрів з гірництва галузі знань 18 Виробництво та технології спеціальності 184 Гірництво (протокол № 11 від 06.09.2016).

Рецензенти:

Ю.Т. Хоменко, канд. геол.-мін. наук, проф., проректор з навчальної роботи ДВНЗ «НГУ»;

В.І. Бузило, д-р техн. наук, проф., директор гірничого інституту ДВНЗ «НГУ»;

В.І. Голінько, д-р техн. наук, проф. зав. кафедри аерології та охорони праці ДВНЗ «НГУ».

Бондаренко В.И.

Б 81 Угольная шахта: учебник для вузов / В.И. Бондаренко, Н.К. Руденко, В.Ю. Медяник ; М-во образования и науки Украины, Нац. горн. ун-т. – Днепр : НГУ, 2017. – 270 с.

ISBN 978-966-350-641-8

Даны базовые представления об угольной шахте.

Рассмотрены общие сведения о пластовых полезных ископаемых, понятия о шахте, технологическом комплексе поверхности.

Изложены вопросы проведения горных выработок, вскрытия и подготовки шахтных полей. Особое внимание уделено технологии выемки и средствам механизации в очистном забое. Рассмотрены также вопросы проветривания, водоотлива, маркшейдерии, обогащения, электроснабжения и структура управления горным предприятием.

Для образовательно-профессиональной программы подготовки иностранных студентов бакалавров и магистров по горному делу отрасли знаний 18 Производство и технологии специальности 184 Горное дело.

Ил. 118. Библиогр.: 51 наим.

УДК 622.2
ББК 33.31

ISBN 978-966-350-641-8

© В.И. Бондаренко, М.К. Руденко,
В.Ю. Медяник, 2017
© Державний ВНЗ «Національний
гірничий університет», 2017



БОНДАРЕНКО ВЛАДИМИР ИЛЬИЧ

Заведующий кафедрой подземной разработки месторождений Государственного высшего учебного заведения «Национальный горный университет».

Горный инженер доктор технических наук, профессор, действительный член Академии инженерных наук Украины, лауреат Государственной премии Украины в области науки и техники, заслуженный деятель науки и техники Украины. Известный научной общественности ученый и специалист в области геомеханики. Его деятельность посвящена системным научным исследованием в создании фундаментальных принципов эффективного использования геомеханической системы «горный массив-крепление» с учетом процессов и явлений влияющих на устойчивость подземных сооружений.

Автор двух научных открытий в области горной науки.



РУДЕНКО НИКОЛАЙ КОНСТАНТИНОВИЧ

Доцент кафедры подземной разработки месторождений, кандидат технических наук. Выполнял интернациональный долг в Республике Афганистан и имеет статус участника боевых действий. Опубликовал около 90 научных трудов, в том числе соавтор шести учебных пособий и 3 учебников для высших учебных заведений по направлению «Горное дело».

Научная деятельность направлена на исследование напряженно-деформированного состояния горных пород при разработке пластовых угольных месторождений для установления рациональных параметров систем разработки и охраны подготовительных выработок.



МЕДЯНИК ВЛАДИМИР ЮРЬЕВИЧ

Доцент кафедры подземной разработки месторождений, кандидат технических наук, Ph.D, Doctor of Philosophy.

Лауреат премии ГВУЗ «НГУ», стипендиат кабинета Министров Украины для молодых ученых.

В круг научных интересов входят геотехнологии горного дела (горные работы) и проектирования горного производства. В научном плане занимается рациональным инновационным проектированием и планированием прогрессивных технологий добычи месторождений полезных ископаемых на примере угольных шахт.

Автор четырех учебных пособий, двух монографий. Всего имеет под 100 научных работ, среди которых 11 патентов на изобретения и полезные модели.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебник «Угольная шахта» в таком виде не издавался ни в нашей стране ни на постсоветском пространстве.

В учебнике освещены общие базовые представления об угольной шахте, о технологических процессах, которые протекают в недрах Земли при добыче каменного угля.

Целью настоящего учебника является информационное обеспечение образовательно-профессиональной программы подготовки бакалавров и магистров по горному делу отрасли знаний 18 Производство и технологии специальности 184 Горное дело.

Инновационность учебника отражает:

- определенный процесс технологии и разработки угольных пластов подземным способом;
- доступность содержания для студентов, которая является основным требованием для учебной литературы.

В учебнике это реализовано за счет структурного и системного изложения учебного материала, использования совершенства литературного языка, качества иллюстраций, использования материалов современных достижений науки и техники, учтены также евроинтеграционные процессы, которые происходят в Украине и которые выдвигают определенные требования к содержанию учебной литературы.

Учебник состоит из отдельных глав. Вначале рассматриваются общие сведения о геологии и техники разведки месторождений полезных ископаемых. Затем даются общие понятия о шахте, технологическом комплексе поверхности. Рассмотрены вопросы проведения горных выработок, вскрытия, подготовки, технологии выемки угля в очистном забое, энергоснабжения, водоотлива, вентиляции и безопасности труда; транспортных систем и технологий; шахтного строительства, геотехники и геомеханики; стационарных машин и механизмов; обогащения полезных ископаемых; маркшейдерии и прочее, касающееся работы подземного горного предприятия.

Студентам представляются такие компетенции:

обоснование технологии и выбор механизации при проведении горных выработок; выбор схем вскрытия, подготовки и систем разработки для угольного месторождения; обоснование технологии выемки угля в очистном забое; установление параметров систем разработки с учетом фактора горного давления.

Системой знаний для этого служат:

общие сведения о полезных ископаемых и шахте; разработка пластовых угольных месторождений подземным способом; технология выемки угля в очистном забое; а также все структурные участки управления горным предприятием.

Учебник предназначен для повышения качества высшего образования, которое запланировано в нормативных документах, регламентирующих подготовку горных инженеров по специальности 184 Горное дело специализаций: инжиниринг горного дела; подземная разработка месторождений; аэрология и охрана труда; транспортные систем и технологии; шахтное строительство; геотехника и геомеханика; горная механика; обогащение полезных ископаемых; техника разведки месторождений полезных ископаемых; маркшейдерия; обработка природных материалов.

Содержание учебника базируется на обобщении учебной и научной литературы как Национального горного университета, так и других высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов.

Авторы благодарны директору учебно-методического управления НГУ проф. В.А. Салову за советы и рекомендации при написании рукописи, а также ассистенту кафедры подземной разработки месторождений Шаповалову Я.А. за компьютерный набор и оформление иллюстраций к тексту.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГЕОЛОГИИ

Учебные цели: опираясь на материал раздела, студент должен знать геологическое строение земной коры на территории Украины, какие полезные ископаемые залегают в недрах и разрабатываются в бассейнах страны

1.1. Геологическое строение земной коры

Земная кора в пределах территории Украины континентального типа и имеет мощность около 25 км. Наибольшей толщины в Украине земная кора достигает на Украинском щите и в Карпатах, а наименьшей в Закарпатье и под Чёрным морем. Представление о земной коре возникло в XVIII в. В то время ученые считали, что Земля образовалась из облака раскаленных газов. Охлаждаясь, это облако сгущалось до огненно-жидкого, уплотнялось и покрывалось с поверхности твердой коркой, под которой, как полагали, существует еще неостывшее жидкое ядро.

Теперь геофизики единодушно считают почти всю Землю твердой. По современным представлениям земная кора – это верхняя, твердая, в основном кристаллическая, сложно построенная оболочка земного шара с плотностью вещества у своей подошвы $2,9-3,2 \text{ г/см}^3$. Ниже коры лежит более плотная оболочка – мантия.

Толщина земной коры, строение, состав слагающих ее горных пород и их свойства резко различаются в разных частях материков и особенно в океанах. На рис. 1.1 показан разрез земной коры.

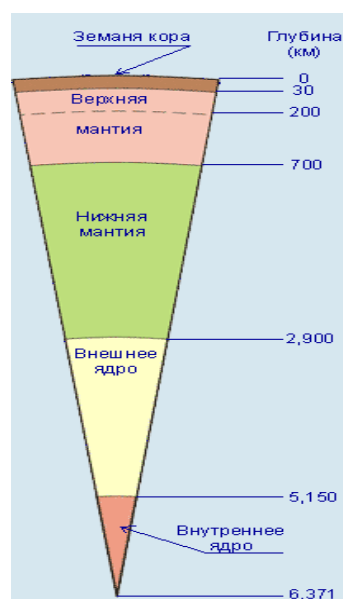


Рис.1.1. Состав земной коры

На материках кора состоит из трех слоев: *осадочного, гранито-гнейсового* и *базальтового*.

Названия их условны: они укоренились в геологии потому, что скорости распространения сейсмических волн в них близки к тем, которые наблюдались при прохождении через осадочные породы, граниты и базальты на поверхности Земли.

На рис. 1.2. показано строение земной коры на материках.

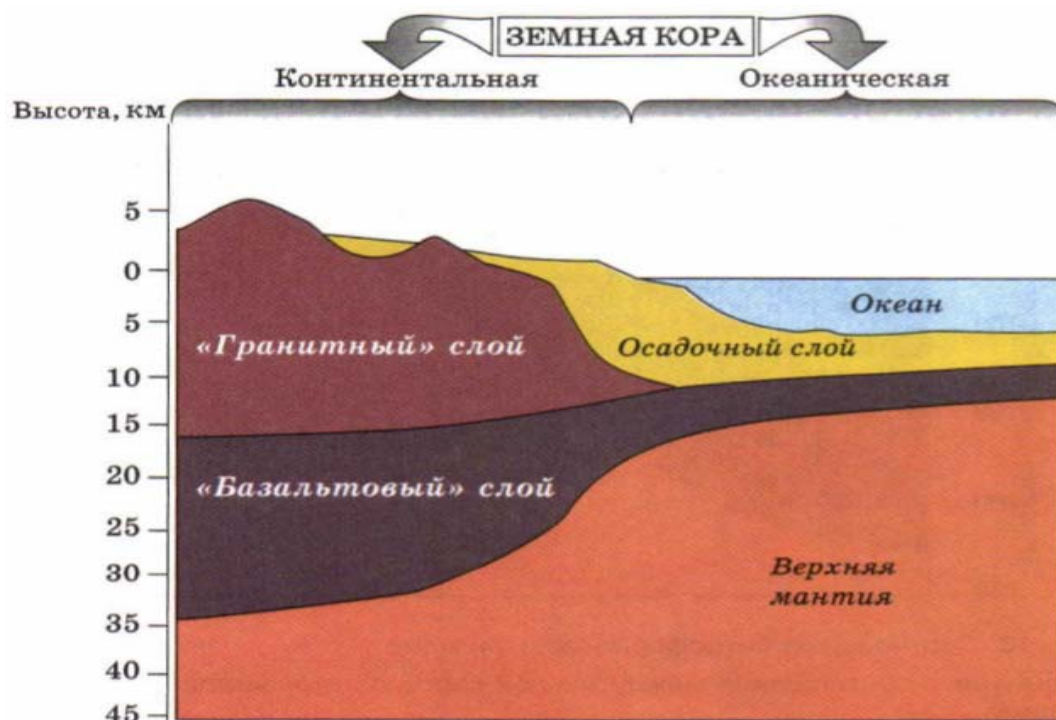


Рис. 1.2. Строение земной коры

В океанах гранитный слой отсутствует, а слой осадков очень тонкий – не более 2 км. В переходной области от материков к океанам кора промежуточного типа, с более мощным гранитным слоем.

В зоне вулканических дуг более утолщен гранитно-гнейсовый слой, а в срединно-океанических хребтах - базальтовый слой.

В горных странах кора почти вдвое толще (до 70-80 км), чем в равнинных, за счет утолщения осадочного и гранитного слоев. Строение Земли: оболочки земного шара, земная кора, верхняя мантия, нижняя мантия, внешняя часть ядра, переходная зона между внутренним и внешним ядром, внутреннее ядро.

Сопоставление химического состава Земли в целом, мантии и коры, а также всех трех основных слоев коры показывает, что от ядра к коре увеличивается содержание более легких элементов: кислорода, кремния, алюминия, калия, натрия.

Та же закономерность наблюдается в осадочной оболочке по сравнению с гранитным слоем, а в гранитном слое – по сравнению с базальтовым. Такое распределение веществ в Земле и коре, очевидно, связано с законом всемирного тяготения и его проявлением на Земле – силой тяжести.

В Украине расположен ряд разновозрастных тектонических регионов, среди которых – докембрийская Восточно-Европейская, палеозойские Скифская и Западно-Европейская платформы, киммерийские и альпийские складчатые сооружения, имеющие сложную геологическую историю и строение.

Украинский щит – одна из древнейших геологических структур Земли. Она протягивается через всю территорию страны с северо-запада (пос.Клёсов, Ровенская область) на юго-восток почти к Азовскому морю.

Площадь щита составляет около 180 тыс.км², длина – более 1000 км, а наибольшая ширина – 250 км. Восточно-Европейская платформа заходит в Украину своей юго-западной и южной частями и занимает значительную площадь равнинной Украины.

В зависимости от глубины залегания осадочной толщи в пределах платформы выделяют кристаллические щиты и массивы, плато, впадины и прогибы.

Фундамент украинской части Восточно-Европейской платформы образует Украинский щит, состоящий из твёрдых кристаллических докембрийских пород – гранитов, гнейсов, лабрадоритов, амфиболитов и др. Они выходят на поверхность в долинах рек на территории Ровенской, Житомирской, Черкасской, Днепропетровской, Запорожской и некоторых других областей. В западном направлении породы Украинского щита погружаются на глубину до 4 - 6 км. Здесь они покрыты мощным пластом палеозойских, мезозойских и кайнозойских отложений, образующих Волыно-Подольскую плиту.

Волыно-Подольская плита – краевая структура, на юго-западе ограниченная Карпатским передовым прогибом. Докембрийский фундамент в пределах Волыно-Подольской плиты находится на глубине 2 - 2,5 км. На его неровной поверхности, нарушенной тектоническими разломами, залегают отложения палеозоя.

Кембрийские породы обнажаются в долине р. Горынь и на Могилёвском Приднестровье.

Отложения ордовикской и силурийской систем (представленные карбонатными песчаниками и известняками) наиболее распространены вблизи г. Камень-Подольский, где формируют склоны долины Днестра и его притоков.

На неровной поверхности палеозойских пород несогласно залегают юрские и меловые отложения. Они представлены преимущественно мелом и мергелем, суммарная мощность мезозойских пород возрастает с востока (20 - 30 м) на за-

пад (600 - 800 м), палеогеновые пески, глины и песчаник обнажаются лишь на северо-востоке Волынского Полесья.

Значительные площади (преимущественно на юге) занимают неогеновые известняки, пески, глины и гипсы.

Антропогеновые отложения имеют почти сплошное распространение и представлены преимущественно лессовидными суглинками, а на Волынском Полесье-ледниковыми, водно-ледниковыми, аллювиальными и озёрными отложениями.

Северо-восточную часть Украины занимает юго-западный склон Воронежского кристаллического массива. Докембрийские породы залегают здесь на глубине от 150 до 970 м и перекрыты осадочными мезо-кайнозойскими отложениями пермского, юрского, мелового и палеогенового возраста.

Во многих местах Сумщины, Харьковщины и Луганщины (особенно на склонах речных долин) обнажаются мергели, известняки, мел, глауконитовые пески, песчаники и глины. В строении современного рельефа принимают участие отложения антропогена.

Между Украинским щитом и Воронежским кристаллическим массивом расположена Днепровско-Донецкая впадина – одна из самых глубоких впадин на Восточно-Европейской платформе. В осевой её части докембрийский фундамент находится на глубине 12 - 20 км.

Днепровско-Донецкая впадина заполнена преимущественно девонскими (мощность свыше 4 км) осадочными отложениями, карбоновыми (3,7 км), пермскими (1,9 км), триасовыми (450 м), юрскими (650 м), меловыми (650 м), палеогеновыми (250 м) и неогеновыми (30 м) породами. К девонским и карбоновым породам в Днепровско-Донецкой впадине приурочены месторождения **нефти и газа**.

Пермские отложения представлены пёстрыми глинами, известняками, доломитами и гипсами. В толще триасовых пород (глин, песков, песчаников и мергелей) расположена часть месторождений **газа**.

Из мезо-кайнозойских отложений в пределах Днепровско-Донецкой впадины обнажаются юрские (на юго-западном склоне), меловые, палеогеновые и неогеновые породы. Наиболее распространены палеогеновые пески, песчаники, мергели и глины. Палеогеновые и неогеновые отложения перекрыты антропогеновыми аллювиальными песками, моренными глинами и лессовидными суглинками.

В геологическом строении Донецкой складчатой области принимают участие дислоцированные девонские, карбоновые и пермские отложения. Наиболее древние, девонские, отложения распространены в бассейне р. Мокрая Волноваха и представлены известняками, сланцами, песчаниками, базальтами и туфами.

Особенно большое значение имеют карбоновые отложения, мощность которых составляет 10 - 12 км. Это сланцы, известняки, песчаники, среди которых залегают многочисленные (более 200) пласты **каменного угля** – уже более двух веков главного полезного ископаемого Донбасса.

В северо-западной части Донецкого бассейна встречаются пермские, триасовые и юрские песчано-глинистые породы. На склонах возвышенностей обнажаются меловые отложения (мергели, мел), на периферии Донбасса встречаются палеогеновые глины, пески, мергели, а на юго-востоке неогеновые пески и глины.

С юга к Восточно-Европейской платформе прилегает скифская плита. Глубина залегания её фундамента в Причерноморье изменяется с севера на юг от 3 до 6 км, а в пределах Симферопольско-Евпаторийского поднятия фундамент находится на глубине 0,5 - 1,5 км.

Палеозойские отложения выявлены только с помощью буровых скважин на большой глубине.

Значительное распространение и большую мощность имеют здесь мезозойские породы. В западной части Причерноморья выявлены триасовые отложения; большой мощности (свыше 1 км) достигают юрские породы, среди которых осадочные и вулканогенные образования.

Почти повсеместно распространены меловые отложения, формирующие осадочный чехол значительной мощности (0,4 - 1 км).

Палеогеновые породы обнажаются в долинах рек в северной части Причерноморской впадины, а дальше на юг они погружены под неогеновые отложения и представлены мергелями, известняками, песчаниками и глинами. Важную роль в строении Причерноморской впадины играют неогеновые отложения, покрывающие всю её территорию и представленные известняками, песками, песчаниками и глинами мощностью более 200 м.

Киммерийские и альпийские складчатые структуры в Украине представлены Крымскими горами и Украинскими Карпатами.

Современные Крымские горы, имея разрушенные киммерийские структуры (Качинская, Южнобережная), образовались в основном вследствие альпийского орогенеза.

В составе Крымской складчатой структуры выделяются поднятия и прогибы, осложненные разрывными дислокациями и лакколитами. основную роль в геологическом строении Крымских гор играют мезозойские отложения. Главная гряда Крымских гор сформирована из глинистых триасовых сланцев, песчаников и юрских флишевых пород.

Внутренняя гряда построена из меловых глин и известняков и палеогеновых мергелей, известняков и песков. Неогеновые известняки и глины образуют Внешнюю гряду Крымских гор. Кроме осадочных, в строении Крымских гор важная роль принадлежит магматическим породам. Они встречаются на Южном берегу Крыма, в районе Феодосии, Белогорска и Симферополя. По характеру залегания - это лакколиты (Аюдаг, Кастэль и Партенит), древние вулканы (Карадаг), дайки и покровы, сложенные диоритами, липаритами, порфиритами и андезитами.

Магматические породы прорывают триасовые и частично юрские отложения, что свидетельствует о магматической деятельности по окончании юрского периода.

Керченский полуостров имеет складчатое строение и характеризуется наличием грязевых вулканов. В его сложном геологическом строении главную роль играют палеогеновые и неогеновые осадочные отложения.

Украинские Карпаты представляют собой часть Карпатского горного сооружения альпийского возраста. Они состоят из Карпатской сложной складчатой структуры, Предкарпатского прогиба и Закарпатской впадины.

Характерными особенностями тектонического строения Украинских Карпат является зональность структур, протягивающихся через весь регион с северо-запада на юго-восток, и наличие надвигов (скиб) с амплитудой горизонтального перемещения 15 - 20 км в направлении на северо-восток.

Предкарпатский прогиб состоит из Покутско-Бориславской, Самборской и Бильче-Волицкой зон. Закарпатская впадина разделяется Вулканическим хребтом на Солотвинскую и Чопскую (Мукачевскую) впадины.

Главную роль в геологическом строении Украинских Карпат играют меловые, палеогеновые и неогеновые отложения, но в пределах этой территории обнажаются и более древние породы.

На Раховском кристаллическом массиве распространены протерозой-палеозойские гнейсы, граниты, кварциты и сланцы. Здесь обнажаются палеозойские (преимущественно карбоновые) сланцы, кристаллические известняки и кварциты. Небольшое распространение имеют триасовые и юрские конгломераты, известняки, песчаники и мергели.

В долинах рек, ущельях, на крутых склонах хребтов обнажаются меловые мергели, известняки, песчаники и аргиллиты.

Палеогеновые отложения встречаются во всех тектонических зонах Карпат, и их суммарная мощность достигает нескольких тысяч метров. Среди отложений палеогеновой системы преобладают флишевые образования, созданные слоями песчаников, глин, мергелей и туфовых пород.

В Предкарпатье и Закарпатье значительно распространены неогеновые соленосные отложения, глины и пески.

1.2. Геологическое строение Донбасса

В угленосной толще Донбасса залегает 310 угольных пластов рабочей и нерабочей мощности, из которых 95 пластов относятся к отложениям нижнего карбона, 200 пластов к среднему карбону и 15 пластов к верхнему карбону. Суммарное количество угольных пластов, достигающих рабочей мощности, в среднем составляет 120 пластов, в том числе в отложениях нижнего карбона залегает 29 пластов, в среднем карбоне – 87 и в верхнем карбоне – 4 пласта. В бассейне разрабатывается 70 пластов, в том числе по различным районам от 2 до 40 пластов.

Большинство угольных пластов (до 70 %) имеет сложное строение. Простое строение имеют пласты мощностью до 0,6 - 0,7 м.

Прослои в угольных пластах представлены преимущественно глинистыми сланцами.

Мощность рабочих угольных пластов по Донбассу колеблется в широких пределах: от 0,5 до 1,5 - 1,8 м при средней мощности разрабатываемых пластов 0,7 - 1 м. Мощность некоторых угольных пластов достигает 2 - 2,5 м, но это относится преимущественно к отдельным небольшим участкам или группам шахтных полей.

В Донбассе преобладают пологие пласты угля.

Крутые пласты залегают в Центральном и Кадиевском районах и на отдельных участках в других районах.

Основными водоносными горизонтами в каменноугольной толще Донбасса являются известняки и песчаники. В отдельных районах бассейна меловые отложения и обводнённые третичные пески также являются крупными водоносными горизонтами. Наиболее высокой водоотдачей обладают известняки благодаря своей трещиноватости и мелкой закарстованности.

Песчаники имеют меньшую трещиноватость, но значительно большую мощность, достигающую 80 - 120 м., и являются наиболее крупными водоносными горизонтами, распространёнными на площади всего бассейна.

Глинистые сланцы и угольные пласты практически неводоносны, частично водоносными являются трещиноватые песчаные сланцы. Движение подземных вод в каменноугольной толще происходит по трещинам горных пород. Водообильность пород снижается с глубиной.

В пределах бассейна выявлено свыше 130 выдержанных водоносных горизонтов со значительными притоками. Некоторые водоносные горизонты выдерживаются на большей части бассейна, а часть их прослеживается только на территории отдельных его районов.

По своему химическому составу воды очень разнообразны.

В Центральной части бассейна преобладают воды сульфатно-карбонатного, сульфатного и сульфатно-хлоридного состава, а по катионам – кальциево-натриевые, натриево-кальциевые и натриево-кальциево-магневые. С глубиной минерализация вод повышается.

Вмещающие породы разрабатываемых угольных пластов имеют среднюю устойчивость. Преобладающими боковыми породами угольных пластов являются глинистые сланцы. В отдельных районах бассейна в связи с изменением литологического состава пород, слагающих отдельные свиты, преобладающими боковыми породами являются песчаники и песчаные сланцы, значительно реже известняки.

Механическая прочность горных пород крайне неравномерна и колеблется в широких пределах.

Угли Донецкого бассейна относятся к гумусовым. Сапропелитовые разновидности углей встречаются только в виде отдельных линз и угольных прослоев.

Угли пластов, залегающих в отложениях среднего и верхнего карбона, обладают почти одинаковым материнским растительным веществом, но имеют различные качественные показатели, что объясняется в основном их различной степенью углефикации, различной степенью восстановления и окисления в процессе их формирования, а также неодинаковой зольностью и сернистостью. Содержание фосфора в угле весьма незначительно. Наиболее чистые и мало-сернистые угли имеются в западном секторе Большого Донбасса (Южный и Западный Донбасс) и относятся к отложениям нижнего карбона.

В Донбассе установлено закономерное изменение содержания летучих веществ в углях с уменьшением их содержания в направлении с северо-запада на юго-восток и от стратиграфии вышележащих к нижележащим.

Выход летучих веществ колеблется в широких пределах – от 2 % (антрациты) до 50 % (длиннопламенные угли).

Зольность и содержание серы в углях колеблются в широких пределах. Среднее содержание природной золы в большинстве угольных пластов нахо-

дится в пределах 7 - 20 %. Малозольных углей с зольностью до 7 - 8 % в бассейне немного. В основном преобладают угли среднесернистые (1,5 - 3 %).

Угли Донецкого бассейна в основном имеют лёгкую и среднюю обогатимость.

1.3. Угленосность

Пласты и прослои углей характерны для всего разреза каменноугольной системы, для отложений верхнего палеогена и нижнего неогена северо-западной части бассейна.

Располагаются через каждые 20-40 м друг от друга; в восточной части бассейна – через 100 м. Общее количество пластов и прослоев в нижнем отделе каменноугольной системы около 100, в среднем – 200 и в верхнем – 15. Преобладающая часть рабочих пластов имеет мощность от 0,6 до 1,0 м.

В Донецком угольном бассейне распространены все основные марки каменных углей: длиннопламенные (Д), газовые (Г), жирные (Ж), коксовые (К), отощённо-спекающиеся (ОС), тощие (Т), полуантрациты (ПА) и антрациты (А), а также переходные от бурых углей к длиннопламенным.

Петрографический состав углей довольно однороден. Уголь относится к классу гумитов, содержащих иногда небольшие сапропелево-гумусовые прослои.

Для углей нижнего отдела каменноугольной системы характерны тонкие прослои липто-биолитов.

Интересным является тот факт, что эксплуатация большинства пластов углей сопровождается выделением газов, в т.ч. метана; по мере увеличения глубины газообильность, как правило, увеличивается.

Кроме угля, Донбасс богат и другими полезными ископаемыми: в северо-западной части имеется ряд месторождений природного газа (в т.ч. очень крупное – Шебелинское), в районе Артёмовска и Славянска разрабатываются месторождения каменной соли; в западной части Главной антиклинали – крупное Никитовское сурьмяно-ртутное месторождение; в Лисичанском районе и у Славянска – залежи мела (для содовой промышленности); в Амвросиевском и других районах – меловые мергели (для получения цемента). Имеются флюсовые известняки и доломиты (главным образом в Волновахском и Старобешевском районах), кварциты, огнеупорные глины и формовочные пески, песчаники, известняки и кристаллические породы, используемые для промышленного и жилищного строительства.

1.4. Общие сведения о полезных ископаемых

Минерально-сырьевая база Украины – одна из богатейших в мире по номенклатуре полезных ископаемых (120 видов) – представлена топливными (уголь, нефть, газ, горючие сланцы, торф), металлическими (железо, марганец, никель, титан, уран, хром, золото) и неметаллическими (каменная соль, каолин, огнеупорные глины, цементное сырье, флюсы, известняки) полезными ископаемыми. Такого объема достаточно для развития в стране отраслей промышленности, ориентированных на использование собственного сырья.

Сейчас в Украине разведано 94 вида полезных ископаемых и разрабатывается около 8000 месторождений. Особое значение для экономики имеют залежи марганцевой (75% запасов СНГ), железной (31%), титановой (40%) руд, каменного угля (25%), самородной серы (80%), каолина (60%), графита (50%) и огнеупорных глин (35%).

Несмотря на расположение на территории Украины двух нефтегазоносных провинций и двух областей, добыча нефти и газа не покрывает потребностей страны. Эти энергоносители импортируются из России и Туркменистана. Однако Причерноморско-Крымский регион является перспективным по открытию новых месторождений нефти и газа, а другие требуют новых технологий добычи.

Криворожский железорудный и Никопольский марганцеворудный бассейны одни из крупнейших в мире среди рудных залежей цветных металлов.

Есть уникальные месторождения титановых руд в Житомирской и Днепропетровской областях и разведаны недавно месторождения золота в Закарпатье.

По запасам ртутной руды (Никитовское месторождение в Донбассе) наша страна один из лидеров в мире.

Одно из ведущих мест в мире Украина занимает и по запасам нерудных полезных ископаемых: – месторождения самородной серы и озокерита (Предкарпатье) крупнейшие в мире; – по запасам гранита и лабрадорита (Житомирщина) Украина вне конкуренции в Европе.

Есть в нашем государстве и месторождения драгоценных и полудрагоценных камней (берилла, аметиста, янтаря, яшмы, горного хрусталя) в Криворожье, Приазовье, Крыму и Закарпатье.

Все виды минерального сырья составляют мощную базу горнодобывающей промышленности: энергетика, черная и цветная металлургия; промышленность химическая, стекольная, фарфоро-фаянсовая; тяжелая индустрия и промышленность строительных материалов.

Имеющиеся ресурсы некоторых видов полезных ископаемых значительно превышают собственные потребности экономики Украины.

Территория Украины характеризуется уникальностью физико-географических и геологических условий, которое оказывало содействие формированию значительных объемов естественных ресурсов и их разнообразия. Наиболее ценными среди естественных ресурсов являются земельные и минерально-сырьевые.

По богатству минерально-сырьевых ресурсов Украина является одной из ведущих государств мира. Занимая 0,4% суши, она владеет 5% мировых запасов полезных ископаемых общей стоимостью свыше 11 трлн. долл. США, по некоторым видам полезных ископаемых, сосредоточены в более чем 9000 месторождений, Украина занимает ведущее место среди стран СНГ, Европы и мира.

Основной угольной базой Украины является Донбасс, где промышленная добыча угля проводится с 1795 года. Донбасский угольный бассейн расположен на территории Донецкой и Луганской областей, восточные его районы протягиваются к Ростовской области Российской Федерации. Общая его площадь составляет 60 тыс.км²

Нефть и естественный газ сосредоточены в Днепровско-Донецком (80%) и Причерноморско-Крымском нефтегазоносных регионах. Перспективными относительно разработки считаются нефтяные и газовые месторождения на континентальном шельфе Черного и Азовского морей. Собственные потребности Украины в нефти покрываются на 10 - 15%, в газе – на 25%. Разведано 3 млрд. тонн торфа и горючих сланцев.

Железные руды залегают в Криворожском (18,7 млрд. тонн), Кременчугском (4,5 млрд. тонн), Белозерском (2,5 млрд. тонн) и Керченском (1,8 млрд. тонн) железорудных бассейнах.

Крупнейшие в мире залежи марганцевых руд находятся в Никопольском бассейне. Как значительные оцениваются месторождения никелевых, хромитовых, титановых, ртутных (2-е место в мире) и полиметаллических руд.

Месторождения озокерита и самородной серы – самые крупные в мире. Запасы графита – крупнейшие на европейском континенте.

В Украине с давних времен ведется добыча каменной и калийной соли.

Таким образом минерально-сырьевая база Украины имеет необходимый потенциал для обеспечения дальнейшего развития национальной экономики, в частности металлургической и химической промышленности, производства керамики и строительных материалов.

Контрольные вопросы к 1 разделу

- 1. Как представлена земная кора в пределах территории Украины?*
- 2. Назовите химический состав Земли.*
- 3. К каким породам приурочены месторождения нефти и газа?*
- 4. Опишите строение угленосной толщи Донбасса.*
- 5. Какие марки каменных углей распространены в Украине, а какие за-
рубежом?*
- 6. Оцените минерально-сырьевую базу Украины.*

2. ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ УКРАИНЫ

Учебные цели: опираясь на материал раздела, студент должен знать месторождения каменного и бурого угля, какие полезные ископаемые добываются в Украине

Угольная промышленность Украины, обеспечивающая добычу и первичную переработку каменного и бурого угля, является одной из основных отраслей топливной промышленности. Каменноугольные месторождения сосредоточены на юго-востоке (Донецкий бассейн) и северо-западе (Львовско-Волынский бассейн) страны (рис.2.1). Районы добычи бурого угля разбросаны на значительной площади Украинского щита и в Днепровском буроугольном бассейне.

2.1. Месторождения каменного и бурого угля

Первооткрывателем каменноугольных залежей Донецкого бассейна считается известный русский рудознатец Г. Капустин, обнаруживший их в 1721 г. в нижнем течении реки Северский Донец. Добывать полезное ископаемое здесь начали в 1795 г. для обеспечения углём Луганского литейного завода. Тогда на землях села Верхнего (ныне территория г. Лисичанск) был основан первый в Донбассе каменноугольный рудник.

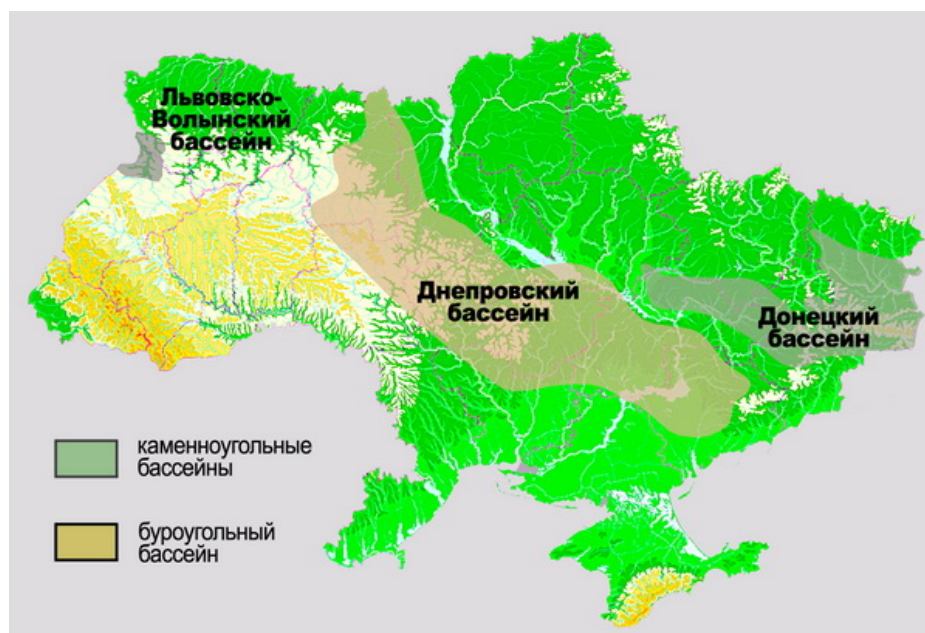


Рис.2.1. Расположение каменноугольных месторождений на территории Украины.

В каменноугольный (карбоновый) период в восточной части Украины (между Днепром и Доном) происходило многократное чередование суши и моря. Значительное опускание территории привело к заполнению внушительного прогиба мощными (свыше 10 км) отложениями.

Здесь существовало неглубокое прибрежное море с заболоченной прилегающей сушей, на которой произрастали первобытные леса.

Огромный объём их биомассы послужил основой последующего угленакпления.

О многократном изменении природных условий (суша-море) свидетельствует чередование слоёв песчаников и относительно тонких угольных пластов (их насчитывается более 200).

В карбоновый период, продолжавшийся 65 млн. лет (360-295 млн. лет тому назад), накопились угольные толщи Донецкого и Львовско-Волынского бассейнов.

Буроугольные месторождения Украины, образовавшиеся на протяжении палеогенового периода значительно моложе каменноугольных.

В это время неровности кристаллической поверхности Украинского щита были сглажены и покрыты относительно маломощным чехлом осадочных образований - песков, песчаников и глин с буроугольными пластами.

2.2. Исторические заметки

До 1802 г. Лисичанские угольные копи были единственными промышленными разработками во всем *Донецком* бассейне.

Наивысшего уровня добычи рудник достиг в 1840-е годы, когда поставлял уголь Черноморскому пароходству.

В 1835 г. на Петропавловской шахте в основном штреке был проложен *первый рельсовый путь* длиной 76 м, по которому уголь откатывали в деревянных вагонетках.

Первые сведения о залежах каменного угля в районе реки Северский Донец, известны с первой половины XVIII века. Благодаря реке сосредоточение множества месторождений со временем получило название Донецкий угольный бассейн (или Донбасс).

С развитием капитализма в России в 70-е годы XIX века началась интенсивная промышленная разработка каменного угля в Донбассе, нараставшая быстрыми темпами.

В 1880 г. было добыто 1,4 млн. тонн, в 1900 г. до 11 млн. тонн, а в 1913 г. – около 16,9 млн. тонн.

Накануне I мировой войны в Донбассе сосредоточивалось более 70% всей угледобычи Российской империи.

В период I мировой войны и последовавшей за ней гражданской войны добыча угля значительно сократилась (до 4,6 млн. тонн, 1920 г.).

Перед началом II мировой войны в Донбассе добывалось 83,7 млн. тонн угля, что составляло более половины угледобычи СССР.

Максимальные объёмы добычи каменного угля (почти 200 млн. тонн в год) были достигнуты в Украинской ССР в 1970-е годы,

К моменту распада Советского Союза Украина занимала второе место в Европе по угледобыче после Польши.

В 1989 г., в Украине добыли 170,2 млн. тонн, что в расчёте на душу населения тогда составляло 3500 кг угля (в целом по СССР – 2701 кг), в США – 3516, Великобритании – 1771 кг, Франции – 294 кг, Чехословакии – 7913 кг и Польше – 7039 кг.

2.3. Сколько в Украине осталось полезных ископаемых

Угля и металла Украине хватит еще минимум на 300-500 лет, с другими полезными ископаемыми также дела обстоят не плохо.

За годы независимости из недр Украины было добыто немало полезных ископаемых, однако страна сохранила высокий потенциал минерально-сырьевой базы (рис.2.3)

Частично это связано с уменьшением добычи полезных ископаемых.

По разнообразию и богатству минерально-сырьевая база Украины выгодно отличается от многих зарубежных стран мира. В частности, по запасам полезных ископаемых Украина опережает США, Канаду, Бразилию, Китай и многие страны Европы. На территории страны расположено около 8 тыс. месторождений 90 видов полезных ископаемых, из них более 30 имеют особенно важное экономическое значение. На момент распада СССР (1990-1991 годы) минерально-сырьевой комплекс Украины обеспечивал 23-25% ВВП. С добычей и использованием полезных ископаемых было связано 48% промышленного потенциала Украины и до 20% ее трудовых ресурсов.

За годы независимости добыча природного газа сократилась в 1,4 раза – с 28,1 млрд куб м в 1990 году до 19,7 млрд куб м в 2014 году; добыча нефти и газового конденсата в 2,7 раза – с 9,7 млн тонн в 1990 году до 3,6 млн. тонн в 2014 году; угля в 1,6 раза 122 млн тонн в 1990 году до 75 млн. тонн в 2014 году.

До уровня добычи 1991 года (около 200 млн тонн) приблизилось только сырье для черной металлургии (рудной и нерудной).



Рис.2.3. Расположение минерально-сырьевой базы Украины.

2.4. Нефть и газ

За время независимости из недр извлекли около 500 млрд.м³ газа и около 100 млн.тонн нефти (около 500 млн тонн условного топлива (рис. 2.4).

В то же время баланс запасов углеводородов практически не изменился.

Если во времена Союза на балансе Украины было 1,2 трлн.м³ газа, то сейчас - 1,15 трлн.м³. То есть разница совсем небольшая.

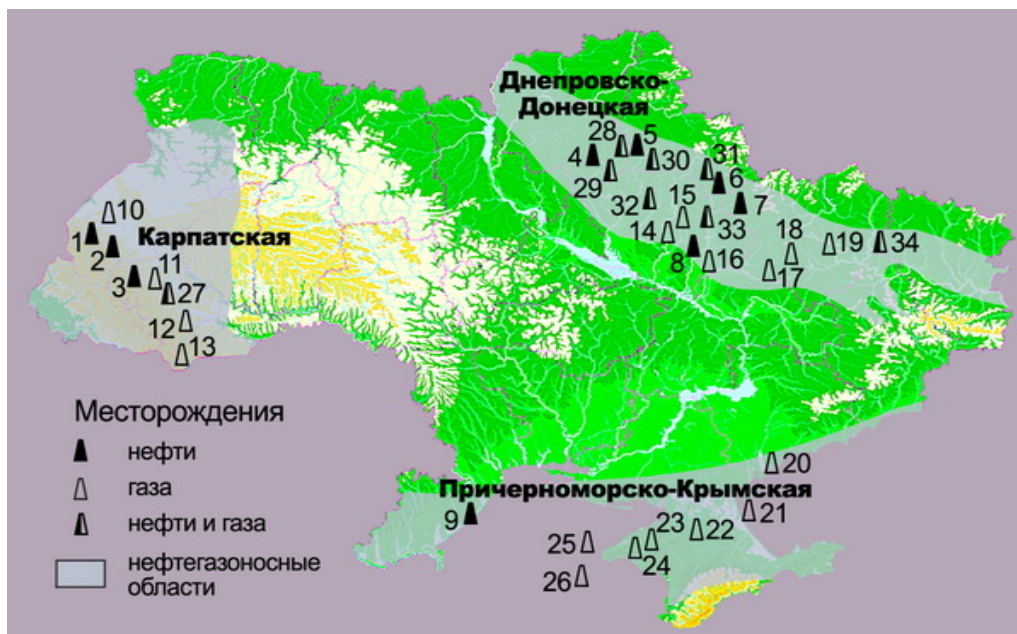


Рис.2.4. Нефтегазоносные области Украины

Большие надежды Украина возлагает на добычу нетрадиционных углеводородов - сланцевого газа и метана угольных пластов.

Запасы этих газов в Украине оцениваются как одни из крупнейших в мире. Однако точно оценивать потенциал страны можно только после проведения пробного бурения.

При этом сохраняется потенциал добычи традиционного природного газа, нефти и конденсата. С учетом новых технологий, как в геологическом плане, так и в плане добычи, в ближайшее время мы существенно увеличим баланс.

Если взять только акваторию Черного и Азовского морей – мелководные, глубоководные, переходные шельфы, там разведано всего 3%. Запасы условного топлива в акваториях морей оцениваются в 1532 млн. тонн условного топлива.

В целом запасы углеводородов в стране оцениваются в 4982 млн тонн условного топлива.

2.5. Уголь, металл и стройматериалы

Запасы угля и железной руды в Украине впечатляющие. Если не углубляться в цифры, то, даже при активной добыче на 300-500 лет (с этими ресурсами) у нас полный порядок (рис.2.5)

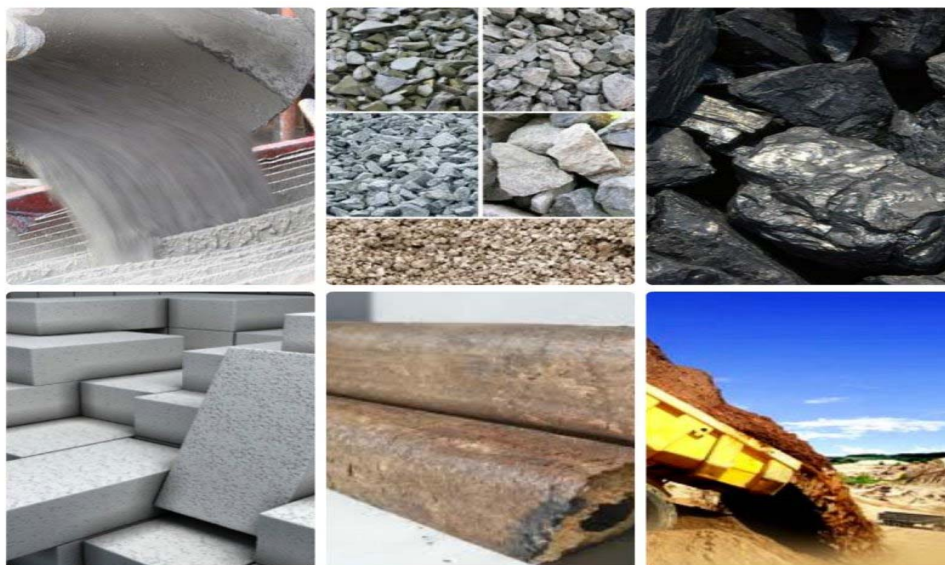


Рис.2.5. Минеральное сырье и продукты его переработки

Довольно сильны позиции Украины и в добыче металлов титановой группы, главным образом титана, циркония и гафния.

Мы занимаем 3-е место в мире по запасам оксида циркония, которые оцениваются в 4 млн тонн. Значительны запасы марганца около 140 млн тонн.

В Украине сосредоточено 10% мировых запасов урана.

У нас в стране начинается добыча золота, запасы которого оцениваются в 3,2 тыс. тонн.

Украина обладает значительными запасами нерудных полезных ископаемых, которые используются при строительстве - извести, глины, песка, бетонного сырья, соли.

2.6. Полезные ископаемые сегодня

В промышленном освоении в Украине в настоящее время находится более 3000 месторождений полезных ископаемых, на базе которых работало более чем 2000 горнодобывающих и перерабатывающих предприятий.

Динамика добычи полезных ископаемых за последний период свидетельствует, что почти по всем группам наблюдается стабильный рост.

Самые высокие темпы роста были в группе полезных ископаемых для строительства.

Объем внешней торговли Украины минеральным сырьем и продукцией его переработки ежегодно составляет около 10 млн долларов.

Экспортные возможности Украины могут быть существенно расширены за счет отдельных видов цветных металлов, декоративно-облицовочного камня, перлита и цеолита, которые расположены в Донецком регионе, а также на территории Луганской, Днепропетровской и Харьковской областей. В месторождениях Донбасса преобладает энергетический уголь (56%), преимущественно используемый для производства электроэнергии и теплоснабжения населённых пунктов.

Основные его запасы сосредоточены в Луганской области. Запасы коксующегося угля, применяемого для выплавки чёрных металлов, составляет 44% общих запасов.

Его месторождения находятся преимущественно в Донецкой области, где расположено большинство шахт и сформировались мощнейшие центры угледобычи - Донецк, Макеевка, Енакиево, Чистяково (Горез), Покровск (Красноармейск) и др.

Запасы угля Львовско-Волынского бассейна относительно невелики, что неизбежно приведёт в ближайшие годы к прекращению функционирования ряда шахт, исчерпавших ресурсы.

Несмотря на относительно незначительные объёмы добычи угля, Львовско-Волынский бассейн играет исключительно важную роль в экономике западной части страны и близлежащих территорий.

2.7. Днепровский бассейн

В Днепровском бассейне бурый уголь добывают преимущественно открытым способом. Здесь сосредоточено около 200 месторождений, из которых запасы почти 80 учтены в Государственном балансе Украины. Бурый уголь, в отличие от каменного, благодаря повышенной влажности, высокому содержанию серы и значительной зольности имеет существенно меньшую теплообразующую способность. Он пригоден для брикетирования, полукоксования, газификации и изготовления искусственного горного воска. Основными центрами бурого угольной промышленности Украины являются города Ватутино (Черкасская область) и Александрия (Кировоградская область). Буроугольная промышленность в ограниченных объёмах развита также в некоторых районах Житомирской области. В последнее время значительные запасы бурого угля (почти 400 млн.) выявлены за пределами Украинского щита - на территории Харьковской области.

В послевоенные годы в незначительных масштабах была организована добыча бурого угля в западных областях с страны – близ городов Золочева, Жолквы (Львовская область), Коломыйи(Ивано-Франковская область) и в Закарпатье. Наивысшего уровня угледобыча здесь достигла в 1955 г. – 981 тыс.(в том числе в Закарпатье 400 тыс. тонн, Львовской области – 454 тыс.) В связи с исчерпанием запасов и началом разработки Львовско-Волынского каменноугольного бассейна буроугольные шахты и карьеры Западной Украины прекратили свою работу.

Наивысший уровень добычи бурого угля в Украине достигнут в 1960 г. (12 млн.). С тех пор наблюдается тенденция к его постепенному снижению - за годы независимости Украины добыча бурого угля сократилась более чем в 5 раз.

Несмотря на существенное сокращение объёмов добычи за последние годы, угольная промышленность *Украины* имеет значительные перспективы для развития. Кризисное состояние отрасли, связанное со значительным общегосударственным спадом производства, вызвано сменой общественно-политического строя и ошибками в промышленной политике страны

Доля угля в общем объеме органического топлива в недрах Украины составляет 95 %.

Угольная промышленность Украины является одной из базовых отраслей экономики.

Ее участие в ВВП Украины в 1999 году составило 5,1%. Она является неотъемлемой составляющей других важнейших отраслей: электроэнергетики и металлургии.

Однако в последние годы сложилось большое противоречие между чрезвычайно важным значением угольной отрасли и техническим и экономическим состоянием, в котором она находится.

Основные причины кризиса в угледобывающей промышленности, это:

- ❖ Большой износ основных фондов. Более 30 % шахт эксплуатируются более 50 лет.
- ❖ Недостаточный уровень капитальных вложений и инвестиций;
- ❖ Рост задолженностей перед бюджетом, по заработной плате, по регрессным искам
- ❖ Медленные темпы реструктуризации отрасли.

Ситуация, которая сложилась в украинской угольной промышленности в настоящий момент очень сложная и просто необходимо разорвать этот замкнутый круг.

Изменения и новый подход к решению проблем угольной промышленности необходимы. На Украине есть немало шахт, которые при соответствующем подходе к их реструктуризации могли бы работать прибыльно.

Одним из основных путей выхода из кризиса является повышение инвестиционной привлекательности предприятий угольной промышленности.

Серьезнейшей проблемой является большой износ основных фондов. Степень износа основных фондов за последние 25 лет увеличилась до 70%, а в отдельных случаях и больше.

Необходим опережающий рост капитальных вложений в новые технологии, модернизацию основных фондов с учетом длительного инвестиционного цикла.

Это подтверждает приоритетность именно прямых инвестиций (вложений в уставной фонд предприятия с целью извлечения дохода и получения прав на участие в управлении этим предприятием).

Таким образом, в отрасли сложилась ситуация, при которой, с одной стороны, существует острая необходимость в прямом инвестировании предприятия, а с другой - острый дефицит отечественных источников финансирования. В таком случае источником инвестирования могут выступать и выступают зарубежные компании, банки и другие финансовые институты.

Но если риск, которому подвержен национальный инвестор, высокий, то риск иностранного инвестора усугубляется еще несовершенством законодательной базы. Сейчас многие зарубежные инвесторы пытаются минимизировать риски сократили до минимума свое присутствие на Украине.

Это свидетельствует о необходимости более пристального внимания к вопросам, касающимся инвестиционной деятельности в Украине со стороны иностранных инвесторов.

В перспективе следует ожидать повышения заинтересованности к участию в процессе инвестирования угольных предприятий в Украине со стороны национальных и зарубежных инвесторов.

Донецкий уголь, добываемый преимущественно шахтным способом, имеет высокую себестоимость, которая связана с глубоким (до 1 км и более) залеганием пластов и относительно небольшой их мощностью.

Значительный уровень физической сработанности горнодобывающего оборудования, закрытие некоторых шахт, существенное сокращение добычи угля (за годы независимости Украины почти втрое) и очень трудные условия работы горняков привело к росту социальной напряженности в традиционном шахтёрском регионе.

Для эффективного развития угольной промышленности необходим комплекс мер состоящих из реконструкции и модернизации шахт, увеличения безопасности труда (в среднем одна шахтёрская жизнь приходится на 1 млн. добытого угля), обучения потерявших работу горняков другим специальностям.

Контрольные вопросы к 2 разделу

- 1. Где были впервые открыты месторождения каменного угля в Украине?*
- 2. В чем отличие каменноугольных и бурогоугольных месторождений?*
- 3. Какие позиции Украины в разработке металлов титановой группы?*
- 4. Что представляют полезные ископаемые Украины сегодня?*

3. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О ШАХТЕ

Учебные цели: *Опираясь на материал раздела, студент должен знать общие понятия о шахте, как она устроена и для каких целей служат горные выработки*

3.1. Общие сведения

Шахта (от нем. Schacht) – горное предприятие, осуществляющее добычу пластовых полезных ископаемых подземным способом и отгрузку их потребителю или на горно-обогатительную фабрику. Традиционно шахтой называется предприятие при подземной добыче каменного угля или горючих сланцев, а также существуют шахты для подземной добычи тяжёлой нефти.

При добыче подземным способом руды шахту называют рудник (в шахтёрских регионах распространено произношение с ударением на первый слог – рудник).

Шахта включает наземные сооружения: копры, надшахтные здания, главные вентиляторные установки, дробильно-сортировочные фабрики, склады и совокупность подземных горных выработок, предназначенных для разработки месторождения в пределах шахтного поля (рис.3.1).



Рис.3.1. Основные здания и сооружения поверхностного комплекса шахтоуправления «Покровское»

Шахта – механизированное и автоматизированное предприятие, оснащенное производительными машинами и механизмами для добычи и транспортировки полезного ископаемого, проведения горных выработок, водоотлива и

вентиляции. Срок службы шахт, обрабатывающих месторождения, достигает 50 - 70 лет и более.

В равнинной местности чаще всего вскрытие пластов производится **вертикальными стволами**, реже – наклонными, от которых на разных горизонтах (этажах) проводятся квершлагги до встречи с залежью полезного ископаемого. В гористой местности основные вскрывающие выработки – **штольни**.

В Украине крупнейшее угольное шахтоуправление «Покровское»; железорудная шахта «Гигант» (Кривой Рог, проектная мощность 12 млн. т в год), самая глубокая шахта – им. академика А. А. Скочинского в Донбассе (глубина 1,2 км). Самые глубокие в мире шахты (до 4,5 км) по добыче золота, серебра и алмазов – в Индии (шахта «Чемпион-Риф») и ЮАР (шахта «Витватерсранд» и др.).

3.2. Как устроена шахта

Твердые полезные ископаемые извлекают из-под земли тремя способами: подземным, открытым или комбинированным (сочетанием открытой разработки, а с глубиной более 300 м подземной).

Современные предприятия горнодобывающей промышленности – огромные предприятия – настоящие заводы. «Завод» для подземной добычи – это **шахта**, для открытой – **карьер**.

Почти все работы в шахте выполняются в наше время машинами. На различных шахтах они бывают разными, в зависимости от того, какое именно полезное ископаемое добывают под землей – сравнительно мягкое или более твердое. Например, каменный уголь можно резать специальными машинами, а вот руду из-за высокой крепости приходится взрывать.

Шахта начинается с глубокого колодца или крутого тоннеля – **ствола**. Ствол шахты проходят так же, как и колодец: его понемногу углубляют сверху вниз, постоянно укрепляя стенки, чтобы они не обваливались.

Крепят стенки шахтных стволов бетоном, железобетонными, чугунными кольцами – тубингами.

Проходчики шахтных стволов вооружены:

- **перфораторами** – машинами, которые с помощью сжатого воздуха бурят неглубокие узкие скважины под взрывчатку; - **грейферами** для погрузки взорванной породы; - **подъемными машинами**, которые грузят горную массу и доставляют ее на поверхность в стальных бадах и многими другими механизмами.

Назначение ствола – связь подземных работ с поверхностью. По одним стволам ходят клетки (это стальные коробки, похожие на кабину лифта), по другим – опускается и поднимается **скип** – стальной короб для руды или угля. Иногда, если ствол не вертикальный, а наклонный, то по нему движется лента конвейера. Но почти на всех стволах обязательно есть машины для подъема нагору полезного ископаемого и спуска-подъема в шахту людей, машин и оборудования. Нет машин только в специальных, вентиляционных стволах. Через них нагнетают в шахту свежий воздух.

Внизу от ствола в разные стороны отходят подземные коридоры – **штреки**. В них уложены рельсы или стоят конвейеры. По этим штрекам к шахтному стволу подвозят уголь или руду.

Если двигаться по штрекам от ствола, то попадешь в **забой** – туда, где полезное ископаемое отделяют от пласта и грузят на конвейер или в вагонетку.

Для того, чтобы штреки и забои, в которых добывают уголь или руду (на угольных шахтах они называются **лавами**), не были раздавлены огромными массами земли, находящейся сверху, их крепят – подпирают потолок брёвнами, железобетонными, стальными арками. С течением лет деревянные крепи уступили место железобетонным и стальным. А в угольных лавах работает механизированная «шагающая» крепь.

Много лет назад в руках у рабочего-забойщика были лишь кайло да лопата. Кайлом отбивался уголь, лопатой грузился в тачку или вагонетку, которую тянула за собой слепая от темноты лошадь.

Сейчас на угольных шахтах забойщик управляет врубовой машиной, горным комбайном, стругом и т.д.

Главная часть **врубной машины** – бесконечная цепь в форме петли, на которой закреплены острые зубья из твёрдого сплава. Цепь приводится в действие электродвигателем, и ею как пилой подрезают угольный пласт (рис.3.2).



Рис.3.2. Врубная машина

Горный комбайн кроме режущего устройства, снабжён механизмом подачи угля на конвейер. Он одновременно разрезает угольный пласт, отбивает от него куски угля, измельчает и грузит на конвейер (рис. 3.3; 3.4).

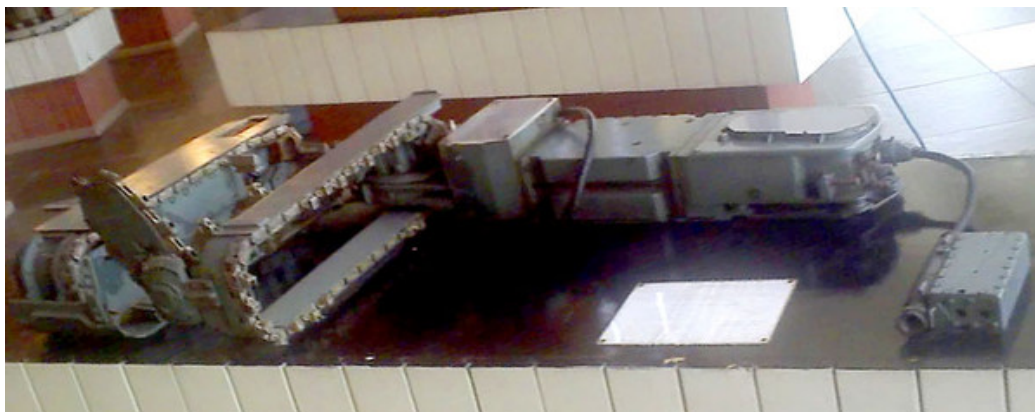


Рис.3.3. Выемочный комбайн «Донбасс» с кольцевым баром и режущей без перекоса штангой с кольцевым грузчиком

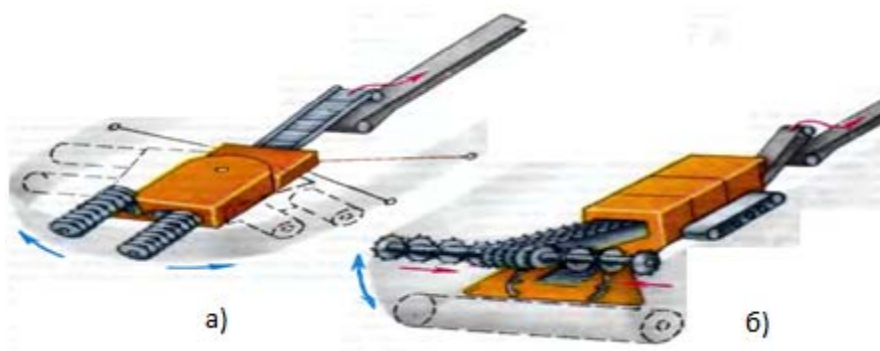


Рис.3.4 Выемочные комбайны для узких забоев:

а – 100л «Джеффри» (США) для тонких пластов, с двумя поворотными и качающимися шнеками; б – «Ли Норис» (США) для пластов средней мощности, со спаренными качающимися шнеками.

А угольный струг – это нечто вроде огромного рубанка, которым, протягивая его на стальных цепях и канатах взад и вперед, строгают пласт угля.

Но существуют такие шахты, где нет никаких комбайнов, никаких стругов и конвейеров (рис3.5). Уголь здесь рубят не резцами и зубьями машин, а струей воды.

Главная машина на такой шахте – **гидромонитор**, который похож на пушку с коротким стволом или на огромный пожарный брандспойт. Вырываясь из ствола гидромонитора под давлением в десятки атмосфер, струя воды ударяет в

пласт угля и отбивает от него куски разной величины. Затем поток воды подхватывает этот уголь и по желобам, проложенным в штреках гидрошахты вместо конвейеров, выносит его из забоя.

Если силы текущей по желобам воды оказывается недостаточно, то приходится ставить насосы и качать уголь вместе с водой уже по трубам. Возле ствола поток воды, перемешанный с углем, снова подхватывают мощные насосы и по трубам отсасывают воду вместе с углем на-гора. Здесь вода с углем попадает в специальные бассейны-отстойники.

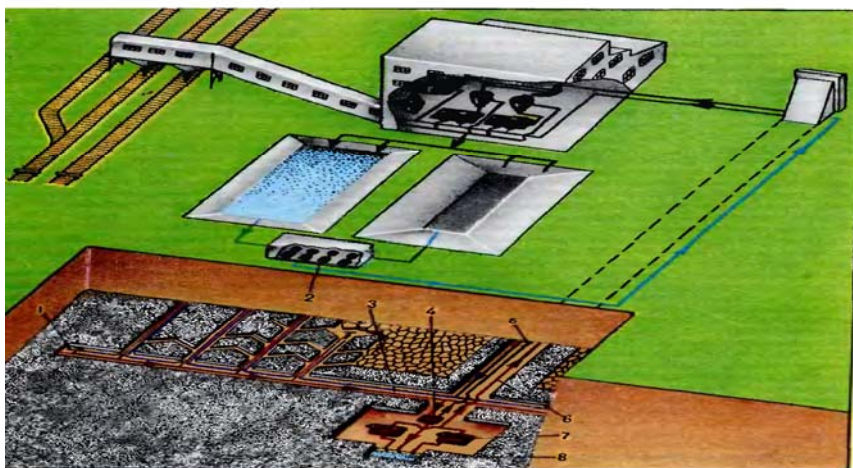


Рис.3.5. Технологическая схема гидрошахты:

- 1- гидромонитор; 2-высоконапорный насос; 3 – желоб; 4 - неподвижный грохот; 5 – ленточный конвейер; 6 – пульпопровод; 7 – углесос; 8 – зумпф углесосной камеры*

Когда весь уголь, даже самый мелкий, осядет на дно, воду из бассейнов выпускают или гонят по трубам опять в шахту, к гидромониторам. И вода снова проделывает весь свой рабочий путь. Кроме того, вода, находящаяся, под большим давлением, крутит сверло, и ее силы хватает, чтобы бурить скважины в угле. Вода вращает вентиляторы, с ее помощью освещают штреки.

Гидрошахтный уголь дешевле: меньше оборудования, меньше затрат энергии.

В последнее время на шахтах работает все больше самоходных безрельсовых машин – буровые станки, экскаваторы и погрузочные машины, самоходные вагонетки.

Значительную часть шахтерского труда взяла на себя автоматика.

Есть и другой способ вывести горняка из-под земли – открытые разработки. Широко развита открытая добыча каменного и бурового угля, фосфоритов, серы и других полезных ископаемых.

И нередко на предполагаемом месте шахты возникал карьер. А это значит - полная безопасность и чистый воздух для шахтёров, применение самых мощных экскаваторов, самые дешёвые руда и уголь. Но дешёвыми они будут только тогда, когда вопрос о том, что строить на новом месторождении – карьер или шахту, решен правильно. А для этого сначала надо подсчитать, сколько бесполезной породы надо вынуть из недр, чтобы добыть 1 кубометр полезного ископаемого.

Если 2-3 м³, то тогда карьер, а если 20-30 м³, то шахту. Но бывает и так, что на кубометр полезного ископаемого приходится лишь 2 кубометра грунта, а карьер строить невыгодно. Так получается, когда богатый пласт лежит чересчур глубоко, и чтобы его достать, пришлось бы десятки лет строить карьер.

Тут уж приходится строить шахту.

Как ни странно, но карьеры помогают строить корабли. Правда, не совсем, обычные, а так называемые **плавучие земснаряды**. Плавучий земснаряд – это небольшой корабль с ажурной стрелой, как у крана. К стреле прикреплена стальная тупоносая фреза. Когда стрела опускается, фреза упирается в дно котлована и, вращаясь, разрушает это дно. Куски разрушенной породы вместе с водой затягиваются в воронку землесоса и мощными насосами по трубам выносятся из котлована далеко в степь.

Но, как правило, карьеры разрабатывают при помощи **экскаваторов и самосвалов**, или **думпкаров** – электровозов с самопрокидывающимися вагонами. Экскаваторы постепенно всрывают породу, а самосвалы ее вывозят.

3.3. Из истории горного дела

Появление горного дела, основу которого составляет добыча полезных ископаемых из недр Земли, относится к ранней стадии развития человеческого общества.

Еще в период рабовладельческого строя существовали подземные рудники для добычи кремния, из которого делали лезвия для топоров, ножей и наконечники копий. Куски кремния откалывали каменными орудиями и кайлами из оленьего рога.

Чтобы в горных выработках было безопасно работать, строили деревянные крепления.

Раскопками обнаружены следы древних рудников периода бронзового века. В Центральной Европе от этого периода остались выработки со следами креплений, лестниц и т.д.

Задолго до нашей эры горное дело существовало в Китае, Японии, странах американского континента.

В рабовладельческом обществе велась разработка медных и оловянных руд, добыча золота и серебра.

Решающее значение для развития производительных сил имело производство железа.

На горных работах использовался труд огромного числа рабов.

В эпоху феодализма в горном деле происходят значительные изменения. В XI – XIII вв. горное дело широко развивается в Центральной Европе, возникает пока еще ручная отбойка горных пород.

Важные усовершенствования в горном деле были сделаны в Европе в XV – XVI вв. Для подъема руды наверх начали применять конный привод и водяное колесо, из подземных выработок стали откачивать воду – все это позволило вести горные работы на глубине до 150 м.

Взрывные работы начинают вытеснять огневой способ разрушения.

Вводится мокрое обогащение руд – флотация. Флотация позволила вести разработку сравнительно бедных руд.

В это время в рудниках начинают устраивать деревянные настилы для перемещения по ним тележек с полезным ископаемым.

Появляются первые горные училища и руководства по горному делу.

В горном деле раньше, чем в других отраслях промышленности, стали применять паровые машины, первоначально для откачивания воды (впервые применил англичанин Т. Ньюкомен в 1711 – 1712 гг.), затем и для подъема полезного ископаемого на поверхность.

С эпохи промышленного переворота (конца XVIII – начало XIX в.) совершенствуется техника бурения, применяются взрывчатые вещества, вводится рельсовая откатка с конной тягой.

В 30-х годах XIX в. начинают применять стальные канаты для подъема полезного ископаемого и откатки, а через 20 лет появляются первые врубовые машины (см. рис. 3.2).

В конце XIX – начала XX в. в связи с растущим спросом на полезные ископаемые интенсивно развивается техника проходки стволов шахт.

Совершенствуются методы проходки, вентиляции и водоотливов. Это позволяет увеличить глубину разработки до 1000 м, иногда до 2000 м. Вводится электрический привод для подъемных машин, насосов, вентиляторов, электрифицируется рудничный транспорт, механизмуется зарубка с помощью врубовых машин, широко применяются отбойные молотки, работающие на сжатом воздухе (рис.3.6).



Рис 3.6. Отбойный молоток

Как же добывают полезные ископаемые в наше время?

Добыче полезных ископаемых предшествует разведка их месторождений. Это необходимо, чтобы определить запасы и качество угля или руды, экономическую целесообразность эксплуатации данного месторождения, а также способы разработки месторождения.

Сейчас широко применяют геофизические, геохимические и биохимические методы разведки, помогают геологам и различные космические аппараты.

Когда выявлены достаточные запасы полезного ископаемого, приступают к разработке месторождения. Для этого проводят по определенному плану сеть подземных горных выработок или бурят скважины.

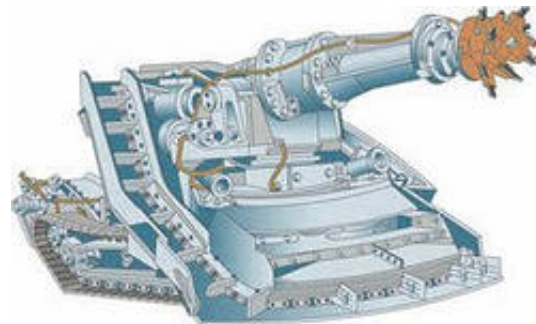
Чтобы вскрыть месторождение строят необходимые надземные и подземные сооружения. Из подземных выработок всегда бывает не менее двух выходов на земную поверхность.

Обычно это соединенные между собой вертикальные или наклонные шахтные стволы, штольни, с помощью которых вскрывают месторождения. Глубина вертикальных стволов превышает в некоторых случаях 2000 м.

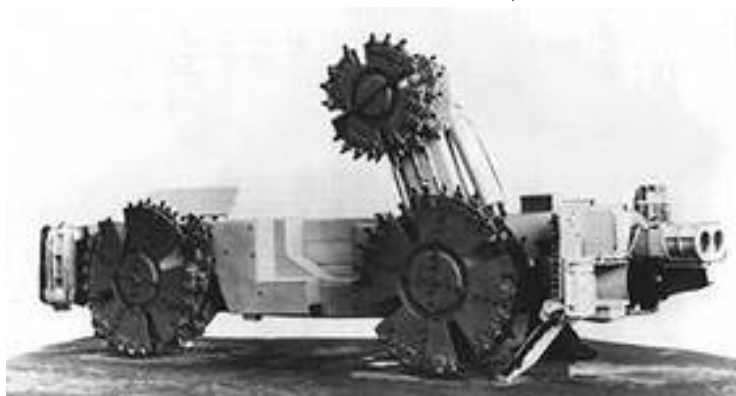
После того как месторождение вскрыто, проводят выработки, чтобы подготовить месторождение к выемке.

Забой, где добывают полезные ископаемые, и выработки, образующиеся при этом, называют очистными.

Подготовительные выработки и очистные работы по добыче полезных ископаемых производят машинами: буровыми, породопогрузочными, комбайнами (рис.3.7).



а) б)



в)

Рис.3.7 Проходческие комбайны (а,б) и добычной комбайн (в)

Добытое полезное ископаемое доставляют от очистного забоя к земной поверхности рудничным транспортом, а грузы и людей по шахтному стволу – шахтным подъемом.

Все подземные выработки снабжаются свежим воздухом, имеют постоянное электрическое освещение, а рабочим выдаются еще и переносные рудничные лампы.

Вода из шахты постоянно удаляется системой рудничного водоотлива.

Деревянная крепь заменена металлической и передвижной механизированной крепью.

Специальные службы следят за безопасностью подземных работ.

Уголь, руда, асбест, слюда, каолин и многие другие полезные ископаемые поступают после добычи на обогатительные фабрики. Здесь полезные ископаемые «обогащаются»: из них удаляют различные примеси.

Таким образом, горнодобывающая промышленность представляет комплекс отраслей производства по разведке месторождений полезных ископаемых, их добыче из недр Земли и первичной обработке – обогащению.

В зависимости от вида ископаемого горнодобывающая промышленность делится на:

- топливодобывающую (нефтяная, добыча природного газа, угольная, сланцевая, торфяная);
- рудодобывающую (железородная, марганцевородная, добыча руд, цветных, благородных и редких металлов, радиоактивных элементов);
- промышленность неметаллических ископаемых и местных стройматериалов (добыча мрамора, гранита, асбеста, мела, доломита, кварцита, каолина, глины, гипса, мергеля, полевого шпата, известняка);
- горно-химическую (добыча апатита, калийных солей, нефелина, селитры, серного колчедана, борных руд, фосфатного сырья);
- гидроминеральную (минеральные подземные воды, вода для водоснабжения и других целей).

В нашей стране разведаны запасы угля, торфа, железной и марганцевой руд, бокситов, меди, свинца, никеля, вольфрама. Есть запасы нефти, природного газа и других полезных ископаемых.

Ученые и инженеры ищут новые методы разработки месторождений, разрабатывают технологию добычи по принципу поточного производства.

В угольных шахтах полезное ископаемое добывают и грузят на конвейер горные комбайны. Все шире применяют автоматизацию и дистанционное управление машинами и механизмами.

Горное дело имеет огромные перспективы развития, так как потребление полезных ископаемых все время увеличивается.

3.4. Горные выработки

Работы, производимые при добыче полезного ископаемого или породы, называют горными работами. В результате ведения горных работ в толще земной коры образуются пустоты (искусственные полости), которые называют горными выработками. Горные выработки весьма разнообразны по своей форме, размерам, назначению и положению в пространстве.

Различают выработки открытые, расположенные у земной поверхности и имеющие незамкнутый контур поперечного сечения, и подземные – с замкнутым контуром поперечного сечения, расположенные на некоторой глубине от поверхности.

По положению в пространстве они разделяются на вертикальные, горизонтальные и наклонные.

3.4.1. Вертикальные горные выработки

Шахтные стволы – выработки, имеющие непосредственный выход на земную поверхность и предназначенные для обслуживания подземных работ.

В зависимости от назначения стволы могут быть главными, вспомогательными и вентиляционными.

Главный ствол служит для подъема угля и породы на поверхность.

Вспомогательный используют для спуска и подъема людей, машин, материалов, выдачи породы,

Вентиляционный предназначен для подачи в шахту свежего или выдачи из шахты загрязненного воздуха.

Гезенк – выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность и предназначена для спуска угля с верхнего горизонта на нижний под действием собственного веса, передвижения людей, проветривания и др.

Слепой ствол – выработка, которая не имеет выхода на земную поверхность и предназначена для обслуживания подземных работ: подъема полезного ископаемого, проветривания, спуска и подъема людей.

Слепые стволы проходят при вскрытии части месторождения полезного ископаемого, которая расположена ниже горизонта, ранее вскрытого пройденными с поверхности выработками.

Шурф – выработка небольшого сечения и длиной до 50 - 60 м, имеющая непосредственный выход на земную поверхность и предназначенная для разведки полезного ископаемого или для обслуживания подземных работ: спуска крепежного леса, вентиляции, подачи закладочного материала и др.

Скважина – выработка, пройденная выбуриванием горных пород, имеет круглое сечение диаметром до 2 м и более.

Штольня – выработка, имеющая непосредственный выход на земную поверхность. Предназначена она, также как и ствол, для обслуживания подземных работ. Штольни обычно проводят в сильно пересеченной или гористой местности.

3.4.2. Горизонтальные горные выработки

Штрек – выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность и проводимая по простиранию пласта или залежи полезного ископаемого.

При горизонтальном залегании месторождения штрек проводят в любом направлении, так как горизонтальные пласты или залежи не имеют ни простирания, ни падения.

Квершлаг – выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность и проводимая по пустым породам вкрест простирания или под углом к простиранию месторождения.

Просек – выработка, проводимая параллельно штреку по пласту полезного ископаемого, иногда с небольшой подрывкой вмещающих пород (на тонких пластах). Просек используется при проветривании забоя штрека в период его проведения, а также для транспортирования угля.

3.4.3. Наклонные горные выработки

Бремсберг – выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, расположена по падению пласта или пород и предназначена для спуска различных грузов при помощи механических устройств.

Уклон – выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, расположенная по падению пласта или пород и предназначенная для подъема различных грузов с нижних горизонтов на верхний.

Ходок – выработка, предназначена для канализации воздуха, перевозки людей и грузов.

Скат – выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, расположена по падению пласта или пород и предназначена для спуска полезного ископаемого под действием собственного веса.

Печь – выработка, проводимая по восстанию пласта, предназначена для проветривания, передвижения людей, а также для транспортирования грузов.

3.4.4. Очистные выработки

Лавы – подземная очистная выработка большой протяженности, один бок которой образован поверхностью массива полезного ископаемого (забоем лавы), а другой – обрушенными породами выработанного пространства (реже складочного массива).

Под забоем подразумевается поверхность полезного ископаемого, ограничивающая лаву и перемещающаяся в результате ведения горных работ.

Контрольные вопросы к 3 разделу

- 1. Какие функции выполняет горное предприятие?*
- 2. Как устроена шахта?*
- 3. Как осуществляется выемка угля в шахте?*
- 4. Дайте классификацию горных выработок.*
- 5. Назовите вертикальные горные выработки.*
- 6. Перечислите горизонтальные горные выработки.*
- 7. Изобразите наклонные горные выработки.*
- 8. Опишите очистные горные выработки.*

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПОВЕРХНОСТИ ШАХТЫ

Учебные цели: опираясь на материал раздела, студент должен знать, для каких целей предназначен комплекс горнотехнических зданий на поверхности и какие функции он выполняет

4.1. Общие сведения

Комплекс представляет собой горнотехнические сооружения и здания на поверхности шахты, обеспечивающие работу её подземного хозяйства, а также складирование, переработку (при наличии соответствующих комплексов) и отправку потребителям добытого сырья.

В функции технологического комплекса поверхности шахты входят:

- проветривание шахты, подача в шахту электроэнергии, сжатого воздуха, тепла, оборудования и материалов;
- спуск и подъём людей, приёмка добытого полезного ископаемого и пустой породы;
- сортировка и обогащение полезных ископаемых;
- временное хранение продукции и отправка её потребителям;
- отвалообразование пустых пород, подготовка закладочных материалов;
- ремонт горных механизмов и оборудования;
- складирование материалов, изделий и механизмов;
- обслуживание трудящихся шахты (баня, ламповая, табельная и др.);
- обеспечение работы административно-управленческих и инженерно-технических служб.

4.2. Планировка шахтной поверхности

Планировка технологического комплекса поверхности шахты решается с учётом следующих факторов:

- принятой схемы вскрытия;
- взаиморасположения вертикальных или наклонных вскрывающих выработок;
- достижения наивысшей эффективности производственного процесса;
- применения прогрессивной технологии и видов транспорта;

- экономичного использования территории шахты, с учётом возможности развития предприятия;
- производственного и хозяйственного кооперирования шахты с соседними объектами;
- совместного использования энергетического и транспортного хозяйства, инженерных сетей, коммуникаций и др.

При высотной схеме машины и механизмы размещают в едином производственном здании одно под другим. Схема обеспечивает наибольшую компактность технологического комплекса поверхности шахты. При горизонтальной схеме основное оборудование располагают на одном или близких уровнях.

Полезное ископаемое от приёмных до погрузочных устройств передаётся главным образом механическим путём (конвейерами). При такой организации не требуются высотные сооружения, но появляется необходимость в создании более сложной технологической транспортной сети и отводе больших территорий под технологический комплекс поверхности шахты.

Смешанная схема представляет собой сочетание высотной и горизонтальной схем.

Технологический комплекс поверхности шахты может состоять из отдельных зданий, сооружений или компоноваться в виде блоков.

Первое решение характерно для шахт старой постройки, блоковое – для технологического комплекса поверхности шахты современных предприятий.

В основе последней – принцип объединения зданий (главным образом каркасного типа) в крупные блоки, возводимые обычно из типовых унифицированных строительных секций.

Набор последних для различных шахт, как правило, неизменен, меняются лишь планировочные параметры секций в зависимости от используемого технологического оборудования, рельефа местности и конфигурации отведённого под строительство участка.

На современных шахтах технологический комплекс поверхности шахты обычно формируется в виде блоков главных и вспомогательных стволов, административно-бытового комбината и ряда отдельно стоящих зданий.

4.3. Объекты шахтной поверхности

В технологические комплексы поверхности угольных шахт в различных сочетаниях секций или отдельных зданий и сооружений входят:

- копры;
- надшахтные здания;

- здания подъёмных машин, калориферных установок, вентиляторов, электроподстанций, обогатительного (дробильно-сортировочного) комплекса, компрессорной установки, котельной, ремонтных электромеханических мастерских;

- склады;
- административно-бытовой комбинат;
- бункеры;
- эстакады, конвейерные галереи и др.

Среди них можно условно выделить:

- основные здания и сооружения, которые непосредственно связаны с технологией добычи и выдачи полезных ископаемых;
- вспомогательные – не участвующие непосредственно в технологической схеме движения полезных ископаемых.

Одно из центральных мест среди первых занимают копры, отличающиеся многообразием конструкций, числом подъёмных установок и др. (рис.4.1).



Рис.4.1. Типичные копры угольной шахты

Обычно в единый блок с копрами входят надшахтные здания (рис. 4.2).

Размеры, форма и конструктивные особенности надшахтных зданий зависят в основном от вида шахтного подъёма, количества подъёмов, применяемого оборудования и технологии выдачи полезных ископаемых и пустой породы. Их строительный объём определяется назначением здания, габаритами оборудования и производственной мощностью шахты.

В зданиях для **подъёмных машин** размещаются соответствующее оборудование, пусковая и контрольная аппаратура.

Расположение зданий относительно ствола шахты зависит от схемы подъёма. Помещения для подъёмных машин сооружают в виде отдельных объектов технологического комплекса поверхности шахты или секций подъёмных машин, включаемых в блоки зданий главных и вспомогательных стволов.

Расположение здания **вентиляторов** определяется технологической схемой вентиляции, а также требованиями рационального решения «Генерального плана» промышленной площадки и блокировки объектов на поверхности шахты.

При всасывающей системе вентиляции сооружают обычно отдельно стоящее здание, а при нагнетательной – его объединяют в общий блок с помещением калориферной установки.

Здания **калориферных установок** предназначены для размещения в них оборудования, подогревающего подаваемый в шахту холодный воздух.

Сооружения, возводимые на поверхности шахты для этих установок, состоят из помещения для калориферов и каналов. В зависимости от системы вентиляции шахты здание калориферных установок размещают рядом с надшахтным зданием или со зданием вентиляторов (при нагнетательной системе вентиляции).

Размеры зданий типовых калориферных установок зависят от количества подаваемого в шахту воздуха, числа калориферов и их поверхности нагрева.

Электроподстанции на промышленных площадках шахт преимущественно строения закрытого типа сооружают в виде отдельных зданий или секций, входящих в состав блока главного ствола.

Общая их компоновка определяется схемой размещения трансформаторов, масляных выключателей и др., а при объединении электростанции с другими помещениями компоновка зависит также от габарита и конструктивной схемы, установленных для объединённого блока.

Одним из основных звеньев технологического комплекса поверхности шахты являются обогатительный и дробильно-сортировочный (в случае их размещения на поверхности) комплексы.

Комплексы, схема и набор которых зависят от технологической схемы поверхности, качества полезных ископаемых, качества обогащения и других факторов, выделяются в самостоятельные сооружения с необходимым подсобным хозяйством или объединяются в один блок с основными сооружениями поверхности – надшахтными зданиями, погрузочными бункерами. Местоположение комплекса выбирается в результате технико-экономического сравнения возможных вариантов размещения зданий и сооружений по отношению к шахтным стволам.

Компрессорные установки, предназначенные для получения сжатого воздуха, используемого на шахте как энергоноситель, могут входить в состав блока вспомогательного ствола, но, как правило, их располагают в виде отдельно стоящего комплекса. Состоит он из здания компрессоров и охладительных устройств. Наиболее распространённый тип последних – градирни и брызгальные бассейны.

Котельные располагают по возможности вблизи от основных потребителей тепла: калориферной, административно-бытового комбината, отапливаемых зданий технологического комплекса поверхности шахты. На шахтах современной постройки котельные, как правило, располагают в отдельно стоящих зданиях. Эти объекты технологического комплекса поверхности шахты включают помещения для хранения оперативного запаса топлива, котлов, насосов, вентиляторов, средств химической водоочистки, топливоподачи и шлакозолоудаления.

Шахтные ремонтные **электромеханические мастерские**, как правило, входят в блок вспомогательного ствола. На шахтах старой постройки они размещены обычно в отдельных зданиях или объединены с материальным складом шахты и другими помещениями в общий блок.

В мастерских выполняют текущий и средний ремонты механизмов, изготавливают несложные запчасти и восстанавливают изношенные детали. Площади ремонтных мастерских определяются количеством и видом применяемых на шахте машин и механизмов в зависимости от производственной мощности предприятия.



Рис.4.2. Основные здания и сооружения поверхностного комплекса шахт

Важную роль в технологическом комплексе поверхности шахты играет складское хозяйство, которое включает:

- материальные склады, предназначенные для приёма, хранения и выдачи инвентаря, инструментов, спецодежды, материалов и оборудования;
- склады горюче-смазочных материалов для хранения и выдачи масел, расходуемых при эксплуатации шахтного оборудования;
- склады сыпучих материалов (инертная пыль и цемент); склады закладочных материалов;
- склады взрывчатых материалов, склады крепи и крепёжных материалов.

Для накопления и хранения добытого полезного ископаемого служат различного рода регулировочные, раздаточные, аварийные (запасные) склады. Выполняются они в виде бункеров большой вместимости или в виде объектов открытого типа, представляющих штабеля полезных ископаемых, расположенные рядом с железнодорожными путями.

Оборудуются склады стационарными либо передвижными погрузочными устройствами.

Объёмно-планировочные решения шахтных складов выбирают с учётом обеспечения прогрессивной технологии складирования, комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ.

4.4. Административно-бытовой комбинат (АБК)

АБК представляет собой отдельно стоящее здание или сблокированное с комплексом вспомогательного ствола. Строится оно как по типовым, так и по индивидуальным проектам. Наиболее распространены трёхэтажные здания и здания комбинированной планировки (одно и трёхэтажная части).

В состав АБК входят помещения:

- административно-конторские (для инженерно-технических работников и руководства шахты, нарядные участки, зал собраний и др.);
- производственные (ламповая, респираторная, телефонная станция, лаборатории, диспетчерская);
- санитарно-бытовые (душевые, умывальные, помещения для сушки и обеспыливания спецодежды, прачечная, буфет и др.);
- санитарно-медицинского обслуживания (здравпункт, ингаляторий, фотарий, помещения личной гигиены женщин); вспомогательного назначения (вестибюль, гардеробная, кладовые, технические помещения).

Элементами транспортных технологических потоков полезных ископаемых и пустых пород являются бункеры, эстакады, галереи.

Почти во всех случаях поднятое на поверхность полезное ископаемое поступает в приёмный бункер и, пройдя через установки технологического комплекса (обогажительного или дробильно-сортировочного), попадает в погрузочный бункер (полубункер). Приёмные бункеры обычно располагают в надшахтном здании. Конструкция, форма и их габариты зависят от компоновки сооружения, требуемого запаса материала, способов загрузки и выгрузки и др.

Конструктивная характеристика объектов технологического комплекса поверхности шахты, особенности их размещения и др. определяют рациональность обустройства поверхности шахты.

Перспективы развития технологического комплекса поверхности шахты связываются с упрощением технологии обработки горной массы в надшахтных зданиях за счёт строительства обогажительных фабрик, отказом от открытых складов полезных ископаемых и заменой их бункерами; с дальнейшей реализацией принципа блокировки на основе объединения добывающих и перерабатывающих производств, объединённых единой безотходной технологией.

4.5. Историческая справка

Наибольшие изменения технологического комплекса поверхности шахты претерпели за последнее столетие. Это связано с развитием горной, горнотранспортной техники и технологии, строительного дела.

В основном до 30-х гг. 20 века поверхность шахт отличалась значительным числом небольших малой этажности деревянных производственных, вспомогательных, складских и административно-бытовых зданий, разбросанных на большой территории. Практически отсутствовали обогажительные и дробильно-сортировочные сооружения.

Транспортирование полезных ископаемых и пустых горных пород осуществлялось в вагонетках вручную или при помощи лебёдок; погрузка в железнодорожные вагоны – при помощи тачек и носилок (рис. 4.3).

В 30-е гг. начинается компоновка технологического комплекса поверхности шахты не только по горизонтальным, но и по смешанным схемам.

Основные здания и сооружения возводятся из камня, металла, железобетона. Появляются сооружения для сортировки полезных ископаемых и обогажительной фабрики. В основном

завершается механизация всех технологических процессов на поверхности.

В эти же годы начинается работа по объединению отдельных зданий и сооружений в общие блоки.

Во 2-й половине 40-х – начале 50-х гг. создаются индивидуальные проекты поверхности шахт с секционным принципом компоновки зданий и сооружений и объединением их в блоки.



Рис.4.3. Технологический комплекс поверхности шахты в 30–е годы XX в.

Появляется возможность индустриализации строительства зданий из сборных железобетонных конструкций заводского изготовления.

Внедряются высотные компоновочные схемы.

К середине 50-х гг. разрабатываются типовые проекты поверхности угольных шахт (производственной мощностью 600, 900 и 1200 тыс. т/год).

В середине 60-х гг. осуществляется унификация объёмно-планировочных и конструктивных решений зданий и сооружений технологического комплекса поверхности шахты. В результате существенно упростился технологический процесс на поверхности. Это удалось достичь за счёт отказа, в отдельных случаях, от бункеров и погрузки угля в железнодорожные вагоны без предварительного обогащения полезных ископаемых, применения автотранспорта для доставки породы в отвал, многоканатного подъёма и башенных копров (отказа от здания подъёмных машин) и других решений.

4.6. Технологический комплекс поверхности

Поверхностный технологический комплекс шахты - это совокупность технологических линий и узлов, размещенных в зданиях и сооружениях на поверхности шахты, обеспечивающих работу ее подземного хозяйства, а также складирование, переработку и отправку потребителям полезных ископаемых.

Поверхностный комплекс занимает территорию на земной поверхности, которую принято называть промышленной площадкой.

На современной шахте поверхностные здания и сооружения, как правило, сгруппированы в три блока:

- блок главного ствола;
- блок вспомогательного ствола;
- административно-бытовой комбинат.

Кроме того, на поверхности шахты располагаются здания и сооружения, не входящие в указанные блоки.

Блок главного ствола включает в себя: надшахтный копер, надшахтное здание с секциями угольного и породного комплекса, здания скиповых подъемных машин, электроподстанцию, здание компрессорной установки, здание котельной.

Блок вспомогательного ствола включает в себя: надшахтный копер; надшахтное здание; (секция обмена вагонеток); здание клетьевого подъемной машины; здание электромеханической мастерской; материальный склад.

4.7. Характерные особенности и назначение основных объектов шахтной поверхности

Надшахтный копер сооружается над устьем каждого ствола. Он представляет собой металлическую или железобетонную конструкцию, предназначенную для установки шкивов подъемной установки, проводников для направления движения подъемных сосудов и устройств для разгрузки угля (породы).

Высота копров обычно составляет 15 - 40 м, иногда и более в зависимости от высоты приемной площадки, вида подъема и способа разгрузки подъемных сосудов.

Надшахтное здание расположено над стволом шахты и непосредственно примыкает к копру, являющегося его составной частью. Здание служит для приемки и распределения грузов из шахты, погрузки материалов, направле-

мых в шахту, для размещения путей, опрокидывателей, калориферной установки и прочего оборудования.

На шахтах, где производится обогащение и сортировка угля, к надшахтному зданию примыкает здание обогатительной фабрики или сортировки.

Здания подъемных машин сооружают рядом со стволом, иногда их объединяют с надшахтным зданием или располагают на копре. Они служат для размещения подъемных машин, осуществляющих подъем и спуск людей, угля, породы и материалов с помощью подъемных канатов и сосудов (скипы, клетки, бадьи).

Котельная предназначена для отопления зданий и сооружений и обогрева в зимнее время стволов шахты калориферной установкой.

Здание электроподстанции является важнейшим энергетическим объектом шахты.

Электроподстанция предназначена для распределения электроэнергии и понижения напряжения с 3000 - 6000 В до 660, 380 и 220 В.

Здание компрессорной станции предназначено для размещения компрессорных установок, питающих по воздухопроводу сжатым воздухом подземные машины и механизмы.

Здание шахтного вентилятора служит для размещения вентиляторных установок, обеспечивающих проветривание горных выработок.

Здание холодильной установки предназначено для размещения стационарной поверхностной холодильной установки, служащей для охлаждения воздуха, подаваемого в шахту.

Здание дегазационной установки предназначено для размещения вакуум-насосной станции, с помощью которой производится отсасывание по специальным трубам из угольных пластов и боковых пород метана с целью снижения газообильности шахт, участков, отдельных горных выработок.

Обогатительная фабрика оснащается необходимым оборудованием, машинами и механизмами, предназначенными для обогащения (улучшения качества) угля и разделения его по крупности.

Погрузочные бункера представляют собой емкости определенных размеров, служащие для кратковременного хранения угля и породы. Они соединены с блоком главного ствола конвейерной галереей.

Угольные (аварийные) склады служат для временного хранения угля при возможной задержке подачи под погрузку железнодорожных вагонов.

Лесной склад и деревообрабатывающие цехи служат для хранения и обработки древесины, а также для заготовки крепежного леса.

Породные отвалы предназначены для складирования породы, выдаваемой из шахты.

Шахтная поверхность строящейся шахты существенно отличается от эксплуатируемой.

В период проходки ствола и примыкающих к нему выработок шахтостроители стремятся к тому, чтобы в ряде случаев применять передвижные здания и сооружения. Это делается для достижения минимальных затрат времени на их сооружение и демонтаж. К таким объектам относятся: здания подъемных машин и лебедок (в виде вагончиков), компрессорная станция, бытовки рабочих.

4.8. Околоствольный двор

Околоствольный двор служит для обеспечения организованного и эффективного пропуска всего груза, выдаваемого из шахты на поверхность (полезных ископаемых, горной породы), а также приёма с поверхности вагонеток с крепёжными, закладочными и другими материалами, и оборудованием.

Околоствольные дворы классифицируют по следующим основным признакам:

- типу транспортных средств, схемам движения грузовых потоков;
- направлению поступления грузов;
- количеству транспортных выработок и рельсовых путей;
- типу подъёма и подъёмного оборудования.

По типу транспортных средств околоствольные дворы подразделяются на:

- локомотивные (для вагонеток с глухим кузовом и донной разгрузкой);
- конвейерные, из которых наибольшее распространение на действующих шахтах получили локомотивные околоствольные дворы для вагонеток с глухим кузовом;

- в проектах новых и реконструируемых шахт – локомотивные околоствольные дворы для вагонеток с донной разгрузкой.

По схемам движения грузопотоков различают околоствольные дворы:

- круговые;
- петлевые;
- челноковые;
- тупиковые.

На шахтах преимущественно применяются круговые и петлевые околоствольные дворы, характеризующиеся более простыми (по сравнению с челноковыми и тупиковыми) манёврами, большей компактностью и более простой привязкой к конкретным горно-геологическим условиям.

По направлению поступления грузов различают односторонние и двусторонние околоствольные дворы.

По количеству транспортных выработок и рельсовых путей выделяют околоствольные дворы с одной прямолинейной многопутевой выработкой и с несколько одно- или двухпутевыми выработками.

По типу подъёма и подъёмного оборудования различают околоствольные дворы для вертикального подъёма и подъёма по наклонным стволам.

В свою очередь, околоствольные дворы для подъёма первого вида подразделяются на клетевые и скипо-клетевые; второго – на конвейерные, скиповые, для подъёма двумя концевыми канатами в вагонетках с донной разгрузкой.

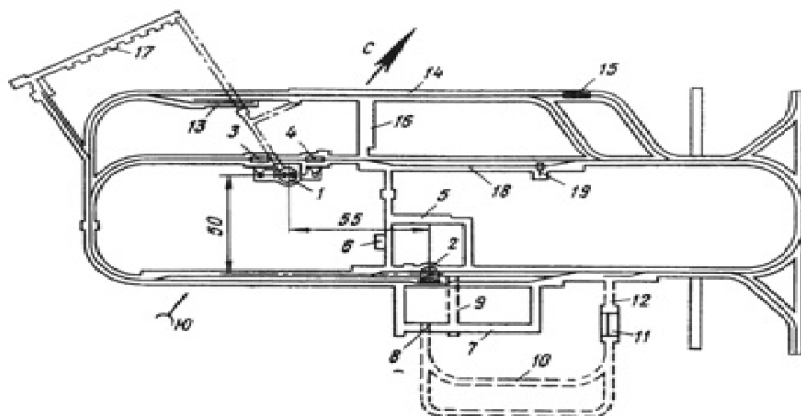


Рис.4.4. Схема кругового околоствольного двора для угольной шахты:

1 – скиповой ствол; 2 – клетевой ствол; 3 и 4 – угольная и породная разгрузочные ямы; 5 – камера ожидания; 6 – камера медпункта; 7 – камера центральной электроподстанции; 8 – камера главного водоотлива; 9 – водотрубный ходок; 10 – водосборник; 11 – камера осветляющих резервуаров; 12 – камера обезвоживающей установки; 13 – депо противопожарного поезда; 14 – гараж-зарядная; 15 – ремонтная мастерская; 16 – камера выпрямительной подстанции; 17 – склад ВМ; 18 – путь для стоянки пассажирского состава; 19 – санузел

На шахтах Украины наиболее распространены скипо-клетевые околоствольные дворы.

Общими недостатками локомотивных околоствольных дворов для вагонеток с глухим кузовом являются сложность маневровых операций по подаче вагонеток к месту разгрузки, расформирования и сортировки смешанных составов, встречное движение поездов по отдельным выработкам, значительный

объём горных работ, большое число перемен хода, высокая трудоёмкость работ по прицепке-расцепке составов.

Применение принципиально новых типов шахтных вагонеток с донной двусторонней разгрузкой позволило создать более современные схемы околоствольных дворов, обеспечивающие поточную схему движения транспорта без расцепки составов, высокую пропускную способность.

Скиповые ветви таких околоствольных дворов выполняются общими для породы и угля, что оказывается возможным в связи с донной разгрузкой угольных и породных вагонеток.

Технологические схемы околоствольных дворов с конвейерной доставкой отличаются простотой. В них отсутствуют манёвры с гружёными и порожними составами вагонеток, полезные ископаемые более равномерно непрерывным потоком поступают в околоствольные дворы, сокращаются численность обслуживающего персонала и общий объём околоствольных выработок.

Вместимость скиповых угольных (грузовых и порожняковых) технологических ветвей околоствольных дворов:

- с обычной технологией 1,5 - 2 состава;
- с поточной технологией –1 состав.

Пропускная способность околоствольных дворов:

- при использовании вагонеток с глухим кузовом 4 тыс.т/сут.;
- то же, при поточном движении составов 6 тыс. т/сут;
- вагонеток с откидным днищем 10 тыс. т/сут; при конвейерном транспорте до 30 тыс. т/сут (определяется производительностью конвейера).

За рубежом наиболее распространены околоствольные дворы с поточной схемой движения составов. Пропускная способность их 4 - 10 тыс. т/сут.

За основное направление откаточных выработок околоствольного двора принимают ветвь клетцевого ствола, которая совпадает с направлением оси клетей, а ветвь скипового ствола и обгонные выработки располагаются преимущественно параллельно клетцевой ветви.

Основные отличительные признаки околоствольных дворов:

- расположение клетцевой ветви по отношению к магистральной выработке (параллельные, перпендикулярные, диагональные);

- число направлений подхода грузов;
- характер движения вагонеток.

Различаются околоствольные дворы, тем что:

- круговые вагонетки входят и выходят из пределов околоствольного двора одной и той же лобовой стенкой;

- челноковые вагонетки входят одной лобовой стенкой, а выходят другой.

В челноковых околоствольных дворах уголь может транспортироваться не только в вагонетках, но и конвейерами и непосредственно поступать в бункер скипового подъёма.

Породу, материалы и другие грузы перевозят в вагонетках или монорельсовым транспортом.

Наибольшее распространение получили круговые околоствольные дворы с перпендикулярным или параллельным расположением транспортных выработок по отношению к главному магистральному штреку или квершлагау.

Околоствольные дворы с круговым движением вагонеток могут быть с двусторонним или односторонним поступлением составов. В последнем случае околоствольный двор, в котором грузовая ветвь главного ствола является продолжением квершлага, называется петлевым.

Выбор типа околоствольного двора определяется рядом факторов, в т.ч.:

- углом падения пластов;
- их числом и расстоянием между ними;
- способом вскрытия шахтного поля;
- устойчивостью горных пород, в которых предполагается сооружать околоствольный двор.

Кроме того, учитывается экономичность привязки того или иного типа околоствольного двора в конкретной схеме вскрытия. Минимальный его объём достигается в том случае, когда клетевая ветвь является одновременно частью магистральной выработки. Кроме протяженных выработок в околоствольном дворе предусматривается сооружение различных камер.

Околоствольные дворы функционируют в течение всего срока службы шахты. Объем околоствольных выработок может составлять до 20 тыс.м³.

Контрольные вопросы к 4 разделу

- 1. Перечислите функции технологического комплекса поверхности.***
- 2. Какие факторы влияют на планировку поверхности?***
- 3. Какие объекты шахтной поверхности входят в технологический комплекс?***
- 4. Вспомогательные здания и сооружения в технологическом комплексе.***
- 5. Назначение административно-бытового комбината.***
- 6. Назначение основных объектов шахтной поверхности.***
- 7. Классификация околоствольных дворов.***
- 8. Назовите и отметьте на рис 4.2. основные здания и сооружения поверхностного комплекса***

5. ГОРНАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ

Учебные цели: Опираясь на материал раздела, студент должен четко знать и применять горную терминологию, как основу основ подземной разработки

5.1. Элементы залегания полезного ископаемого

Пластом принято называть геологическое тело, сложенное однородной осадочной породой, ограниченное двумя приблизительно параллельными поверхностями и занимающее значительную площадь.

Пласт имеет три измерения: длину, ширину и толщину, которые называют соответственно его простиранием, падением и мощностью.

Линией простирания называют линию, образующуюся при пересечении поверхности (кровли или почвы) пласта с горизонтальной плоскостью.

Падение пласта или его наклон к горизонтальной плоскости измеряется углом падения α , образованным линией падения и ее проекцией на эту плоскость.

По углу падения пласты делят на четыре группы:

- пологие с углом падения до 18° ;
- наклонные – от 19 до 35° ;
- крутонаклонные – от 36 до 55° ;
- крутые – от 56 до 90° .

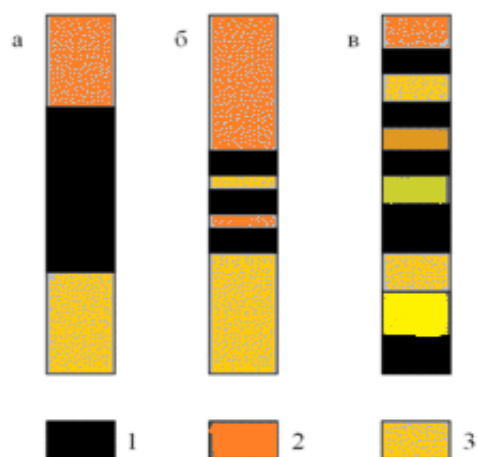
Выше и ниже угольного пласта залегают вмещающие горные породы. Толща пород, залегающая над пластом полезного ископаемого, называется **кровлей** пласта, а залегающая под пластом – **почвой** пласта.

Расстояние между почвой и кровлей пласта по нормали называется мощностью пласта m . По мощности пласты разделяют на четыре группы:

- весьма тонкие мощностью до $0,7$ м;
- тонкие – от $0,71$ до $1,2$ м;
- средней мощности – от $1,21$ до $3,4$ м;
- мощные – свыше $3,5$ м.

Различают пласты простого и сложного строения. Пласт простого строения состоит из полезного ископаемого. В пласте сложного строения уголь разделяется на отдельные слои (пачки) прослойками породы.

Пласты сложного строения имеют полную и полезную мощность. Мощность пласта вместе с находящимися в нем прослойками породы называют полной мощностью. Полезная мощность пласта равна его полной мощности за вычетом суммы мощностей всех прослойков породы.



*Рис. 5.1. Строение угольного пласта:
а – простой; б – сложный; в – весьма сложный;
1 – уголь; 2, 3 – порода*

Суммарную мощность пачек полезного ископаемого и прослоек породы, фактически вынимаемых при разработке, называют вынимаемой мощностью пласта. Часть пласта, выходящую на земную поверхность или находящуюся неглубоко от нее под насосами, называют выходом пласта.

Несколько пластов каменного угля, залегающих в определенной толще вмещающих пород, составляют свиту.

5.2. Размеры сечений выработок

Размеры поперечного сечения выработки определяются габаритами подъемных сосудов или транспортного оборудования (клетки, скипы, вагонетки, электровозы, конвейеры и др.), необходимыми зазорами между крепью и указанным оборудованием, а также количеством воздуха, который должен проходить по выработке. Необходимо, чтобы площадь поперечного сечения выработок обеспечивала бы перемещение по ним воздуха со скоростями не более предельно допустимых: в стволах, предназначенных только для спуска и подъема грузов – 12 м/с; в стволах, используемых для подъема людей, квершлагах, откаточных и вентиляционных штреках, капитальных и панельных бремсбергах и уклонах – 8 м/с; во всех прочих горных выработках, пройденных по углю и породе – 6 м/с; в рабочем пространстве очистных забоев – 4 м/с.

В вертикальных стволах дополнительно учитываются расположения и число подъемных сосудов, наличие другого оборудования (лестничное отделение, трубопроводы, электрокабели и др.), а в горизонтальных и наклонных выработках – число рельсовых путей.

Площадь сечения выработки, определяемая по внутренним образующим крепи, называется площадью сечения в свету. Площадь поперечного сечения круглых стволов в свету характеризуется диаметром ствола, который принимается от 4 до 8,5 м с интервалом 0,5 м (площадь сечения от 12,6 до 56,7 м²). Минимально допустимая площадь поперечного сечения горизонтальных и наклонных выработок составляет 3,7 м². Отдельные выработки имеют площадь сечения 20-25 м².

Для облегчения определения размеров поперечного сечения выработок на производстве и при проектировании, а также для типизации характеризующих выработку параметров проектными организациями разработаны типовые сечения различных горизонтальных и наклонных горных выработок с учетом особенностей разработки месторождений, различных видов крепи и применяемого транспортного оборудования.

5.3. Шахтное поле

Часть месторождения, отведенная для разработки одной шахте, называется шахтным полем.

Границами шахтного поля являются условные поверхности, ограничивающие его по простиранию и падению. В случае негоризонтального залегания месторождения обычно различают границы по восстанию (верхняя граница), падению (нижняя граница) и простиранию (боковые границы).

На маркшейдерских планах приводят также вертикальный разрез шахтного поля вкрест простирания пород. Пласты угля или залежи вычерчивают с соблюдением их истинного угла падения.

При невыдержанных элементах залегания пласта или когда в пределах месторождения имеются крупные геологические нарушения или шахтные поля действующих шахт, шахтные поля могут иметь самую разнообразную конфигурацию. Их границы в данном случае являются фиксированными.

Шахтное поле характеризуется размерами: длиной по простиранию и глубиной.

Длина шахтного поля по простиранию может достигать 20 км, по падению 4 – 5 км, а наиболее распространенные соответственно 6 – 7 и 2 – 3 км.

Шахтные поля со всеми расположенными в их пределах выработками изображают на **маркшейдерских планах**: при пологом, наклонном и крутонаклонном залегании пластов в виде проекции на горизонтальную плоскость; при крутом – на вертикальную плоскость. Из этого следует, что длина наклонных выработок на планах, как правило, оказывается уменьшенной. Только горизонтальные выработки, нанесенные на планы, имеют неискаженную длину. Воз-

можно проекция и на плоскость, параллельную пласту; в этом случае все выработки наносятся без искажения их размеров.

Если месторождение разрабатывают только одной шахтой, то его форма предопределяет конфигурацию шахтного поля, а границы месторождения и шахтного поля примерно совпадают. В случае деления месторождения на шахтные поля, при выдержанных элементах залегания пластов шахтному полю по возможности придают форму прямоугольника, вытянутого по простиранию. В этом случае границы шахтного поля, а следовательно, и его размеры устанавливаются проектировщиками на основании технико-экономических расчетов.

На маркшейдерские планы и на планы горных работ обычно наносят и изогипсы пласта, которые представляют собой линии пересечения почвы (или кровли) пласта с мысленно проводимыми на одинаковом расстоянии одна от другой горизонтальными плоскостями. Расстояние между плоскостями, следовательно, и между изогипсами по вертикали h принимают в зависимости от угла падения, сложности форм залегания месторождения и принятого масштаба. Следовательно, чем больше угол падения пласта, тем ближе располагаются изогипсы одна от другой, и наоборот.

Изогипсы почвы пласта предопределяют направление штреков, проводимых по пласту. По изогипсам обычно проводят нижнюю и верхнюю границу шахтного поля.

5.4. Запасы шахтного поля

В пределах шахтного поля различают: **геологические, балансовые и забалансовые** запасы полезного ископаемого.

Геологическими называют общее количество запасов полезного ископаемого месторождения.

Балансовыми называют такие запасы, разработка которых экономически целесообразна; по качеству полезного ископаемого они отвечают требованиям их промышленного использования, а по количеству и условиям залегания пригодны для добывания при современном уровне техники и технологии.

Забалансовые запасы не отвечают действующим кондициям по мощности и качеству, однако их следует рассматривать как объект освоения в будущем, по мере развития техники, технологии добычи и переработки полезных ископаемых.

Балансовые запасы равны геологическим за вычетом забалансовых запасов.

К забалансовым относят запасы, которые сосредоточены в пластах нерабочей мощности и уголь имеет высокую зольность, сверхлимитное содержание серы или залегает на глубине, недоступной для разработки с использованием существующей технологии.

Запасы полезного ископаемого в зависимости от их изученности подразделяются на четыре категории: *A*, *B*, *C₁* и *C₂*.

К категории *A* относятся запасы, детально разведанные и изученные с помощью горных выработок: имеются полные данные о качестве полезного ископаемого.

К категории *B* относятся запасы, которые разведаны и изучены в меньшей степени, чем запасы категории *A*. Запасы этой категории оконтурены разведочными выработками, позволяющими выяснить основные особенности залегания и качество полезного ископаемого без разделения их на кондиционные и некондиционные. Кондиции пластов устанавливаются в зависимости от их мощности, марки и зольности угля, района расположения месторождения, угла падения пластов и других факторов.

К категории *C₁* относятся запасы, которые установлены на основании данных отдельных разведочных выработок, геологических и геофизических съемок; условия залегания и качество полезного ископаемого изучены в общих чертах.

К категории *C₂* относятся запасы, оцененные только по геологическим данным.

Строительство новой шахты допускается в том случае, когда запасы категории *A+B* составляют более 50% общих запасов шахтного поля, а остальная часть относится к категории *C₁*.

При разработке шахтного поля не все балансовые запасы могут быть выданы на поверхность. Часть их остается в недрах и составляет потери. Величина потерь оценивается в процентах или выражается в виде коэффициента потерь, представляющего собой отношение количества потерянного полезного ископаемого к его балансовым запасам.

Потери полезного ископаемого принято разделять на три группы:

1. Потери в предохранительных и барьерных целиках, называемыми **общешахтными**. Предохранительные целики предотвращают вредное влияние горных работ на охраняемые искусственные и природные объекты на поверхности или на горные выработки. Барьерные целики изолируют шахтные поля, предохраняют действующие горные выработки от прорыва в них поверхностных или подземных вод, а также газов или заиловочной пульпы из выработанного пространства или погашенных горных выработок.

2. Потери, связанные с **геологическими нарушениями** пластов и окружающих пород и **гидрогеологическими условиями**, которые не позволяют вести нормальную отработку участков.

3. Потери **эксплуатационные**, которые включают потери по площади (не вынимаемые части целиков у подготовительных выработок, в очистном пространстве и на границах выемочных участков) и по мощности пласта (пачки угля, оставленные в кровле, почве или между слоями пласта в очистных и подготовительных выработках); потери от неправильного ведения горных работ (целики, оставляемые вследствие завалов или затопления выработок; противопожарные целики, изолирующие отдельные части шахтного поля друг от друга; опорные целики, временно удерживающие породы кровли пласта от обрушения в выработанное пространство); потери отбитого угля в результате не полной выдачи его из очистного забоя, при взрывных работах, при транспортировании по выработкам.

Часть балансовых запасов, которая может быть выдана на поверхность при разработке месторождения, называется **промышленными запасами**, они равны балансовым за вычетом потерь.

Количество полезного ископаемого, добываемого из месторождения, оценивается **коэффициентом извлечения C** , который показывает, какую часть балансовых запасов выдают на поверхность. Величина C зависит от горно-геологических условий, особенно от мощности и угла падения пласта, ценности полезного ископаемого, глубины разработки, технологии ведения горных работ, и колеблется в пределах 0,8 – 0,9.

Промышленные запасы шахтного поля, имеющего форму правильного прямоугольника, можно ориентировочно подсчитать по формуле, т:

$$Z = S H \sum m p C, \quad (5.1)$$

где S и H - размеры шахтного поля соответственно по простиранию и падению, м;

$\sum m$ – суммарная мощность рабочих пластов, м;

p – средняя плотность полезного ископаемого, т/м³.

При ориентировочных расчетах можно принимать среднюю плотность антрацита – 1,6 т/м³, каменного угля – 1,35 т/м³, бурого угля – 1,2 т/м³.

Произведение мощности пласта на среднюю плотность угля называют **производительностью пласта**, т/м²,

$$P = m p \quad (5.2)$$

Производительность пласта – это масса угля (в тоннах), в призме, площадь основания которой 1 м² и высота равна мощности пласта, м.

По степени подготовленности к добыче промышленные запасы разделяются на **вскрытые, подготовленные и готовые к выемке**.

Вскрытые запасы – часть промышленных запасов, для разработки которых не требуется дополнительного проведения капитальных горных выработок (стволов, штолен, капитальных квершлагов, бремсбергов), т.е. выработок, проводимых за счет капитальных вложений и зачисленных на баланс основных фондов предприятия.

Подготовительные запасы – часть вскрытых запасов, которые оконтурены основными выработками и не требуют для дальнейшей их подготовки к очистной выемке проведения дополнительных подготовительных выработок.

Готовыми к выемке запасами считают часть подготовленных запасов, для извлечения которых проведены все подготовительные и нарезные выработки и закончены работы по подготовке очистных забоев.

5.5. Основные параметры шахты

Шахта, как горное предприятие, характеризуется **качественными и количественными** параметрами.

Качественные характеристики включают сведения, которые определяют принципиальные особенности предприятий и могут быть выражены только путём их описания, например, способ вскрытия и подготовки шахтного поля.

Количественные характеристики (параметры) шахты выражают с помощью чисел. К основным количественным параметрам относят производственную мощность, срок службы, балансовые и промышленные запасы, размеры шахтного поля по простиранию и падению.

Различают производственную и проектную мощности шахты.

Производственная мощность шахты A – максимально возможная в реальных условиях добыча полезного ископаемого установленного качества в единицу времени (сутки, год), определяемая исходя из условий производства в рассматриваемом периоде на основе наиболее полного использования оборудования, рационального режима работы, эффективной технологии и организации производства при соблюдении требований безопасности и правил технической эксплуатации.

Проектная мощность – потенциально возможный объём добычи угля, предусмотренный утвержденным проектом и соответствующий заложенным решениям по технике, технологии и организации работ; измеряется в т/год или т/сут.

Срок службы T предприятия – время, в течение которого будут извлекаться промышленные запасы. Следовательно, между основными параметрами угольной шахты существует следующая зависимость:

$$T = Z/A, \quad (5.3)$$

т.е. при постоянных запасах с увеличением проектной мощности шахты срок службы ее уменьшается.

С увеличением проектной мощности шахты объем капиталовложений при ее строительстве, отнесенных к 1 т промышленных запасов, возрастает, эксплуатационные же затраты, которые связаны с обслуживанием подъема, водотлива, содержанием административно-хозяйственного аппарата, из-за сокращения срока службы шахты, наоборот, уменьшаются. Поэтому A и T выбирают такими, чтобы себестоимость 1 т добытого угля была наименьшей. Такой минимальной себестоимости 1 т угля соответствует область оптимальных, наивыгоднейших значений проектной мощности шахты.

Снижение себестоимости 1 т угля достигается и уменьшением капитальных затрат на строительство путем применения рациональных способов вскрытия, систем разработки, технологического комплекса на поверхности, а также за счет интенсификации и концентрации горных работ и обеспечения высокой производительности труда на базе применения совершенных машин, оборудования и автоматизации, современных методов организации производства, всеобщей экономии материалов, электроэнергии и пр.

Фактическая производственная мощность действующих в настоящее время шахт колеблется в широких пределах. Наряду с крупными шахтами, суточная добыча которых достигает 20 тыс. т, работают и небольшие шахты с добычей 1000 т/сут.

Более мощные шахты обеспечивают лучшие показатели производительности труда и себестоимости угля. Поэтому в настоящее время рекомендуется строить крупные шахты с достаточно большим сроком службы. Срок службы шахт получается как производная величина при обосновании мощности шахты и запасов ее поля.

На протяжении всего срока службы предприятия выделяются следующие характерные этапы: строительство и ввод в эксплуатацию; освоение проектной мощности, стабильная работа; подготовка новых горизонтов (или реконструкция): затухание добычи и выбытие мощности.

Проектную мощность угольных шахт и размеры шахтных полей обосновывают технико-экономическими расчетами с учетом новейших достижений науки, техники и передового опыта.

Производственная мощность шахты не является величиной постоянной. При изменении горно-геологических условий, технического прогресса, возможной реконструкции она меняется во времени, иногда в весьма широких пределах.

5.6. Стадии разработки месторождения

Полезное ископаемое чаще всего залегает глубоко под землей. Поэтому, чтобы приступить к его извлечению, необходимо детально разведать месторождение, разработать проект, в котором предусмотреть способ вскрытия и подготовки шахтного поля, построить горное предприятие и сдать его в эксплуатацию.

Вскрытием называют обеспечение доступа с поверхности к месторождению путем проведения горных выработок для создания условия подготовки полезного ископаемого к выемке.

Цель вскрытия месторождения – создание транспортных связей между очистными забоями (добыча угля) и пунктом приема его на поверхности, обеспечение условий для безопасного перемещения людей, а также комфортных условий на рабочем месте. При этом транспортные связи понимаются в широком смысле, т.е. транспортирование горной массы и вспомогательных грузов; перевозка людей к рабочим местам и обратно; сбор воды в шахте и откачка ее на поверхность; подача свежего воздуха к очистным и подготовительным забоям, отвод загрязненного воздуха и др.

Вскрывающие выработки делятся на главные и вспомогательные. К **главным** относятся выработки, имеющие непосредственный выход на поверхность (стволы, штольни). К **вспомогательным** – не имеющие непосредственного выхода на поверхность (квершлагги, слепые стволы, гезенки).

Подготовкой называют проведение подготовительных выработок после вскрытия шахтного поля, обеспечивающих условия для ведения очистной выемки.

Очистная выемка – комплекс работ по извлечению полезного ископаемого в очистном забое. Очистная выемка составляет сущность подземной разработки и включает комплекс процессов по отделению полезного ископаемого от массива, доставки его к местам погрузки в транспортные средства, крепление и поддержанию выработанного пространства и др.

Одной из особенностей технологии добычи полезных ископаемых является непрерывность перемещения рабочего места, которая обеспечивается систематическим воспроизводством фронта очистных забоев путем проведения подготовительных и нарезных выработок. Таким образом, очистная выемка и вос-

производство фронта очистных забоев, обеспечиваемое проведением подготовительных и нарезных выработок, которые предусмотрены принятой системой разработки, является взаимосвязанным, единым процессом.

Совокупность работ по вскрытию, подготовке месторождения и выемке угля называют *подземной разработкой месторождения*.

При разработке месторождений должны быть обеспечены следующие основные требования:

1) применение наиболее рациональных и эффективных методов добычи основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых, недопущение сверхнормативных потерь полезных ископаемых;

2) осуществление доразведки месторождений полезных ископаемых и иных геологических работ, выполнение маркшейдерских работ, а также ведение работ, предусмотренных технической документацией;

3) учет состояния и движения запасов и потерь полезных ископаемых;

4) недопущение нарушенности разрабатываемых и соседних с ними месторождений полезных ископаемых в результате проводимых горных работ, а также сохранение запасов полезных ископаемых, консервируемых в недрах;

5) сохранение и учет попутно добываемых, временно неиспользуемых полезных ископаемых, а также отходов производства, содержащих полезные компоненты;

6) рациональное использование отходов производства, а также правильное их размещение;

7) безопасность для жизни и здоровья работников и населения, охрана недр и других объектов окружающей природной среды, зданий и сооружений; разработка и утверждение планов ликвидации аварии.

Контрольные вопросы к 5 разделу

- 1. На какие группы делятся пласты по углу падения и мощности пласта?***
- 2. Как определяются размеры сечений выработок?***
- 3. Что называется шахтным полем?***
- 4. Какие существуют запасы шахтного поля и как их определить?***
- 5. Какие бывают потери угля в шахтном поле?***
- 6. Назовите основные параметры шахты?***
- 7. Перечислите стадии разработки месторождения?***
- 8. Какие основные требования предъявляются при разработке месторождения?***

6. ПРОВЕДЕНИЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Учебные цели: опираясь на материал раздела студент должен знать основные физико-механические свойства горных пород, основные способы разрушения горных пород; какие применяются формы поперечного сечения горных выработок

6.1. Основные физико-механические свойства горных пород

Ниже приведены термины, определения и краткие характеристики основных физико-механических свойств горных пород, оказывающих наиболее сильное влияние на процесс их разрушения.

К таким свойствам горных пород, следует отнести их твёрдость, абразивность, упругость, пластичность, пористость, плотность, трещиноватость, устойчивость.

Твёрдость характеризует способность горной породы сопротивляться внедрению в нее резца, пуансона или другого твердого тела. Твёрдость породы в целом (агрегатная твёрдость) отличается от твёрдости слагающих ее минералов.

Абразивность горных пород – это особое свойство пород, выражающееся в способности изнашивать породоразрушающий инструмент в процессе бурения.

Упругость горных пород – способность породы восстанавливать первоначальную форму и объем после прекращения действия внешних усилий.

Хрупкость горных пород – способность горной породы разрушаться без заметной пластической деформации под воздействием внешних усилий.

Пластичность горных пород – способность породы необратимо изменять, без нарушения сплошности, свою форму и размеры под действием внешних усилий; чаще всего проявляется в условиях всестороннего сжатия породы.

Установлено, что горные породы, обладающие высокими упруго-пластичными свойствами, разбуриваются медленнее, чем упруго-хрупкие породы.

Пористость горных пород – наличие в породе пустот (пор); оценивается коэффициентом пористости, представляющим собой отношение суммарного объема пор и пустот в породе к объему породы.

К основным физическим свойствам горных пород относятся плотность пород и плотность твердого компонента породы.

Плотностью породы называется масса единицы объема породы с естественной влажностью и ненарушенным строением.

Устойчивость горных пород – способность породы длительное время сохранять первоначальное положение при вскрытии ее в массиве (при бурении скважин, проходке стволов и других горных выработок); зависит от условий залегания, характера связи между частицами породы, трещиноватости и степени выветривания.

При бурении в слабоустойчивых породах обрушаются стенки скважины, снижается выход керна, повышается износ буровых коронок и снижается скорость бурения.

Трещиноватость горных пород – совокупность в породе трещин различного происхождения и разных размеров. Наличие трещиноватости уменьшает прочность породы, но увеличивает ее абразивность.

Влагоёмкость горных пород – способность породы удерживать то или иное количество влаги.

Водопроницаемость горных пород – способность породы пропускать воду при наличии перепада давлений.

Водопоглощение горных пород – способность сухой породы впитывать воду при выдерживании ее в воде при атмосферном давлении и комнатной температуре; определяется как отношение разности в массах свободно насыщенного и сухого образцов породы к массе сухого образца.

Зернистость горных пород – совокупность расположения частиц в породе, которые могут отличаться по своему внутреннему строению, форме и размеру. Различают породы мелко, средне- и крупнозернистые.

Слоистость горных пород – повторяющаяся в разрезе неоднородность осадков: по составу, крупности зерна, окраске и другим особенностям.

Предел прочности при сжатии – максимальная величина сжимающего напряжения, испытываемая породой в момент разрушения образца; определяется как отношение нагрузки, разрушающей образец к первоначальной площади его поперечного сечения.

Предел прочности при растяжении – максимальное растягивающее напряжение, испытываемое породой в момент разрушения образца; определяется как отношение нагрузки, разрушающей образец, к первоначальной площади его поперечного сечения.

Предел прочности при скалывании – максимальное скалывающее напряжение, испытываемое породой в момент разрушения образца; определяется как отношение нагрузки, разрушающей образец, к площади сдвига.

Предел прочности при изгибе – максимальное изгибающее напряжение, испытываемое породой в момент разрушения образца; определяется как отно-

шение изгибающего момента, разрушающего образец, к моменту сопротивления соответствующего сечения.

Разрушающее напряжение – мера внутренних сил в деформируемой породе, вызывающих ее разрушение.

Удельная контактная работа разрушения – полная работа разрушения, отнесенная к площади контакта резца алмаза, шарошки с породой.

Значительное влияние на разрушаемость горных пород при бурении оказывает такой показатель, как временное сопротивление сжатию. Опытным путем установлено, что равные по определению временного сопротивления некоторых горных пород сжатию, растяжению и скалыванию показывают, что предел прочности пород при скалывании в 6 - 12 раз меньше прочности при сжатии.

В свою очередь предел прочности при растяжении в 1,5 - 2 раза меньше сопротивления на скалывание.

6.2. Разрушение горных пород

6.2.1. Общие сведения

Разрушение горных пород – это нарушение сплошности природных структур горных пород (минеральных агрегатов, массивов горных пород) под действием естественных и искусственных сил.

Разрушение – сложный физический или физико-химический процесс, характер развития которого зависит от величины и скорости приложения нагрузки, напряженного состояния объекта, его прочности и структурных свойств. В соответствии с этим разрушение может протекать на микро- и макрокопическом уровнях.

Микроскопическое разрушение (размеры зоны разрушения до 1 мм) возникает в месте контакта разрушающего элемента с породой и сопровождается разрывом связей между зернами или нарушением химических связей в кристалле, микротрещинами, сдвигом вдоль поверхностей скольжения.

Макроскопическое разрушение (размеры зон разрушения 1 см и более) характеризуется развитием одной или многих трещин, нарушающих сплошность массивов в значительных объемах.

Во всех случаях разрушение начинается с процесса на микроскопическом уровне, при определенных условиях приобретающего макрокопические масштабы.

Естественное разрушение происходит в результате гравитационных (оползни, оседания грунтов, обвалы, осыпи), вулканических, глубинных, тектонических процессов, выветривания других природных процессов и явлений.

На горных объектах естественное разрушение сопровождается обрушением подземных горных выработок, бортов карьера и т.п. и представляет собой негативный фактор, влияние которого снижают выбором специальных технологических схем ведения работ, креплением выработок, закреплением грунтов и т.д.

С другой стороны, нарушение сплошности подземных толщ (например, под действием горного давления) упрощает процессы выемки, а разрушение породных толщ интенсифицирует дегазацию горных пород.

Искусственное (принудительное) разрушение – основной процесс технологии добычи и переработки твердых полезных ископаемых; осуществляется в результате механического или взрывного воздействия на горные породы, в меньшей степени – гидравлического, взрыво-гидравлического, термического, электрического, электромагнитного, комбинированного.

При этом разрушающие нагрузки носят квазистатический характер (скорости их приложения измеряются единицами или десятками м/с) и возникают они при бурении, резании, механическом дроблении, или динамический (сотни и тысячи м/с) – при ударном и взрывном разрушении.

Разрушение при бурении скважин имеет ряд особенностей и происходит путем отделения от массива частиц различной крупности в пределах плоскости забоя при наличии только одной обнаженной поверхности и возрастании с глубиной влияния горного давления.

Наибольшее распространение получил **механический** способ бурения, при котором разрушение имеет объемный усталостный или поверхностный характер. В первом случае, когда напряжения в породе превышают предел ее прочности, порода разрушается на некоторую глубину, которая сохраняется при перемещении породообразующих элементов по забою и может превышать их внедрение.

Объемное разрушение наиболее эффективно, т.к. требует наименьших удельных затрат энергии.

Усталостное разрушение происходит при контактных напряжениях меньших, чем прочность породы, и наступает после многократного воздействия нагрузок в результате образования и постепенного развития в породе микротрещин. При еще меньших значениях напряжений происходит поверхностное разрушение, когда породообразующие элементы, перемещаясь по забою без внедрения, истирают породу. Такой процесс наименее эффективен, т.к. ведет к интенсивному износу инструмента и отличается высокими удельными энергозатратами.

6.2.2. Основные способы разрушения горных пород

В настоящее время известны **механические, физико-химические, термические, термомеханические** и другие способы разрушения горных пород.

При **механических** способах в породах создаются напряжения, превышающие предел их прочности.

При **термических** способах разрушение пород происходит за счет возникновения в них термических напряжений и различного рода эффектов (дегидратация, диссоциация, плавление, испарение и т.д). При термомеханических способах тепловое воздействие осуществляется целенаправленно для предварительного снижения сопротивляемости породы последующему механическому разрушению.

Химические (физико-химические) способы разрушения пород предусматривают использование высокоактивного химического вещества.

При механическом способе разрушения в породе создаются очень значительные местные напряжения, приводящие к ее разрушению. При бурении породы разрушаются в основном за счет сжатия и скалывания.

Механический способ бурения представлен двумя основными видами:

- ударным бурением;
- вращательным бурением.

При ударном бурении порода разрушается под действием ударов буровыми клиновыми наконечниками, которые называются долотами.

При вращательном бурении порода срезается или раздавливается и истирается в забое специальными режущими и дробящими долотами или резцами коронок.

Ударное бурение в свою очередь разделяется на штанговое и канатное. В первом случае буровые наконечники опускаются в скважину и приводятся в действие металлическими стержнями – штангами, во втором – канатом.

Ударное бурение на штангах может производиться с промывкой забоя скважины или без промывки. Разрушение породы при ударном бурении осуществляется по всей площади поперечного сечения скважины; такой способ называется бурением сплошным забоем.

При механическом вращательном бурении резанием к породоразрушающему инструменту (алмазные, твердосплавные коронки, долота) прикладывают крутящий момент и усилие подачи. Мощность, передаваемая породоразрушающему инструменту, возрастает с увеличением частоты вращения бурового снаряда, осевой нагрузки и сопротивления породы разрушению.

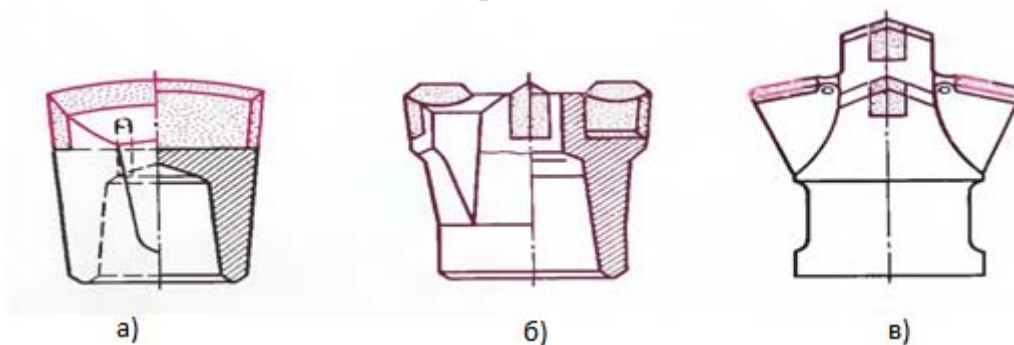
Граничными условиями являются прочность коронок, колонковых и буровых труб, с одной стороны, и физико-механические свойства пород – с другой.

При бурении резанием с наложением ударов (ударно-вращательное бурение) к породоразрушающему инструменту приложены усилие подачи, крутящий момент и ударные импульсы определенной частоты и силы.

Буровые коронки показаны на рис. 6.1 и 6.2.



Рис 6.1. Буровая коронка для гидроударного (ударно-вращательного) бурения.



*Рис. 6.2. Буровые коронки для бурения шпуров и взрывных скважин:
а – однодолотчатая; б – крестовая; в – ступенчатой формы с опережающим лезвием.*

При создании колебаний породоразрушающего инструмента породе передается дополнительная удельная энергия, а процесс разрушения породы сопровождается образованием более крупных частиц, что приводит к уменьше-

нию энергоемкости процесса. Изменяя частоту и силу ударов, статическое усилие подачи и окружную скорость, можно в широком диапазоне менять характер воздействия резцов на породу.

Для создания ударных импульсов могут быть использованы устройства, работающие в инфразвуковом (до 20 Гц), звуковом (20 - 20000 Гц) и ультразвуковом (более 20000 Гц) диапазонах частот. Ударные нагрузки возникают при бурении шарошечными долотами (бурение дроблением и скалыванием).

Генераторами инфразвуковых колебаний в настоящее время являются гидроударные и пневмоударные машины. Звуковые и ультразвуковые колебания инструмента создаются магнитострикторами и орбитальными осцилляторами, а также высококачественными гидроударными машинами.

Бездолотные способы разрушения горных пород связаны с использованием энергии взрыва (взрывное бурение), кавитационной эрозии (имплозионное бурение), энергии удара стальных шариков о породу (шароструйное бурение), энергии струи жидкости (гидромониторное и гидроэрозионное бурение).

При взрывном бурении компоненты, образующие взрывчатую смесь, в капсулах доставляются на забой, где при ударе происходит их смешение. Они могут подаваться в забой и раздельно по трубопроводам, там они смешиваются и взрываются.

При электрогидравлическом бурении электрический разряд в жидкости образует кавитационные полости, при заполнении которых происходит гидравлический удар, или проходит непосредственно через породу благодаря заполнению скважины диэлектрической жидкостью.

Наиболее часто на практике применяется механическое вращательное бурение.

Механическое вращательное бурение разделяется на собственно вращательное (роторное, станки с подвижным вращателем) бурение, при котором бурение ведется главным образом сплошным забоем, и вращательное колонковое, при котором порода забоя разрушается по кольцу пустотелым цилиндром - коронкой, внутри которой остается не разрушенный столбик или колонка породы (кern); вот почему этот вид бурения называется колонковым.

При колонковом бурении для разрушения породы применяются алмазы и твердые сплавы, закрепляемые в коронки, и дробь, засыпаемая на забой под коронку.

Различают бурение алмазное, твердыми сплавами и дробовое.

В колонковом бурении возможно также применение гидроперфоратора, при помощи которого разрушение породы производится частыми ударами по коронке, вооруженной резцами из твердых сплавов, с одновременным вращением коронки. Это - комбинированный способ разрушения породы в забое.

Вращательное, в том числе и колонковое бурение обычно ведется с промывкой забоя. При этом продукты разрушения породы (шлам) выносятся на поверхность восходящим потоком жидкости.

По виду применяемой энергии различают бурение ручное и бурение механическое.

6.3. Формы поперечного сечения горных выработок

Форма поперечного сечения горизонтальных выработок устанавливается в соответствии с физико-механическими свойствами и состоянием пород, по которым они проводятся, величины и направления горного давления, срока службы и принятой конструкции крепи (рис. 6.3; 6.4; 6.5). Если выработку крепят, ей придается форма поперечного сечения, которая приближается к форме свода естественного равновесия.

Прямоугольная форма чаще всего используется при отсутствии бокового давления пород и в тех случаях, когда выработки крепятся деревянной, штанговой (анкерной) или смешанной крепью (бетонные стенки и перекрытия из металлических балок)

Трапециевидная форма сечения воспринимает как вертикальное, так и боковое давление. При этой форме выработки обычно крепят деревом, металлом, сборным железобетоном. Распространена при проведении нарезных выработок.

Полигональная форма принимается в том случае, когда выработки крепят железобетоном, реже – для усиления трапециевидной крепи.

Сводчатую форму применяют при каменной или бетонной крепи. При этом свод бывает трехцентровый (коробовый) и полуциркулярный с прямолинейными или криволинейными стенами.

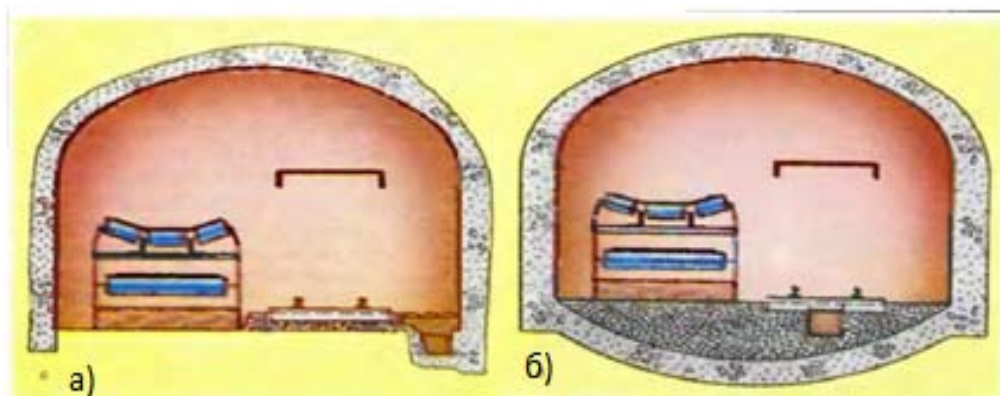


Рис.6.3. Бетонная крепь:

- а) – с вертикальными стенами и сводчатым перекрытием;
б) – с обратным сводом.*

Арочное сечение используется при наличии вертикального и бокового давления горных пород. Обычно выработки крепятся металлическими арками разных конструкций.

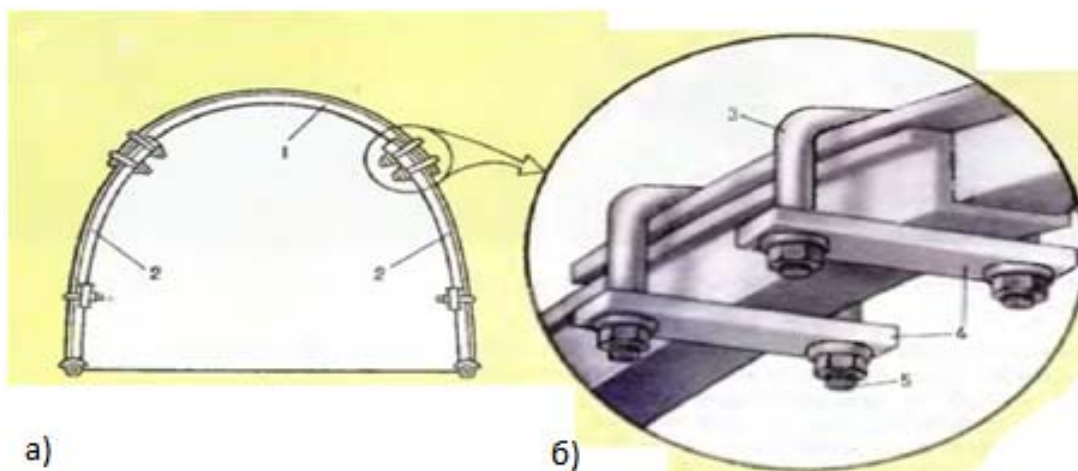


Рис.6.4. Арка податливой крепи:

- а) с двумя податливыми узлами; б) арочное соединение;
1 – верхний сегмент; 2 – боковая криволинейная стойка ; 3 – скоба;
4 – планка; 5 – болт*

Круглая форма наиболее подходит при наличии всестороннего давления. В этом случае выработки крепят сборными железобетонными элементами, бетоном или металлическим креплением.

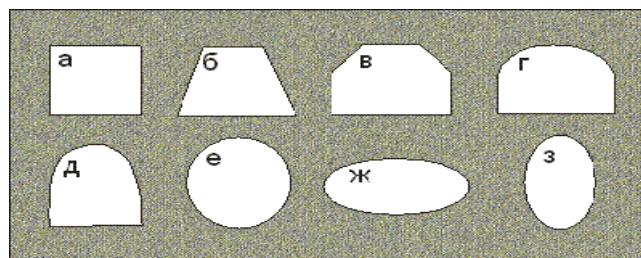


Рис.6.5. Формы поперечных сечений горных выработок

Таблица 6.3

Техническая характеристика штрекового крепления центра “Геомеханика” [28]

Тип крепления	Форма крепления	Техническая характеристика			
		сечение в свету, м ²	рабочее сопротивление, кН/арку	границная несущая способность, кН/арку	масса спец профилями, кг
КШПУ–М (шатровое, поддатливое, удлиненное)		6,5–20,3	230–47	403–780	174–436
КЦЛ–Ш (циркульно-линейное шатровое)		6,3–14,4	250–300	350–670	165–369
КЦЛ–О (циркульно лінійне овоидное)		14,1–16,1	420–480	600–680	298–315
КМП (А3Р2, А4Р2, А5Р2)		6,6–13,3	497–783	570–990	216–352
		15,9–18,0	450–610	630–870	326–436
		17,1–22,3	387–533	586–799	390–482
КВТ–2 (выпукло-треугольное)		6,4–17,5	258–450	389–750	132–399
КВТ (выпукло-треугольное замкнутое)		7,5–17,2	311–452	467–679	318–662
КМК–4 (4-звенное) КМК–5 (5-звенное)		7,9–24,5	280–330	465–675	265–536
		23,7–24,5	270–300	470–571	541–670
КПП–3		10,2–11,5	140–160	415–585	212–271
КПП–4		14,7	160–190	500–660	325–401

Углеспускные скважины могут вообще не крепиться. Если один из компонентов горного давления значительно больше других, используется эллипсоидное сечение.

6.4. Проведение горизонтальных горных выработок

К горизонтальным горным выработкам относят штольни, квершлагги, штреки, орты и т.д. Горизонтальные выработки проходят, как правило, сразу на всю площадь поперечного сечения. Наибольшее распространение получил буровзрывной способ проведения выработок. Однако в мягких и средней крепости породах выработки проходят с использованием проходческих комбайнов с механическим породо-разрушающим инструментом.

Проведение горной выработки комбайном показано на рис.6.6.



Рис.6.6. Проведение горной выработки комбайном

Организация проходческих работ при взрывной отбойке породы осуществляется по плануграмме работ. В плануграмме учитывается время на все производственные процессы: бурение, зарядание, взрывание, проветривание, уборку забоя, возведение крепи и т.п. Работы ведут комплексные бригады, все члены которых имеют по несколько рабочих профессий и могут выполнять различные операции, это позволяет сократить численность трудящихся за счет совмещения процессов во времени. Бригада состоит из звеньев, работающих в различные смены в течение суток. За смену выполняют обычно по два-три проходческих цикла. Каждый цикл состоит из ряда последовательно выполняемых операций.

При проведении выработок несколькими забоями и использовании маневренного самоходного оборудования в бригаде может быть целесообразной специализация отдельных ее членов по видам работ (бурение шпуров, уборка породы, крепление).

Основные производственные процессы при проведении горизонтальных выработок буровзрывным способом:

- бурение;
- зарядание и взрывание шпуров (отбойка породы);
- уборка отбитой породы;
- крепление выработки;

Кроме того, в забое выполняют и вспомогательные работы.

6.4.1. Отбойка породы

При буровзрывной отбойке наиболее важной операцией является точная разметка шпуров в забое. На некоторых шахтах применяют специальные шаблоны.

В центре располагают врубовые шпуры, которые взрывают в первую очередь и создают в массиве полость, облегчающую разрушать породы на остальной площади забоя.

Врубовые шпуры при проведении горизонтальных выработок бурят под углом к оси выработки (прямые призматические врубы), чтобы облегчить отбойку породы от забоя. Некоторые врубовые шпуры не заряжают на часть длины или полностью, чтобы создать пространство для сдвижения в их сторону разрушаемой другими шпурами породы.

Вспомогательные шпуры при проведении горизонтальных выработок бурят параллельно к оси выработки, чтобы уменьшить отброс породы от забоя.

Оконтуривающие шпуры по периметру выработки наклоняют в сторону от ее оси к массиву, чтобы поперечное сечение выработки не сужалось при проведении, за счет стакана, остающегося при взрывании шпура. Чем чаще расположены шпуры по периметру выработки, тем глаже ее контур (гладкое контурное взрывание) и тем устойчивее выработка к воздействию горного давления.

Для бурения шпуров применяют ручные перфораторы с массой до 25 кг на пневмоподдерживающих колонках и самоходные бурильные установки.

Для проведения выработок под рельсовый транспорт используют самоходные бурильные установки, как правило, на рельсовом ходу.

Горизонтальные выработки, в которых не предусмотрен рельсовый транспорт, проходят с использованием установок на гусеничном или пневмошинном ходу, глубина шпуров до 4 м.

Зарядка шпуров, как правило, механизированное с применением сыпучих гранулированных взрывчатых веществ (ВВ); реже шпуры заряжают вручную патронированными ВВ. Шпуры взрывают постепенно с миллисекундным замедлением от центра забоя (врубовые шпуры) к его границам.

После взрыва забой проветривают в течении 10 – 15 мин.

6.4.2. Проветривание проходческих забоев

Существует несколько способов проветривания: нагнетательный, всасывающий или комбинированный. Чаще применяют нагнетательный способ проветривания.

Вентилятор местного проветривания устанавливают на свежей вентиляционной струе, на расстоянии не менее 10 м от исходящей струи, и по трубопроводу подают в забой воздух.

Загрязненный продуктами взрыва и выделяющимися газами воздух, движется в обратном направлении по всему сечению выработки.

Подача вентилятора не должна превышать 70% количества воздуха, поступающего к нему за счет общешахтной депрессии.

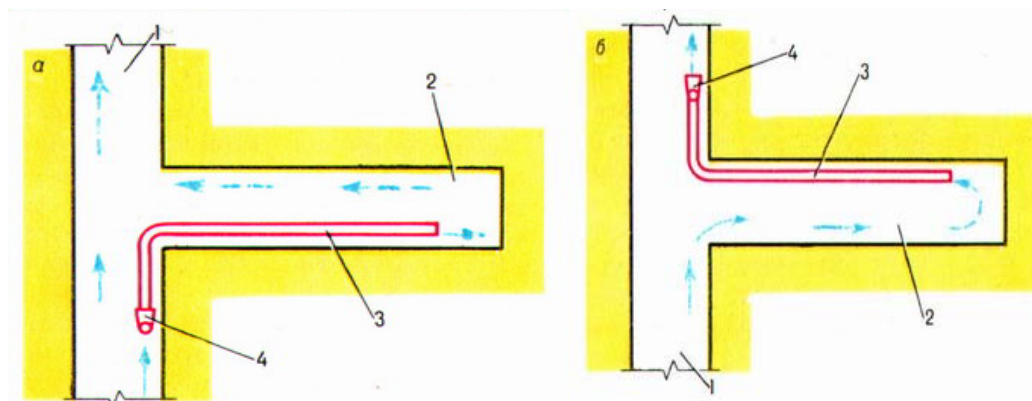


Рис. 6.7. Проветривание тупиковых выработок с помощью вентиляторов местного проветривания: нагнетательным (а) и всасывающим (б) способами: 1 – сквозная воздухоподающая выработка; 2 – тупиковая выработка; 3 – вентиляционная труба; 4 – вентилятор местного проветривания

При всасывающем способе проветривания в вентиляционный трубопровод попадают лишь газы, отброшенные при взрыве от забоя и находящиеся в непосредственной близости (1 - 1,5 м) от входного отверстия трубы. Преимущество способа заключается в том, что выработка на всем протяжении (за исключением участка длиной 25 - 30 м у забоя) остается свободной от продуктов взрыва.

Комбинированный способ применяют для ускорения проветривания. С этой целью на некотором расстоянии от забоя устанавливают перемычку с дверью, которая во время проветривания должна быть закрыта. Через перемычку прокладывают нагнетательный и всасывающий трубопроводы.

После проветривания забой приводят в безопасное состояние. При этом проверяют все ли заряды взорваны, нет ли отказов, не грозит ли обрушение кровли и стенок выработки, не повреждена ли крепь.

6.4.3. Уборка отбитой породы

Это один из основных процессов проходческого цикла, требующий до 40 - 50% всех трудозатрат. Уборку породы начинают после окончания проветривания забоя и приведения его в безопасное состояние, для чего осуществляют осмотр кровли и удаление с нее заколов. Отбитую породу с помощью погрузочных машин грузят непосредственно или через конвейеры-перегрузатели в вагоны электровозного транспорта, или на конвейеры.

Для погрузки породы в рельсовый транспорт применяют ковшовые погрузочные машины с задней разгрузкой (рис.6.8). [4]

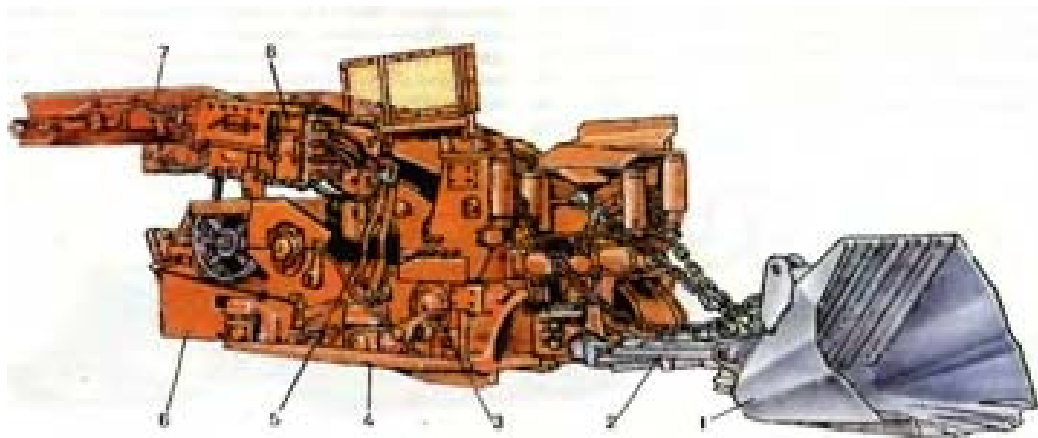


Рис. 6.8. Ковшовая погрузочная машина с задней разгрузкой 1ППН-5у.

При прямой разгрузке в вагонетку каждый раз необходимо обменивать загруженную вагонетку на порожнюю на специальных разменовках, расположенных недалеко от забоя. При использовании конвейера-перегрузателя можно загружать партию вагонеток, что существенно сокращает затраты на их обмен. Кроме ковшовых погрузчиков широко используют также погрузочные машины непрерывного действия с нагребными лапами (рис.6.9) [4]

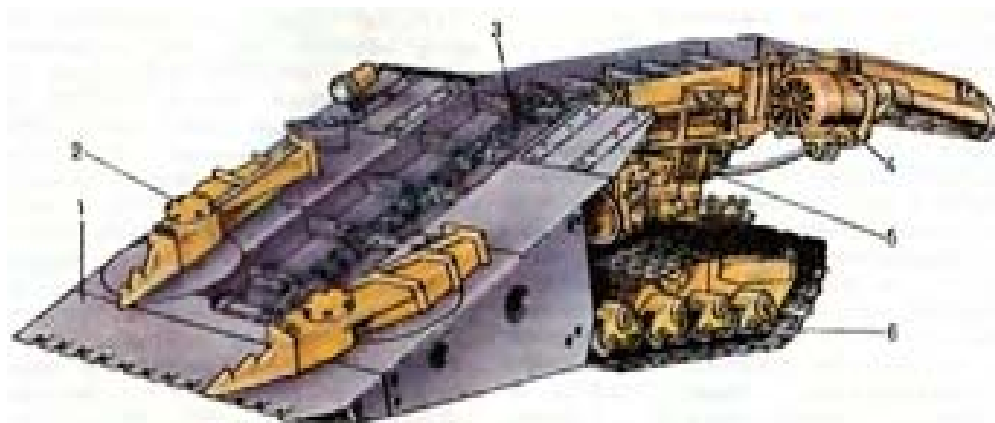


Рис.6.9. Погрузочная машина с задней разгрузкой 2ПНБ-2у

6.4.4. Крепление подготовительных выработок

Крепление выработок составляет в некоторых случаях до 30% трудозатрат на их проведение. Оно почти не влияет на скорость проведения выработок, так как осуществляется параллельно с бурением шпуров и уборкой породы с отставанием от забоя, за исключением проведения выработок в неустойчивых породах, когда крепление необходимо выполнить до начала уборки отбитой породы.

Широко используют крепь с набрызгом на стенки выработок бетона слоем 5 - 20 см посредством установок типа БМ, работающих на сжатом воздухе. Кроме того, в трещиноватых породах применяют анкерную крепь, иногда в сочетании с набрызгбетоном.

Настилка путей или дорожного покрытия осуществляется вслед за продвижением забоя; этот процесс, как правило, совмещают с бурением шпуров после уборки породы. Сначала укладывают временный путь, а после проведения выработки или параллельно с отставанием от забоя заменяют временные пути на постоянные.

Проведение горизонтальных выработок комбайнами и проходческими комплексами более экономичный и более скоростной способ, чем буровзрывной.

Проходческие комбайны представляют собой комбинированные машины, предназначенные для одновременного выполнения отбойки породы и погрузки ее в транспортные средства (на конвейер или вагонетки).

На практике применяют комбайны со стреловидным исполнительным органом (избирательного действия) (рис.6.10) и комбайны бурового типа со сплошной выемкой (рис.6.11). [4]

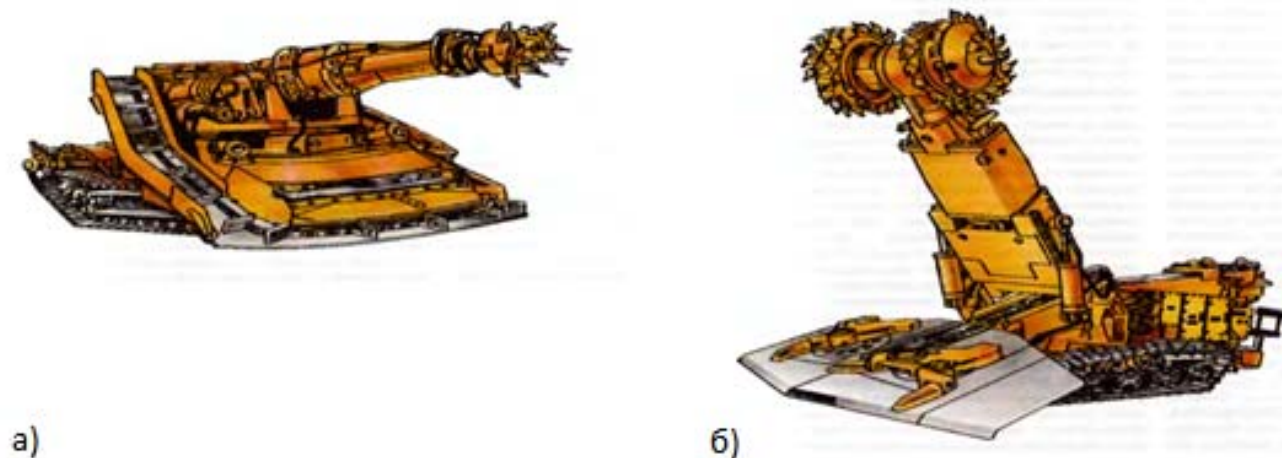


Рис.6.10. Комбайны со стреловидным исполнительным органом

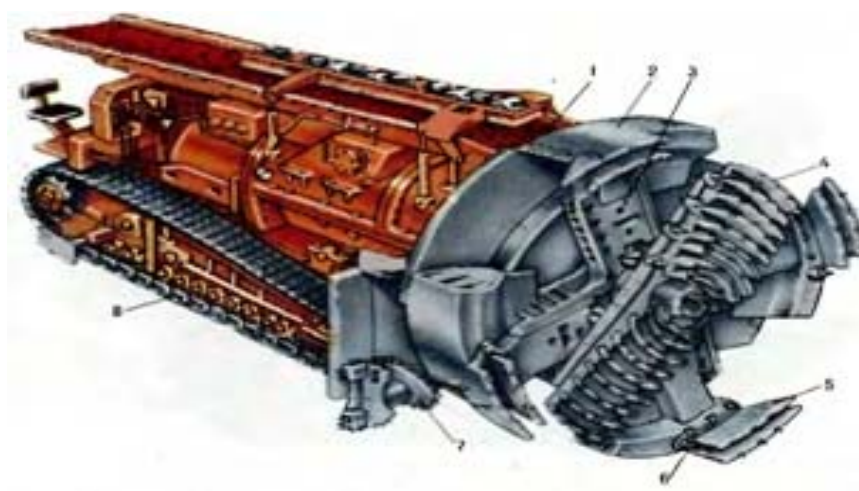


Рис.6.11. Комбайн бурового типа

Комбайны имеют механизм перемещения (обычно гусеничный, реже шагающий), погрузочный орган (нагребающие спаренные лапы) или одноцепной скребковый конвейер с консольными скребками на подъемно-поворотном столе, скребковый конвейер, перегружатель, электрическое (пневматическое) и гидравлическое оборудование, средства пылеподавления (орошение и пылеотсос) и другое вспомогательное оборудование.

Преимущества комбайнов со стреловидными исполнительными органами:

- возможность изменения в широком диапазоне размеров и форм сечения проводимой выработки;
- отдельная выемка полезного ископаемого и породы с коэффициентом крепости f до 6 при углах наклона выработки до 25° ;
- удобный доступ к забою и, следовательно, возможность работы в выработках с неустойчивой кровлей;
- дистанционное управление комбайном с выносного пульта или дистанционно;
- возможность автоматизации и программного управления.

Комбайны с торцевым размещением рабочего органа и валовой выемкой одновременно по всему сечению забоя представлены на рис.6.12. [4]

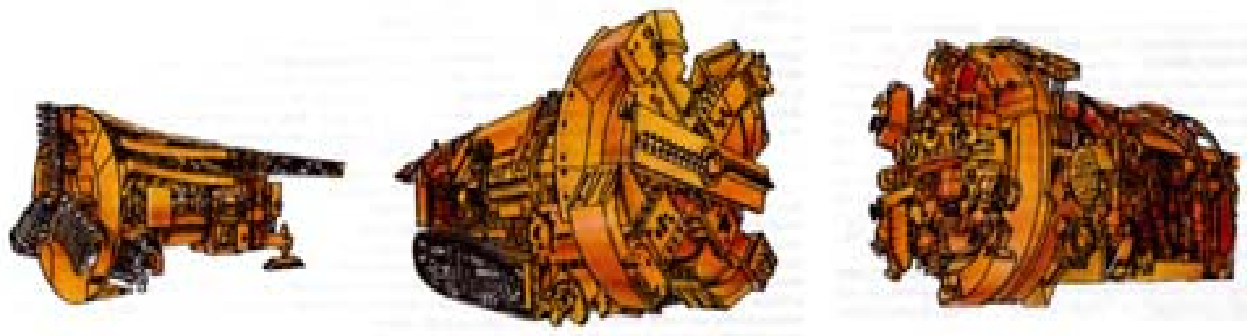


Рис.6.12. Комбайны с торцевым размещением рабочего органа и валовой выемкой одновременно по всему сечению забоя

Рабочие органы таких комбайнов бывают роторными, планетарно-дисковыми, барово-цепными, барабанно-лапостными и другими.

Для повышения производительности труда при проведении горных выработок необходима комплексная механизация и автоматизация всех процессов проходческого цикла. С этой целью создаются проходческие комплексы оборудования, механизующие все основные процессы проведения выработки.

Различают комплексы оборудования для проведения выработок комбайновым, буровзрывным и щитовым способами (рис.6.13).

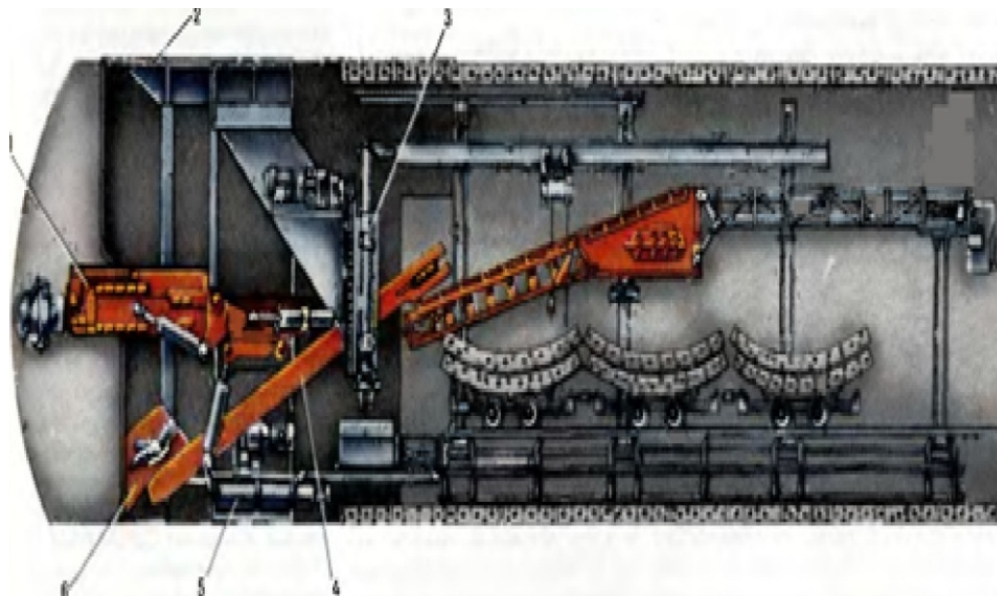


Рис.6.13. Механизированный щит со штанговым рабочим органом:

1 – штанговый рабочий орган; 2 – щит; 3 – блокоукладчик; 4 – перегружатель; 5 – щитовой гидродомкрат; 6 – породопогрузочное устройство

Комбайновый комплекс состоит из комбайна, призабойного прицепного перегружателя, обеспечивающего транспортирование отбитой горной массы на скребковый или ленточный конвейер. Под призабойным перегружателем размещается штрековый конвейер или состав вагонеток, вследствие чего обеспечивается возможность в течение смены проходить выработку без наращивания конвейера или рельсовых путей.

В комплекс оборудования включаются также крепеукладчики, оборудование для возведения анкерной крепи, вентиляции и пылеподавления.

6.5. Особенности проведения наклонных горных выработок

К таким выработкам относят наклонные стволы, уклоны, ходки, бремсберги. Их проведение при угле наклона менее 45° имеет много общего с проведением горизонтальных выработок, однако есть и свои особенности, главным образом проявляющиеся при уборке породы.

Выработки с наклоном более 45° проходят как вертикальные стволы.

При углах наклона менее $8 - 12^\circ$ проведение наклонных выработок аналогично проведению горизонтальных. Проходку осуществляют сверху вниз, снизу вверх или комбинированным способом одним или несколькими забоями.

При проходке сверху вниз удобнее выдавать отбитую породу и перемещать машины, однако в забое скапливаются вода и буровой шлам, что затрудняет ведение работ.

При восходящей проходке забой остается сухим, однако сложнее транспортировать породу из забоя и, кроме того, необходимо наличие выработок на нижележащем горизонте.

Комбинированную проходку используют для ускорения скорости проведения выработок.

Шпуры бурят главным образом ручными перфораторами на пневмоподдержках, так как применение самоходных бурильных установок в наклонных забоях затруднено.

При проходке сверху вниз бурение и зарядание нижних шпуров связано с трудностями, так как они заливаются водой, скапливающейся в забое, и забиваются илом. Поэтому нередко в таких случаях проходку осуществляют уступом, и в нижнем уступе породу отбивают шпурами, пробуренными перпендикулярно к почве выработки.

Погрузку отбитой породы при углах наклона более $8 - 12^\circ$ выполняют с использованием погрузочных машин, специально приспособленных для работы в наклонных выработках, главным образом скреперными погрузчиками. При этом погрузочные машины обычно перемещаются с помощью канатных лебедок. Породу выдают из забоя скипами (при углах более 30° скипы, в отличие от применяемых в вертикальных стволах – колесные и движутся по рельсам), клетями, конвейерами (при углах менее 18°).

При проходке наклонных стволов под углом менее 45° с поверхности устья ствола на глубину 6 - 14 м по вертикали сооружают открытым способом в траншее, засыпая ее после возведения крепи устья.

6.6. Основные требования к технологическим схемам проведения горных выработок

Проведение горных выработок и выемка полезных ископаемых в очистных забоях являются одним из важнейших производственных процессов в общей технологической цепи подземной добычи.

Высокие темпы отработки, механизация и автоматизация производственных процессов на горнодобывающих предприятиях требуют дальнейшего совершенствования технологии и поиска новых технических решений.

Технологические схемы подземной разработки должны определять:

- схему подготовки выемочного поля и систему разработки;
- их параметры;
- технологию и оборудование подготовительных и очистных работ;
- сечение подготовительных и очистных выработок;
- тип и плотность установки крепи в них;
- оборудование для основного и вспомогательного транспорта по выработкам;
- оборудование для пылеподавления и схему его расположения в очистных и подготовительных забоях;
- параметры и показатели пылеподавления;
- схему вентиляции и аэродинамические параметры выемочного поля и выработок;
- условия применения технологической схемы и расчетные показатели;
- графики выходов рабочих.

Технологические схемы разработки должны сочетать применение высокопроизводительной техники и рациональной технологии горных работ с оптимальными параметрами для различных горно-геологических условий на основе использования новейших достижений горной науки, техники, научной организации труда и опыта работы передовых горнодобывающих предприятий, участков и бригад.

Проведение горных выработок входит в состав горно-подготовительных работ, которые включают комплекс технологических мероприятий обуславливающих своевременное и качественное воспроизводство очистного фронта с доразведкой подготавливаемых запасов, управление состоянием массива и защиту от проявления его свойств (упрочнение обнажений, защиту от горных ударов, взрывов газа и пыли).

В связи с требованиями концентрации и интенсификации очистных работ важнейшими направлениями совершенствования подготовительных работ являются:

- упорядочение схем подготовки выемочных участков;
- рациональное заложение подготовительных выработок;
- концентрация подготовительных забоев;
- интенсификация горно-подготовительных работ.

При разработке комбайновой технологии необходимо обеспечить комплексный подход к решению всех вопросов, связанных с ведением подготовительных и очистных работ в выемочном поле:

- ▲ подготовка и система разработки, способ охраны выработок;
- ▲ механизация и автоматизация производственных процессов;
- ▲ транспорт;
- ▲ вентиляция и газовая защита;
- ▲ безопасность и создание благоприятных условий труда.

При этом следует предусмотреть максимально высокий уровень комплексной механизации очистных и подготовительных работ и эффективное использование горной техники за счет применения ее в горно-геологических условиях, соответствующих техническим характеристикам оборудования машин, при прогрессивных способах подготовки и системах разработки с оптимальными параметрами.

Комбайновая технология должна создать предпосылки для объединения в одну технологическую операцию работ по разрушению массива, погрузке и транспортировке горной массы. Параллельное выполнение производственных операций, по сравнению с последовательным, имеет определенные преимущества, связанные с экономией времени. Кроме того, для наиболее эффективного достижения конечного результата важно не только модернизировать орудия труда и совмещать во времени разные производственные операции, но и использовать принципиально новые способы и средства выполнения производственных процессов.

Установлено, что в идентичных горно-геологических условиях трудоемкость комбайновой технологии на 30 - 35% ниже буровзрывной, вследствие сокращения числа производственных операций и некоторого снижения объемов ручных работ.

Значительное повышение темпов проведения выработок имеет первостепенное значение при подготовке новых горизонтов и отражается в целом на интенсивности отработки месторождений.

Одно из важнейших требований, предъявляемых к комбайновой технологии – обеспечение значительного повышения скорости проходки выработок при одновременном существенном росте производительности труда рабочих. В свою очередь, значительное увеличение темпов проведения горно-подготовительных выработок с помощью комбайновой технологии и загрузки на очистной забой будут способствовать реализации максимально возможной концентрации горных работ.

Технологические схемы должны предусматривать повышение безопасности работ, исключение тяжелого труда и снижение степени тяжести выполняемых работ.

Работа комбайнов сопровождается повышенным пылеобразованием (особенно при разрушении крепких пород), что обуславливает высокие требования к проветриванию выработок – увеличение количества подачи свежего воздуха и выполнение специальных мероприятий по пылеподавлению в месте работы комбайна и на исходящей из подготовительных забоев вентиляционной струе.

Помимо указанных требований технологические схемы проведения горных выработок должны обеспечивать:

- использование для различных горно-геологических условий наиболее прогрессивных конструкций горного оборудования, включающих комбайны, погрузочные и транспортные машины;
- применение современного, серийно выпускаемого, высокопроизводительного оборудования на базе электропривода, как более дешевого, удобного и надежного в эксплуатации;
- максимально возможное использование транспортного оборудования при проведении выработок и последующей очистной выемке, а также полную технологическую взаимосвязку забойного оборудования с общешахтным транспортом;
- широкое применение анкерной и податливой металлической крепи в благоприятных горно-геологических условиях – конструкции рамной крепи сопряжений;
- узкий фронт работ, исключая возможность использования как оборудования больших габаритов, так и большого числа малогабаритного оборудования и рабочих;
- предотвращение интенсивного проявления горного давления под воздействием перемещающегося очистного фронта, которое развивается либо со значительным отставанием от подготовительного забоя, либо после окончания проходки в период эксплуатации выработки.

Выбор научно обоснованных технологических схем и их параметров, обеспечивающих высокоэффективное функционирование новейших средств механизации и автоматизации в изменяющихся горно-геологических условиях горнодобывающих предприятий, следует вести с учетом вышеперечисленных требований.

Контрольные вопросы к 6 разделу:

- 1. Какими свойствами обладают горные породы?*
- 2. Какие способы разрушения горных пород?*
- 3. Назовите формы поперечного сечения горных выработок.*
- 4. Опишите проведение горизонтальных горных выработок.*
- 5. Как осуществляется отбойка породы при БВР?*
- 6. Как осуществляется крепление подготовительных выработок?*
- 7. Раскройте особенности проведения наклонных горных выработок.*

7. ВСКРЫТИЕ И ПОДГОТОВКА ПЛАСТОВЫХ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Учебные цели: опираясь на материал раздела студент должен знать как осуществляется вскрытие и подготовка к отработке угольных месторождений в зависимости от геологических и горнотехнических факторов

7.1. Вскрытие месторождения

Вскрытие месторождения полезного ископаемого - это проведение капитальных горных выработок, открывающих доступ с поверхности ко всему месторождению или его части и обеспечивающих возможность проведения подготовительных горных выработок, необходимых для обслуживания добычных забоев.

Главные цели вскрытия месторождения – это создание транспортных связей между очистными забоями (местом добычи полезного ископаемого) и пунктом приема его на поверхности, обеспечение условий для безопасного перемещения людей, подача чистого воздуха к рабочим участкам (в шахтах).

Капитальные вскрывающие горные выработки делятся на главные и вспомогательные.

К **главным** относят выработки, имеющие непосредственный выход на поверхность: вертикальные и наклонные стволы и штольни.

К **вспомогательным** относятся – квершлагги, гезенки, бремсберги и уклоны.

Подготовительные выработки – это главным образом штреки, пройденные по полезному ископаемому.

Способы вскрытия месторождения весьма разнообразны и различаются по роду главных вскрывающих выработок, их расположению относительно пластов, наличию вспомогательных вскрывающих выработок, числу подземных транспортных горизонтов.

Способ вскрытия месторождения зависит от рельефа местности, ценности полезного ископаемого, формы, размеров и глубины его залегания, мощности и угла падения пластов, их числа и расстояния между ними и других факторов.

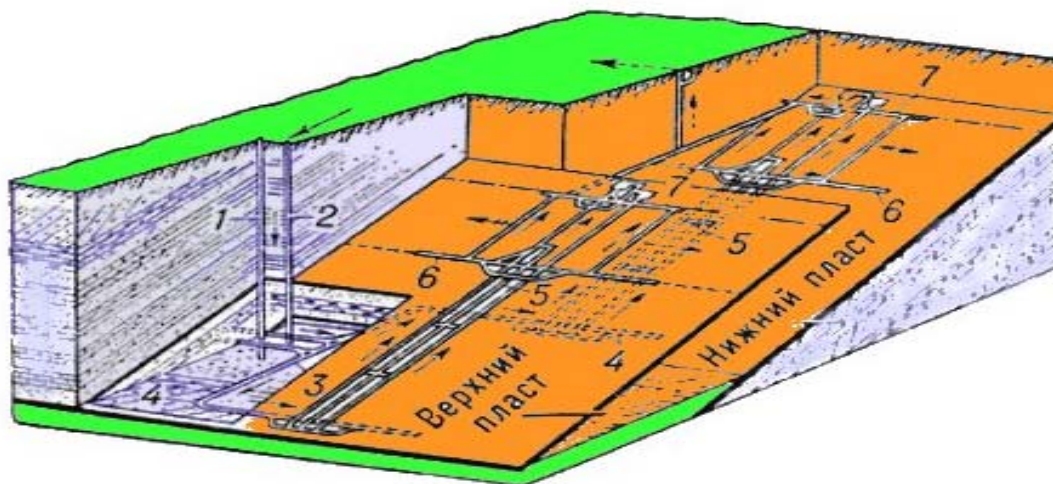
При выборе способа вскрытия влияние перечисленных выше геологических и горнотехнических факторов учитывается комплексно.

К важнейшим из них следует отнести:

- минимальные первоначальные капитальные затраты и сроки строительства шахты;
- концентрацию производства при условии максимального увеличения добычи с очистного забоя;
- концентрацию добычи шахты на ограниченном числе одновременно разрабатываемых пластов;
- сокращение протяженности поддерживаемых горных выработок путем интенсификации очистных работ и периодического обновления горного хозяйства шахты за счет подготовки новых горизонтов или их реконструкции.

Вскрытие месторождения вертикальными стволами является универсальным. Проходят не менее двух стволов (два безопасных выхода из шахты на поверхность), один из которых служит для подачи свежего воздуха в шахту, а второй – для отвода воздуха на поверхность.

При вскрытии угольных месторождений находит широкое применение схема (рис. 7.1), по которой стволы 1, 2 проводят на полную проектную глубину; около них сооружают выработки откаточного горизонта (околоствольный двор, квершлаг 3, главные штреки 4). [6-9]



*Рис. 7.1. Вскрытие угольных пластов вертикальными стволами:
1, 2 – ствол; 3 – квершлаг; 4 – главные штреки; 5 – бремсберг;
6 – откаточный штрек; 7 – вентиляционный штрек.*

Вверх по полезному ископаемому проводят комплект наклонных капитальных выработок (бремсберг 5 с ходками), а от них – штреки: откаточный 6 и вентиляционный 7. Между ними располагают длинные очистные забои, которые оборудуют механизированными комплексами для добычи полезного ископаемого. У верхней границы месторождения сооружают выработки вентиляционного горизонта.

Уголь из очистного забоя транспортируется по штреку 6, бремсбергу 5, квершлагу 3 и через один из стволов выдается на поверхность. При добыче полезного ископаемого происходит обрушение горных пород и опускание вышележащих толщ. Поэтому при вскрытии месторождения крутых и наклонных пластов шахтные стволы проходят в породах лежащего бока вне зоны сдвижения, с тем чтобы избежать деформации стволов. Кроме того, это исключает потери полезных ископаемых в охранных целиках, необходимых для охраны стволов (рис.7.2). [6-9]

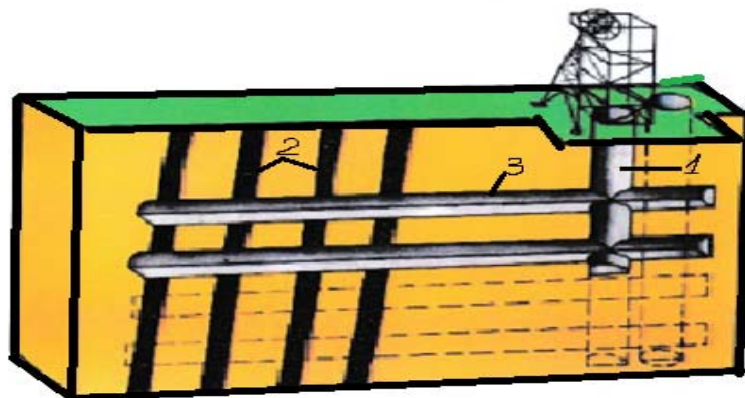


Рис.7.2. Вскрытие свиты крутых пластов вертикальными стволами и этажными квершлагами:

1 – вертикальные стволы; 2 – угольные пласты; 3 – квершлаг

Наклонными стволами вскрывают обычно обособленные пласты при сравнительно небольшой глубине их залегания. Стволы проходят под углом до 18° и при вскрытии угольных пластов располагают по полезному ископаемому (рис.7.3).

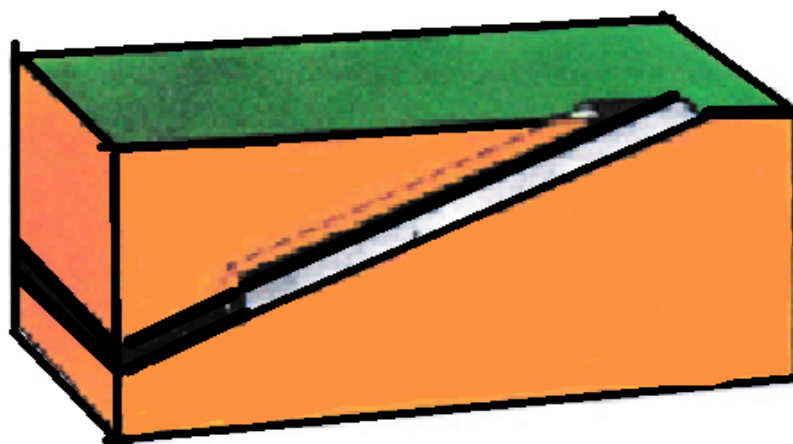


Рис.7.3. Вскрытие угольного пласта наклонным стволом

Первоначально наклонные стволы вскрывают запасы верхнего горизонта, по мере их отработки стволы углубляют до следующего горизонта (рис.7.4).

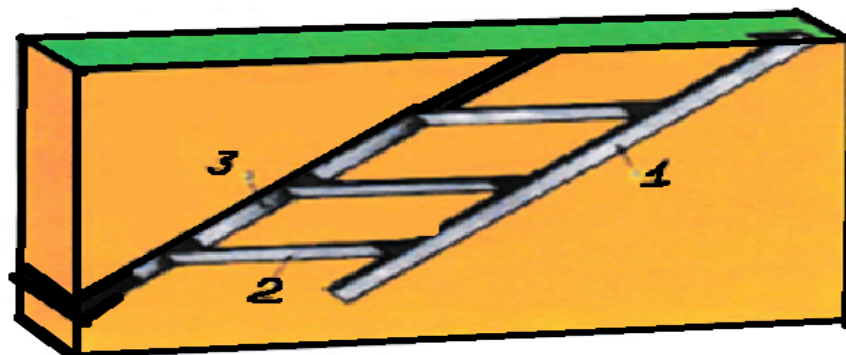


Рис.7.4. Вскрытие угольных пластов наклонным стволом и погоризонтными квершлагами:

1 – ствол; 2 – квершлаг; 3 – капитальный бремсберг

Вскрытие угольных пластов может осуществляться комбинированным способом (рис. 7.5). [6-9]

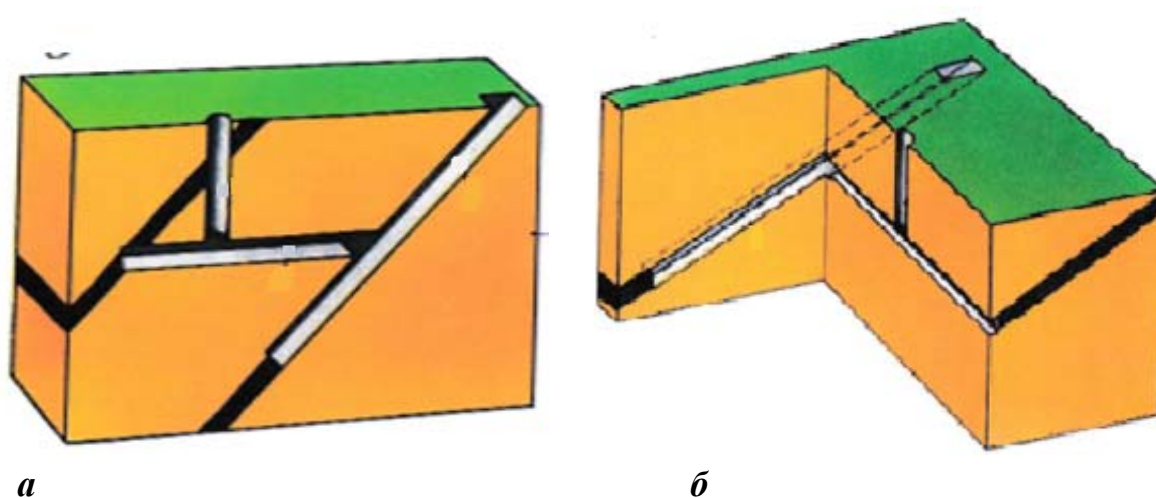


Рис.7.5 Схемы комбинированного вскрытия шахтных полей:

а – вертикальным и наклонным стволами;

б – вертикальным стволом и наклонным капитальным квершлагом

Вскрытие месторождения с помощью штолен производят при сильно расчлененном рельефе местности, когда применение вертикальных или наклонных стволов технически невозможно или экономически нецелесообразно (рис. 7.6).

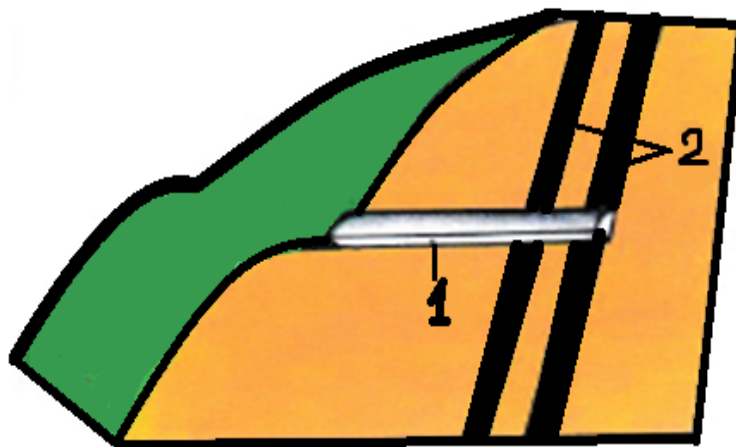


Рис.7.6. Схема вскрытия шахтного поля штольной вкrest простиранья свиты пластов:

1 – штольня; 2 – угольные пласты

В зависимости от расположения месторождения по отношению к горному склону штольни проводят по полезному ископаемому или по пустым породам. Возможно сочетание главных вскрывающих выработок, например вертикальных и наклонных стволов (комбинированный способ вскрытия). Наклонный ствол в этом случае используется для конвейерного транспорта полезного ископаемого на поверхность, а вертикальный – для вспомогательных целей.

Выбор рационального способа вскрытия месторождения производится в период проектирования горного предприятия и является сложной инженерной задачей в силу специфики горного производства:

- нестабильность производственных условий (изменчивость природных факторов);
- разбросанность рабочих мест и их непрерывное перемещение;
- необходимость постоянного воспроизводства выбывающих (отработанных) очистных забоев.

При проектировании, кроме классического математико-аналитического, применяется метод комплексной оптимизации проектных решений, при котором разрабатывается несколько вариантов вскрытия месторождения с последующим составлением экономико-математической модели шахты.

При последующем решении на ЭВМ отыскивается наилучший вариант.

7.2. Подготовка шахтного поля

Подготовка шахтного поля – это проведение горных выработок после вскрытия шахтного поля или его части, обеспечивающее возможность выполнения очистных работ.

При разработке угольных месторождений различают панельный, погоризонтный и этажный способы подготовки шахтного поля, а также комбинации этих способов.

Основными факторами, определяющими выбор рационального способа подготовки шахтного поля, являются: мощность, угол падения и водообильность пласта, расположение разрабатываемой части шахтного поля относительно подъёмного горизонта.

Основные подготавливающие выработки при подготовке шахтного поля на угольных месторождениях – главные и этажные штреки, капитальные и панельные бремсберги и уклоны с ходками.

7.2.1. Панельный способ

При панельном способе подготовки шахтного поля в пределах ступени горизонта наклонной высотой 800 – 1200 м делится на последовательно обрабатываемые участки – панели длиной по простиранию 800 – 3000 м. (рис.7.1; 7.2; 7.3).

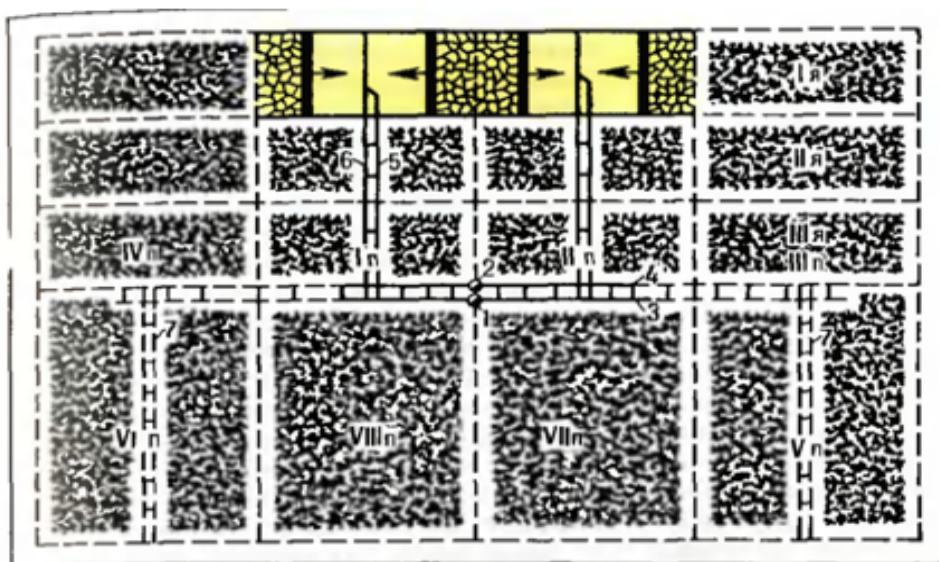


Рис.7.1. Схема панельной подготовки шахтного поля на пологом пласте:

1,2 – главный и вентиляционный стволы соответственно; 3,4 – главные откаточный и вентиляционный штреки соответственно; 5 – панельный бремсберг; 6 – ходок; 7 – панельные уклоны

Каждая панель подготавливается при помощи главного откаточного и вентиляционного штреков, а также панельных бремсбергов или уклонов с ходками, проводимых из главных штреков посередине панели или на её флангах. Панель, в свою очередь, делится на последовательно отрабатываемые ярусы наклонной высотой 120 – 250 м, подготавливаемые путём проведения из панельных бремсбергов (уклонов) ярусных транспортных и вентиляционных штреков по пласту угля.

Для панельной подготовки шахтного поля характерны:

- столбовая система разработки пласта с повторным использованием ярусных штреков (при устойчивых боковых породах);
- прямоточная схема проветривания выемочного участка;
- расположение основных подготовительных выработок в породах почвы пласта.

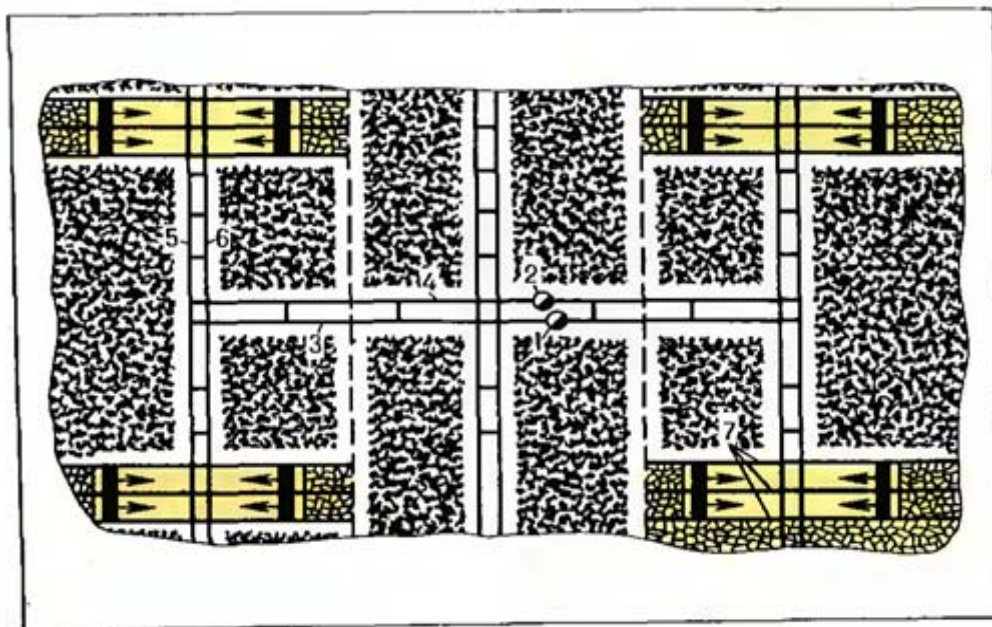


Рис.7.2. Схема панельной подготовки шахтного поля на горизонтальном пласте: 1,2 – главный и вентиляционный стволы соответственно; 3,4 – главные откаточный и вентиляционный штреки соответственно; 5 – панельный откаточный штрек; 6 – панельный вентиляционный штрек; 7 – выемочные штреки

При разработке не газоносных пластов фланговые ходки не проводят и применяют возвратноточную схему проветривания выемочного участка.

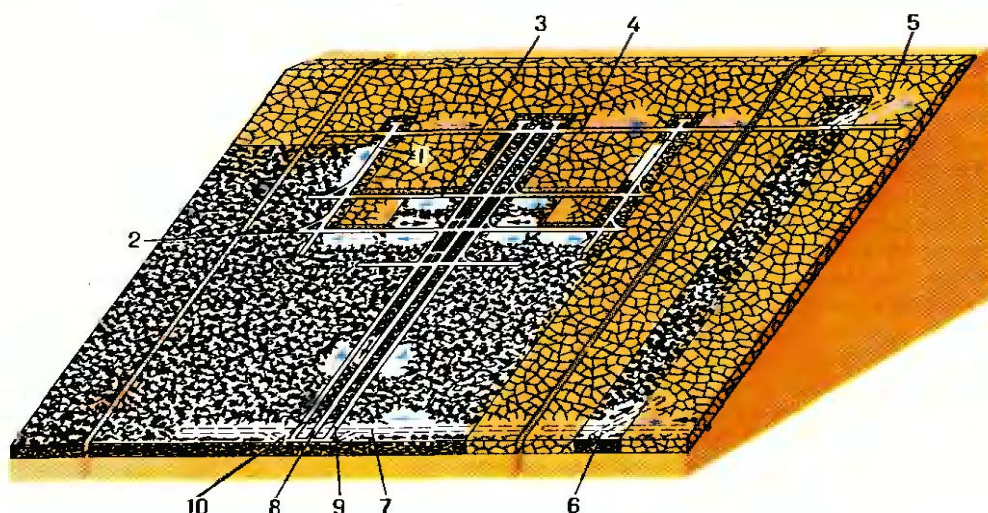


Рис. 7.3. Панельный способ подготовки бремсберговой части шахтного поля: 1 – фланговый ходок; 2 – ярусный откаточный штрек; 3 – ярусный вентиляционный штрек; 4 – главный вентиляционный штрек; 5 – главный вентиляционный квершлаг; 6 – главный откаточный квершлаг; 7 – главный откаточный штрек; 8 – конвейерный бремсберг; 9 – людской ходок; 10 – вспомогательный ходок

Если вмещающие породы весьма неустойчивы, ярусы подготавливают путём проведения ярусных штреков вприсечку к выработанному пространству.

В случае устойчивых пород основные подготовительные выработки проводят по пласту угля. В панелях длиной более 2 км по простиранию, когда проведение ярусных штреков значительной длины тупиковым забоем затруднено (сильно газоносные пласты, слабые вмещающие породы), предусматривают промежуточный ходок, служащий для подготовки очередных ярусов.

При разработке пластов угля, склонных к самовозгоранию, для предотвращения больших утечек воздуха в выработанное пространство рекомендуется использование, как правило, однокрылых панелей длиной по простиранию 1000 – 1200 м.

Панельный способ подготовки шахтного поля применяют при разработке пологих пластов, т.е. в условиях, благоприятных для работы ленточных конвейеров в панельных бремсбергах (уклонах).

Достоинство панельного способа подготовки шахтного поля – возможность обеспечения высокого уровня концентрации очистных работ за счёт одновременной разработки нескольких панелей на пласте и нескольких ярусов в каждой панели.

Недостатки: сложность схемы планировки выработок в шахтном поле из-за наличия в транспортной системе промежуточного звена – панельных бремсбергов (уклонов), а также трудность выполнения одновременно с очистными работами большого объёма подготовительных работ в панели, особенно в уклонной части шахтного поля.

7.2.2 Погоризонтный способ

Применение погоризонтного способа подготовки шахтного поля обусловлено особенностями разработки пластов длинными столбами с подвиганием лав по восстанию или падению. При этом способе шахтное поле в пределах ступени (горизонта) наклонной высотой 800-1200 м делится на последовательно отработываемые выемочные столбы шириной 120-250 м, вытянутые по падению (рис. 7.4; 7.5). Выемочные столбы подготавливают при помощи откаточных и вентиляционных уклонов (бремсбергов). Их отработывают, как правило, прямым ходом в бремсберговой и обратным ходом в уклонной частях шахтного поля.

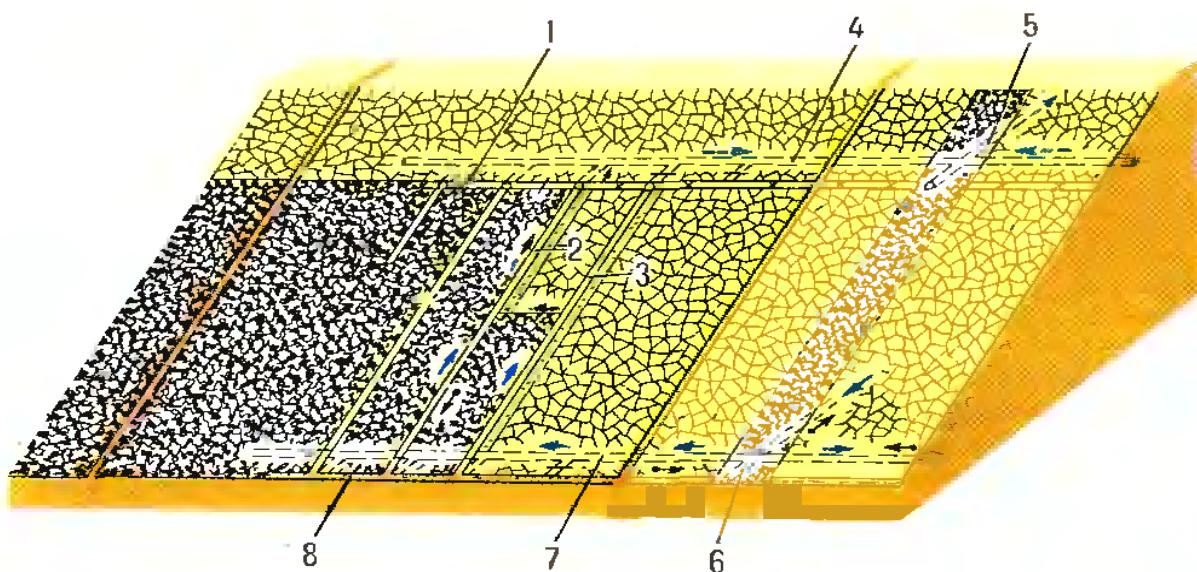


Рис. 7.4. Погоризонтный способ подготовки бремсберговой части шахтного поля при отработке пласта лавами по падению:

1 – монтажный штрек; 2 – конвеерный бремсберг; 3 – вентиляционный бремсберг; 4 – главный вентиляционный штрек; 5 – главный вентиляционный квершлаг; 6 – главный откаточный квершлаг; 7 – главный откаточный штрек; 8 – демонстрационная камера

Наиболее простая и надёжная схема планировки подготовительных выработок достигается в бремсберговой части шахтного поля при выемке пласта лавами по падению и в уклонной части – при выемке лавами по восстанию. В этих случаях создаются наиболее благоприятные условия для выдачи угля из очистного забоя по примыкающему к нему откаточному бремсбергу (уклону) непосредственно на подъёмный горизонт шахты и к стволу.

Для обеспечения прямоточного проветривания выемочных участков откаточный бремсберг (уклон) охраняется позади очистного забоя искусственными сооружениями (органные ряды, полосы из ангидрида или фосфогипса, бетонные блоки).

При разработке пластов с небольшой газоносностью целесообразны варианты погоризонтной подготовки с возвратноточным проветриванием выемочного участка и расположением главного вентиляционного штрека на одном уровне с главным транспортным штреком.

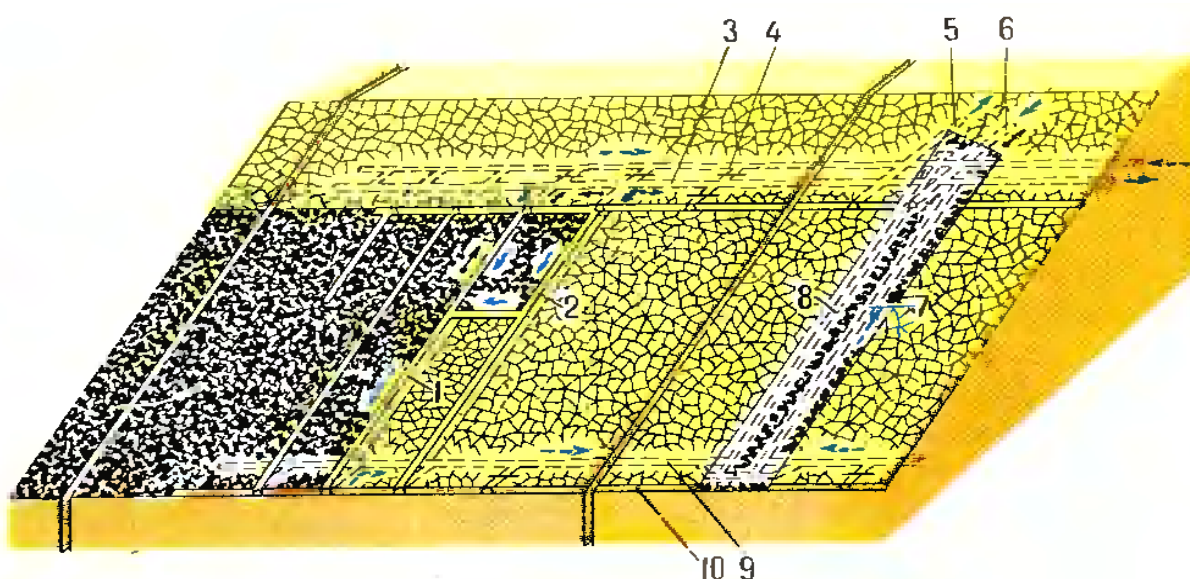


Рис. 7.5. Погоризонтный способ подготовки уклонной части шахтного поля при отработке пласта лавами по восстанию:

1 – конвейерный уклон; 2 – вентиляционный уклон; 3 – главный откаточный штрек; 4 – главный вентиляционный штрек; 5 – главный вентиляционный квершлаг; 6 – главный откаточный квершлаг; 7 – вспомогательный ходок; 8 – людской ходок; 9 – дренажный штрек; 10 – монтажный штрек

Во всех случаях погоризонтной подготовки с выемкой пласта лавами по восстанию сооружается дренажный горизонт с водоотливной установкой. По-

левой или пластовый дренажный штрек соединяется с подъёмным горизонтом вспомогательными уклонами.

На практике встречаются варианты погоризонтной подготовки, различающиеся расположением главных штреков относительно пласта (полевые или пластовые), схемой подготовки выемочных участков (с повторным использованием конвейерных бремсбергов и уклонов или их проведением вприсечку к выработанному пространству).

Способ погоризонтной подготовки шахтного поля наиболее распространён при разработке пологих пластов. По условиям работы средств комплексной механизации в горизонтальном очистном забое область его использования ограничена углом падения пласта 0-12°.

Погоризонтный способ подготовки шахтного поля с подвиганием лав по восстанию применяют на пластах мощностью до 2 м (при большей мощности усиливается отжим угля и повышается опасность работы людей в забое), а с подвиганием лав по падению – на необводнённых пластах (наличие скапливающейся в лаве воды усложняет или делает невозможной работу механизированной крепи).

Основные **преимущества** погоризонтного способа подготовки шахтного поля:

- меньший, чем при других способах, удельный (на 1000 т добычи угля) объём работ по проведению подготовительных выработок;
- возможность обеспечения постоянной длины лавы за всё время отработки выемочного столба.

Недостатки:

- трудности использования вспомогательного транспорта по длинным (800 - 1200 м) наклонным выработкам, примыкающим к очистному забою;
- невозможность достижения высокого уровня концентрации горных работ (на каждом крыле пласта допустимо иметь, как правило, по одному очистному забою).

7.2.3. Этажный способ

При этажном способе подготовки шахтное поле в пределах ступени (горизонта) делится на последовательно отрабатываемые полосы – этажи наклонной высотой 100 м и более, подготавливаемые при помощи этажных откаточных и вентиляционных штреков, проводимых из этажных квершлагов или капитального бремсберга (уклона).

На практике встречаются различные варианты конструктивного оформления этого способа подготовки шахтного поля в зависимости от угла падения пласта и размеров шахтного поля. Этажный способ подготовки представлен на рис.7.6.

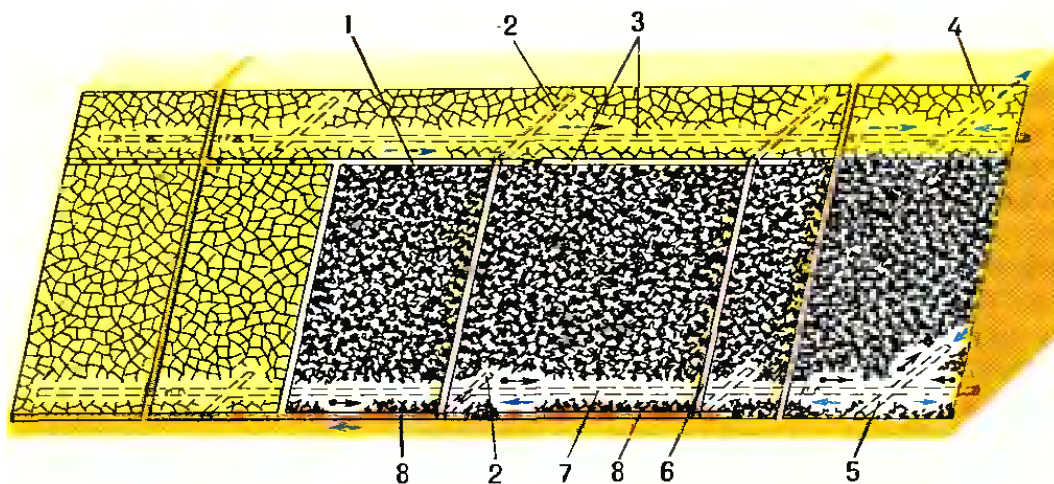


Рис.7.6. Этажный способ подготовки шахтного поля при разработке крутого пласта:

1 – вентиляционный пластовый штрек; 2 – промежуточный квершлаг; 3 – групповой этажный вентиляционный штрек; 4 – этажный вентиляционный квершлаг; 5 – этажный откаточный квершлаг; 6 – ходовая печь; 7 – групповой этажный откаточный штрек; 8 – откаточный пластовый штрек

Для разработки пологих пластов наиболее характерен этажный способ подготовки шахтного поля с разделением этажа на 2 – 3 подэтажа. Образующие в этаже, как правило, однокрылые выемочные поля длиной по простиранию 300 - 1200 м подготавливают при помощи участкового бремсберга с ходком. Порядок отработки выемочных полей в этаже преимущественно прямой.

В случае больших размеров ступени шахтного поля по падению (свыше 400 - 600 м) по пласту или вмещающим породам проводят капитальный бремсберг (уклон) с ходками, предназначенными для выдачи угля из этажей на подъёмный горизонт шахты, а также для проветривания и осуществления вспомогательных операций.

Этажный способ наиболее характерен для разработки наклонных и крутых пластов, где он является единственно возможным. Этажи наклонной высотой 100 - 150 м отрабатывают лавами, подвигаемыми по простиранию или падению.

На практике применяют, как правило, подготовку шахтного поля без деления этажа на подэтажи с группированием нескольких пластов на полевой или групповой пластовый этажный штрек.

Контрольные вопросы к 7 разделу

- 1. Главная цель вскрытия месторождения.*
- 2. От каких факторов зависит способ вскрытия месторождения?*
- 3. Опишите вскрытие угольных пластов вертикальными стволами.*
- 4. Изобразите вскрытие шахтного поля штольней.*
- 5. Какие основные факторы влияют на выбор способа вскрытия шахтного поля?*
- 6. Схематически изобразите панельный способ подготовки.*
- 7. Опишите погоризонтный способ подготовки.*
- 8. Для каких условий применяется этажный способ подготовки?*

8. РАЗРАБОТКА ПЛАСТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ

Учебные цели: опираясь на материал раздела, студент должен знать какие существуют системы разработки пластовых месторождений при подземным способе добычи.

8.1. Общие сведения

Подземная разработка твердых полезных ископаемых – это совокупность работ по вскрытию, подготовке месторождения и выемке полезного ископаемого.

Иной технологией отличается подземная разработка при помощи буровых скважин (например, при подземном выщелачивании, подземном растворении).

Вскрытие месторождения осуществляется вертикальными и наклонными шахтными стволами или штольнями. [1]

Подготовка состоит в разделении шахтного поля на выемочные участки (блоки, панели, столбы и т.п.), необходимые для обеспечения очистной выемки.

Очистная выемка составляет сущность подземной разработки и включает комплекс процессов по отделению полезного ископаемого от массива, доставке к местам погрузки в транспортные средства, креплению и поддержанию выработанного пространства.

Для конкретных горно-геологических условий устанавливается порядок проведения подготовительных и очистных выработок во времени и пространстве, который в основном определяет систему разработки.

К системе разработки предъявляются следующие требования:

- безопасное ведение работ;
- минимальные потери полезного ископаемого в недрах;
- высокие и устойчивые технико-экономические показатели.

На выбор системы разработки влияют следующие горно-геологические факторы:

- мощность и угол падения полезного ископаемого, его ценность, строение, глубина залегания, газоносность, водообильность, физико-механические свойства полезного ископаемого и вмещающих пород, технические средства механизации, технический уровень предприятия и др.

8.2. Разработка угольных месторождений

Условия залегания угольных пластов, которые отличаются большим разнообразием, а также экономические причины обусловили применение различной технологии разработки угольных пластов. Как правило, для разрушения угля используют механические средства или взрывчатые вещества, реже гидравлические и химические.

Технология очистных работ предполагает либо постоянное присутствие рабочих в очистном забое, либо безлюдную выемку. Выделяют различные способы выемки угля: комбайнами, стругами, отбойными молотками или взрывчатыми веществами.

Наиболее современная выемка угля комбайнами и стругами в сочетании с механизированными крепями – механизированными комплексами. Такими комплексами добывается больше половины угля из очистных забоев на пластах пологого и наклонного падения.

На крутых пластах выемка угля комплексами пока ограничена.

Различают системы разработки длинными и короткими забоями.

8.3. Система разработки угольных пластов длинным очистным забоем

Система разработки длинным забоем может быть **сплошной, столбовой и комбинированной**. Каждая из этих систем разработки имеет варианты в зависимости, например, от направления подвигания очистного забоя по отношению к элементам залегания пласта (по простиранию, падению, восстанию), способа подготовки этажа или яруса к очистной выемке, а при разработке мощных пластов – от метода их выемки по мощности: без разделения и с разделением на слои (наклонные, горизонтальные, поперечно-наклонные).

8.3.1. Сплошная система разработки

Характерным для этой системы является одновременность проведения подготовительных выработок и очистной выемки угля в крыле этажа, панели. Подготовка очистного забоя (рис. 8.1) производится на расстоянии не менее 25 - 50 м от наклонных (бремсберга, уклона, ствола с ходками) или горизонтальных выработок путем проведения транспортной и вентиляционной выработок и разрезной печи между ними. В разрезной печи монтируют средства механиз-

ции и приступают к очистной выемке угля; очистной забой перемещается от наклонной (горизонтальной) выработки к границе этажа (панели).

Вслед за забоем в выработанном пространстве проводят прилегающие к забою выработки. Такое положение забоев очистных и подготовительных выработок сохраняется в течение всего периода отработки этажа (яруса).

Применяют также другие варианты системы, которые зависят от угла падения пластов и различаются способами подготовки пласта, проведения выработок и т.п. [1]

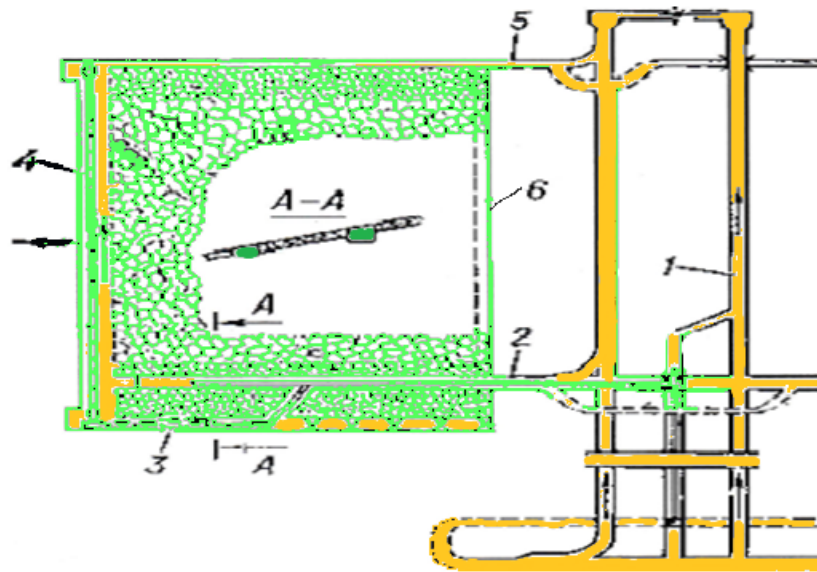


Рис.8.1. Сплошная система разработки «лава – этаж»:

- 1 – наклонные выработки; 2 – этажный конвейерный штрек; 3 – просек;
4 – очистной забой (лава); 5 – этажный вентиляционный штрек;
6 – разрезная печь*

Сплошная система разработки характеризуется малым первоначальным объемом проходимых выработок при подготовке нового очистного забоя.

Ее основные **недостатки**:

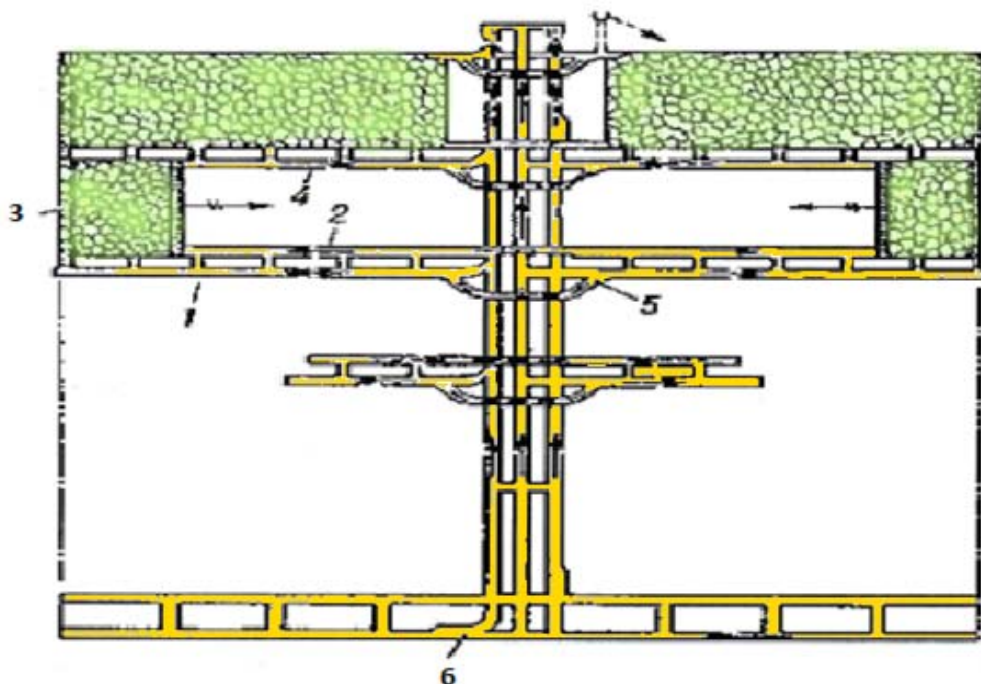
- сложные условия поддержания штреков;
- большие утечки воздуха через выработанное пространство;
- возможность встречи непредвиденного геологического нарушения и остановка лавы по этой причине.

Сплошная система разработки затрудняет использование высокопроизводительных комплексов и агрегатов. Поэтому ее применение должно быть ограничено тонкими пластами, залегающими на больших глубинах, и одиночными незащищенными пластами, опасными по внезапным выбросам угля и газа или горным ударам.

8.3.2. Столбовая система разработки

Характерным для столбовых систем разработки является проведение подготовительных выработок до начала очистных работ: эти выработки оконтуривают запасы угля в пределах этажа, яруса, выемочного столба. [1]

Вариант столбовой системы разработки по простиранию представлен на рис.8.2 и 8.3.



*Рис.8.2. Система разработки длинными столбами по простиранию:
1 – откаточный штрек; 2 – конвейерный ярусный штрек; 3 – разрезная печь; 4 – вентиляционный ярусный штрек; 5 – промежуточная приемно-отправительная площадка; 6 – нижняя приемно-отправительная площадка*

Около главного откаточного штрека у наклонных выработок сооружают приемно-отправительную площадку, обеспечивающую прием и отправку грузов от околоствольного двора к очистным забоям и обратно.

От площадки до верхней (или нижней) границы панели проводят наклонные выработки: бремсберг (уклон) и ходки, которые используются для подачи воздуха, вспомогательного транспорта, спуска-подъема людей.

Уголь транспортируется ленточными конвейерами по бремсбергу (уклону).

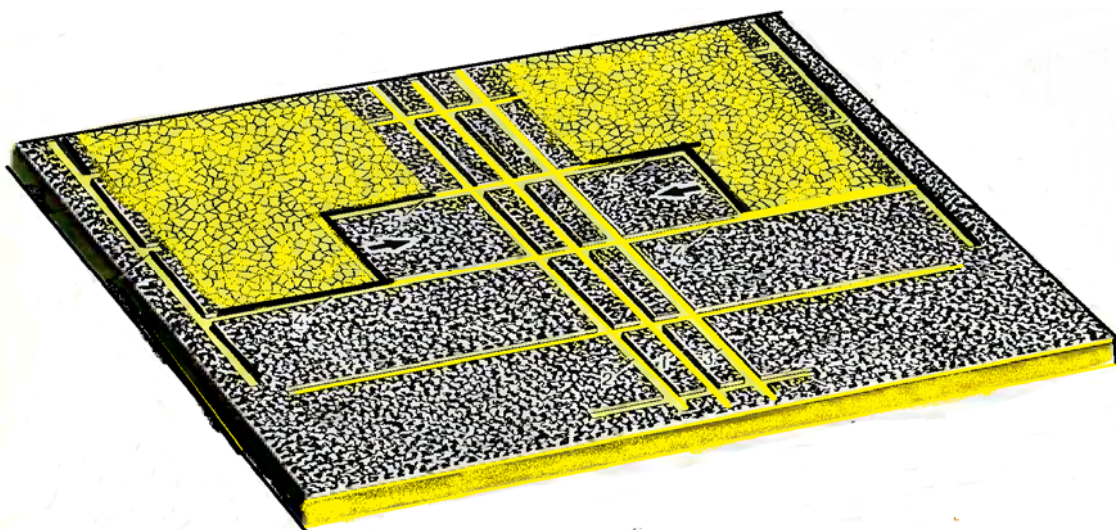


Рис.8.3. Система разработки длинными столбами по простиранию.

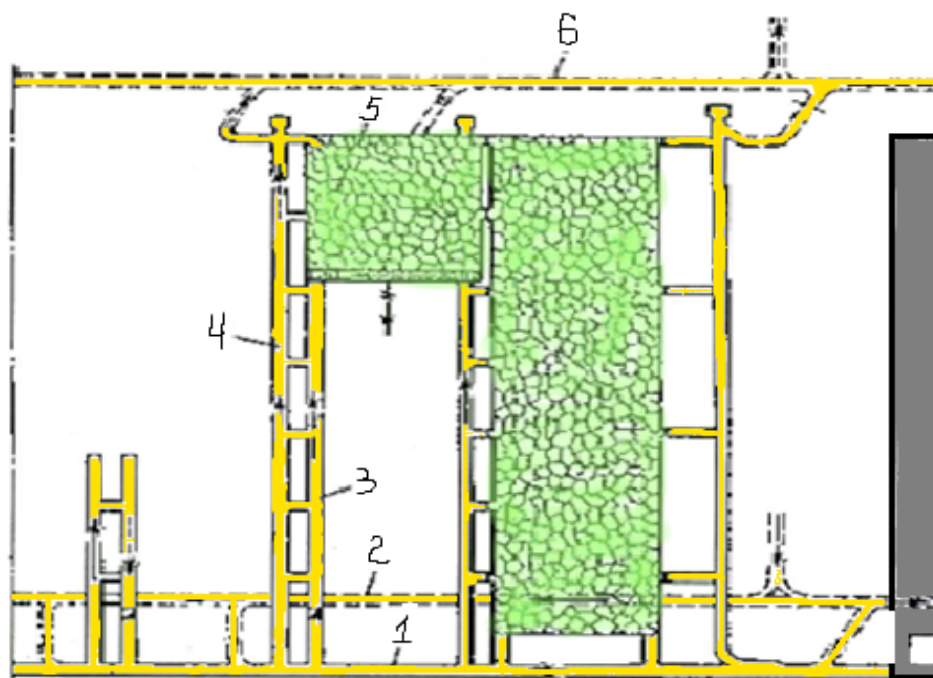
От наклонных выработок в обе стороны проводят ярусные штреки (транспортный и вентиляционный) со вспомогательными выработками (заездами, сбойками и др.). По мере отработки подготавливается следующий ярус, для чего проходят новые штреки.

Столбовая система разработки устраняет недостатки, присущие сплошной, однако она характеризуется повышенными потерями (на 5 - 7%) угля в целиках и увеличенным первоначальным объемом проводимых подготовительных выработок. Ее применение позволяет повысить нагрузку на очистной забой, улучшить основные технико-экономические показатели.

Эта система разработки находит широкое применение при разработке пластов тонких и средней мощности, а также при слоевой разработке мощных пластов. [6-9]

Применяется также система разработки длинными столбами с подвиганием очистного забоя по падению (рис.8.4) или (рис. 8.5). От выработки, вскрывающий пласт, проводится главный полевой откаточный штрек. Параллельно полевому проводят пластовый штрек и две наклонные выработки до вентиляционного горизонта, где их соединяют разрезной печью.

Длина выемочного столба колеблется в пределах 1000 - 1500 м и более, ширина соответствует длине лавы. Очередной столб подготавливается путем проведения новых наклонных выработок и разрезной печи.



*Рис.8.4. Система разработки длинными столбами по падению:
 1 - пластовый штрек; 2 - главный откаточный полевой штрек;
 3 - конвейерный бремсберг; 4 - вентиляционный ходок; 5 - разрезная печь;
 6 - главный вентиляционный полевой штрек.*

Система разработки с перемещением забоя по падению позволяет:

- обеспечить снижение удельного объема проводимых и поддерживаемых выработок;
- постоянную длину лавы в пределах выемочного столба (что особенно важно при оснащении очистного забоя механизированным комплексом или агрегатом);
- простую и надежную схему подземного транспорта;
- прямоточную схему проветривания с подачей воздуха к источникам выделения метана (очистной забой, выработанное пространство, уголь на конвейере подготовительной выработки).

Недостатки:

- большой объем наклонных выработок, проведение и эксплуатация которых обходятся дороже, чем горизонтальных.

При высокой водообильности применяют аналогичную систему разработки с перемещением очистного забоя по восстанию пласта.

Оба варианта системы разработки, благодаря их технико-экономическим преимуществам, являются наиболее прогрессивными для выемки тонких и средней мощности пластов с углом падения до 12 - 15°.

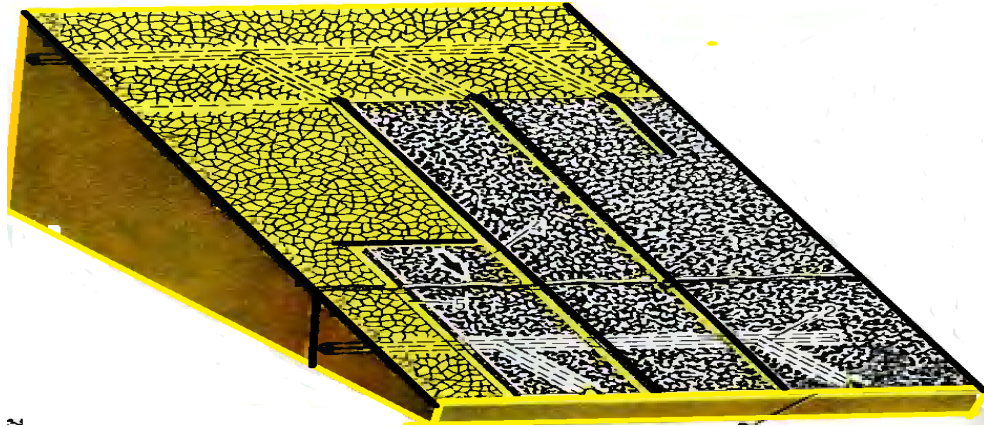


Рис.8.5. Система разработки длинными столбами по падению

Систему разработки длинными столбами по простиранию или падению применяют также при выемке мощных пологих пластов.

При разработке тонких и средней мощности наклонных и крутых пластов наибольшее распространение получила система разработки длинными столбами по простиранию (рис.8.6).

На выбор размеров выемочного поля по простиранию и длины очистного забоя решающее влияние оказывает способ выемки угля.

При буровзрывном способе выемки угля длина выемочного поля не превышает 300 - 400 м, при механизированном может достигать 1000 м и более.

Каждое выемочное поле вскрывают промежуточными квершлагами, от которых по пласту проводят откаточный (конвейерный) и вентиляционный штреки (рис.8.6) [6-9].

Система разработки длинными столбами по падению (щитовая) применяется при разработке крутых пластов с передвижением оградительной крепи в виде щитового перекрытия. Этаж высотой по вертикали 80 - 100 м разделяют на выемочные поля размерами по простиранию 250 - 300 м. Их, в свою очередь, делят на отдельные щитовые столбы.

Длина очистного забоя и способ подготовки столба зависят от применяемой технологии выемки угля [1].

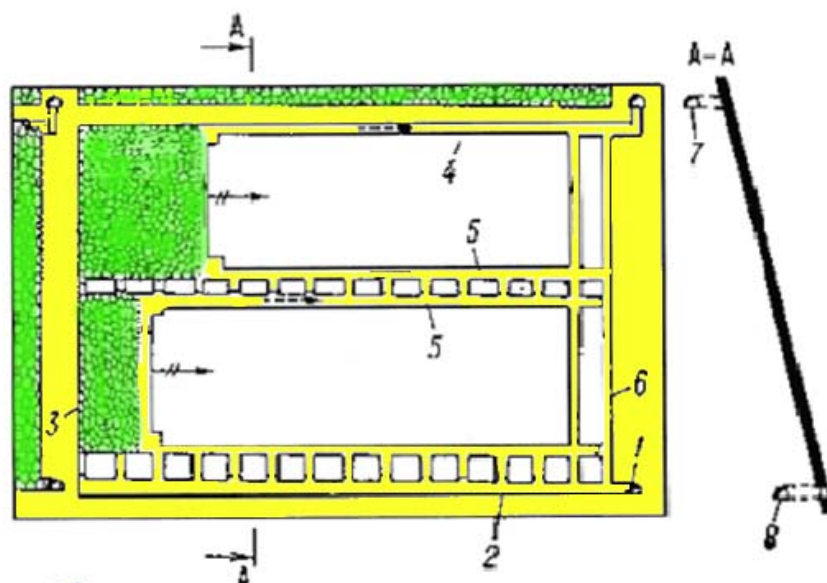


Рис.8.6. Система разработки длинными столбами по простиранию с разделением этажа на подэтажи:

- 1 – промежуточный квершлаг; 2 – пластовый откаточный штрек;
3 – разрезная печь; 4 – вентиляционный штрек; 5 – промежуточный штрек;
6 – скат; 7 – этажный вентиляционный штрек;
8 – этажный откаточный штрек.*

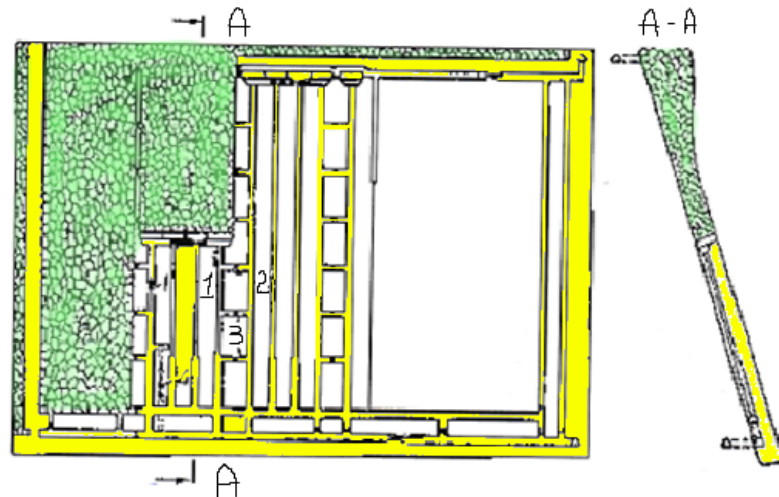
При буровзрывном способе выемки угля (рис.8.7) длина очистного забоя не превышает 24 - 30 м; через каждые 6 м под щитовым перекрытием проводятся углеспускные печи (скважины).

Недостатки разработки при буровзрывном способе выемки: высокие эксплуатационные потери, большой объем подготовительных работ, низкая степень механизации и высокий уровень ручного труда, высокая аварийность.

Поэтому она неперспективна.

При механизированной отбойке угля с применением щитовых агрегатов доставка угля осуществляется по фланговым печам, а длина очистного забоя достигает 55 м.

При щитовой системе разработки боковые породы самопроизвольно обрушаются вслед за опусканием щита по падению. Область применения этой системы разработки ограничивается пластами с углами падения более 55°.



*Рис.8.7. Система разработки длинными столбами по падению (щитовая):
1 – углеспускные печи; 2 – ходовая печь; 3 - сбойки; 4 – обходная вентиляционная печь.*

8.4. Разработка мощных пластов

При столбовых системах разработки мощных пластов с разделением на слои пласты делят на наклонные, горизонтальные и поперечно-наклонные условными плоскостями, ориентированными в пространстве соответственно наклонно по падению пласта, параллельно почве (или кровле), горизонтально между лежачим и висячим боками и, наконец, с наклоном в сторону почвы под углом 30 - 40° к горизонту. Толщина слоя не превышает 3,5 м.

Система разработки горизонтальными полосами по простиранию применяется на пластах мощностью 3,0 - 4,5 м с углами падения свыше 60° при гидравлической закладке выработанного пространства и выемке угля с помощью комбайнов.

Пласты большей мощности могут отрабатываться послойно, толщина слоя при этом не должна превышать 4,5 м.

Выемочное двукрылое поле размерами по простиранию 300 - 400 м вскрывается на откаточном и вентиляционном горизонтах промежуточными квершлагами.

На флангах поля проводятся вентиляционные скаты, в его средней части по мере продвижения забоя по восстанию в выработанном и заложенном пространстве возводится углеспускной скат.

В целях совмещения работ по выемке угля и возведению закладочного массива полосы левого и правого забоев попеременно опережают друг друга по восстанию на половину высоты вынимаемой полосы, равной 4,5 - 5,0м.

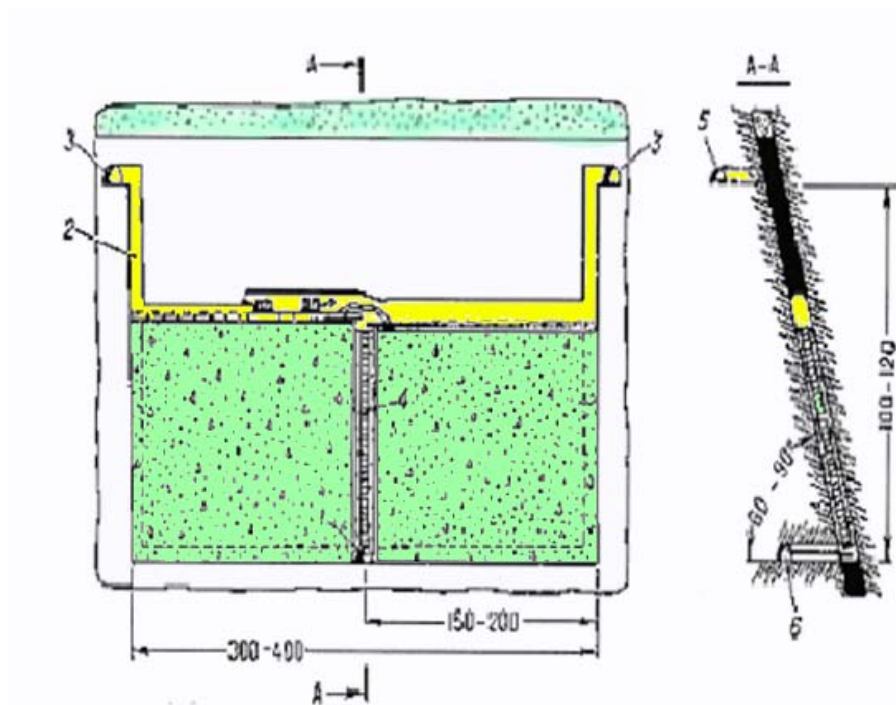


Рис.8.8. Система разработки горизонтальными полосами по простиранию в восходящем порядке:

1 – конвейерный квершлаг; 2 – вентиляционный скат; 3 – вентиляционный квершлаг; 4 – углеспускной скат; 5 – полевой вентиляционный штрек; 6 – полевой откаточный штрек

Выемка угля осуществляется одним или двумя комбайнами в противоположных крыльях выемочного поля. Доставка угля от комбайнов к углеспускному скату производится конвейерами. По окончании выемки угля в крыле комбайн перегоняется в смежное крыло по переходной ферме, расположенной над углеспускным скатом, и производится прием гидрозакладки из пульповода, проложенного по фланговому скату.

Система разработки поперечно-наклонными слоями мощных крутых пластов применяется только при управлении кровлей путем закладки выработанного пространства. Выемка угля в слоях производится с помощью буровзрывных работ.

При разработке пологих мощных пластов наклонными слоями пласт делится на два и более слоев (рис.8.9). Для этого от наклонных выработок до границы шахтного поля (панели) проводят откаточный штрек.

В качестве вентиляционного используют откаточный штрек отработанного вышерасположенного этажа.

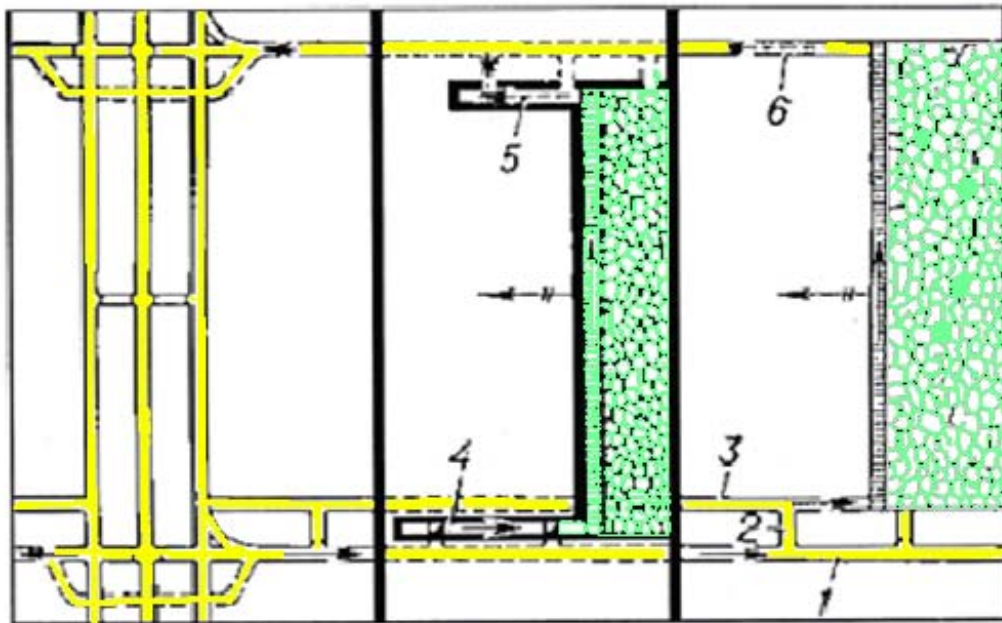


Рис.8.9. Разработка мощного пологого пласта с разделением на наклонные слои:

- 1 – откаточный штрек; 2 – сбойки; 3 – конвейерный штрек;
4 – слоевой конвейерный штрек; 5 – слоевой вентиляционный штрек;
6 – вентиляционный штрек*

У границы шахтного поля (панели) по верхнему слою проводят разрезную печь и два слоевых штрека – конвейерный и вентиляционный. Конвейерный слоевой штрек соединяют с откаточным, а вентиляционный слоевой – с этажным вентиляционным штреком. Аналогично ведется подготовка очистного забоя по нижнему слою. Очистные работы ведутся с опережением забоя верхнего слоя по отношению к нижнему. Величина опережения зависит от принятого порядка отработки слоев. Практикуют одновременную отработку слоев с небольшими опережениями между ними (до 100 м) и последовательную – с независимой подготовкой каждого слоя.

Комбинированная разработка пласта парными штреками показана на рис. 8.10.

Между слоями обычно оставляют пачки угля толщиной 0,3 - 0,6 м или, реже, используют гибкие перекрытия из металлических полос и сетки. Выемку слоев производят по принципу длинных столбов по простиранию или падению (при углах до 12 - 15°).

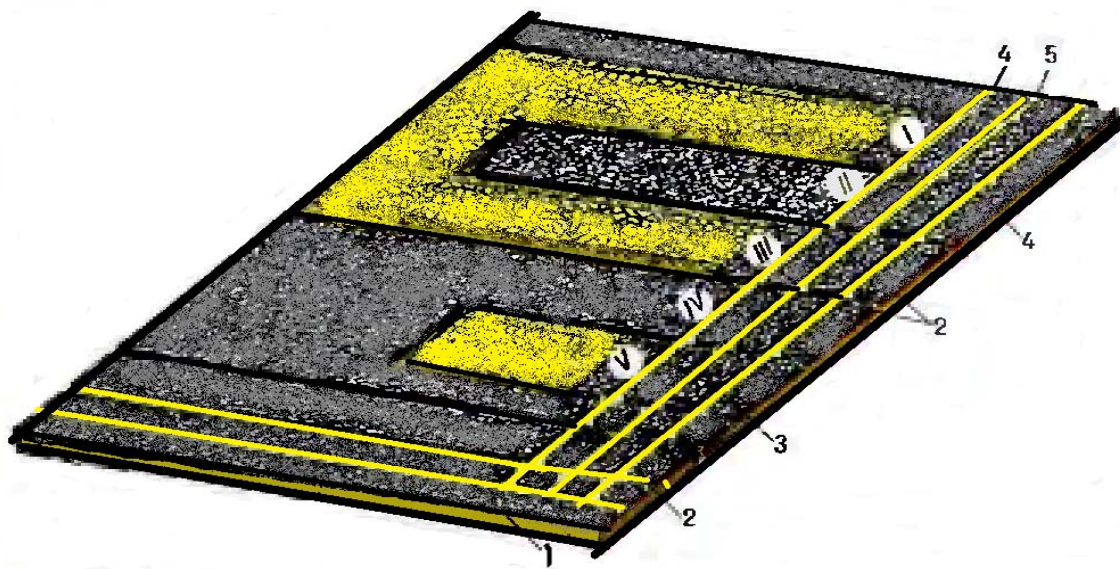


Рис.8.10. Комбинированная система разработки парными штреками:

*I - V - номера выемочных столбов; 1 - откаточный штрек;
2 - конвейерные штреки; 3 - вентиляционные штреки; 4 - ходки; 5 – бремсберг*

Система разработки наклонными слоями мощных крутых и наклонных пластов применяется при управлении кровлей обрушением и закладкой выработанного пространства. При обрушении кровли слои отрабатывают в нисходящем порядке с применением буровзрывной выемки угля под гибким металлическим перекрытием. Такая система разработки применяется на пластах мощностью свыше 4,5 м.

При управлении кровлей закладкой выработанного пространства отработка наклонных слоев производится в восходящем порядке: количество слоев не превышает 4, толщина слоя 3,5 м.

Наклонные слои вынимают буровзрывным или механизированным способами.

При буровзрывной выемке угля размеры выемочного поля по простиранию не превышают 400 м, слои отрабатывают полосами по простиранию, длина очистного забоя в полосе не превышает 12 м.

При механизированной выемке угля отработка наклонных слоев может производиться длинными столбами по простиранию или по восстанию. Длина очистного забоя при этом 30 – 200 м, длина выемочных полей по простиранию 400 - 1200 м, толщина вынимаемого слоя 2,5 - 3,5 м.

Комбинированная система разработки мощных пологих пластов наклонными слоями с выпуском межслоевой толщи угля при использовании специального комплекса впервые применена на шахтах Кузбасса. Она предназначена для пластов мощностью 7 - 12 м с небольшой газоносностью. Пласт делят на два слоя, отрабатываемых независимо. Верхний монтажный слой имеет толщину 1,5 - 2,0 м. Его отрабатывают системой длинных столбов по простиранию (рис.8.11).

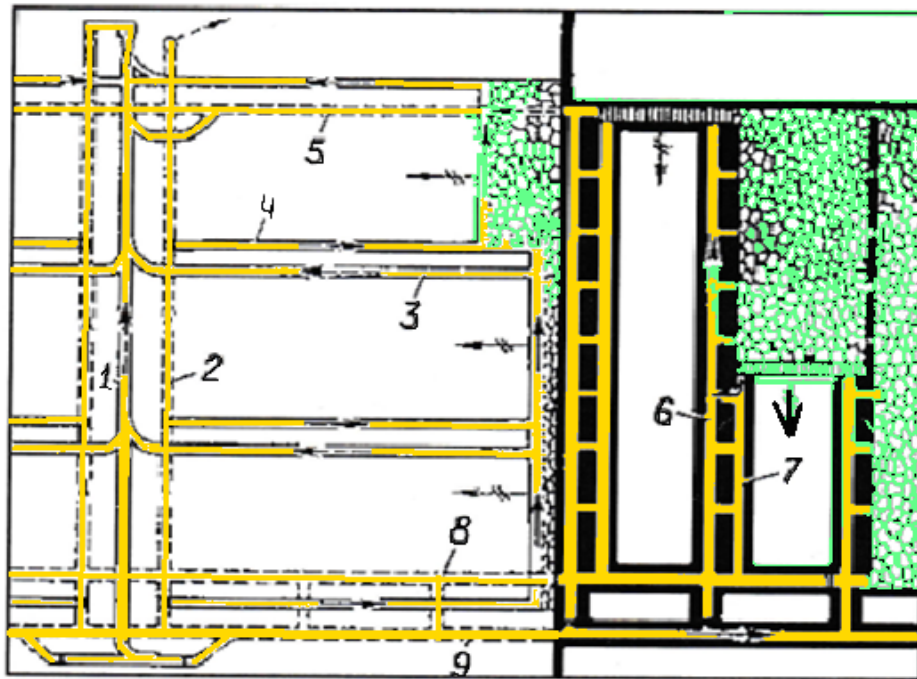


Рис.8.11. Комбинированная система разработки с выпуском угля межслоевой толщи при применении комплекса КТУ:

1 – вспомогательный бремсберг; 2 – конвейерный бремсберг; 3 – вентиляционный штрек монтажного слоя; 4 – конвейерный штрек монтажного слоя; 5 – основной вентиляционный штрек; 6 – вентиляционный ходок; 7 – конвейерный бремсберг; 8 – основной конвейерный штрек; 9 – главный откаточный штрек

Технология выемки угля с применением комплексов предусматривает увеличение вертикальной высоты этажа до 200 - 250 м и применение в слоях упороченной закладки, которая, обладая высокой несущей способностью, обеспечивает безопасную работу механизированных крепей в последующих слоях без применения дополнительных перекрытий (рис 8.11).

Одновременно с выемкой угля монтируют гибкое металлическое перекрытие, на которое производят обрушение пород кровли. Нижний слой отработывают столбами по падению. Длина столбов 300 - 500 м, очистного забоя 40 – 80 м.

Выемку угля в слое на высоту крепи (2,8 м) производят комбайном, а в межслоевой толще – с помощью буровзрывных работ. Разрушенный уголь межслоевой толщи выпускают на забойный конвейер через люки, имеющиеся в ограждении крепи.

8.5. Система разработки угольного пласта коротким забоем

Системы разработки с короткими забоями делятся на камерные и камерно-столбовые.

При камерных системах разработки длина камер может быть 200 - 300 м; ширина 4 - 15 м; междукамерных целиков от 2 до 6 м, участковых 5 - 10 м. Размеры выемочного участка выбираются с таким расчетом, чтобы обрушение кровли происходило после его отработки, и на пологих пластах составляет 50 - 150 м. (рис.8.12)

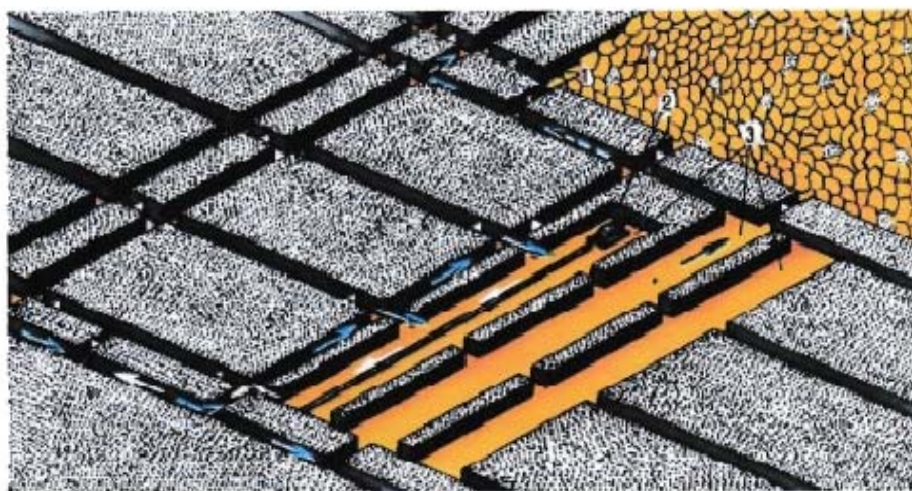


Рис.8.12. Схема отработки пласта полезного ископаемого камерами:
1 - вентиляционные сооружения; 2 - комбайн; 3 - камеры.

Камерно-столбовая система разработки отличается от камерной тем, что междукамерные целики частично погашаются (рис.8.13), в результате чего повышается степень извлечения угля.

Между конвейерным и вентиляционным штреками проходят одну-две камеры шириной 3,5 - 5 м, после чего погашают междукамерный целик, ширина которого 15 - 20 м.

Междукамерный целик погашается заходками по 3,5 - 7,0 м с оставлением технологических целиков между ними шириной 0,6 - 1 м.

Штреки и камеры крепятся анкерной крепью; заходки не крепятся.

Основные условия применения технологии с короткими забоями: низкое качество угля (обычно энергетическое с повышенной зольностью); мощность пласта 0,8 - 3,5 м; угол падения пласта до 15° (определяется возможностью работы самоходного оборудования); породы средней и выше средней устойчивости; газообильность до 15 м^3 на одну тонну добычи; глубина ведения горных работ до 300 м (т.к. с ее увеличением резко возрастают потери угля в недрах) и др.

В области систем разработки основными задачами в угольной промышленности являются: дальнейшая концентрация и интенсификация горных работ.

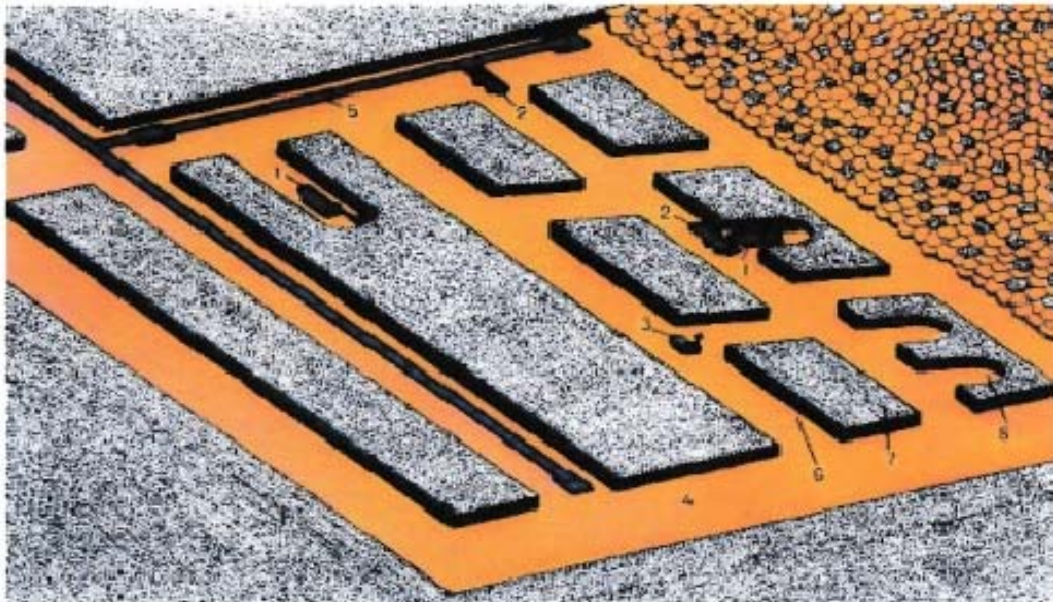


Рис.8.13. Схема камерно-столбовой разработки пологого угольного пласта:

1 – комбайн; 2 – самоходная вагонетка; 3 – станок для установки анкерной крепи; 4 – вентиляционный штрек; 5 – транспортный штрек; 6 – камера; 7 – междукамерный целик; 8 – заходка.

Это достигается:

- расширением применения систем разработки длинными столбами, особенно тех ее вариантов, которые обеспечивают постоянство длины лавы;
- обособленным проветриванием источников выделения метана;
- рациональным размещением подготовительных выработок в толще пласта и пород;
- прогнозированием геологических нарушений для обеспечения стабильной работы комплексов и агрегатов;
- созданием новых вариантов систем разработки и высокопроизводительных средств комплексной механизации, обеспечивающих выемку угля без присутствия рабочих в очистном забое;
- разработкой новых и усовершенствованием существующих систем разработки мощных (особенно крутых) пластов с закладкой (преимущественно гидравлической);
- разработкой комплекса мероприятий ведения горных работ на глубоких горизонтах с предварительной дегазацией пластов;
- управлением массивом горных пород с поверхности до начала ведения горных работ с целью исключения внезапных выбросов угля и газа, горных ударов и других негативных явлений;
- разработкой мероприятий по обеспечению комфортных и безопасных условий работы.

За рубежом подземная разработка угля широко развита в США, Польше, Великобритании, Германии, Франции.

В европейских странах преимущественное распространение получили системы разработки с длинными очистными забоями.

На шахтах США, Канады, Австралии применяются системы разработки с короткими забоями, что связано с наличием благоприятных геологических условий.

Контрольные вопросы к 8 разделу

- 1. Какие требования предъявляются к системам разработки?**
- 2. Опишите сплошную систему разработки.**
- 3. Опишите столбовую система разработки.**
- 4. Изобразите комбинированную систему разработки.**
- 5. Как производится разработка мощных пластов.**
- 6. Опишите систему разработки угольного пласта короткими забоями.**

9. ТЕХНОЛОГИЯ ВЫЕМКИ УГЛЯ В ОЧИСТНОМ ЗАБОЕ

Учебные цели: опираясь на материал раздела, студент должен знать технологию выемки угля в очистном забое выемочными комплексами и выемочными агрегатами [1,4,13, 18, 33 и др.]

9.1. Общие сведения

Целью разработки месторождения является добыча полезного ископаемого и выдача его на поверхность для дальнейшей переработки или использования.

При подземной добыче угольных месторождений выделяют **обычную технологию** – когда разрушение угля осуществляют механическими средствами или с помощью взрывчатых веществ, а также **гидравлическую** (с помощью высоконапорной струи воды) или **подземную газификацию** (способ основан на физико-механическом превращении угля в газообразные и жидкие продукты).

Обычная технология разделяется:

- на добычу угля с постоянным присутствием людей в очистном забое;
- на добычу без постоянного присутствия людей в лаве.

Технология добычи с постоянным присутствием людей в очистном забое включает:

- механизированную выемку комплексами с гидрофицированными крепями;
- агрегатную выемку;
- выемку с помощью отбойных молотков и взрывчатых веществ.

Выемочные комплексы – это группа технологически связанных главными параметрами машин и механизмов, выполняющих все основные операции в очистном забое при местном управлении ими.

Выемочные агрегаты – это комплекс конструктивно и кинематически объединенных, взаимосвязанных и взаимоувязанных всеми параметрами машин и механизмов, выполняющих все операции выемки угля в очистном забое при местном или дистанционном (с откаточного штрека) управлении.

Различают широко- и узкозахватные комплексы и агрегаты.

У первых – выемочные машины имеют захват более 1 м, у вторых – менее 1 м.

9.2. Очистные работы

Очистные работы – это совокупность работ, выполняемых в подземной очистной выработке с целью добычи полезного ископаемого.

Разработка угольного пласта подземным способом осуществляется в забое (лаве).

Забой – это передвигающаяся в пространстве поверхность полезного ископаемого или вмещающих его пород, с которой непосредственно осуществляется их выемка.

Очистные забои различаются:

- по форме – прямоугольные и уступные;
- по расположению в пространстве: по простиранию; вкрест простирания; по падению; по восстанию; диагонально простиранию.

Лава – традиционное название длинной очистной выработки, применяемой для подземной добычи угля. Термин “лава” возник в начале XIX века с переходом к подземной угледобыче от узких многофункциональных выработок к выработкам специальным – очистным и подготовительным работам.

Произошло это после внедрения впервые на первом российском подземном угледобывающем предприятии – Лисичанском казенном руднике, а впоследствии и на других шахтах столбовой и сплошной систем разработки в 1839 году.

Появившиеся длинные очистные выработки получили в Донбассе местное название “лавка”, т.е. скамья, потому что забойщикам приходилось работать в них сидя. Впоследствии слово “лавка” трансформировалось в “лаву”.

Подобный “лаве” термин “Sitzozt” – сидячее место появился в Германии в конце XVIII века. В настоящее время в горной терминологии вместо названия “лава” чаще употребляется термин “длинный очистной забой”.

На современных угольных шахтах очистные работы представляют собой комплекс процессов и операций:

- очистная выемка (разрушение полезной толщи с отделением полезных ископаемых от массива и навалка его на транспортирующее устройство);
- доставка полезных ископаемых к транспортной выработке;
- перемещение в очистной выработке транспортного и выемочного оборудования;
- крепление горной выработки (очистной),
- управление горным давлением в лаве.

Все процессы и операции, входящие в очистные работы, выполняются в определённом порядке, согласованном во времени и пространстве.

Среди них выделяют **основные** и **вспомогательные** производственные процессы и операции, набор которых зависит в основном от применяемых средств механизации очистных работ.

Основные операции очистных работ в угольных шахтах включают:

- отделение полезного ископаемого от массива;
- погрузку его на конвейер и доставку к погрузочному пункту;
- передвижку конвейера;
- крепление забоя и управление горным давлением;
- проведение ниш;
- мероприятия по снижению пылеобразования и газовыделения;
- погрузку на конвейер угля, отбиваемого при оформлении забоя, а также просыпающегося на почву при разрушении его выемочной машиной.

Все остальные операции, выполняемые в лаве, например доставку в забой оборудования, материалов и др., относят к вспомогательным.

Выполняют их чаще всего совместно с основными работами. На основные производственные операции в среднем приходится до 80% общих затрат по очистным работам.

В зависимости от порядка разрушения горного массива, включающего полезное ископаемое, очистная выемка бывает совместной (валовая выемка) (рис.9.1) или селективной (раздельной) [1].



Рис.9.1. Выемка угля комбайном в лаве

По конфигурации линии очистного забоя различают потолкоуступную, почвоуступную, слоевую и сплошную выемки.

По способу разрушения горного массива выделяют очистную выемку (отбойку):

- механическую (комбайновую);
- буровзрывную;
- струговую.

Кроме того, в меньших объёмах применяют гидравлическую, механогидравлическую, взрывогидравлическую и выемку, выполняемую отбойными молотками. Реализуются эти работы в очистном забое на основе циклической и поточной организации труда.

Планируемый порядок очистных работ на практике для удобства пользования выражается в виде координатных графиков, наглядно изображающих во времени протекание процессов в лаве:

- планограммы очистных работ;
- график выходов рабочих;
- таблицы технико-экономических показателей.

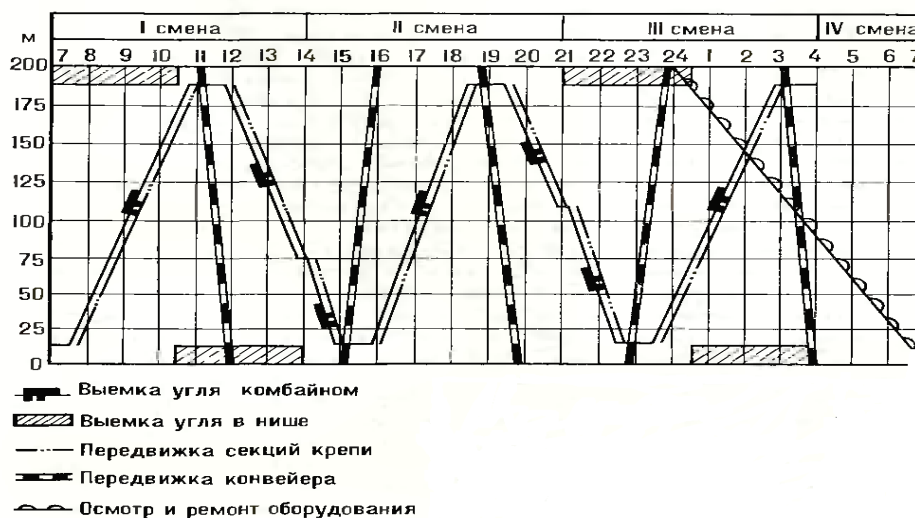


Рис.9.2. Планограмма работ в лаве, оборудованной механизированным комплексом.

Профессия	Число рабочих				в сутки	I смена							II смена							III смена							IV смена									
	в смену					7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7						
	I	II	III	IV																																
Машинист комбайна	1	1	1	—	3																															
Горнорабочий очистного забоя	14	14	14	—	42																															
Электрослесарь	1	1	1	5	8																															
Всего	16	16	16	5	53																															

Рис. 9.3. График выходов рабочих для ведения очистных работ в комплексно-механизированной лаве.

На планеграмме работ изображают все основные производственные процессы, выполняемые в забое, их взаимную увязку во времени и пространстве и последовательность выполнения (рис. 9.2).

На графике выходов приводится количество рабочих по профессиям необходимых для выполнения цикла работ, распределение их по сменам и время пребывания на работе (рис. 9.3).

В таблице технико-экономических показателей даются проектируемые результаты организации очистных работ.

С целью более эффективного использования горной техники и оптимизации режимов её работы при переходе на оптимальные параметры способов подготовки и рациональные системы разработки составлены и применяются на шахтах типовые технологические схемы ведения очистных работ.

Дальнейшее повышение уровня концентрации и интенсификации очистных работ будет происходить за счет совершенствования горной техники и систем разработки, развития комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, широкого распространения на шахтах передовых методов ведения работ.

9.3. Механизированные крепи

Механизированная крепь – это самопередвигающаяся металлическая гидрофицированная крепь очистного забоя, предназначенная для поддержания пород кровли, сохранения очистной выработки в рабочем и безопасном состоянии. Она обеспечивает механизацию процессов крепления и управления породами кровли, передвижения и удержания става забойного конвейера или базовой балки вместе с выемочной машиной.

Область применения современных механизированных крепей – очистные забои пологих, наклонных и крутых пластов мощностью от 0,7 до 5 м; они могут работать при подвигании очистного забоя по простиранию, восстанию и падению.

Основной способ управления кровлей при применении механизированной крепи – обрушение; имеется опыт закладки выработанного пространства.

Механизированная крепь очистного забоя состоит из системы однотипных или разнотипных секций, расставленных с определённым шагом по длине очистного забоя и передвигающихся в направлении его подвигания.

Длина лавокомплекта 80 - 200 м.

Секция механизированной крепи – самостоятельная структурная единица, способная на ограниченной длине очистного забоя, равной ширине секции, поддерживать призабойное пространство очистного забоя в рабочем и безопасном состоянии.

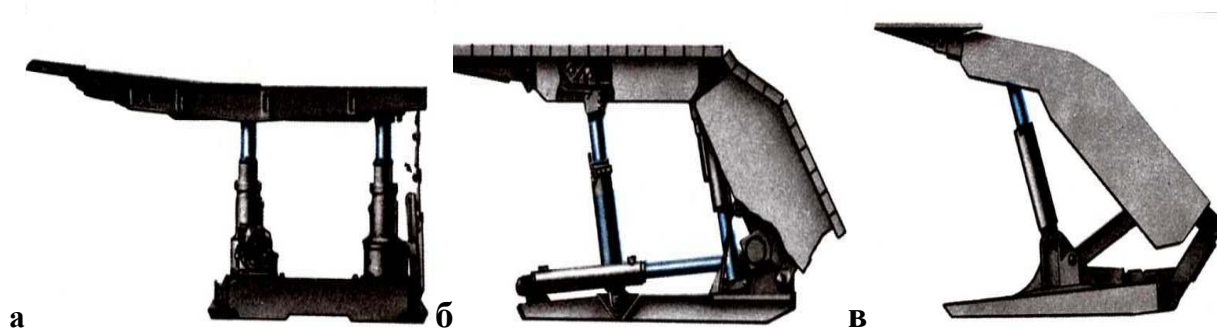
Секция состоит:

- из основания, опирающегося на породы почвы;
- верхнего перекрытия, поддерживающего породы кровли;
- оградительной части, препятствующей проникновению в рабочее пространство обрушившихся пород кровли;
- гидравлических стоек (от одной до шести в секции), с помощью которых оказывается податливое сопротивление опусканию пород кровли;
- домкрата, осуществляющего передвижение как секции, так и става забойного конвейера.

В качестве привода механизированной крепи применяется система объёмного гидропривода типа «насос».

Насосная станция гидропривода представляет собой самостоятельный агрегат, располагающийся вне очистного забоя, в прилегающей выработке.

В зависимости от характера взаимодействия с породами кровли механизированные крепи могут быть поддерживающего, поддерживающе-оградительного и оградительного типов (рис. 9.4). [6-9]



*Рис. 9.4. Схемы механизированных крепей типа:
а - поддерживающего; б - поддерживающе-оградительного;
в - оградительного.*

Поддерживающая крепь имеет только поддерживающее породы кровли перекрытие (рис. 9.5).

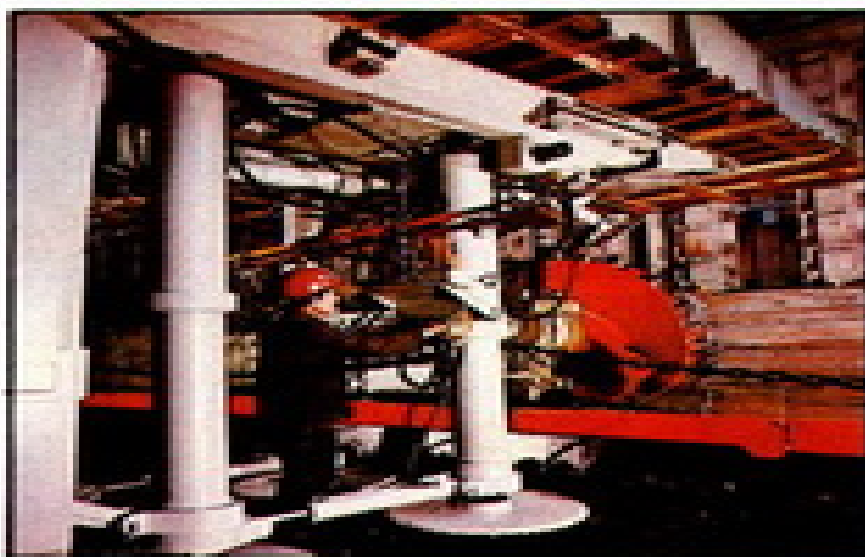


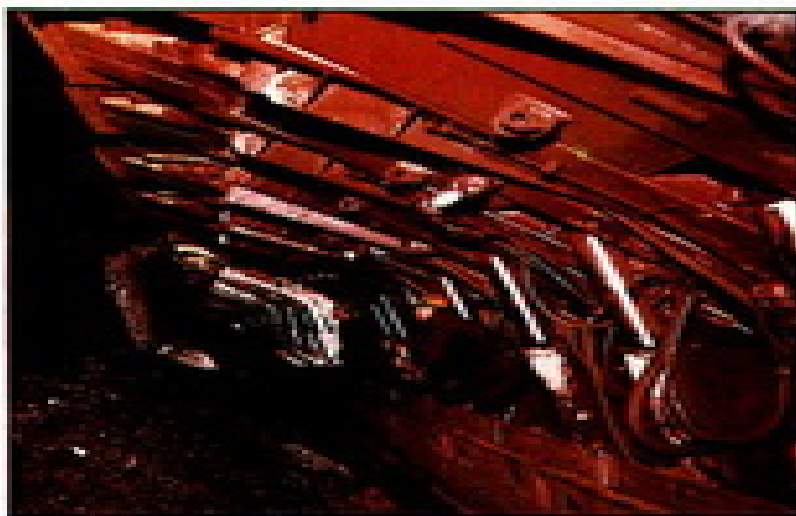
Рис. 9.5. Механизированная крепь поддерживающего типа

Поддерживающе-оградительная крепь – имеет поддерживающие и огражденные элементы, воспринимающие вертикальную нагрузку от пород кровли. Оградительная крепь – имеет только огражденный элемент.

На современных шахтах наиболее распространены крепи поддерживающе-оградительного типа (рис.9.6, 9.7). [4]



Рис.9.6. Поддерживающе-оградительная крепь



*Рис.9.7. Механизированная крепь поддерживающе-оградительного типа
| в лаве*

Механизированные крепи выполняются с различными системами управления:

- ручным дистанционным из-под соседней секции, односторонним или двухсторонним;
- ручным дистанционным с центрального пульта, вынесенного на штрек;
- автоматическим групповым с передвижкой групп секций в автоматическом режиме;
- дистанционно-автоматическим с центрального пульта, вынесенного на штрек.

Основной параметр, характеризующий механизированные крепи, – рабочее сопротивление крепи (кН) из расчёта на единицу площади поддерживаемого рабочего пространства (м^2).

Для современных типов механизированной крепи рабочее сопротивление находится в пределах 300 - 1500 кН/ м^2 .

Крепь механизированная ДМ поддерживающе-оградительного типа предназначена для механизации процессов поддержания и управления кровлей в призабойном пространстве лавы при отработке пологих и наклонных пластов в составе комплексов с комбайнами УКД300, УКД200/250, КБТ, КА80, КА200, 1К103М, 1К101У, 1К101УД, РКУ10 и конвейерами КСД26, КСД26В, СПЦ26, СП26, СП26У, СП36, СП37, СП250, СП251, СП301М/90УЗ, СПЦ63. [4]

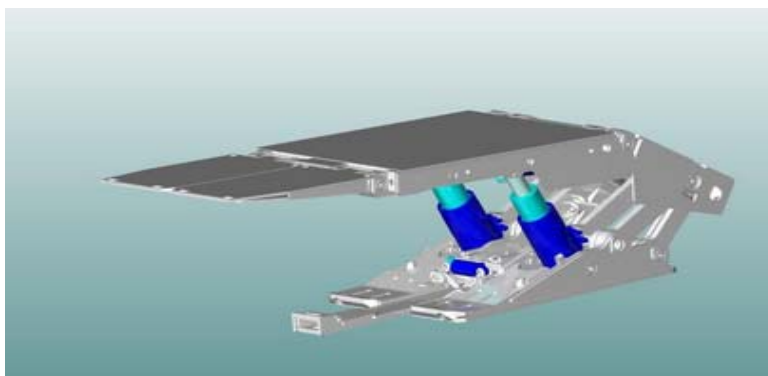


Рис. 9.3.1. Крепь агрегатированная щитовая двухстоечная ДМ

Область применения – пласты мощностью от 0,85 до 1,75 м (два типоразмера) с углами падения до 35° при работе по простиранию, до 10° – по восстанию и падению с легкой кровлей и сопротивлением почвы вдавливанию не менее 1,5 Мпа, при управлении кровлей полным обрушением в шахтах, опасных по газу и пыли до сверхкатегорийных включительно.



Рис. 9.3.2. Крепь агрегатированная щитовая двухстоечная КДД

Крепь механизированная КДД поддерживающе-оградительного типа предназначена для механизации процессов поддержания и управления кровлей при отработке пологих и наклонных пластов в составе комплексов с комбайнами КА80, КБТ, КА200, УКД300, УКД200/250, 1К101У, 1К101УД, КДК400, КДК500, КДК700, РКУ10, РКУ13, 1ГШ68, 2ГШ68Б, КШ1КГУ и конвейерами КСД26, КСД26В, КСД27, КСД29, СПЦ26, СП26У, СП36, СП37, СП250, СП251, СПЦ230, СПЦ271, СП301М/90, СП326. [4].

Область применения – пласты мощностью от 1,0 до 2,4 м (два типоразмера) с углами падения до 35° при работе по простиранию, до 10° – по восстанию и падению с легкой кровлей по ГОСТ 28597-9090 и сопротивлением почвы вдавливанию не менее 1,5 Мпа, при управлении кровлей полным обрушением в шахтах, опасных по газу и пыли до сверхкатегорийных включительно.



Рис. 9.3.3. Крепь агрегатированная щитовая двухстоечная ДТ

Крепь механизированная ДТ поддерживающе-оградительного типа предназначена для механизации процессов поддержания и управления кровлей в призабойном пространстве лавы при отработке пологих и наклонных пластов в составе комплексов с комбайнами УКД300, УКД200/250, КДК400, КДК500, РКУ10, РКУ13, 1ГШ68, 2ГШ68Б, КДК700 КШ1КГУ и конвейерами КСД26, КСД26В, КСД27, СП37, КСД29, СПЦ26, СП26, СП26У, СП36, СП250, СП251, СПЦ271, СПЦ230, СП301М/90, СП326. [4]

Область применения крепи – пласты мощностью от 0,95 до 2,5 м (три типоразмера) с углами падения до 35° при работе по простиранию, до 10° – по восстанию и падению с тяжелой кровлей и сопротивлением почвы вдавливанию не менее 2,0 Мпа, при управлении кровлей полным обрушением в шахтах, опасных по газу и пыли до сверхкатегорийных включительно.

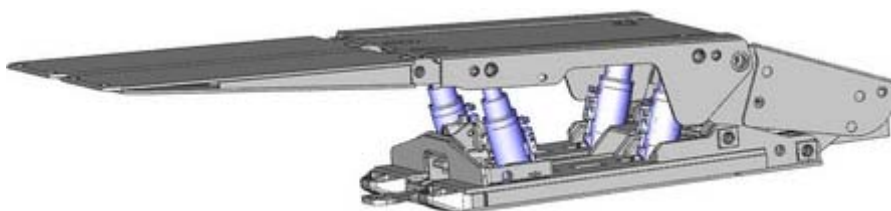


Рис. 9.3.4. Крепь агрегатированная щитовая четырёхстоечная КД90

Крепь механизированная КД90 поддерживающе-оградительного типа предназначена для механизации процессов поддержания и управления кровлей в призабойном пространстве лавы при отработке пологих и наклонных пластов в составе комплексов с комбайнами КА80, КА200, КБТ, УКД200-250, УКД300, КДК400, КДК500, МК67, 1К101У, 1К101УД, 1К103М, РКУ10, РКУ13, 1ГШ68, 2ГШ68Б и конвейерами КСД26, КСД26В, КСД27, КСД29, СПЦ26, СП26, СП26У, СП36, СП37, СП250, СП251, СПЦ271, СПЦ230, СП301М/90, СП326.

Область применения крепи – пласты мощностью от 0,85 до 2,0 м (три типоразмера) с углами наклона до 35° при работе по простиранию, до 10° – по восстанию и падению с легкой кровлей и сопротивлением почвы вдавливаю не менее 2,0 Мпа, при управлении кровлей полным обрушением в шахтах, опасных по газу и пыли до сверхкатегорийных включительно.

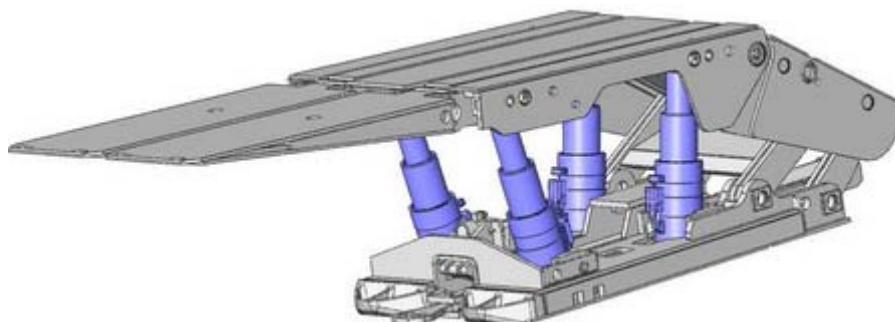


Рис. 9.3.5. Крепь агрегатированная щитовая четырёхстоечная КД90Т

Крепь механизированная КД90Т поддерживающе-оградительного типа предназначена для механизации процессов поддержания и управления кровлей в призабойном пространстве лавы при отработке пологих и наклонных пластов в составе комплексов с комбайнами КА80, КА200, КБТ, УКД200-250, УКД300, КДК400, КДК500, 1К101У, 1К101УД, 1К103М, РКУ10, РКУ13, 1ГШ68, 2ГШ68 и конвейерами КСД26, КСД26В, КСД27, КСД27Б, КСД29, СПЦ26, СП26, СП26У, СП36, СП37, СП250, СП251, СПЦ271, СПЦ230, СП301М/90, СП326.

Область применения – пласты мощностью от 0,9 до 2,0 м (три типоразмера) с углами наклона до 35° при работе по простиранию, до 10° – по восстанию и падению с тяжелой кровлей и сопротивлением почвы вдавливаю не менее 2,0 Мпа, при управлении кровлей полным обрушением в шахтах, опасных по газу и пыли до сверхкатегорийных включительно.

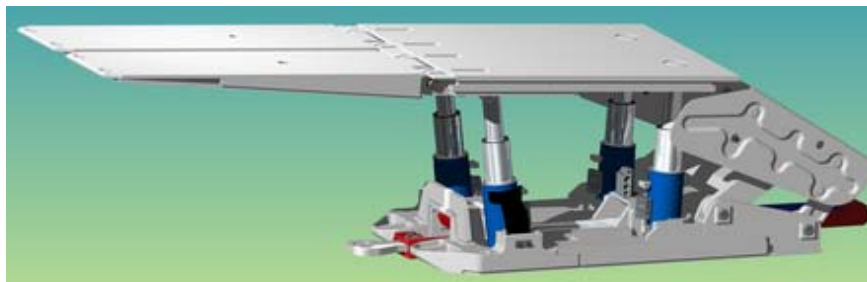


Рис. 9.3.6. Крепь агрегатированная щитовая четырёхстоечная КД80

Крепь механизированная КД80 поддерживающе-оградительного типа предназначена для механизации процессов поддержания и управления кровлей в призабойном пространстве лавы при отработке пологих и наклонных пластов в составе комплексов с комбайнами КА80, КА200, КБТ, УКД200-250, УКД300, МК67, 1К101У, 1К101УД, 1К103М, РКУ10, 1ГШ68 и конвейерами КСД26, КСД26В, КСД27, КСД27Б, СПЦ26, СП26, СП26У, СП36, СП250, СП251, СПЦ271. [4]

Область применения крепи – пласты мощностью от 0,85 до 1,5 м (два типоразмера) с углами наклона до 35° при работе по простиранию, до 10° – по восстанию и падению с легкой кровлей и сопротивлением почвы вдавливаю не менее 2,0 Мпа, при управлении кровлей полным обрушением в шахтах, опасных по газу и пыли до сверхкатегорийных включительно.

9.4. Очистные агрегаты

Очистной агрегат – совокупность горных машин и механизмов, увязанных кинематически и по основным параметрам, агрегатированных в единую конструкцию, обеспечивающую механизацию всех процессов по добыче полезных ископаемых пластовых месторождений без постоянного присутствия людей непосредственно в забоях. Очистные агрегаты состоят:

- из машин для выемки и доставки;
- механизированной крепи для крепления и управления кровлей;
- продольной базы агрегата;
- вспомогательного и энергетического оборудования;
- пульта управления.

В отличие от очистных комплексов для лав в очистных агрегатах замена машин и механизмов практически исключается или требует больших конструктивных изменений.

Очистные агрегаты, реализованные для промышленного применения, испытанные в шахтных условиях и разрабатываемые по входящим в их состав основным частям, условно разделяются на несколько групп.

Выемочные исполнительные органы очистных агрегатов подразделяют на:

- фронтальные в виде кольцевого струга с режущими каретками, цепной тягой, с непрерывной подачей на забой, которые разрушают полезные ископаемые одновременно по всей длине лавы на полную мощность пласта с поверхности забоя по напластованию (агрегаты А-3, АК-3, Ф-1 и др.);

- фронтально-поперечные в виде кольцевого струга с режущими каретками с цепной тягой, с непрерывным движением на забой, разрушающие полезные ископаемые по напластованию одновременно по всей длине лавы, но на части мощности пласта и на заданную глубину захвата, с последующей поперечной подачей кольцевого струга для завершения отбойки пласта на полную мощность (агрегаты типа АЩ, АФК и др.);

- фронтально-поперечные в виде барабанов с резами, имеющие индивидуальные приводы, расположенные на каждой секции крепи очистного агрегата, одновременно зарубываются в пласт на глубину захвата с последующим поперечным ходом барабанов (агрегат типа ПНИУИ);

- флангово-фронтальные в виде малозахватных фланговых одно- или многоструговых и многокомбайновых установок с цепным или бесцепным тяговым механизмом с непрерывной или порционированной фронтальной подачей на забой – исполнительные органы агрегатов А-2С, А-2К, СА, АК-3К, АКД, АСБ и др. (в многоструговой установке очистного агрегата АСБ применён гидродомкратный бесцепной тяговый орган стругов).

Из различных исполнительных органов очистных агрегатов предпочтительным считается фронтальный кольцевой струг.

В состав очистных агрегатов входят различные средства доставки. В очистных агрегатах с кольцевым стругом его тяговый орган снабжают консольными скребками или транспортирующими каретками, которые располагают между режущими каретками, образуя таким образом стругоконвейерную установку (агрегаты А-3, АК-3, АЩ, АФК и др.).

В очистные агрегаты с другими выемочными органами входят двухцепные обычные (А-2С, А-2К, АСБ) или специальные (Ф-1) вертикально замкнутые скребковые конвейеры.

Для спуска отбитого полезного ископаемого по забою крутого пласта некоторые очистные агрегаты (например, АК-3) снабжают стругоконвейерами.

Механизированные крепи очистных агрегатов (чаще оградительно-поддерживающего щитового типа) разделяются на крепи:

- с групповой (2 - 3 группы) по всей длине лавы фронтальной передвижкой с высоким активным подпором и одновременной подачей на забой выемочно-доставочной машины (агрегаты А-3, АК-3);

- с фронтальной по всей длине лавы передвижкой (с активным подпором забойной части крепи) одновременно с выемочно-доставочной установкой, с последующей групповой или посекционной передвижкой посадочной части крепи (А-2С, А-2К, Ф-1, АКД и др.);

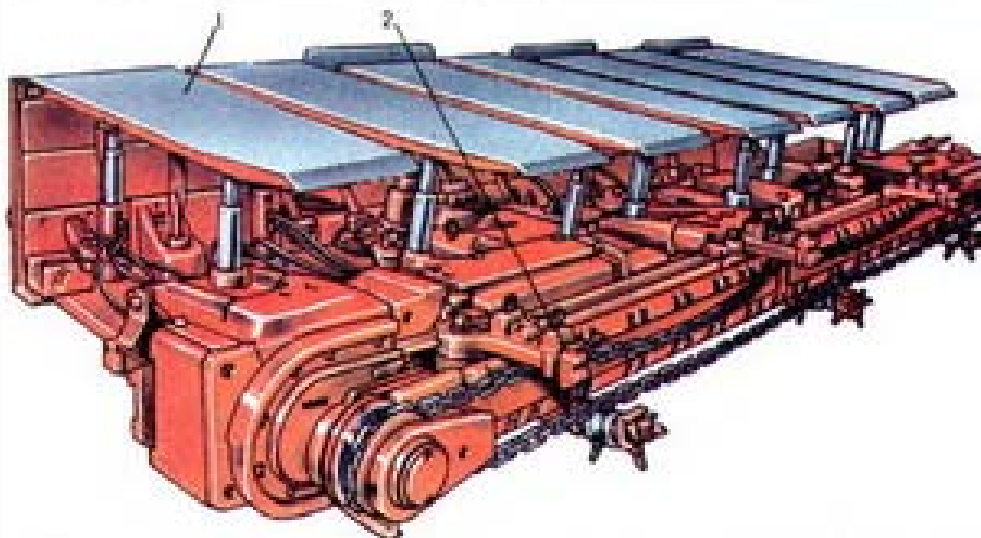
- с фронтальной передвижкой групп секций одновременно по всей длине или части длины лавы после окончания цикла выемки (АШ, АФК, АК-3К)

Различные сочетания машин и крепей, входящих в состав очистных агрегатов, определяют технологии их функционирования:

- фронтальную поточную с совмещением во времени процессов фронтальной выемки и доставки с фронтальным креплением и управлением кровлей (агрегаты А-3, АК-3 и их модификации);

- фронтальную циклично-поточная с фронтальной передвижкой крепи после окончания цикла фронтальной выемки (1АНЩ, 2АНЩ, АФК). На рис.9.8 показан очисной агрегат 2АНЩ;

- флангово-фронтальную – комбинированную технологию, при которой реализуется преимущественно цикличная технология (А-2С, А-2К, АК-3К, АСБ.).



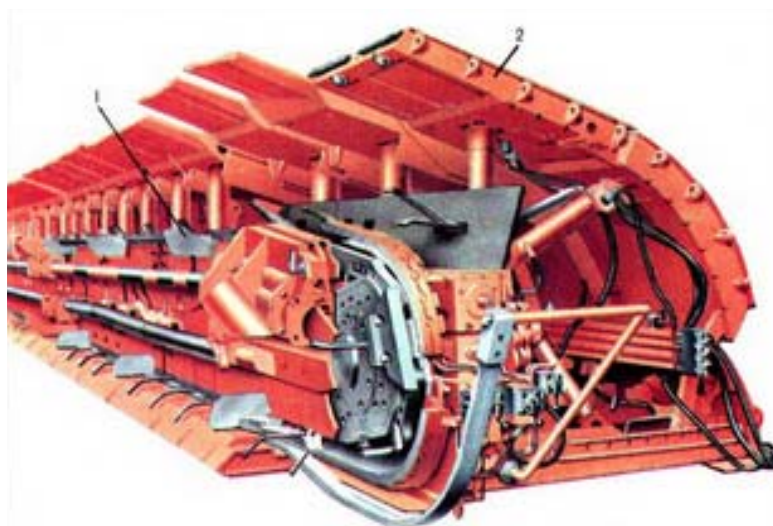
*Рис. 9.8. Очистной агрегат 2АНЩ:
1 – секция крепи; 2 – конвейероструг*

Достоинства фронтальных очистных агрегатов: малооперационность функционирования, простота системы автоматизации управления, контроля состояния и работы оборудования лавы с помощью пульта из прилегающей к лаве выработки; высокий уровень совмещения во времени процессов и операций по выемке и передвижке крепи и благодаря этому использование очистных агрегатов с высоким коэффициентом машинного времени, повышенной интенсивностью и производительностью; повышение безопасности, культуры производства. У струговых очистных агрегатов отсутствует кабель, перемещаемый вдоль лавы.

9.5. Струговая выемка угольных пластов

Струговая выемка – способ узкозахватной выемки угля, при котором отделение полезных ископаемых от массива осуществляется тонкими стружками (толщиной 0,15 - 0,3 м, при активных стругах – 0,4 - 0,5 м) в зоне его максимального отжима горным давлением при высоких скоростях движения (до 36 - 90 м/мин) исполнительного органа струговых установок.

Наиболее эффективная область применения струговой выемки, в сравнении с комбайновой, тонкие (до 1,5 м) и весьма тонкие пласты. Струговая выемка может осуществляться как с индивидуальными крепями, так и в комплексе с механизированными гидрофицированными крепями или в составе агрегата (например, АК-3, рис. 9.10) [6-9].



*Рис. 9.10 Очистной агрегат АК-3:
1 – стругоконвейер; 2 – секция крепи*

Такой способ выемки характеризуется размещением всего очистного оборудования в бесстоечном призабойном пространстве при расположении приводов струга и конвейера в концах очистного забоя или в прилегающих горных выработках.

Став конвейера струговой установки во время работы постоянно прижат к забою посредством установленных на определенном расстоянии друг от друга (2 - 3 м) вдоль всего става гидравлических домкратов.

Конвейер передвигается вслед за выемкой угля исполнительным органом, выполняя функции доставочной машины и базы для направленного движения исполнительного органа вдоль забоя.

При струговой выемке (благодаря малому захвату) относительно равномернее (чем при других способах выемки) происходит перераспределение горного давления и опускание кровли по мере подвигания очистного забоя, а также газовыделение из пласта и вмещающих пород. Кроме этого, в условиях струговой выемки сравнительно легче использовать системы автоматизированного дистанционного управления, т.е. организовать технологию выемки без постоянного присутствия человека в забое (рис.9.11) [4].



Рис. 9.11 Лава, оборудованная струговым комплексом

Достоинство струговой выемки – небольшой выход штыба и значительный выход крупносредних сортов угля, что особенно важно при его выемке.

9.6. Угольные комбайны

Комбайн – комбинированная горная машина, одновременно выполняющая отделение от массива полезного ископаемого, пустой породы (или того и другого вместе) и погрузку горной массы на транспортные средства.

На подземных работах горные комбайны предназначены для механизации процессов - выемки полезных ископаемых пластовых месторождений. В соответствии с выполняемыми функциями горного комбайна имеют:

- исполнительные органы для разрушения массива полезных ископаемых (горной породы) и погрузки горной массы, органы подачи комбайнов на забой и перемещений в забое;

- двигатель, передаточные механизмы;

- устройства для подавления или поглощения пыли, другое вспомогательное оборудование;

- очистные комбайны для крутых пластов, работающие по восстанию или падению, а также механогидравлические комбайны погрузочным органом не оснащаются, т.к. отбитое полезное ископаемое перемещается вниз под действием собственной массы или потоком воды (гидротранспортом).

В передаточных механизмах, особенно органов подачи и перемещений, широко применяется электрогидропривод.

Двигатель (двигатели) комбайнов – электрический, асинхронный. В новых конструкциях всё чаще используется регулируемый электропривод. Энерговооружённость машин до 400 - 600 кВт.

Комбайны разделяют на:

- фланговые, применяемые в длинных очистных забоях на пологих и крутых пластах;

- фронтальные – в коротких очистных и подготовительных забоях на пластах с углом падения до $8 - 10^\circ$;

Фланговые комбайны – машины циклического действия, которые движутся вдоль забоя по почве или раме забойного конвейера и последовательно вынимают полосы полезных ископаемых. В зависимости от ширины вынимаемой полосы комбайн этого вида разделяют на широкозахватные (ширина полосы 1,0 - 1,8 м) и узкозахватные (до 1,0 м).

Современные шахты оснащаются, как правило, узкозахватными очистными комбайнами, позволяющими осуществлять бесстоечное поддержание кровли забоя, использовать передвижные забойные конвейеры и передвижные механизированные крепи.

Во фланговых широкозахватных комбайнах для пологих пластов чаще применяют баровый или в виде коронок разрушающий орган.

Для погрузки отбитого угля используют его же или специальные погрузчики. В узкозахватных комбайнах функция разрушения и погрузки совмещается в одном исполнительном органе, преимущественно шнековом, оснащённом радиальными или тангенциальными, армированными твёрдым сплавом, резаками, расположенными на витках шнека.

Фронтальные комбайны обрабатывают массив, передвигаясь по почве в направлении оси проходимой выработки. В конструкциях этих комбайнов применяют в основном два вида разрушающих органов – циклического избирательного и поточного действия.

Органы первого вида – коронки (барабаны), различные по форме, приводам и способам обработки забоя. Установленная на конце подвижной рукояти, периодически подаваемой на забой, коронка обрабатывает забой резанием, перемещаясь поперёк него по любой оптимальной, применительно к строению массива, программе.

Орган поточного действия – роторный (баровый) со сплошной обработкой забоя резанием или прорезанием в пласте концентрических щелей с последующим скалыванием целиков, оставшихся между ними.

Погрузка горной массы фронтальными комбайнами обычно производится исполнительным органом с нагребными лапами бокового захвата или ковшами, действующими совместно со скребковым или ленточным конвейером комбайна.

К основным **достоинствам** комбайнов (по сравнению со средствами буровзрывной выемки) относятся:

- сокращение числа, продолжительности и повышение интенсивности выполнения операций горных работ;
- облегчение труда рабочих, повышение его производительности и безопасности.

Горные комбайны совершенствуют в направлениях:

- снижения удельного энергопотребления на отбойку и погрузку;
- уменьшения пылеобразования при этих процессах;
- изыскания и использования средств автоматического управления отбойного исполнительного органа с учётом гипсометрии пласта;
- заданного направления продольного профиля и контура выработки;
- информационного обеспечения и контроля состояния комбайна;
- повышения надёжности, ресурсов, удобства обслуживания и ремонтно-пригодности машины.

ИЗ ИСТОРИИ. Первый добычной комбайн, конструкции А. И. Бахмутского, был создан в 1931 г. Комбайны типа «Донбасс» и УКТ, изготовление которых было налажено в конце 40-х годов XIX века, позволили механизировать выемку угля на пластах мощностью соответственно 0,8 - 2,8 и 0,55 - 0,8 м. Применение их с другими широкозахватными и узкозахватными комбайнами горными на шахтах дало возможность к началу 70-х годов в основном завершить механизацию тяжёлого труда по выемке и погрузке угля для коротких забоев. Широкое применение комбайнов в угольных шахтах, в совокупности с другими забойными машинами, позволяет осуществлять комплексную механизацию очистных работ.

Некоторые виды угольных комбайнов, которые применяются для выемки угольных пластов рассмотрены ниже. (Рис. 9.13; 9.14; 9.15; 9.16; 9.17).



Рис.9.13. Комбайн очистной УКД200-250

Предназначен для выемки угля в составе очистных комплексов с механизированными крепями КД80, КД90, КД90Т, ДМ, КДД, ДТ и скребковыми конвейерами СП251, СПЦ163М, СП326-40, СП26У, СПЦ26, КСД26 в очистных забоях пологих и наклонных пластов мощностью 0,85 - 1,5 м,двигающихся по простиранию с углами наклона до 35°, а также по восстанию и падению с углами до 10° при сопротивляемости угля резанию до 480 кН/м. [4]

Комбайн оснащен вынесенной системой подачи ВСПК или ВСПЧ, имеет ширину захвата 0,8 м и оснащается шнеками диаметром 800, 900, 1000 мм с тангенциальными резцами типа РГ501 или радиальными резцами ЗР4.80.

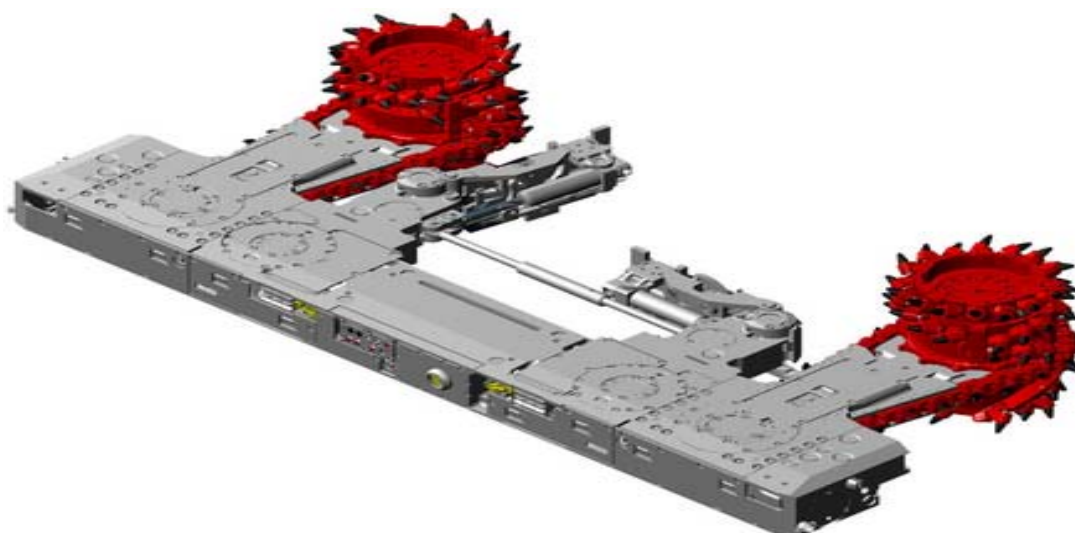


Рис.9.14. Комбайн очистной KA200

Предназначен для механизированной выемки угля в составе очистных комплексов МКД80, МКД90, МКД90Т, МДМ, МКДД с конвейерами КСД26, СП26, СП26У, СПЦ26, СП251, СПЦ163 в очистных забоях пологих и наклонных пластов мощностью 0,8 - 1,25 м со сложными горно-геологическими условиями,двигающихся по простиранию с углами наклона до 35°, а также по восстанию и падению с углами до 10° при сопротивляемости угля резанию до 400 кН/м. [4]

Область применения комбайна по устойчивости кровли пласта и другим факторам определяется областью применения механизированных комплексов, в состав которых входит комбайн. Комбайн имеет три типоразмера, отличающихся высотой исполнительных органов.

Предназначен для механизированной выемки угля в составе очистных комплексов МКД90, МКД90Т, МДМ, МКДД с конвейерами КСД26, СП26, СП26У, СПЦ26, СП251, СПЦ163 в очистных забоях пологих и наклонных пластов мощностью 0,8 - 1,25 м со сложными горно-геологическими условиями,двигающихся по простиранию с углами наклона до 35°, а также по восстанию и падению с углами до 10° при сопротивляемости угля резанию до 400 кН/м. [4]

Область применения комбайна по устойчивости кровли пласта и другим факторам определяется областью применения механизированных комплексов, в состав которых входит комбайн.

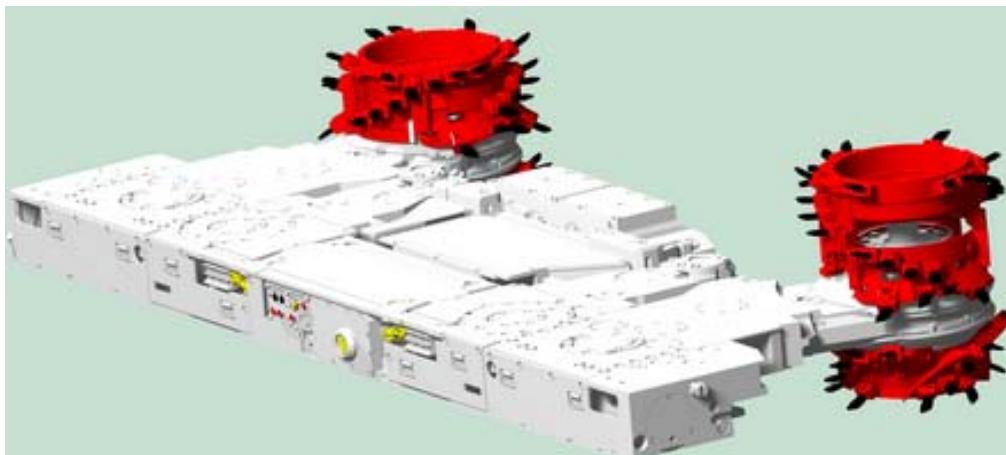


Рис.9.15. Комбайн очистной КБТ

Комбайн имеет три типоразмера, отличающихся высотой исполнительных органов.



Рис.9.16. Комбайн очистной КА - 80

Предназначен для механизированной выемки угля в составе очистных комплексов МКД80, МКД90, МКД90Т, МДМ с конвейерами КСД26, СП26, СП26У, СПЦ26, СП251, СПЦ163 в очистных забоях пологих и наклонных пластов мощностью 0,85 - 1,25 м со сложными горно-геологическими условиями, отрабатываемых по простиранию с углами наклона до 35° , а также по восстанию и падению с углами до 10° при сопротивляемости угля резанию до 360кН/м.

Область применения комбайна по устойчивости кровли пласта и другим факторам определяется областью применения механизированных комплексов, в состав которых входит комбайн. Комбайн имеет три типоразмера, отличающихся высотой исполнительных органов.



Рис.9.17. Комбайн очистной КДК500 (КДК 600)

Предназначен для механизированной выемки угля в составе очистных комплексов типа МКД90, МКД90Т, МКДД, МДТ, МДТР, МДТМ с конвейерами КСД26В, КСД27, КСД29, СП37, СПЦ230, СПЦ271, СП326, в очистных забоях пологих и наклонных пластов мощностью 1,35 - 3,2 м, подвигающихся по простиранию с углами наклона до 35°, а также по восстанию и падению с углами до 10° при сопротивляемости угля резанию до 360 кН/м. [4]

Область применения комбайна по устойчивости кровли пласта и другим факторам определяется областью применения механизированных комплексов, в состав которых входит комбайн.

9.7. Сопряжение лавы со штреком

Длинный очистной забой имеет два выхода в две независимые подготовительные выработки, которые называют концевыми участками очистного забоя (лавы). Они являются началом и концом очистного забоя. Началом забоя считается участок, куда поступает свежая струя воздуха из подготовительной выработки, а концом – откуда она выходит. В этом месте подготовительная и очистная выработки образуют сопряжение, где технология выемки угля имеет отличительные особенности. В неё входят дополнительные операции, которые

обеспечивают маневр средств механизации для выемки новой полосы угля и управление состоянием массива горных пород.

Вопрос поддержания откаточного и вентиляционного штреков в месте сопряжения их с лавой имеет первостепенное значение.

Их состояние, особенно откаточного, предопределяет условия работы подземного транспорта и существенно отражается на работе очистного забоя.

Это зона активного горного давления, здесь происходит массовое обрушение и опускание пород кровли в выработанном пространстве и, следовательно, наибольшие деформации крепи.

Для механизации процессов крепления в штреках применяются крепи сопряжения (рис.9.18; 9;19; 9.20).

Они предназначены для механизации процессов крепления в штреках арочной, трапециевидной и полигональной форм сечением не менее 7 м^2 в зоне сопряжения с лавой и механизации концевых операций, связанных с выносом приводов скребковых конвейеров КСД26, КСД26В, КСД27, КСД29, СП26, СП37, СП36, СП26У, СПЦ26, СПЦ230, СП250, СП251, СПЦ163, СПЦ271, СП301М/90, СП326 на штреки, их удержанием, распором, передвижкой, настройкой при изменении угла падения пласта, разворота забоя и величины нижней подрывки. [4]

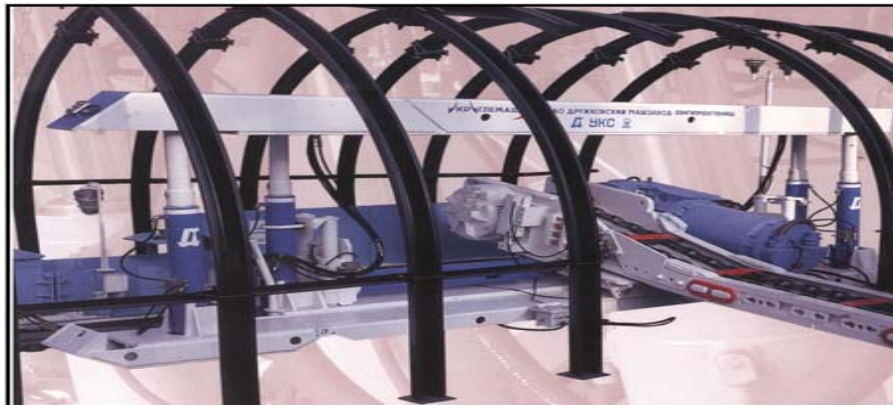


Рис. 9.18 Крепь сопряжения УКС

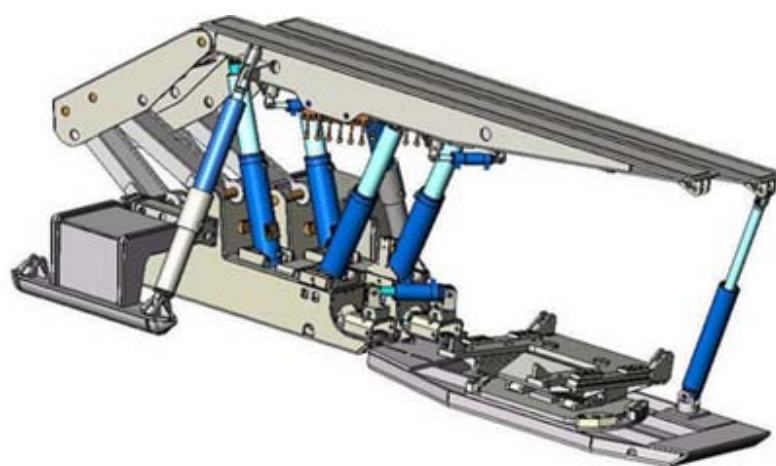


Рис. 9.19. Крепь сопряжения КС

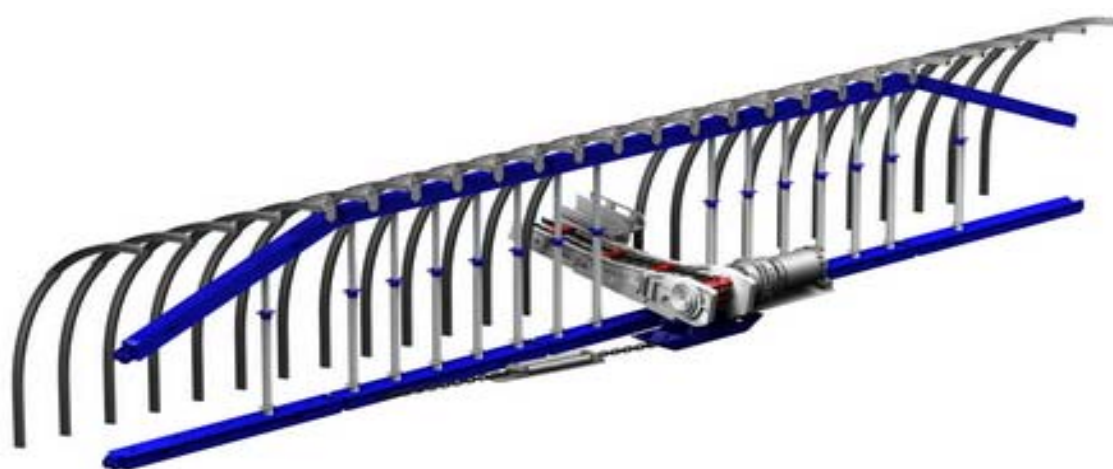


Рис. 9.20. Крепь сопряжения МКС

На рис. 9.21 и 9.22 показана секция концевая СКЛ-2 и СКЛ-1

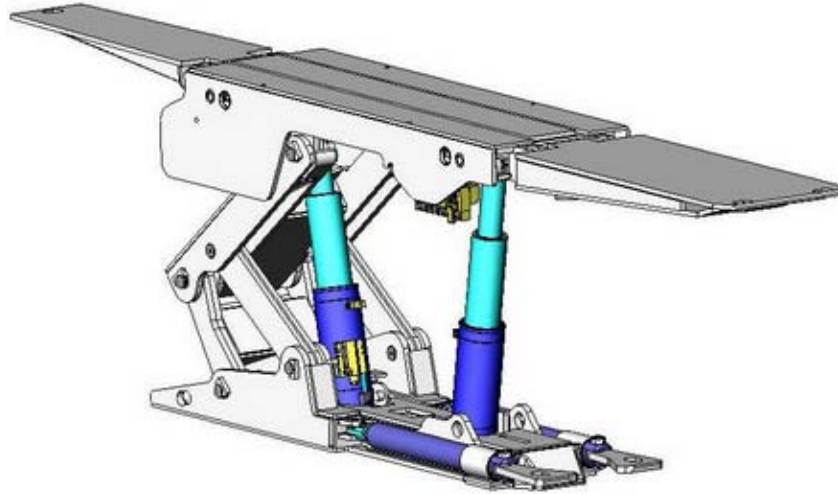


Рис. 9.21. Секция концевая СКЛ-2

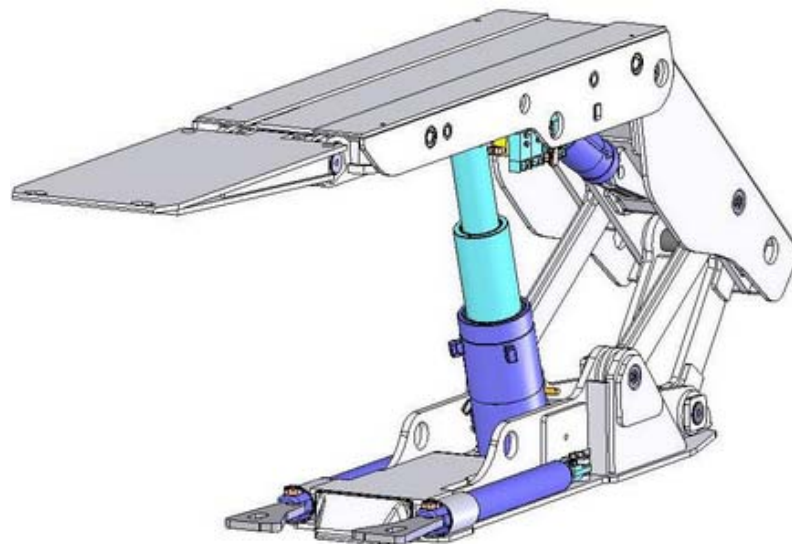


Рис. 9.22. Секция концевая СКЛ-1

Предназначена для механизации процессов поддержания и управления кровлей в призабойном пространстве околострековой зоны лавы при отработке пологих пластов мощностью 1,1 - 2,1 м (два типоразмера) в составе комплексов с крепями ДМ, КДД, КД90 комбайнами УКД300, УКД200/250, КДК400, КДК500, РКУ10, РКУ13, 1ГШ68, 2ГШ68Б и конвейерами КСД26, КСД26В, КСД27, СПЦ26, СП26, СП26У, СП36, СП250, СП251, СПЦ271, СПЦ230, СП301М/90, СП326.

На рис. 9.23 и 9.24 показаны концевые секции КДК - 90 и КДК - 90Т

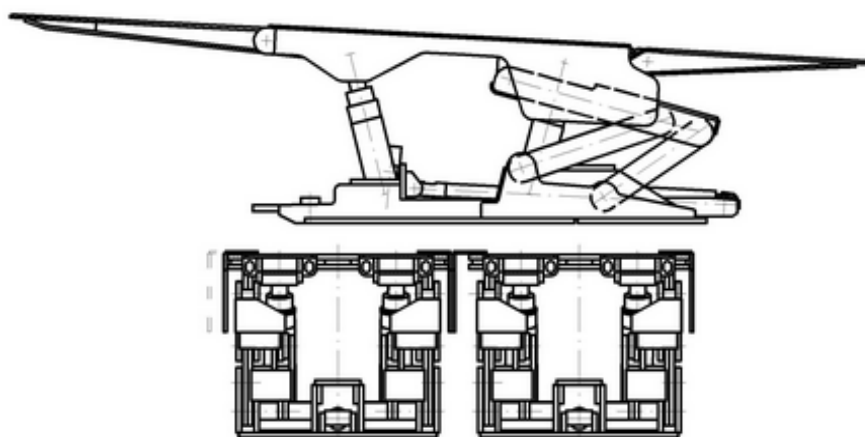


Рис. 9.23. Концевая секция КДК90

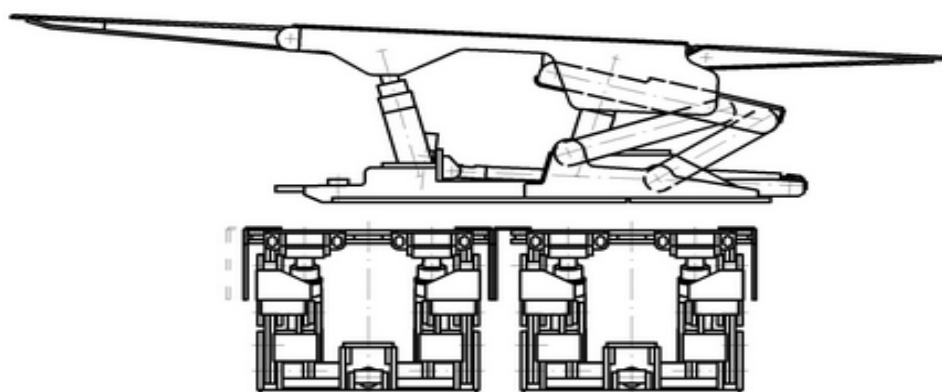


Рис. 9.24. Концевые секции на базе КДК90Т

Концевые секции с обратными консолями КДК90 и КДК90Т поддерживающего типа предназначены для механизации процессов поддержания и управления кровлей в призабойном пространстве и возведения охранных бутовых полос в околострековой зоне лавы при отработке пологих пластов в составе комплексов МКД90, МДМ, МКДД.

Область применения концевых секций - пласты мощностью от 0,95 до 2,1 м (два типоразмера) с углами наклона до 35° при работе по простиранию, до 10° - по восстанию и падению с легкой кровлей и сопротивлением почвы вдавливаю не менее 2,0 МПа, при управлении кровлей:

- плавное опускание на бутовую полосу за концевыми секциями;
- полное обрушение за лавной крепью в шахтах, опасных по газу и пыли до сверхкатегорийных включительно

9.8. Проходческие комбайны

Проходческий комбайн – горная машина, предназначенная для разрушения массива горных пород и погрузки горной массы в транспортные средства (вагонетки, конвейер, перегружатель и др.). Применяется при проходке горных горизонтальных и наклонных выработок. [4, 6-9]

Различают проходческие комбайны избирательного (рис.9.25) и сплошного разрушения.

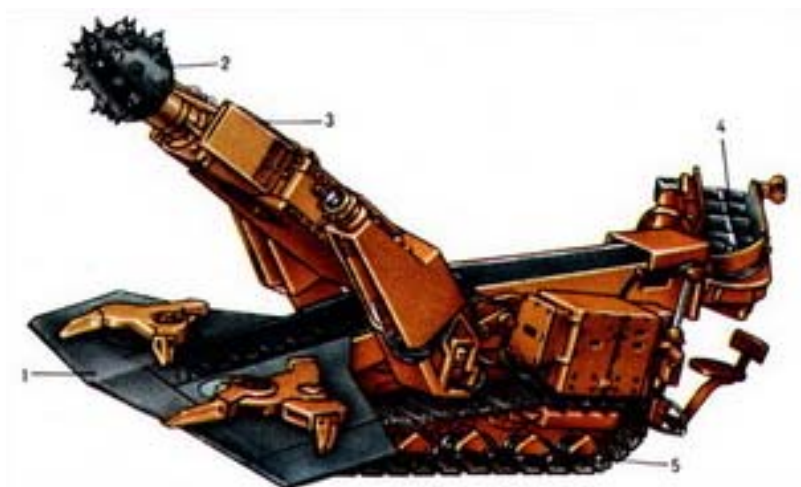


Рис. 9.25. Проходческий комбайн избирательного разрушения:

1 – погрузочный ствол; 2 – фрезерная коронка; 3 – стреловидный исполнительный орган; 4 – перегружатель; 5 – гусеничная ходовая часть

Проходческий комбайн избирательного разрушения – это машина со стреловидным исполнительным органом с фрезерной коронкой, снабжённой, как правило, резцовым режущим инструментом, обеспечивающим разработку забоя любой формы поперечного сечения. Такой комбайн может выполнять отдельную выемку и транспортировку полезных ископаемых и вмещающих его пород.

Современные проходческие комбайны избирательного разрушения характеризуются:

- возможностью использования сменных фрезерных коронок в различных горно-геологических условиях,
- применением навесного оборудования для выполнения вспомогательных операций (подъёма верхних элементов крепи, анкерования кровли и боков выработки и т.д.);
- использованием приспособлений для обеспечения устойчивости комбайна, в т.ч. в наклонных выработках, средств автоматизации режима работы

(лазерный контроль за направлением движения, программное управление и т.д.) и элементов диагностики.

Проходческие комбайны избирательного разрушения подразделяют на машины:

- лёгкого типа - обеспечивающие разрушение горных пород с пределом прочности на одноосное сжатие $\sigma_{сж}$ до 70 - 80 МПа при сечении выработок до 20 - 25 м²;

- среднего типа для разрушения горных пород с $\sigma_{сж}$ до 100 - 110 МПа при сечениях до 35 м²;

- тяжёлого типа для горных пород с $\sigma_{сж}$ до 140-150 МПа при сечениях до 40 - 45 м².

Все типы комбайнов оборудуются, как правило, гусеничным ходом.

Проходческие комбайны лёгкого и среднего типов наиболее распространены на угольных шахтах, где с их использованием проводится около 40 - 45% горных выработок. Средняя скорость проведения выработок такими комбайнами 140 - 160 м/мес., максимальная – до 1500 м/мес., производительность проходческого комбайна втрое выше, чем при буровзрывных работах.

Проходческие комбайны избирательного разрушения тяжёлого типа используются в горной промышленности и тоннелестроении.

С переходом от проходческого комбайна лёгкого типа к комбайнам среднего и тяжёлого типов повышается объём комбайновой проходки до 48 - 50% .

Лучшие зарубежные образцы проходческих комбайнов избирательного разрушения производят фирмы "Vest Alpine" (Австрия), "Paurat" и "Westfalia Lenen" (Германия), "Dosco" (Великобритания), САТ (США) и др.

Проходческий комбайн сплошного разрушения отличается наличием исполнительного органа роторного типа с буровой коронкой, снабжённой, как правило, шарошечным инструментом и специальными ковшами, одновременно разрушающей весь забой и обеспечивающей захват и погрузку горной массы. Диаметр буровой коронки проходческого комбайна от 4 до 10 м (наиболее распространённый – 5 - 6 м).

Комбайны могут быть оборудованы дополнительными фрезами для придания выработкам арочной формы. Проходческие комбайны сплошного разрушения проводят выработку в основном в крепких горных породах с $\sigma_{сж}$ до 180 МПа.

Масса машин при диаметре 5 - 6 м – до 200 т, мощность двигателей исполнительного органа 500 - 700 кВт.

Современные проходческие комбайны сплошного разрушения характеризуются наличием средств автоматического управления и элементов диагностики и показаны на рис. 9.26-9.32.

Ведутся работы по снижению массы комбайнов и их энерговооружённости путём совершенствования конструкций распорно-шагающих устройств и исполнительного органа. [4]



Рис.9.26. Комбайн проходческий КПП

Предназначен для разрушения горного массива, уборки и транспортировки разрушенной горной массы при проведении выработок арочной, трапециевидной и прямоугольной форм сечением от 6 до 18 м² с углом наклона до $\pm 12^{\circ}$ по углю и смешанному забою с максимальным пределом прочности разрушаемых пород до 80 МПа и абразивностью до 15 мг в шахтах, опасных по газу (метану) и пыли. [4]



Рис.9.27. Комбайн проходческий КПЛ

Предназначен для разрушения горного массива, уборки и транспортировки разрушенной горной массы при проходке подготовительных выработок арочной, трапециевидной и прямоугольной формы сечением от 7 до 20 м² с углом наклона $\pm 12^\circ$ по угляю и смешанному забою с максимальным пределом прочности разрушаемых пород до 80 МПа и абразивностью до 15 мг в шахтах, опасных по газу (метану) и пыли. [4]



Рис.9.28. Комбайн проходческий П110

Предназначен для разрушения горного массива, уборки и транспортировки разрушенной горной массы при проходке подготовительных выработок арочной, трапециевидной и прямоугольной форм сечением от 11 до 25 м² с углом наклона $\pm 12^\circ$ по угляю и смешанному забою с максимальным пределом прочности разрушаемых пород 100 МПа и абразивностью до 15 мг в шахтах, опасных по газу (метану) и пыли. [4]



Рис.9.29. Комбайн проходческий КПД

Предназначен для разрушения горного массива, уборки и транспортировки разрушенной горной массы при проходке подготовительных выработок арочной, трапециевидной и прямоугольной форм сечением от 11 до 35 м² с углом наклона $\pm 12^\circ$ по углю и смешанному забою с максимальным пределом прочности разрушаемых пород до 100 МПа и абразивностью пород до 15 мг в шахтах, опасных по газу (метану) и пыли. [4]



Рис.9.30. Комбайн проходческий П220

Предназначен для разрушения горного массива, уборки и транспортировки разрушенной горной массы при проходке подготовительных выработок арочной, трапециевидной и прямоугольной форм сечением от 11 до 30 м² с углом наклона $\pm 12^\circ$ по углю и смешанному забою с максимальным пределом прочности разрушаемых пород 120 МПа и абразивностью до 18 мг в шахтах, опасных по газу (метану) и пыли. [4]



Рис.9.31. Комбайн проходческий КПУ

Предназначен для разрушения горного массива, уборки и транспортировки разрушенной горной массы при проходке подготовительных выработок арочной, трапециевидной и прямоугольной форм сечением от 13,8 до 38,0 м² с углом наклона $\pm 12^\circ$ по углю и смешанному забою с максимальным пределом прочности разрушаемых пород 120 МПа и абразивностью до 18 мг в шахтах, опасных по газу (метану) и пыли. [4]

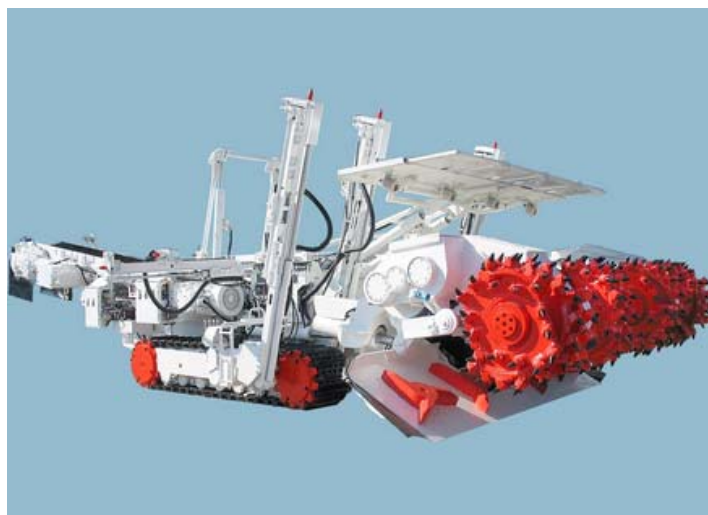


Рис.9.32. Комбайн проходческий КПА

Предназначен для разрушения горного массива, уборки и транспортировки разрушенной горной массы при проходке подготовительных выработок прямоугольного сечения от 13,5 до 21 м² с углом наклона $\pm 12^\circ$ по углю и смешанному забою с максимальным пределом прочности разрушаемых пород до 80 МПа со средствами возведения анкерного крепления в шахтах, опасных по газу (метану) и пыли. [4]

Контрольные вопросы к 9 разделу

- 1. Что собой представляют очистные работы?***
- 2. Какие Вы знаете механизированные комплексы и составляющие их компоновочные схемы.***
- 3. Назовите очистные агрегаты.***
- 4. Опишите струговую выемку угольных пластов.***
- 5. Назовите угольные комбайны.***
- 6. Изобразите сопряжение лавы со штреком, и крепи сопряжения.***
- 7. Назовите проходческие комбайны, их применение в зависимости от способа разрушения горного массива.***

10. ГОРНОЕ ДАВЛЕНИЕ

Учебные цели: опираясь на материал раздела, студент должен знать, что собой представляет горное давление в подготовительных и очистных выработках, какие существуют способы управления горным давлением [2]

10.1. Общие положения

Горное давление – это напряжения, возникающие в массиве горных пород, вблизи стенок выработок, скважин, в целиках, на поверхностях контакта «порода-крепь» в результате действия главным образом гравитационных сил, а также тектонических сил и изменения температуры верхних слоев земной коры.

Наиболее общей формой проявления горного давления является деформирование горных пород, которое приводит к потере ими устойчивости, формированию нагрузки на крепь, динамическим явлениям.

Поэтому при проведении горных выработок предварительно рассчитывают горное давление для определения прочности несущих элементов подземных сооружений (стенок выработок, целиков и крепей) и выбора способов управления.

Первые методы расчёта горного давления основывались на гипотезе, согласно которой горное давление вызвано весом определённого объёма пород, приуроченного к данному несущему элементу.

Одной из наиболее распространённых была гипотеза Турнера, на основе которой горное давление в целиках при камерно-столбовой системе разработки определяется весом столба пород (от уровня залегания до поверхности), ограниченного в плане осями симметрии прилегающих к целику выработок. На этой гипотезе основан метод расчёта Л.Д. Шевякова.

Аналогичные гипотезы о горном давлении на крепь подготовительных выработок исходили из предположения о действии на крепь веса столба пород от выработки до поверхности с основанием, равным пролёту выработки. Однако оно приводило даже для небольших глубин к нагрузкам, которые не могла бы выдержать крепь. Поэтому были выдвинуты гипотезы о действии на крепь веса пород в пределах треугольного или сводчатого объёма с основанием, по-прежнему, равным пролёту выработки.

Наибольшую известность получила гипотеза русского учёного Протодяконова, в которой указанный объём представляет собой параболический свод. Его высота b связана с полупролётом выработки a соотношением:

$$B = a / f,$$

где f – тангенс угла внутреннего трения для сыпучих пород или коэффициент крепости для связных.

Расчёты по этой формуле для глубин до 200 - 300 м (при отсутствии тектонических напряжений) дают практически приемлемые результаты.

Применительно к лавам угольных пластов гипотеза о весе пород свода трансформировалась в гипотезу о сводчатой форме распределения горного давления на крепь, параметры которого определяются по результатам натуральных замеров и по качественным оценкам.

Наряду с упомянутыми гипотезами развивалось направление, сводившее изучение горного давления к задаче изучения напряжённо-деформированного состояния массива, не потерявшего сплошности. Здесь широкое применение нашли методы механики деформируемых сред, в частности, теории упругости, пластичности, ползучести и др. Упругое напряжённо-деформированное состояние в окрестности горизонтальной круглой подготовительной выработки теоретически изучено. Для вертикального ствола упругая задача решена А.Н.Динником, попутно им дан вывод одной из наиболее распространённых формул для определения коэффициента бокового распора.

Г.Н. Кузнецов впервые сформулировал фундаментальные понятия о двух крайних режимах работы крепи: заданной нагрузки и заданной деформации.

Дальнейшее развитие эти понятия получили в работах Г.А. Крупенникова и его школы.

Г.Н. Кузнецовым сформулирована также концепция шарнирно-блочных систем, образующихся в кровле очистных выработок.

К.В. Руппенейт построил универсальную расчётную схему, позволяющую связать горное давление на крепь подготовительной выработки с упругими и прочностными свойствами пород.

Основные методы исследования горного давления – аналитический, моделирование (оптическое и эквивалентными материалами) и натурные наблюдения.

10.2. Горное давление в нетронутом массиве

Если рассматривать массив, в котором ещё нет горных выработок, как однородный и изотропный с горизонтальной поверхностью и учитывать лишь гравитационные силы, то в нём будут действовать начальные нормальные напряжения:

$$\sigma_z = \gamma H; \quad \sigma_x = \sigma_y = \lambda \gamma H,$$

где H – глубина от поверхности;
 γ – объёмный вес;
 λ – коэффициент бокового распора.

Начальные касательные напряжения t_{xy} , t_{xz} , t_{yz} равны нулю, поэтому начальные напряжения представляют собой главные нормальные напряжения, а оси z , x , y – главные оси.

В реальных природных средах действует большое число факторов, иногда сильно влияющих на изменение значения горного давления (например, направленность тектонических сил, как правило, вызывает неравенство горизонтальных составляющих).

10.3. Горное давление в капитальных и подготовительных выработках

При проведении горизонтальных капитальных и подготовительных выработок главные нормальные напряжения изменяются, а главные оси тензора напряжения поворачиваются по сравнению с начальными. В плоском сечении, перпендикулярном оси выработки (вдали от забоя), напряжённое состояние каждой точки можно охарактеризовать главными нормальными напряжениями σ_1 и σ_2 и линиями, указывающими направление главных осей в каждой точке, т.н. траекториями главных напряжений (рис.10.1).

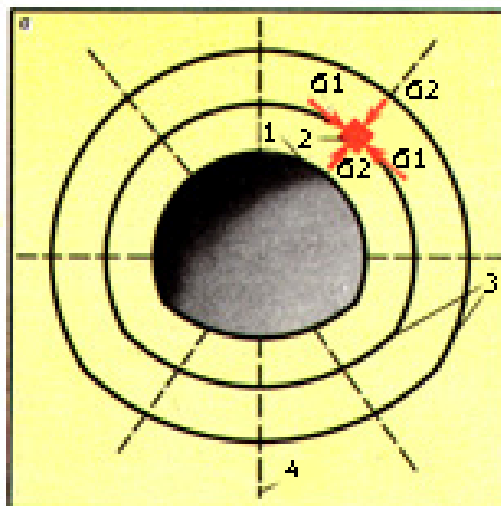


Рис.10.1. Распределение горного давления в подготовительной выработке и траектории главных напряжений.

1 – контур сечения выработки; 2 – элемент породы с действующими на него напряжениями; 3 – траектории ; 4 – траектории

Напряжения σ_2 вблизи выработки уменьшаются по сравнению с напряжениями в нетронутом массиве, а напряжения σ_1 могут значительно возрасти или менять знак, вызывая опасное растяжение.

Главные нормальные напряжения, направленные параллельно (или почти параллельно) оси выработки, вдали от забоя практически не изменяются. Концентрация напряжений σ_1 , как правило, неодинакова в разных точках поверхности выработки, сильно возрастает в углах и закруглениях малого радиуса кривизны. Если концентрация напряжений не слишком велика, то напряжения σ_1 имеют общую тенденцию к убыванию при удалении от выработки, а σ_2 к возрастанию.

При больших концентрациях напряжения превосходят соответствующие пределы прочности породы, и вблизи поверхности выработки эти породы начинают пластически деформироваться или хрупко разрушаться (зона неупругих деформаций). В этой зоне напряжения σ_1 падают по сравнению с теми значениями, которые наблюдались до её образования, и меняется характер их распределения. Максимум напряжений σ_1 приурочен к внешней границе зоны неупругих деформаций, на которой они могут претерпевать разрыв.

Смещения точек поверхности выработки увеличиваются с удалением от забоя, однако на расстоянии 4 - 5 пролётов выработки наступает их стабилизация. Дальнейший рост смещений во времени обусловлен реологическими свойствами горных пород. При прочих равных условиях смещения увеличиваются с ростом глубины разработки и уменьшением показателей прочности и модуля деформации пород.

Роль крепи в выработке сводится к предотвращению чрезмерного развития зоны неупругих деформаций и обрушения пород. При достаточно большой жёсткости крепи она работает в режиме заданной (или взаимовлияющей) деформации, и горное давление возникает вследствие того, что крепь воспринимает прирост смещений с момента её установки, который зависит от давления.

При малой жёсткости крепи её смещения велики, и поэтому породы зоны неупругих деформаций отслаиваются от окружающих пород, нагружая крепь собственным весом (режим заданной нагрузки). В режиме заданной или взаимовлияющей деформации давление будет тем меньше, чем меньше жёсткость крепи. Этой возможностью снижения нагрузки пользуются на практике, создавая в крепи различные узлы и элементы податливости. Однако, чем меньше реакция крепи, тем больше размеры зоны неупругих деформаций, породы которой воздействуют на крепь своим весом.

Таким образом, снижение жёсткости крепи имеет естественный предел – оптимальную жёсткость, обеспечивающую минимальное давление в данных

горно-геологических условиях. При невозможности (или затруднительности) регулировки жёсткости постоянной крепи (например, монолитной бетонной или металлобетонной) давление на неё снижают, возводя крепь на достаточном расстоянии от забоя и или спустя достаточное время после обнажения.

В период от момента образования обнажения до возведения постоянной крепи соответствующие участки выработки поддерживаются временной крепью.

Для выработок, не испытывающих влияния очистных работ, типичное значение смещения контура выработки составляет 20-40 см, а давление на крепь – 100-200 кПа. Однако в зависимости от типа крепи, глубины разработки, свойств пород и других факторов эти величины могут изменяться в несколько раз.

Влияние очистных работ приводит к увеличению смещений контура выработки. Если выработка непосредственно примыкает к лаве (например, откаточный и вентиляционный штреки), то смещения достигают половины вынимаемой мощности пласта.

С целью уменьшения этого влияния применяют различные способы охраны горных выработок. Общий характер изменения напряжений при сооружении вертикальных выработок (стволов) такой же, как и при проведении горизонтальной выработки. Взаимодействие мощной и жёсткой крепи ствола с массивом имеет характер взаимовлияющей деформации.

10.4 Горное давление в очистных выработках

При очистной выемке длинными забоями (лавами) характер горного давления и его проявлений существенно иной, чем в подготовительных выработках и стволах (рис.10.2).

Это связано с обнажением пород на больших площадях и наличием постоянного перемещения забоя, играющего существенную роль в формировании проявлений горного давления. Угольный пласт впереди забоя является опорой для кровли, поэтому в нём возникают повышенные нормальные напряжения (опорное давление), вызывающие частичное разрушение и выдавливание призабойной части пласта (отжим угля).

В кровле очистной выработки основным видом смещений пород является послойный изгиб с образованием зазоров и щелей между отдельными слоями (расслоение и отслоение). [3]

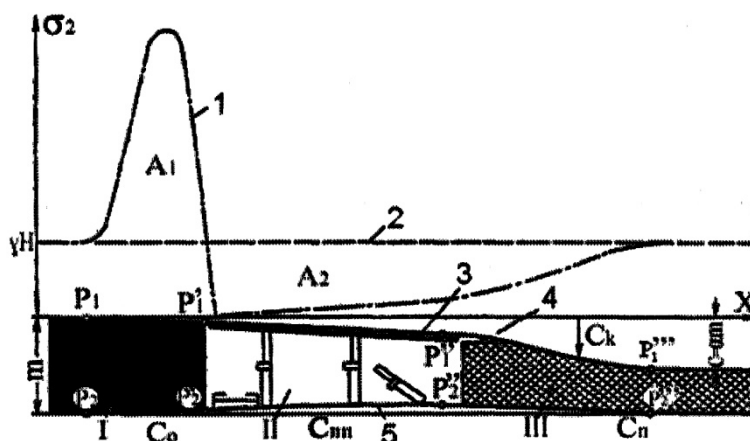


Рис.10.2. Схема проявления горного давления и конвергенции в лаве при разработке пологих пластов угля:

I – зона опорного давления; *II* – призабойное пространство; *III* – выработанное пространство; 1 – волна опорного давления; 2 – давление от веса пород покрывающей толщи; 3 – непосредственная кровля; 4 – зазор между непосредственной кровлей и закладкой; 5 – почва; C_0 , $C_{лп}$ и $C_{п}$ – конвергенция соответственно в зоне опорного давления призабойном и выработанном пространстве

При определенной величине подвигания забоя возможно разрушение слоев горных пород и обрушение их в выработку. Чтобы не допустить массового обрушения в призабойное пространство с разрушением крепи, применяют различные способы управления горным давлением (например, полное обрушение и закладку выработанного пространства).

При полном обрушении индивидуальная крепь выбивается за задней границей призабойного пространства, вследствие чего нижний слой кровли (так называемая непосредственная кровля) обрушается по границе, которая обычно усиливается специальной посадочной крепью. Оставшаяся над призабойным пространством непосредственная кровля может быть надёжно поддержана призабойной крепью.

Процесс обрушения в выработанном пространстве по мере подвигания забоя распространяется в кровлю, захватывая вначале идущую след за непосредственной основную кровлю, а затем и вышележащие слои. По мере удаления от пласта беспорядочное обрушение сменяется упорядоченным обрушением и плавным опусканием слоев, уменьшающимся с увеличением степени разрыхления и мощности обрушающейся непосредственной кровли.

При работе с механизированной крепью непосредственная кровля обрушается вслед за передвижением крепи.

Основная кровля некоторых пластов представляет собой мощные слои прочной породы (например, песчаника). Такая кровля обрушается только при очень значительном подвигании забоя, что вызывает усиленное давление на крепь. Эффективное управление горным давлением при подобных труднообрушающихся кровлях возможно путём предварительного ослабления их впереди линии забоя взрыванием мощных скважинных зарядов (торпед), гидроразрыхлением и т.п. Перспективно также применение механизированных крепей высокого сопротивления.

При слабых породах почвы, в которые вдавливаются крепь, используют специальные расширенные опоры.

Для управления горным давлением на крутопадающих пластах применяется закладка выработанного пространства, которая препятствует прогибу слоев кровли, ликвидируя чрезмерные изгибающие моменты и возможность обрушения.

Горное давление на крепь очистной выработки вычисляют с учётом условий её работы в режиме заданной нагрузки или заданной (взаимовлияющей) деформации аналогично горному давлению на крепи подготовительных выработок. При этом слои кровли рассматриваются как балки, плиты или шарнирно-блочные системы. Размеры зоны расслоения, в пределах которой образуется система взаимодействующих балок (плит), определяются методами механики деформируемой среды.

Балки (плиты) считаются загруженными собственным весом, а также пригрузкой со стороны вышележащих слоев. Величина пригрузки определяется из эмпирических соотношений, полученных на основе лабораторных экспериментов, или аналитического вывода, базирующегося на условии совместности смещений.

Шарнирно-блочная система образуется в результате упорядоченного разрушения балок (плит) и состоит из блоков пород кровли, которые взаимодействуют между собой в отдельных точках и на целых поверхностях.

Сами блоки практически не деформируются, но поворачиваются друг относительно друга, взаимно проскальзывают с трением на поверхностях. Поведение таких шарнирно-блочных систем и их взаимодействие с крепью рассчитываются методами строительной механики. Расчёт давления беспорядочно обрушенных пород и закладочных материалов на крепи осуществляется также методами механики сыпучей среды. Для анализа схем работы кровли и главным образом для практического выбора способов управления горным давлением широко используются различные классификации структур кровель.

10.5. Особенности разработки угольных пластов

При подземной разработке угольных месторождений происходит изменение напряжённо-деформированного состояния пород горного массива. Обоснование параметров систем разработки, выбор места заложения подготовительных выработок должны базироваться с учётом процессов, происходящих в горном массиве, при использовании эффективных методов по управлению состоянием горного массива.

Наиболее общей формой проявления горного давления является деформирование горных пород, которое приводит к формированию нагрузки на крепь, динамическим явлениям, потере устойчивости подготовительных выработок.

Обеспечение высоких нагрузок на очистной забой при применении современных механизированных комплексов и агрегатов возможно лишь на базе изучения и управления состоянием горного массива.

Разработка угольных месторождений характеризуется многообразием сложных горно-геологических условий, которые совместно с условиями отработки угольных пластов формируют закономерности изменения напряжённо-деформированного состояния пород горного массива.

Выбор и обоснование рациональных способов разработки угольных пластов должны базироваться на изучении физических процессов в массиве и применении эффективных методов по управлению состоянием горных пород в массиве.

При планировании горных работ по одному из угольных пластов необходимо учитывать не только влияние выработанного пространства вышележащих или смежных пластов, но и взаимное влияние проектируемых очистных забоев, перераспределение первоначального напряжённого состояния, расположение зон повышенного горного давления и ряд других факторов.

При разработке угольных месторождений необходимо рассматривать вопросы управления напряжённо-деформированным состоянием пород в зоне влияния горных работ.

Развитие техники и технологии добычи пластовых месторождений полезных ископаемых в настоящее время предусматривает широкое использование высокопроизводительной техники в сочетании с высоким уровнем автоматизации и управления технологическими процессами.

Внедрение средств автоматизации в принятии управленческих решений применительно к подземной разработке имеет смысл, с одной стороны, при условии полной передачи функций человека машине в системе «горный массив-человек-машина», а с другой – при реальной возможности моделирования (про-

гнозирования) параметров состояния элементов этой системы на достаточно длительный период времени.

Если передача аналитических функций человека машине в настоящее время представляется делом вполне осуществимым (с технической точки зрения), то надёжное долговременное прогнозирование параметров горно-геологической обстановки является крайне проблематичным.

В процессе практической деятельности установлены многие общие и частные закономерности состояния горного массива при сооружении в нём горных выработок. К таким основным закономерностям можно отнести возникновение полей возмущённого (изменённого) напряжённо-деформированного состояния (НДС) вокруг горных выработок, вызывающего разрушение области массива без непосредственного воздействия человека, единовременное проявление неограниченного числа возможных состояний массива как механической системы с неограниченным числом элементов. Например, в окрестности горной выработки породы могут находиться одновременно в разрыхлённом, пластичном, упругом и других состояниях. В процессе деформирования горные породы, как слоистые конструкции, подвергаются изгибу, сжатию, разрыву, кручению. Горному инженеру необходимо знать такие характеристики горных пород, как прочность при ударе, резании, взрывном разрушении и т.п.

Управление состоянием горного массива, как область практической деятельности человека, есть система контролируемых взаимодействий в системе «горный массив-человек-машина», имеющая целью своего функционирования достижение оптимального объёма добычи полезного ископаемого (оптимальность в данном случае, прежде всего, экономическая категория).

Роль человеческого фактора в управлении состоянием горного массива является определяющей и включает прежде всего сбор, систематизацию и анализ горно-геологической информации о горном массиве в так называемом исходном состоянии, т.е. вне зоны влияния деятельности человека.

Знания и опыт людей позволили разработать большое число моделей, описывающих состояние массива горных пород и отдельных его элементов для большинства реальных и предполагаемых ситуаций.

Апробация умозрительных, физических и математических моделей в разных горно-геологических условиях обеспечила выделение основных объективных, периодически повторяющихся, т.е. общераспространённых, моделей состояния горного массива. В соответствии с философскими нормами такие явления подпадают под определение законов, однако отсутствие общеустановленных связей между явлениями позволяет нам говорить лишь о закономерностях.

Выбор способа управления состоянием горного массива в каждом случае осуществляется на основании анализа таких факторов: горно-геологических, горнотехнических (организационно-технических) и экологических.

Экологические факторы имеют характер ограничений на область возможного изменения способов управления горным давлением (состоянием массива). Они традиционно включают охрану недр, окружающей среды, природных и других сооружений и объектов и т.д. Необходимость охраны недр подразумевает полноту выемки полезного ископаемого из недр, например, путём применения бесцеликовых систем разработки. В то же время бесцеликовая система разработки имеет ограниченную область применения по интенсивности проявления горного давления. Отсюда возникает необходимость управления горным давлением при помощи искусственных поддерживающих сооружений. Это влечёт удорожание продукции добывающего предприятия.

Снижение стоимости продукции возможно на основе повышения степени использования полезных ископаемых из недр. Существенные резервы имеются в применении попутно добываемых пород для нужд строительной индустрии в использовании замкнутых и без очистных схем кругооборота шахтных вод в охране воздушного бассейна.

Существенная экономическая выгода возможна при комплексной переработке углей для получения синтетического жидкого или газообразного топлива, химических продуктов, при создании композитных материалов на основе высокоуглеродистых и ультраграфитовых продуктов.

Состояние горных выработок при разработке месторождений полезных ископаемых, включая и рассматриваемые нами угольные месторождения, предопределено разнообразными механическими процессами, обусловленными техногенным нарушением естественного состояния вмещающего выработки породного массива. Такие нарушения проявляются в статической или динамической формах: расслоение пород в различных элементах окружающего выработку массива (кровле, почве, боках), вывалы пород, горные удары и т.п. Обобщая, можно сказать, что проявления этих процессов в выработках в основном связаны с деформациями пород и крепи, если последняя в выработке установлена. Управление горным давлением сводится к управлению механическими процессами, протекающими в недрах при разработке месторождения.

Экономические методы управления производством и принятие конкретных технологических решений в настоящее время интенсивно внедряются в производственные отношения.

10.6. Горное давление в очистном забое

При подземном методе добыча полезного ископаемого производится в очистных выработках, при этом в толще горных пород образуются пустоты – выработанное пространство – иногда весьма значительных размеров.

Для обеспечения устойчивости очистных выработок, а в отдельных случаях и для защиты земной поверхности от образования провалов и трещин, в выработанном пространстве или заполняют его пустыми породами – производят его закладку или, наконец, обрушают вмещающие породы.

Опорные целики предназначены для удержания вышерасположенных пород от обрушения, а земной поверхности от опускания.

При ведении работ с закладкой выработанное пространство заполняют пустыми породами – закладочным материалом. Поскольку закладочный материал дает усадку, то над выработанным пространством происходит некоторое сдвигание горных пород, но оно практически не распространяется до земной поверхности.

При разработке месторождения с обрушением породы кровли над выработанным пространством не удерживаются ни целиками, ни закладочным массивом. Поэтому они разбиваются трещинами на отдельные глыбы и, обрушаясь, заполняют выработанное пространство, воспринимая на себя давление вышележащих пород.

Указанные мероприятия – оставление целиков, закладка выработанного пространства и обрушение пород кровли направлены на защиту горных выработок от воздействия на них так называемого горного давления.

В комплексе вопросов, с которыми встречаются горная наука и практика, горное давление занимает одно из важных мест, так как эффективность и безопасность горных работ в значительной степени зависят от характера его проявления и от умения управлять им.

Управление горным давлением – совокупность мероприятий по регулированию проявлений горного давления в рабочем пространстве очистного забоя в целях обеспечения необходимых производственных условий для безопасной, непрерывной и наиболее полной выемки полезного ископаемого.

Правильно выбранный способ управления горным давлением должен обеспечивать сохранность горных выработок, предупреждать массовые стихийные обрушения боковых пород и самовозгорание угля, способствовать повышению производительности труда рабочих. Чтобы уметь управлять горным давлением, необходимо знать, какие факторы влияют на его проявления.

Эти факторы весьма разнообразны и могут разделены на две группы: геологические и горнотехнические. К первым относят физико–механические свойства горных пород, угол падения и мощность разрабатываемого пласта, глубинѣ залегания полезного ископаемого. Ко второй группе относят размеры выработки, срок ее поддержания, способ выемки полезного ископаемого, конструкцию крепи, методы разработки полезного ископаемого.

Физико-механические свойства горных пород являются главным фактором, определяющим характер проявления горного давления, их устойчивость и склонность к самообрушению.

Ложной кровлей называют залегающую непосредственно над разрабатываемым пластом толщу пород незначительной мощности (до 0,5 – 0,6 м), которая легко обрушается одновременно с выемкой угля или с некоторым отставанием от нее. Следует отметить, что многие пласты не имеют ложной кровли.

Непосредственной кровлей называют залегающую над пластом или над ложной кровлей толщу пород, которая легко обрушается, причем на небольших площадях, после удаления крепи очистной выработки.

Основной кровлей называют толщу крепких, устойчивых пород, залегающих над непосредственной кровлей и обрушающихся при значительной площади обнажения. Основная кровля может залегать непосредственно над пластом угля.

Ложная кровля обычно состоит из углистых и слабых глинистых сланцев; непосредственная кровля чаще всего представлена песчано-глинистыми и глинистыми сланцами, а основная – известняками и песчаниками, реже – крепкими глинистыми сланцами.

Толщу пород, залегающую непосредственно под угольным пластом, называют **непосредственной почвой**. Свойствами непосредственной почвы связаны явления пучения пород, вдавливания в нее крепи, а на крутом падении – сползание и обрушение.

Толщу пород, залегающую ниже пород непосредственной почвы, называют **основной почвой**.

С увеличением мощности пласта процесс обрушения пород кровли протекает интенсивнее и захватывает большие области; наблюдается перемещение (отжим) угля из массива в очистную выработку в результате разрушения его горным давлением.

Увеличение **угла залегания** пород изменяет характер проявления горного давления и его величину. При наклонном и особенно крутом падении появляются значительные деформации пород лежачего бока в виде сдвигов. Породы

кровли более интенсивно обрушаются в верхней части очистного забоя, скатываются вниз, наполняя нижнюю часть выработанного пространства.

С увеличением **глубины разработки** возрастает давление на крепь и на предохранительные целики, усиливаются процессы пучения пород почвы и отжим угля, возрастает вероятность внезапных выбросов.

Увеличение **ширины выработки** ведет к возрастанию горного давления на крепь.

Конструктивная характеристика крепи (жесткость, податливость) предопределяет характер ее взаимодействия с боковыми породами.

Характер проявления горного давления в очистном забое и механизм управления им при наиболее распространенном способе – полном обрушении – сводятся, примерно, к следующему.

После проведения разрезной печи, ширина которой не превышает 3 – 4 м, давление пород со стороны кровли незначительно. Его воспринимает на себя крепь выработки. По мере подвигания забоя ширина выработанного пространства будет увеличиваться, давление на крепь будет возрастать. При некоторой ширине выработанного пространства давление возрастает настолько, что прочность обычной призабойной крепи окажется уже недостаточной. В этом случае для поддержания призабойного пространства лавы приходится прибегать к специальным мероприятиям, например, к обрушению пород кровли.

После первого обрушения обнажаемые в последующем, в процессе выемки угля, породы кровли условно можно рассматривать как плиту, один конец которой свисает в виде консоли над выработанным пространством, а другой – заделан над угольным массивом. При этом нависающие части обнаженной непосредственной и основной кровли рассматривают как независимые плиты.

Толщина нижней плиты равна мощности пород непосредственной кровли, а длина – длине всего очистного забоя. Эта консольная плита опирается на массив угля и удерживается, во-первых, крепью, поставленной в забое, во-вторых, силами сцепления по вертикальной плоскости между породами плиты и теми породами, которые находятся над угольным массивом, в-третьих, силами сцепления с вышележащими породами основной кровли.

Давление консольной плиты на крепь зависит от ее размеров и крепости породы. По мере перемещения очистного забоя размер консоли увеличивается, возрастает и горное давление на призабойную крепь. Поэтому, чтобы удержать породы от стихийного обрушения, вновь возникает необходимость в искусственном обрушении пород непосредственной кровли.

Плиты из пород основной кровли, опираясь на обрушенные породы непосредственной кровли, прогибаются без излома или с периодическими изломами.

В результате проведения мероприятий по управлению горным давлением путем обрушения пород около очистной выработки формируются три характерные зоны. Так впереди забоя над пластом угля и в выработанном пространстве над уплотнившимися обрушенными породами лежит зона временного опорного давления. Далее, в глубине массива, находится зона, не затронутая сдвижением, где первоначальные напряжения пока не претерпели существенных изменений. Зона пониженных напряжений располагается над призабойным пространством, а также вблизи него в выработанном пространстве и в зоне раздавленного угля.

Распределение напряжений по длине лавы также не является равномерным. Над целиком угля, непосредственно около штрека (откаточного и вентиляционного), имеется зона стационарного опорного давления, которое передается на почву пласта. У противоположной стороны целика, там где происходит раздавливание угля, а также на участках по концам лавы длиной 5 – 15 м имеются зоны пониженных напряжений. На остальной части горное давление относительно стабильно и не зависит от длины лавы.

Свойство пород удерживаться от сдвижения, деформации или обрушения при обнажении их по мере выемки угля называют **устойчивостью**.

Если напряжения и сопутствующие им деформации не превышают предела упругости данной породы, то такое обнажение является **устойчивым**. Устойчивые обнажения не требуют возведения крепи. Если напряжения выходят за предел упругости и становятся пластическими, то обнажения называются **неустойчивыми**. Пластические деформации с течением времени обычно заканчиваются обрушением горных пород или плавным прогибом.

Для очистных выработок обычными являются неустойчивые обнажения, характеризующиеся движением больших масс горных пород. Это движение начинается сразу от разрезной печи, т.е. с самого начала ведения очистных работ.

10.7. Индивидуальная крепь очистных выработок

Для поддержания очистного забоя при неустойчивых обнажениях пород кровли необходимо возводить горную крепь. Основными материалами, применяемыми для крепления очистных выработок, являются металл в виде различных конструкций и дерево (обычно сосна) в виде стоек, распилов, затяжек.

Крепь по своей конструкции отличается большим разнообразием и по назначению разделяется на поддерживающую, оградительную и оградительно-поддерживающую.

Поддерживающая крепь обеспечивает поддержание пород кровли в призабойном пространстве и позволяет управлять горным давлением путем их обрушения.

Призабойным пространством будем называть часть выработанного пространства, непосредственно прилегающую к забою и предназначенную для размещения рабочих, машин и оборудования по выемке и доставке угля.

Поддерживающая крепь разделяется на призабойную и специальную (посадочную).

Призабойная крепь обычно устанавливается вслед за выемкой угля, для того чтобы предотвратить обрушение пород непосредственной кровли.

Специальная (посадочная) крепь располагается на некотором расстоянии от забоя (1,5 – 2 м); главное ее назначение – регулирование деформацией боковых пород и обеспечение обрушения их по заранее намеченной линии. Кроме того, она служит для удержания от обрушения пород непосредственной кровли в призабойном пространстве.

Отдельные виды крепи поддерживающего типа имеют такую конструкцию, которая позволяет им одновременно выполнять функции и оградительной крепи, предотвращающей проникновение обрушенных пород в призабойное пространство со стороны завала. В этом случае крепь называют **оградительно – поддерживающей**.

Оградительная крепь защищает рабочее пространство от проникновения в него обрушений породы или закладочного материала. Обычно ее называют щитовой.

К призабойной крепи предъявляется ряд требований:

- она должна быть достаточно прочной, способной ограничить деформации пород и обеспечить их поддержание и призабойном пространстве на время выполнения производственных процессов в лаве;
- должна обеспечивать безопасность и возможность свободного перемещения людей, работающих в очистном забое, а также нормальные условия эксплуатации машин и оборудования;
- должна иметь простую конструкцию, небольшой вес, легко устанавливаться, извлекаться и перемещаться, а также быть дешевой.

Комплект индивидуальной металлической крепи в лаве состоит из призабойных и посадочных стоек и верхняков.

Призабойные стойки располагают вдоль забоя правильными рядами. Обычно их устанавливают под верхняки, наличие которых улучшает условия поддержания пород кровли. Верхняки могут быть расположены параллельно или перпендикулярно забою. Призабойная крепь, состоящая из двух или трех стоек, установленных под верхняк, образует раму.

При малоустойчивых и сильнотрещиноватых породах кровли крепь усиливают затяжками из тонких досок или горбылей, укладываемых между кровлей и соседними верхняками.

Расстояние между стойками в раме по простиранию определяется основными размерами машин и механизмов и составляет 0,8 – 0,9 м. Расстояние между рамами по падению зависит от устойчивости пород. Чем неустойчивее порода, тем меньше это расстояние. Ориентировочно оно равно 0,8 – 1 м.

Число стоек, приходящихся на 1 м² площади обнаженной кровли, называют **плотностью крепи**.

В качестве специальной крепи применяют посадочные стойки типа ОКУ, каждая из которых способна воспринять значительное горное давление при обрушении толщ пород.

Посадочные стойки устанавливают обычно в одну линию по длине лавы между рамами крепи на расстоянии 0,8 – 0,9 м от конвейера, что соответствует расстоянию между смежными рядами призабойных стоек. Это необходимо для обеспечения свободного прохода для людей с завальной (противоположной по

отношению к забою лавы) стороны конвейера, что требуется Правилами безопасности. Через каждые две-три посадочные стойки оставляют свободный проход шириной, равной расстоянию между смежными рамами крепи.

В зависимости от устойчивости кровли на 1 м длины лавы приходится в среднем 0,8 – 1,2 посадочных стоек.

Металлические индивидуальные призабойные стойки имеют различную конструкцию. Положительно зарекомендовали себя гидравлические стойки типа ГС (рис.10.3) [4, 6-9]



Рис.10.3. Индивидуальная гидравлическая стойка ГС

Стойки выпускают нескольких типоразмеров для пластов мощностью от 0,54 до 1,6 м. Вес стоек с насадкой составляет от 23 до 58 кг. Начальное сопротивление – 10 т, максимальное рабочее сопротивление – до 20 т.

Металлический шарнирный верхняк (рис.10.4) представляет собой литую или сварную балку коробчатого сечения. На одном конце верхняка находится вилка 1, а на другом – проушина 2. Вставляя проушину в вилку установленного ранее верхняка, соединяют их между собой с помощью штыря 3. Верхняк, как консоль, поддерживает кровлю над машинной дорогой. Когда освободится место, под верхняк устанавливают металлическую стойку. [6-9]

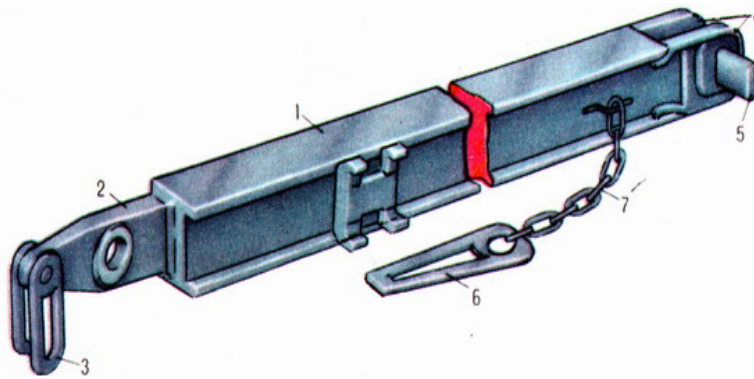


Рис.10.4 Металлический шарнирный верхняк

Верхняки выпускают шести типоразмеров длиной 840 – 1090 мм. Вес верхняков 19,7 – 24 кг.

10.8. Способы управления горным давлением на пологих пластах

Управление горным давлением на пологих пластах производят полным или частичным обрушением и плавным прогибанием пород кровли, а также полной или частичной закладкой выработанного пространства.

Основными факторами, определяющими выбор способа управления горным давлением, а на пологих пластах оно сводится к управлению кровлей, являются: способность пород, главным образом непосредственной кровли, к обрушению, высота этого обрушения и промежуток времени, через который происходит обрушение кровли после ее обнажения. Кроме перечисленных факторов на выбор способа управления кровлей влияют; мощность и строение пласта, угол его падения, свойства непосредственной почвы, склонность пласта к самовозгоранию, застроенность поверхности и пр.

Управление кровлей полным обрушением является в настоящее время основным и наиболее распространенным способом. Так практически все ком-

плексы с механизированной крепью работают в сочетании с полным обрушением пород кровли. Этот способ широко применяется и в случаях крепления забоя лавы индивидуальной крепью.

Сущность его заключается в следующем. В начальный период работы лавы, когда забой переместился на небольшое расстояние от места расположения разрезной печи, породы кровли удерживаются, опираясь с двух сторон на целик угля и на крепь (механизированную или индивидуальную), установленную в призабойном пространстве. При дальнейшем перемещении забоя и увеличении площади обнаженной кровли наступает момент, когда породы начинают стихийно обрушаться. Происходит первая посадка пород кровли.

При применении механизированной крепи дополнительное давление, которое возникает при первой посадке, воспринимается самой крепью (при этом следует иметь в виду, что потенциально возможны воздушные удары, которые могут сопровождать первую посадку).

После первой посадки обрушение пород непосредственной кровли – первичная посадка – производится регулярно вслед за каждой передвижкой механизированной крепи.

При индивидуальной крепи первая посадка производится на специальную крепь, устанавливаемую параллельно забою и отделяющую призабойное пространство от выработанного пространства лавы. При этом обрушение распространяется только до специальной крепи, которая выдерживает давление пород и предотвращает завал призабойного пространства лавы.

После первой посадки по мере подвигания забоя регулярно производят первичную посадку. Для этого, расчистив от мелкого угля и породы почву пласта, разгружают посадочные стойки из-под давления, передвигают их на новое место (начиная с нижней части лавы) и вновь распирают между почвой и кровлей. Когда будет передвинуто девять – десять посадочных стоек, выбивают и переносят призабойные металлические стойки на участке, подлежащем обрушению, лишая опоры породы кровли. При этом оставляют только специально поставленные стойки, которые своим треском предупреждают о начале обрушения и потому называются контрольными.

Расстояние, через которое производится искусственное обрушение пород кровли, называют шагом обрушения или шагом посадки. Шаг посадки обычно равен 1,5 – 2 м.

Породы основной кровли обрушаются значительно труднее, чем породы непосредственной кровли. Поэтому даже после того, как будет сделано несколько первичных посадок, основная кровля все еще нависает в виде консольных плит. По мере подвигания забоя очистной выработки консольная плита из

основных пород все увеличивается и, наконец, наступает такой момент, когда она начинает обрушаться. Происходит вторичная посадка кровли. Иногда она протекает бурно и сопровождается сильными звуковыми эффектами.

Вторичная посадка может и отсутствовать, если обрушенные породы непосредственной кровли целиком заполнят выработанное пространство. Тогда основная кровля, плавно прогибаясь, спокойно ляжет на них.

Наибольшие, порой разрушающие нагрузки на крепь, нарушения непосредственной кровли происходят во время вторичных осадок основной кровли. Поэтому управление горным давлением призвано также предотвратить обрушение основной кровли или уменьшить ее опасное влияние на очистную выработку и ее крепь.

В связи с изложенным полное обрушение пород кровли рекомендуется применять при следующих условиях:

1. Непосредственная кровля должна легко обрушаться, но на небольших площадях.

2. Мощность непосредственной кровли должна быть в 4 – 8 раз больше вынимаемой мощности пласта, с тем чтобы при обрушении полностью подбучивалась основная кровля.

3. Пласт не должен иметь прослоек значительной мощности, порода которых при выемке угля забрасывается в выработанное пространство и загромождает его. В таких условиях производить выбивку и перенос призабойной и специальной крепей становится затруднительным и опасным.

4. При применении посадочных стоек типа ОКУ мощность пласта должна быть не менее 0,5 м. При меньшей мощности пласта производить обрушение пород опасно, поскольку затрудняется передвижение рабочих в выработанном пространстве.

5. Почва должна быть прочной, чтобы специальная крепь не вдавливалась в нее и оставалась жесткой.

Посадка кровли в лавах (при индивидуальной крепи) должна производиться под непосредственным руководством лица технического надзора, не ниже помощника начальника участка. По его разрешению на пластах с углом падения не менее 15° допускается одновременное ведение и других работ в лаве (кроме взрывных работ и работы механизмов, создающих шум) при условии, что рабочие будут находиться на расстоянии не менее 30 м от участка, намеченного к посадке.

Полная закладка выработанного пространства производится породой, которая доставляется с поверхности самотеком (при крутом падении) или с помощью воды или сжатого воздуха. Полная закладка рассматривается ниже.

Плавное прогибание пород кровли как способ управления горным давлением применяют при наличии в кровле пород, способных плавно опускаться без значительного образования трещин, и при почве, склонной к пучению. Мощность пласта не должна превышать 1 – 1,2 м. Перечисленные условия на практике встречаются редко, поэтому данный способ имеет весьма ограниченное распространение.

При плавном опускании в качестве специальной крепи применяют костры из деревянных стоек, устанавливаемые в один или два ряда в шахматном порядке. Костры (клетки) переносят через каждые 1,5 – 2 м (через один ряд, если их два) вслед за подвиганием забоя лавы.

Управление горным давлением путем применения частичного обрушения пород кровли или частичной закладки выработанного пространства перспектив для применения не имеет, а потому и не рассматривается.

10.9. Деформация пород в очистной выработке

При всех способах выемки полезного ископаемого производится подработка пород покрывающей толщи на большей или меньшей площади S на некоторой глубине H . Вследствие этого подработанная часть горного массива, вес которой, равный произведению массы на ускорение свободного падения,

$$G = m g = S H \rho g$$

до этого действовал на залежь полезного ископаемого равномерно распределенной нагрузкой теряет устойчивую опору.

$$P = \frac{G}{S} = H \rho g = \gamma H = 2,5 H$$

Так, например, давление от веса пород покрывающей толщи на глубине 800 м при средней плотности этих пород $\rho \approx 2,5 \text{ т/м}^3$ и ускорении свободного падения $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ составляет округленно 20 Мпа.

Подработанная часть горного массива поддерживается не только закладкой или обрушенной породой в выработанном пространстве, но и не вынутыми частями разрабатываемого пласта у контура выработки, так что слои пород кровли, не теряющие связи с остальным массивом, опускаются не в виде отдельного блока, а прогибаются подобно перекрывающей выработку толстой плите, лишь частично опираясь на заполняющий выработанное пространство

материал. Остальная часть нагрузки передается пачкой обладающих изгибной жесткостью слоев горных пород на краевую зону пласта (зону опорного давления) или на опорные целики, где создается повышенное горное давление, равное сумме опорного давления и нагрузки от веса пород покрывающей толщи. Следствием неравномерного распределения горного давления с максимумом над краевой зоной пласта у контура выработки и зоной разгрузки над выработанным пространством, частично освобожденной от веса пород покрывающей толщи, является направленное по нормали к напластованию сжатие пласта в краевой зоне, возрастающее к середине выработанного пространства уплотнение закладки или обрушенного материала и поднятие (пучение) пород почвы в разгруженной зоне очистной выработки.

При разработке пластов каменного угля сплошной системой разработки (лавами) можно выделить три зоны сдвижения, ограниченные в пространстве и во времени:

а) зона конвергенции впереди очистного забоя.

Оседание пород кровли начинает наблюдаться на расстоянии от 30 до 100 м впереди забоя; если в этом месте заложить в кровле и почве пласта наблюдательные точки (реперы) P_1 и P_2 , то по мере подвигания забоя можно наблюдать изменение расстояния между ними, а именно: сближение или конвергенцию c , складывающуюся из оседания кровли c_k и незначительной части поднятия почвы c_n ; эта конвергенция достигает 20% первоначальной мощности пласта m , (см. рис. 10.2)

Причиной конвергенции впереди очистного забоя является опорное давление, под действием которого сравнительно слабый угольный пласт сжимается и выдавливается в выработанное пространство до 10 см. При этом породы кровли оседают на столько, на сколько деформировался пласт, и у кромки забоя происходит также поднятие пород почвы. Деформированию пласта препятствует боковое сопротивление вмещающих пород. Вследствие того, что сопротивление угольного пласта сжатию меньше опорного давления, угольный пласт разрушается и смещается по плоскостям, ориентированным под углом к направлению действия разгрузки, преодолевая сопротивление трения по поверхности разрушения. В области развития этих деформаций может происходить поднятие пород почвы. Дальнейшему развитию процесса поперечного деформирования угольного пласта препятствует его зажатие между сближающимися кровлей и почвой;

б) зона конвергенции в призабойном пространстве.

На участке, расположенном на некотором расстоянии от забоя в сторону выработанного пространства, слои пород кровли не имеют прочной опоры и

прогибаются под действием собственного веса. С увеличением ширины призабойного пространства до 4 – 6 м скорость оседания непосредственной кровли возрастает до величины примерно 10 см в сутки. В связи с этим расстояние между наблюдательными точками P_1 и P_2 продолжает сокращаться и с момента выхода наблюдательной станции в призабойное пространство (положение P'_1 P'_2) до извлечения последнего ряда стоек крепи (положение P''_1 P''_2) конвергенция в призабойном пространстве c_n достигает нескольких дециметров. Породы почвы в пределах призабойного пространства поднимаются на 10 – 20 см.

Гидравлические стойки крепи в призабойном пространстве, имеющие среднее сопротивление порядка 240 кН, при плотности крепи 1 стойка/м² не в состоянии поддерживать всю кровлю на такой большой площади, не позволяя ей опускаться. Призабойная крепь должна только предотвратить преждевременное отслоение непосредственной кровли и уменьшить величину раскрытия трещин, а также настолько ограничить оседание кровли, чтобы уменьшить степень зажатия угольного пласта, тем самым облегчив его выемку, воспрепятствовать отделению крупных глыб пород непосредственной кровли, которые могут обрушиться, и предотвратить возможность обрушения отслоившихся пород, которые могут опрокинуть ряды стоек крепи и создать завал призабойного пространства;

в) зона конвергенции в выработанном пространстве.

В выработанном пространстве породы кровли вновь находят опору в виде закладки или обрушенных пород, кривая оседаний кровли здесь выполаживается и слегка выпукла. Примерно в 100 м позади последнего ряда стоек крепи так называемая концевая зона конвергенции в выработанном пространстве c_n заканчивается и здесь (положение P''_1 P''_2) давление кровли на закладку достигает величины, равной нагрузке от веса пород покрывающей толщи. Упругое поднятие пород почвы, достигающее в среднем 6% вынимаемой мощности пласта, распространяется как деформация изгиба и разгрузки только в пределах умеренно уплотненной краевой зоны выработанного пространства и к середине выемочного участка полностью компенсируется под действием значительного давления со стороны пород кровли. Таким образом, общая величина конвергенции, то есть сближения наблюдательных точек P_1 и P_2 , от их начального положения в зоне опорного давления до завершения их относительного смещения в выработанном пространстве составит

$$C = c_0 + c_{n.n} + c_n$$

Общая конвергенция при выемке пласта с закладкой достигает 45%, а при выемке с обрушением – 90% вынимаемой мощности пласта m . В середине площади полной подработки общая конвергенция C в очистной выработке соответствует наибольшему возможному оседанию земной поверхности в центре мульды, так как здесь породная толща после периода деформаций (сжатий и растяжений в вертикальном направлении) вновь приобретает первоначальную мощность от очистной выработки до земной поверхности.

Исходя из того, что при горизонтальном залегании пласта для глубины 800 м общая конвергенция закладки составляет около 50% m , можно считать, что при наклонном и крутом залегании пласта (для той же глубины разработки) суммарная конвергенция в зоне опорного давления и в призабойном пространстве, при горизонтальном залегании равная 20% m , уменьшится и для углов падения $\alpha = 27, 36, 45^\circ$ и более составит соответственно 15, 10 и 5% вынимаемой мощности пласта. Зазор между закладкой и кровлей, составляющий при $\alpha = 0^\circ$ -15% высоты закладки, для указанных углов падения уменьшится соответственно до 10,5 и 0%, а уплотнение закладки от давления пород кровли, равное при $\alpha = 0^\circ$ -14% высоты закладки, уменьшится до 12,8 и 6%.

Из этого следует, что при разработке пластов наклонного и крутого залегания с закладкой слои пород кровли должны прогибаться в значительно меньшей степени, чем при горизонтальном залегании.

Если построить обобщенный график распределения вертикальной составляющей смещений пород кровли на всем протяжении от зоны опорного давления до выработанного пространства, то получим S -образную кривую, выпуклую над зоной опорного давления, почти прямолинейную над призабойным пространством и вогнутую над закладкой.

Примерно так же выглядит кривая оседания пород основной кровли при выемке с обрушением, однако над выработанным пространством породы оседают на большую величину, чем при выемке с закладкой – округленно на 0,9 m .

К сожалению, подобного рода точные наблюдения за процессом сдвижения в кровле разрабатываемого пласта или непосредственно над ним в слоях породы основной кровли, несмотря на их большое значение для изучения закономерности сдвижения горных пород, производятся крайне редко, так как после погашения штрека, пройденного в середине лавы, доступ к выработанному пространству чаще всего оказывается невозможным, и для установки дистанционных датчиков взамен утраченных необходимы дополнительные затраты на проведение специальных выработок.

При разработке с обрушением кровли это затрудняется еще и тем, что оседание нижних слоев основной кровли может быть измерено только в выработ-

ке, пройденной вплотную над обрушенным пространством, а если даже такая выработка имеется, то она, как правило, оказывается заваленной при подработке. Поэтому измерения над очистной выработкой, проводимой с обрушением кровли, начинаются не ближе чем в 50 м и более по нормали к напластованию, т.е. уже за пределами непосредственной кровли. Кроме того, вокруг выработки создается зона нарушенных пород, и наблюдательные точки должны находиться за ее пределами, чтобы на них не отразилось влияние сдвижения в этой зоне. Обычно размер нарушенной зоны составляет не менее 7 м, и поэтому наблюдательные точки должны закрепляться при помощи глубинных реперов в достаточно глубоких скважинах, а наблюдения за их смещениями должны производиться при помощи теодолита.

В скважинах, пробуренных отвесно вверх, вертикальные и горизонтальные смещения можно измерять по перемещениям груза, подвешенного к закрепленному в скважине реперу.

После того как конвергенция закладки достигнет 45%, закладочный массив под действием высокого давления, превышающего 200 Мпа, уплотнится только на остающиеся 15%. Коэффициент жесткости закладки E_s , при ее сжатии на 10% составляющий около 6 Мпа, при сжатии на 40% возрастает до 24 Мпа. В отличие от этого, коэффициент постели cb , равный приросту давления, необходимому для увеличения конвергенции на 1 см, возрастает приблизительно по линейному закону – от 18 Мпа при давлении 100 Мпа до 35 Мпа при давлении 200 Мпа.

При давлении от веса пород покрывающей толщи 2000 Н/см^2 , соответствующем глубине разработки 800 м, уплотнение закладки происходит на 60%. С учетом конвергенции в зоне опорного давления и в призабойном пространстве, составляющей около 20% (при мощности закладочного массива, равной 80% m), это даст общую конвергенцию в середине выемочного поля, равную (относительно мощности пласта m) $80 \cdot 60 / 100 = 48\%$ или округленно 50%. Если при выемке угля с закладкой породный слой непосредственной кровли хотя и несколько нарушается, но все же опирается на закладку как единое целое, сохраняющее жесткость на изгиб, то при выемке с обрушением породы непосредственной кровли после удаления последнего ряда стоек призабойной крепи обрушаются, и слои пород основной кровли над призабойным пространством продолжают удерживаться только за счет собственной изгибной жесткости. В этом случае функции закладки принимает на себя обрушенная порода в виде крупных глыб размером до тройной мощности вынимаемого пласта. На обрушенную массу, имеющую коэффициент разрыхления от 1,5 до 2,5, опираются постепенно прогибающиеся слои основной кровли.

Прогиб слоев основной кровли при выемке с обрушением почти вдвое больше прогиба при выемке с закладной, а поэтому в этих слоях, сложенных, как правило, хрупким песчаником и подвергающихся изгибающим нагрузкам в связи с подвиганием фронта очистных работ, часто начинают через определенные расстояния возникать трещины (трещины оседания), и отделяющиеся породные блоки создают мгновенное увеличение нагрузки (периодическое горное давление). При этом стойки крепи, стоящие перед линией обрушения, будут нести нагрузку от веса породных блоков, высота которых значительно превышает высоту блоков, поддерживаемых при выемке с закладной (рис. 10.5).

При разработке горизонтально залегающих пластов в настоящее время преобладают системы выемки с обрушением кровли, при разработке же наклонных и крутых пластов обычно предпочитают системы с закладкой выработанного пространства – чаще всего применяются так называемая самотечная закладка на диагональный откос закладочного материала или закладка породой, доставляемой по трубам.

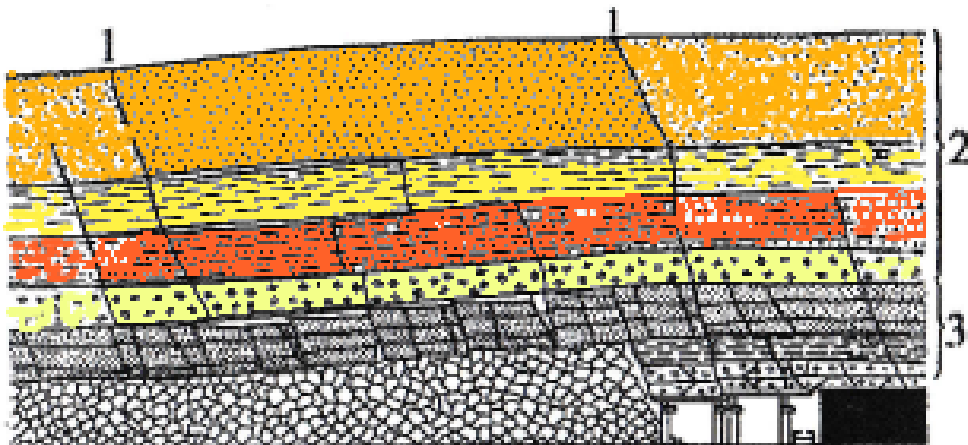


Рис. 10.5. Разрывные деформации нижних слоев пород кровли при разработке пластов лавами:

1 – трещина усадки; 2 – основная кровля; 3 – слои пород непосредственной кровли

Заполнение закладочным материалом производится не сразу по всей длине забоя, а по отдельным участкам, причем порода в выработанном пространстве не слишком расслаивается по крупности частиц. Благодаря неизбежному при закладочных работах разрыхлению степень заполнения закладкой на крутом падении выше, чем на горизонтальном или пологом. Кроме того, при крутом падении не образуются пустоты между закладкой и кровлей и в толще закладки.

Однако в крутопадающей выработке плотность закладки под действием ее собственного веса возрастает только в верхней части поля шириной до 20 м, непосредственно под вентиляционным штреком; в средней и нижней частях поля она остается неизменной, поскольку здесь большая часть нагрузки от закладки передается за счет трения породам висячего и лежачего боков.

Кроме сопротивления закладки деформированию на величину конвергенции оказывает влияние также составляющая горного давления по нормали к напластованию, которая в условиях крутого падения уменьшается в зависимости от угла падения пласта α и приближенно по теории упругости составляет

$$\delta = \frac{\delta_1 - \delta_2}{2} = \frac{\delta_1 - \delta_2}{2} \cos 2\alpha,$$

где δ_1 – вертикальная составляющая горного давления при горизонтальном залегании, обусловленная весом пород покрывающей толщи; δ_2 – горизонтальная составляющая горного давления, равная

$$\delta_2 = \frac{\delta_1}{\lambda - 1} = 0,25\delta_1,$$

λ – коэффициент бокового распора для пород угленосной толщи, равный приблизительно 5 ($\lambda = 1/\mu$, где μ – коэффициент Пуассона).

10.10. Современные представления о сдвигении горных пород при подземной разработке пластовых месторождений

10.10.1. Общие сведения

Под управлением состоянием горного массива в лавах подразумевается система мероприятий, обеспечивающая изменение в допустимых пределах напряженно–деформированного состояния пласта (и пород) в очистных забоях.

При проведении горных выработок в массиве происходит изменение его первоначального напряженного состояния. Особенно большое изменение напряженного состояния массива вызывает ведение очистных работ. При этом нарушается исходное напряжение состояния пород и происходит интенсивное деформирование большой области горного массива, вплоть до поверхности.

В связи с этим главными задачами управления горно-геомеханическими процессами являются либо создание условий, обеспечивающих надежное со-

хранение устойчивости элементов массива и выработок в течение необходимого срока их существования, или, наоборот, создание условий регулируемого деформирования пласта и вмещающих пород, их разрушения и сдвижения в допустимых пределах в соответствии с требованиями техники безопасности при ведении горных работ.

10.10.2. Зоны сдвижения в слоях пород кровли

Сдвижение непосредственной кровли над очистной выработкой распространяется и на верхние слои горных пород, если отработанный участок имеет такие размеры, при которых свод над выработанным пространством разрушается. При оседании нижних слоев кровли ее верхние слои теряют опору, поскольку вследствие горизонтального перемещения по контактам сцепление между слоями отсутствует. Неподдерживаемые снизу породные слои начинают опускаться под действием собственного веса и внешних нагрузок и опираются на уже осевшие слои. В результате процесс оседания очень быстро распространяется от одного породного слоя к другому до земной поверхности. При этом в массиве горных пород можно выделить шесть зон сдвижения, различающихся по характеру деформирования породных слоев:

а) слои пород почвы, упруго поддувающиеся при их разгрузке в направлении, нормальном к напластованию;

б) разрабатываемый пласт и слой закладки, не упруго (пластически) сжимающиеся под действием увеличенного горного давления в зоне впереди забоя или под действием нагрузки от опускающейся кровли в выработанном пространстве (рис. 10.6);

в) слой непосредственной кровли, который над выемочным участком отделяется от более жесткой основной кровли, разрушается и ложится на закладку, сохраняя сцепление между породными блоками под действием бокового распора, или (при выемке без закладки) обрушается крупными глыбами и заполняет выработанное пространство;

г) основная кровля, которая над выемочным участком постепенно оседает, плавно прогибаясь, пока ее не станет поддерживать закладка или обрушенный материал, а впереди забоя – сжатый угольный пласт, или же порода которая при определенном консольном зависании над движущимся забоем обрушается через определенные интервалы (циклическое горное давление);

д) средняя зона, состоящая из мощных слоев крепких пород, которые равномерно и в основном упруго прогибаются, причем по отдельным межслоевым контактам происходит взаимный сдвиг относительно друг друга;

е) поверхностная зона, состоящая из слоев рыхлых пород, которые оседают вслед за поверхностью толщи крепких пород, как пластически деформирующееся покрытие, образуя впадину корытообразной формы.

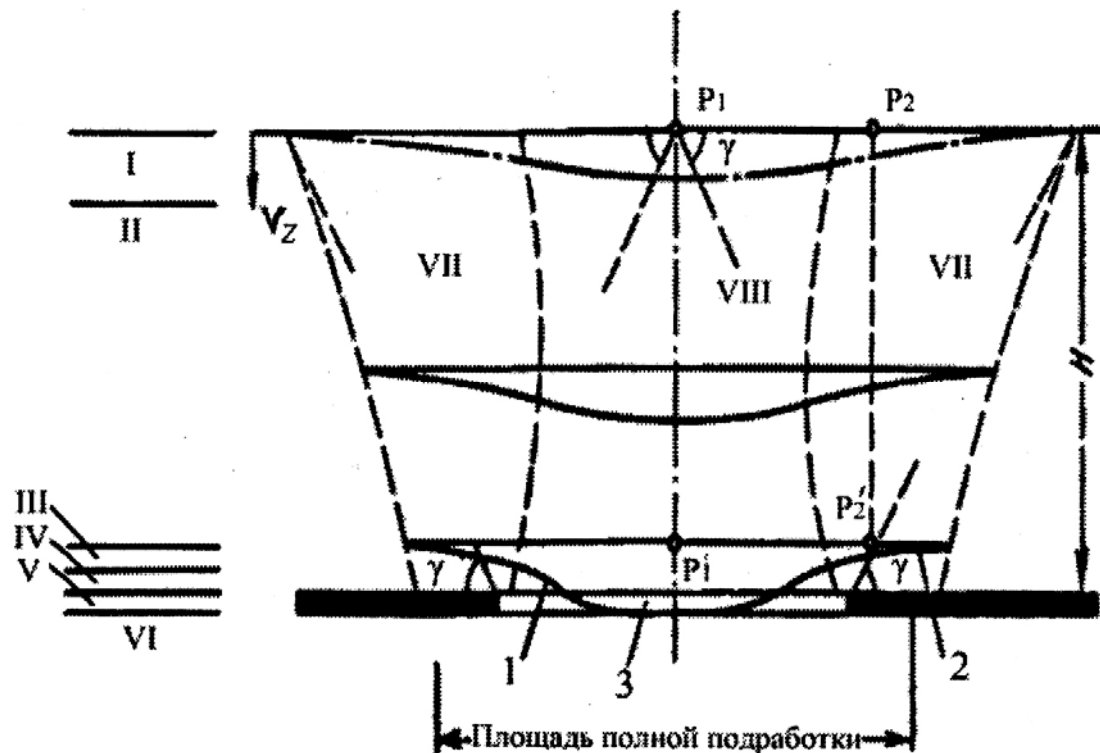


Рис. 10.6. Распределение вертикальных деформаций в подработанном массиве горных пород при горизонтальном залегании пласта:

I – зона прилегающая к земной поверхности; *II* – средняя зона; *III* – основная кровля; *IV* – непосредственная кровля; *V* – угольный пласт (закладка); *VI* – почва пласта; *VII* – зона сжатия; *VIII* – зона растяжения в вертикальных направлениях; *1* – оседание непосредственной кровли; *2* – оседание в зоне опорного давления; *3* – очистная выработка

10.10.3. Вертикальные сдвиги и деформации массива горных пород

В слоях пород непосредственной и основной кровли, подверженных воздействию высокого давления над добычным забоем, уже при незначительном их сдвиге быстро возникают напряжения, превышающие предел упругости. Поэтому в этой области преобладает упруго пластическое деформирование породных слоев, под которым понимается упругий прогиб консолю зависших

или находящихся под действием сил трения отдельных участков слоя горных пород с последующим отрывом и скольжением отдельных породных блоков по тектоническим или вновь образованным поверхностям разрыва. Последующие обрушения происходят в виде последовательного отрыва зависающих на расстоянии 30 м позади движущегося забоя участков непосредственной кровли и внезапной посадки пород основной кровли. Отрыв породных блоков непосредственной кровли происходит по трещинам разрыва (при изгибе) или среза, в зависимости от того, будет ли раньше достигнут предел прочности на растяжение при изгибе (на верхней поверхности слоя) или предел прочности на сдвиг в зоне сжатия (рис. 10.7). В последнем случае слой пород кровли или срезается по нормали к напластованию над жесткой опорой, которой является линия фронта очистного забоя, или, если породы кровли могут смещаться к выбранному пространству параллельно напластованию (скользящий отрыв) и при этом разгружаться; под действием опережающего опорного давления слой пород кровли разбивается еще впереди забоя на большое число обломков.

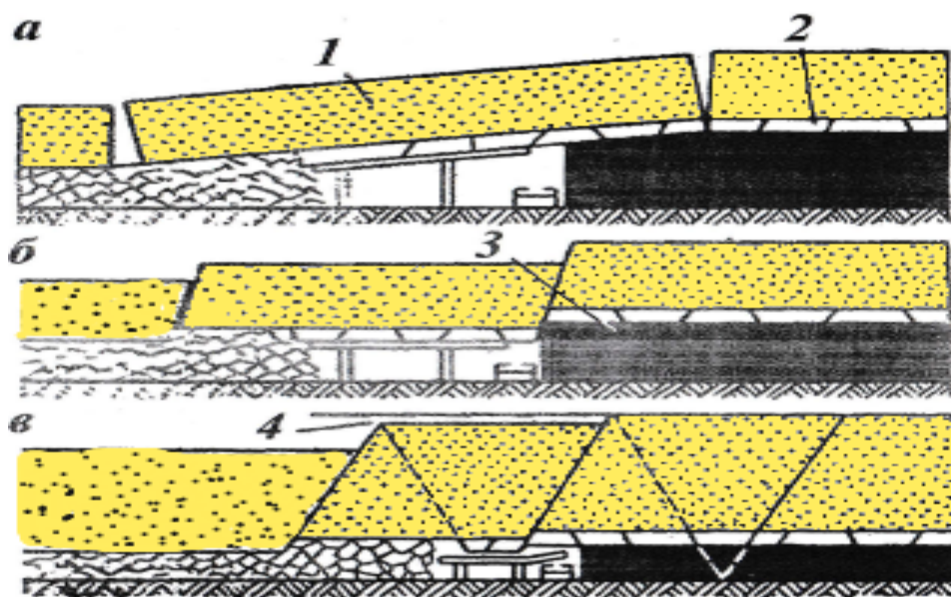


Рис.10.7. Основные виды разрывных деформаций пород основной кровли: а – изгиб, б – срез, в – сдвиг ; 1 – основная кровля; сложенная крепкими (устойчивыми) породами; 2 – непосредственная кровля; 3 – пласт крепкого (устойчивого) угля; 4 – отрыв со скольжением

Соотношение упругого изгиба и пластического перемещения блоков зависит от изгибной жесткости пород, их склонности к хрупкому разрушению, имеющих систем трещин и составляющей сжатия горного давления, а также величины кривизны (т.е. от мощности пласта) и нагрузки (т.е. от глубины раз-

работки). При исследовании состояния кровли в одном гезенке, пройденном через три года после отработки выемочного участка с обрушением кровли, было установлено, что нарушенность породного слоя трещинами в направлении кверху ослабевает и в 15 м над бывшей очистной выработкой видимых признаков нарушенности уже нет. Обрушение кусков породы размером с булыжник закончилось на высоте, примерно вдвое превышающей мощность пласта.

В крепких породах средней зоны преобладает упругое деформирование. Слои пород этой зоны искривляются над очистным забоем не так сильно, как непосредственная кровля, и прогибаются без разрывных нарушений. Однако при изгибе этих слоев в них могут происходить смещения за счет скольжения по поверхностям тектонических нарушений и по поверхностям разрыва, образовавшимся от воздействия ранее проводимых горных работ. В нижней части средней зоны, т.е. вблизи зоны разрывных деформаций, кривая оседаний слоев горных пород имеет S-образную форму, как показали измерения оседаний кровли в штреке, пройденном в 50 м над очистной выработкой.

В области перехода кривизны выпуклости к кривизне вогнутости, т.е. вблизи точки перегиба кривой над границей очистной выработки, может происходить расслоение пачки слоев, если слой слабых пород (например, глинистого сланца) перекрывается слоями крепких жестких на изгиб пород (например, песчаника) и если по поверхностям контактов легко может произойти разделение этих слоев. Верхние, жесткие слои прогибаются в меньшей степени, чем нижние, и между ними могут образоваться пустоты шириной до нескольких миллиметров – так называемые пустоты Вебера, перемещающиеся вместе с подвиганием очистного забоя и вновь закрывающиеся, когда они оказываются уже над выработанным пространством.

В сложенных крепкими породами слоях средней зоны может также происходить сдвиг по поверхностям разрыва природного происхождения.

В прогибающейся мощной толще слоев пород возникают параллельные напластованию сдвигающие напряжения, которые подобно тому, как это имеет место в балках строительных конструкций, убывают по закону параболы от максимального значения по средней оси пачки слоёв до нуля на поверхностях раздела, соответствующих краевым поясам балки, стремясь сместить отдельные породные слои относительно друг друга и разделить их, как это хорошо можно видеть у концевой опоры прогнувшегося штабеля досок. Как только напряжения сдвига превысят величину сил сцепления и сил трения на межслоевых контактах, мощная толща слоев распадается на две или более тонкие пачки (разрушение сдвига). В некоторых шахтах наблюдались смещения пород по межслоевым контактам, достигающие 50 см.

Верхние слои массива горных пород, сложенные песчаными или глинистыми породами, а также зона выветривания выходящих на земную поверхность пород угленосной толщи при образовании мульды оседания деформируются преимущественно не упруго и пластично. Эти слои обладают прочностью на растяжение и следуют за оседающими подстилающими породами, как слой, очень слабо работающий на изгиб. При этом минеральные частицы, слагающие породные слои поверхностей зоны, смещаются относительно друг друга и остаются в этом новом положении после прекращения процесса сдвижения. С увеличением расстояния от очистной выработки область влияния последней расширяется. Не поддающаяся точному инструментальному определению граница области влияния очистных работ в массиве горных пород начинается на горизонте очистной выработки на расстоянии от 30 до 100 м от забоя и идёт, предположительно, по искривляющейся наружу дуге до края области влияния на земной поверхности, т.е. до границы мульды оседания. Прямая линия, соединяющая край мульды оседания с границей очистной выработки, образует с поверхностью не вынутой части угольного пласта граничный угол γ , который в зависимости от свойств слагающих горный массив пород колеблется в пределах $36-59^\circ$, служит для определения границы зоны влияния горных работ на земную поверхность (но не в толще породного массива). Таким образом, область прогиба породных слоёв с увеличением высоты над очистной выработкой всё больше распространяется в зону опорного давления, вследствие чего мульды оседания отдельных слоёв пород от основной кровли до земной поверхности становятся всё более широкими и пологими. Это смещение границы области оседания в зону опорного давления связано, между прочим, с тем, что кривые оседания слоёв пород в этой области имеют кривизну выпуклости и деформируются подобно угольному пласту в зоне опорного давления. С их прогибом увеличивается пролёт между участками, на которые опирается следующий по высоте слой, так что часть нагрузки от веса пород покрывающей толщи передаётся дальше в глубь зоны опорного давления.

Поскольку каждый слой породы не только оказывает давление на нижележащий слой как нагруженная пластина, но и является податливым основанием для вышележащего слоя, граница области влияния в толще породного массива смещается от слоя к слою.

В вертикальном направлении массив горных пород испытывает деформации сжатия в зоне опорного давления и деформации растяжения над выработанным пространством. Седловидный прогиб породных слоёв над контуром очистной выработки, с одной стороны, и возникающее впереди забоя опорное давление, с другой стороны, приводят в этой области массива горных пород к

уменьшению мощности породных слоёв за счёт уменьшения мощности пористости пород – объём пор в породах угленосной толщи составляет 15-20%. В зоне разгрузки над очистной выработкой мощность слоёв пород, наоборот, увеличивается по сравнению с прежней, т.е. здесь происходит вертикальная деформация растяжения. Этот процесс деформирования подработанного массива горных пород – вертикальное сжатие в зоне опорного давления и вертикальное растяжение над выработанным пространством с точки зрения динамики очистных работ – может быть объяснен наличием впереди забоя дополнительного горного давления, обусловленного изгибом породных слоёв и изменением условий их опирания, а также тем, что в средней части области влияния происходит разгрузка породных слоёв по нормали к напластованию и связанные с этим смещения пород.

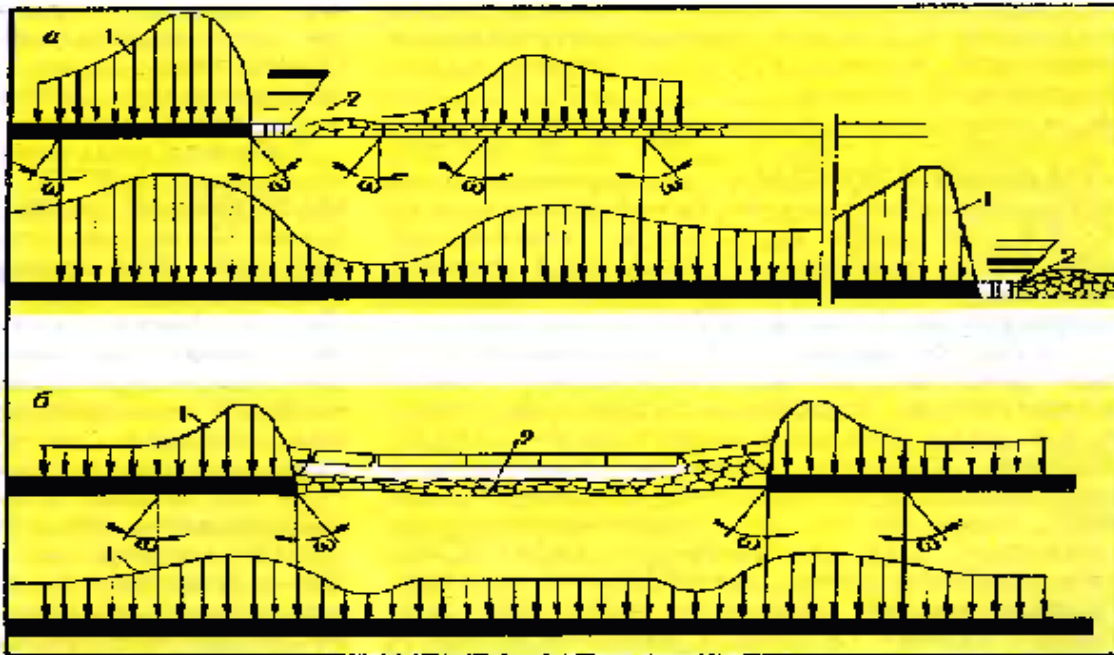
Нагрузка на единицу площади подработанных слоёв с увеличением расстояния по вертикали от очистной выработки уменьшается и соответственно уменьшается кривизна выпуклости слоёв и действующие на них изгибающие усилия.

10.11. Надрработка угольных пластов

Надрработка пластов – это порядок шахтной разработки свит (групп) пластов полезного ископаемого, при котором первоначально отрабатывают вышележащие пласты продуктивной толщи. Применяется для предварительной дегазации, снижения прочности крепких углей, опасности внезапных выбросов угля и газа, горных ударов и других нежелательных явлений на нижележащих пластах полезных ископаемых.

В основе защитного действия надрработки пластов – возможность существенного изменения агрегатного состояния надрабатываемого пласта (например, уменьшение начальной мощности, уплотнение или частичное разрушение, разрыхление и т.п.), пород междупластья (например, увеличение их трещиноватости, газопроницаемости и т.п.) под действием опорных давлений, возникающих в процессе надрработки пластов (рис.10.8).

Влияние надрработки пластов на нижележащие полезные толщи возрастает с уменьшением мощности междупластий M . Положительная эффективность надрработки пластов при этом ограничивается некоторым предельным значением этого параметра M_{max} . Величина M_{max} определяется на основании практических данных для типовых междупластий и колеблется в пределах $M_{max} = 70 - 90$ м.



*Рис.10.8. Схема надработки пласта:
 а – в среднем сечении лавы по пропростиранью; б – в сечении по падению позади задней зоны опорного давления;
 1 – этюры опорных давлений; 2 – очистной забой*

Более чем 70% угольных шахт одновременно разрабатывают от 2 до 8 пластов. Это приводит к надработке и подработке подготовительных выработок при попадании их в зоны влияния опорных давлений надрабатываемого (подрабатываемого) пласта (пластов).

Для предотвращения нежелательных явлений разработка сближенных пластов в нисходящем порядке увязывается в пространстве и во времени. Так, штреки в надработанном пласте проводят с отставанием от очистного забоя в подрабатываемом пласте на расстоянии, равном не менее двух мощностей междупластья.

Подготовительные выработки на надрабатываемых пластах располагают в зоне разгрузки под выработанным пространством. Для уменьшения их деформации избегают оставления в выработанном пространстве целиков полезных ископаемых и проведения выработок под ними.

Во всех случаях очистной забой надрабатываемого пласта располагается вне зоны опорного давления очистного забоя пласта, отрабатываемого первым.

10.12. Подработка угольных пластов

Подработка – это подземная выемка полезных ископаемых, других горных пород, оказывающая воздействие на состояние земной поверхности, геологических тел или промышленных объектов в недрах.

Сопровождается сдвижением, оседанием массива горных пород, его расстрескиванием и т.п., которые происходят в процессе обрушения кровли выработанных пространств, погашения горных выработок.

При подработке земной поверхности геодинамические процессы охватывают всю вышележащую над соответствующими горными выработками толщу горных пород, вызывая оседание поверхности в границах мульды сдвижения.

Площадь её всегда больше площади обрушаемых в подземные выработанные пространства породных толщ и это соотношение растёт с увеличением угла наклона плоскости обрушения и расстояния от неё до поверхности.

Различают полную подработку, когда дальнейшее увеличение её площади не вызывает нового сдвижения земной поверхности, и неполную подработку, когда это состояние ещё не достигнуто.

Оседание точек поверхности в зоне (мульде) сдвижения происходит неравномерно и увеличивается от её границ к центру. Это приводит к тому, что здания или другие наземные сооружения, вписываясь в кривизну мульды, подвергаются изгибу с опасными растягивающими напряжениями в конструкциях, дополнительному опрокидывающему моменту и т.д.

Возникающие при оседании земной поверхности горизонтальные перемещения вызывают сжатие и растяжение грунта, приводящие к появлению трещин в стенах и фундаментах, к разрыву трубопроводов и т.п. Величины горизонтальных и вертикальных деформаций в мульде сдвижения зависят от отношения глубины залегания погашаемых полостей к их высоте (по нормали к плоскости основания) или мощности подрабатываемого пласта.

Все объекты промышленного назначения, подземные и наземные сооружения, жилые и общественные здания подлежат обязательной охране от вредного влияния подработки. В зависимости от назначения, конструктивных особенностей и характера последствий, возникающих при подработке, все здания и сооружения разделены на категории охраны.

Выемку полезных ископаемых под объектами разрешается производить, как правило, только ниже горизонта безопасной глубины разработок. Под последней понимают такую удалённость от поверхности, при которой и ниже ко-

торой горные разработки не могут вызвать в объектах разрушительной деформации, влекущие за собой прекращение эксплуатации, опасность для жизни работающих и живущих в охраняемых зданиях и сооружениях, т.е. не проявляется эффект подработки.

Для строительства населённых пунктов и промышленных предприятий в районах горных разработок стремятся выбирать участки территорий, под которыми пласты залегают на больших глубинах или вне этих территорий.

В случае необходимости проведения нового строительства или наличия ранее построенных зданий и сооружений на участках с глубиной залегания пластов менее безопасной используют специальные меры их охраны от влияния подработки: оставляют под зданиями и сооружениями предохранительные целики; производят закладку выработанных пространств или применяют способы выемки, обеспечивающие минимальные деформации в подрабатываемых объектах; осуществляют специальные конструктивные и планировочные мероприятия по усилению конструкций сооружений.

В отличие от наземных сооружений объекты в недрах при подработке могут испытывать как отрицательное, так и положительное её воздействие. Это зависит не только от физических характеристик толщи, свойств слагающих её горных пород (мощности пород, способности разрыхления и т.п.) или характера напряжённо-деформированного состояния горных пород в зоне, в которую попадает объект, но и от рода, вида и типа самого объекта.

Подработка промышленных объектов (подземных коммуникаций, камер и т.п.) приводит только к негативным последствиям. Поэтому, как и в случае подработки наземных сооружений, в подземных условиях стараются предотвратить проявления этого процесса.

При подработке природных объектов (например, угольных, сланцевых пластов и др.) изменение напряжённо-деформированного (агрегатного) состояния подрабатываемого пласта и (частичное разрушение, разрыхление и т.п.), пород между пластом и выработанным пространством (увеличение их трещиноватости, газопроницаемости и т.п.) под действием повышенного, а затем пониженного напряжения может вызывать дегазацию полезных ископаемых, способствовать снижению опасности внезапных выбросов, газа, угля и породы, а также горных ударов, а при междупластьях, сложенных из прочных слоев пород, служит эффективной мерой борьбы с пучением и др. (положительные последствия подработки).

Вместе с тем, подработка может приводить пласт (другое тело полезного ископаемого) в результате перемятостей в непригодное к эксплуатации состоя-

ние, способствовать внезапным обрушениям кровли в лавах и др. (отрицательные последствия подработки). Наиболее часто эффекты подработки наблюдаются при восходящем порядке разработки сближенных пластов полезных ископаемых.

В общем случае влияние подработки на пласт сводится к следующему. Попадая в т.н. переднюю зону, он испытывает влияние пониженных напряжений (рис.10.9), сравнительно близких к $n_{cp} \cdot H$ (где n_{cp} –средний удельный вес горных пород; H –глубина от земной поверхности).

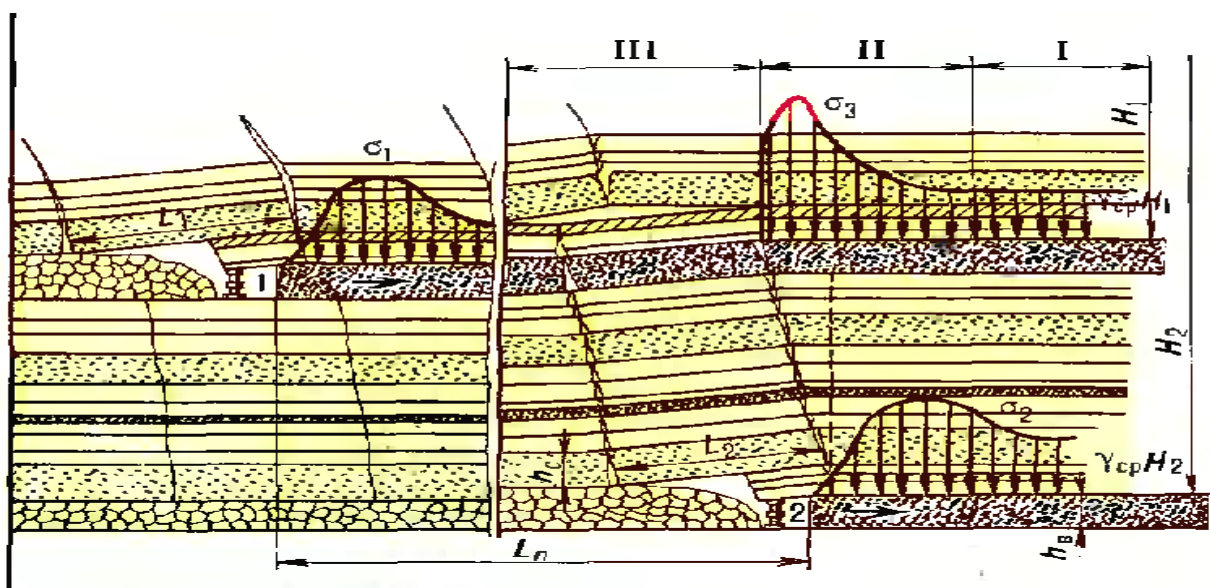


Рис.10.9. Общая схема подработки пласта:

I-передняя зона давлений; II-зона опорного давления; III- зона разломов и опусканий пород; 1 и 2 – очистные забои соответственно верхнего и нижнего пластов; M- мощность междупластья;

L_n – минимально допустимое опережение очистного забоя нижнего пласта относительно верхнего.

В зоне опорных давлений, возникающих на передних границах расслоений, происходит сложное нагружение пласта. В зоне разломов и опусканий пород пласт испытывает резкую разгрузку, происходят большие деформации, разломы и опускания, затем пласт попадает в заднюю зону опорного давления вблизи границ разломов, где нагрузки возрастают.

Ввиду сложности режима нагружений и разломов подрабатываемого пласта для предотвращения отрицательных последствий при разработке подработки обязательно учитывают два параметра: минимально допустимые по ус-

ловиям подработки мощность пород междупластья M_{min} и опережение подрабатываемого забоя L_n .

При работе с полным обрушением кровли M_{min} обычно принимают не менее 12 – 15 м, а при работе с полной закладкой – сколько угодно малой. При оценке допустимости многократной подработки (большое количество пластов в свите) учитывают общее опускание подрабатываемого пласта вследствие суммарного влияния всех подработок.

Параметр L_n определяют исходя из механизма разломов и перемещений пород междупластья, ориентируясь на наиболее прочный и мощный (т.н. ведущий) слой основной кровли или других пород междупластья. Величину L_n обычно увязывают с длиной шага обрушения ведущего слоя L_2 соотношением $L_n \geq 3L_2$.

Обычно $L_n \geq 60 - 200$ м, а минимальное время опережения подрабатываемого забоя подрабатывающим t_{on} ($t = L_n/v_{or}$, где v_{or} – средняя скорость продвижения забоя) 1,5 – 3 месяца.

Контрольные вопросы к 10 разделу

- 1. Какие существуют формы проявления горного давления?*
- 2. Как вы можете охарактеризовать горное давление в нетронутом массиве.*
- 3. Горное давление в подготовительных выработках.*
- 4. Горное давление в очистных выработках.*
- 5. Перечислите способы управления горным давлением на пологих пластах.*
- 6. Как происходят деформации пород в очистной выработке?*
- 7. Современное представление о сдвигении горных пород.*
- 8. Изобразите схематически зоны сдвига в слоях пород кровли.*

11. ВВЕДЕНИЕ В КУРС МАРКШЕЙДЕРИИ

Учебные цели: опираясь на материал раздела, студент должен знать, для каких целей служит на горном предприятии маркшейдерская служба и какие задачи она решает

Маркшейдерия – отрасль горной науки и техники, предметом которой является изучение на основе измерений и последующих геометрических построений структуры месторождения, формы и размеров тел полезного ископаемого в недрах, размещения в них полезных и вредных компонентов, свойств вмещающих пород, пространственного расположения выработок, процессов деформации пород и земной поверхности в связи с горными работами, а также отражение динамики производственного процесса горного предприятия.

Маркшейдерские работы выполняются при помощи геодезических и маркшейдерских приборов (рис.11.1; 11.2; 11.3).



Рис.11.1. Маркшейдерский гирокомпас МВТ-2: 1 – измерительный блок; 2 – гири; 3 – штатив; 4 – футляр; 5 – блок электропитания (полупроводниковый преобразователь и аккумуляторная батарея).

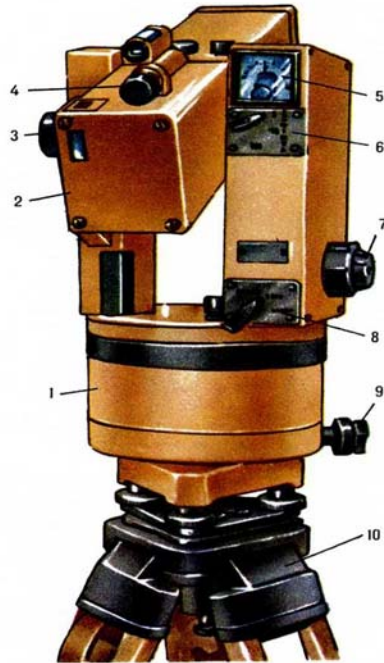


Рис.11.2. Светодальномер МСД-1М, предназначенный для измерений при подземных маркшейдерских работах: 1 – блок питания; 2 – электронно-оптическая система; 3 – фазовращатель; 4 – визирная трубка; 5 – нуль-индикатор; 6 – переключатель частот; 7 – наводящее устройство; 8 – переключатель фазы; 9 – оптический центр; 10 – штатив

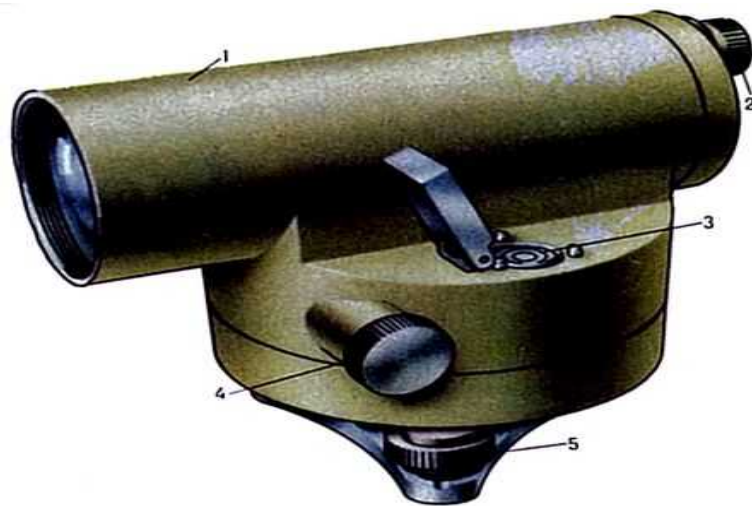


Рис.11.3. Глухой точный нивелир Н-3: 1 – зрительная труба; 2 – окуляр; 3 – цилиндрический уровень; 4 – подъемные винты; 5 – элевационные винты

Данные съемок синтезируются в горной графической документации, представляющей собой чертежи, полученные методом геометрической проекции.

Маркшейдерия является комплексной наукой и тесно связана со многими научными дисциплинами: математическими, физико-техническими, астрономо-геодезическими, геолого-минералогическими и геологоразведочными, а также с технологией разработки месторождений и строительным делом.

Маркшейдерия – неотъемлемая часть всех стадий горного производства. Выполнение маркшейдерских работ осуществляется маркшейдерской службой, входящей в состав горного предприятия или организации, ведущей разведку месторождения, проектирование и строительство горного предприятия.

При детальной разведке месторождений полезных ископаемых в задачи маркшейдерской службы входит построение опорной сети, съемка земной поверхности, перенесение проекта расположения разведочных выработок в натуру, съемка всех пройденных разведочных выработок, а также естественных и искусственных обнажений горных пород.

Совместно с геологами маркшейдеры на основе съемок составляют чертежи горной графической документации, отражающие объем выполненных разведочных работ, ситуацию земной поверхности, форму и размеры тел полезного ископаемого, его качество, свойства вмещающих пород, а также участвуют в подсчете геологических запасов.

При проектировании горных предприятий маркшейдеры участвуют:

- в проектно-изыскательских работах;
- в проектировании границ горных предприятий и систем разработки месторождения;
- в размещении зданий и сооружений, подлежащих строительству на площадях залегания полезных ископаемых;
- в установлении мер охраны сооружений от вредного влияния горных работ, составлении календарных планов развития горных работ;
- проверяют правильность запроектированных соотношений геометрических элементов генерального плана поверхности;
- производят подсчет промышленных запасов.

При строительстве горных предприятий маркшейдерской службой:

- осуществляется построение сети опорных пунктов и перенос элементов проекта строительства в натуру;
- проверяется правильность выполнения запроектированного соотношения геометрических элементов при монтаже подъемных установок и армировании шахтных стволов;
- задаются направления горным выработкам;

- производятся исполнительные съемки и подготавливается необходимая для эксплуатации месторождения горная графическая документация.

При эксплуатации месторождений маркшейдерской службой:

- регистрируется динамика производственного процесса горного предприятия и составляются чертежи горной графической документации;
- по мере подвигания горных выработок уточняются условия залегания месторождения и форма тел полезного ископаемого, его качество, свойства вмещающих пород, составляются графики, отражающие структуру месторождения, форму тел полезного ископаемого, его качество и распределение полезных компонентов, свойства вмещающих пород;
- изучается динамика процесса сдвижения горных пород и другие явления, знания которых необходимы для решения вопросов совершенствования технологии разработки месторождения и планирования развития горных пород;
- задаются направления горным выработкам;
- разрабатываются мероприятия по безопасному ведению горных работ вблизи опасных зон и осуществляется контроль за их выполнением;
- производятся наблюдения за сдвижением горных пород и проявлениями горного давления, разрабатываются меры охраны зданий, сооружений, природных объектов и горных выработок от вредного влияния горных разработок;
- производится учет движения промышленных запасов, потерь и разубоживания полезного ископаемого.

При ликвидации или консервации горных предприятий маркшейдерская служба определяет полноту выемки полезного ископаемого и пополняет на момент ликвидации или консервации чертежи горной графической документации.

Данные маркшейдерии используются для планирования ведения горных работ, освоения и комплексного использования месторождений, а также при строительстве подземных сооружений, не связанных с разработкой месторождений полезных ископаемых.

Маркшейдерия включает:

- определение пространственного положения, размеров и формы тел полезных ископаемых, данных о горно-геометрической структуре и свойствах залежи;
- точное определение положения горных выработок и подземных сооружений по отношению к объектам земной поверхности для обеспечения правильного и безопасного ведения горных работ;

- перенесение в натуру геометрических элементов проектов горных выработок, зданий и сооружений, инженерных коммуникаций, транспортных путей, границ безопасного ведения горных работ, барьерных и предохранительных целиков;
- составление и пополнение чертежей горной графической документации.
В задачу маркшейдерии входят также:
- изучение процессов сдвижения горных пород и земной поверхности, прогнозирование этих процессов;
- разработка мер защиты сооружений, а также проектов расконсервации запасов в целиках под застройками;
- изучение процессов воздействия горного массива на выработки и их прогнозирование;
- учет запасов, потерь и разубоживания полезных ископаемых.

Одной из специфических отраслей маркшейдерии является разработка новых маркшейдерских приборов, предназначенных для автоматизации маркшейдерских съемок и специальных измерений, вычислительных работ и графических построений. Маркшейдерия использует достижения вычислительной и компьютерной техники, математическую обработку измерений, математическую статистику и связана с геомеханикой, сопротивлением материалов, оптикой, электроникой, геодезией, топографией и картографией.

Контрольные вопросы к 11 разделу

- 1. Какие задачи входят в маркшейдерскую службу шахты?*
- 2. При помощи каких приборов выполняются маркшейдерские работы?*
- 3. Какие вопросы решаются маркшейдерской службой при строительстве горного предприятия?*
- 4. Какие задачи решает маркшейдерская служба при эксплуатации месторождения?*

12. ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Учебные цели: опираясь на материал раздела, студент должен знать как осуществляется обогащение полезных ископаемых и какие способы применяются для обогащения угля

12.1. Общие сведения

Не так уж часто добытое из земных недр ископаемое можно сразу использовать по назначению. Прежде чем выданный на-гора каменный уголь найдет применение, его надо освободить от примесей глины, известняка, песка. Почти все руды прежде всего подвергают операции, которая называется обогащением.

Например, в железистых кварцитах, которые добывают в карьерах Криворожского бассейна, железа меньше половины, а остальное в основном кварц. Поэтому руда из карьера направляется не на металлургический завод, а на обогатительную фабрику.

Сразу после того, как вагон-думпкар или автосамосвал опрокидывает кузов над ямой приемного бункера фабрики, руда попадает в стальную башню, покрытую изнутри толстой броней. В башне вращается стальной конус, который, прижимая кварцит к плитам стенок, раскалывает каменные глыбы, словно орехи. Эта стальная башня называется конусной дробилкой.

В эту башню поступают куски камня размером иногда метра полтора, а выходит из нее крупный щебень. Он идет в следующую дробилку – поменьше. Из нее конвейер выносит мелкую щебенку и снова высыпает ее в дробилку, на этот раз последнюю. Там получается кварцитная крупа. Из дробильного цеха кварцитную крупу направляют в измельчительный цех. Там крутятся огромные мельницы – цилиндры, наполненные стальными шарами, похожими на ядра старинных пушек. Эти шары истирают кварцит в порошок.

Одни частицы порошка – кварцитные, другие – из магнитного железняка. Остается отделить частицы порошка друг от друга. Это делает машина, снабженная специальными магнитами. Поток воды, смешанный с порошком из железистого кварцита, проходит между магнитами, и они, притягивая к себе пылинки магнитного железняка, направляют их в одну сторону, а частицы кварца уходят в другую. Порошок, богатый металлом, называется железным концентратом. Он на 2/3 состоит из чистого железа.

Машина, которая разделяет кварцитную муку на два сорта – бедную железом и богатую железом, называется магнитным сепаратором. Но на этом превращение железной руды не заканчивается.

Для того чтобы при плавке сквозь концентрат хорошо проходил кислород, порошок надо снова превратить в куски. Этот процесс так и называется окускованием.

Есть разные способы окускования концентратов, но все они сводятся к тому, что мельчайшие частицы порошка спекаются. Для этого железный концентрат смешивают с коксом и известняком и сильно нагревают. Так из концентрата получают агломерат – жесткие дырчатые куски – сырье для доменных печей.

Для руд цветных металлов начало обогащения такое же: прежде всего их надо раздробить на куски и размолоть. Но дальше приходится поступать по-другому: ни медь, ни цинк, ни другие металлы не притягиваются магнитом.

Один из распространенных способов обогащения немагнитных руд – флотация.

Чтобы понять, что это такое, лучше всего сделать самому простой опыт. Возьмите виноградину и бросьте ее в стакан с водой. Удельный вес ягоды больше удельного веса воды, поэтому она сначала утонет. Но вскоре всплывет, вся покрытая мелкими пузырьками газа. Это растворенный в воде воздух. Его пузырьки прилипли к ягоде и, как поплавки, подняли ее на поверхность воды. Примерно то же происходит и во флотационной машине.

Измельченную руду смешивают с водой, в которую добавлены особые вещества – пенообразователи. Сквозь эту смесь – она называется пульпой – прогоняют воздух. Образуется огромное количество пены – мельчайших воздушных пузырьков. Они прилипают к частицам меди, серебра или свинца, но не прилипают к зернам примесей. Пустая порода тонет, а нужные нам зерна, хотя они и тяжелее, всплывают вместе с пеной.

Теперь, после того как руду обогатили, ее можно отправить на выплавку.

12.2. Обогащение угля

Сортировка по крупности. Добытый уголь поступает на углеобогательную фабрику, где происходит его сортировка по крупности и обогащение.

Товарный (обогащенный) уголь транспортируется к местам погрузки для отправки потребителям.

Рядовой (необогащенный) уголь сначала подвергается грохочению – просеиванию на виброгрохотах с несколькими ситами разной ячеистости, затем очистке и обогащению.

Известны классификации углей по крупности, например, битуминозного угля – «негабарит» (диаметром 12 см и более), «яйцо» (4 см), «орешек» (2 см), «горох» (1 см) и «мелочь»;

антрацита – «печной» (6 см), «горох» (1 см), «зерно» (0,5 см), «рис» (менее 0,5 см) и «пыль».

При разработке длинными очистными забоями обычно получают более мелкий рядовой уголь, чем при сплошной выемке.

Примеси и включения

Уголь содержит микроскопические практически неотделимые минеральные примеси (связанные с растениями – углеобразователями), а также включения, легко удаляемые путем дробления с последующим обогащением. Линзовидные включения образуют пирит (FeS_2), марказит (тоже FeS_2), карбонат и кальцит свинца (CaCO_3), (PbCO_3) и сульфид цинка (ZnS).

Включения могут также иметь вид тонких прослоек или заполнять трещины и зоны дробления, идущие под углом к угольному пласту.

Третий вид включений состоит в основном из песчаника, сланца и глинистого сланца.

Уголь, добываемый в подземных выработках, часто содержит примеси из почвы выработки и пород кровли, которые шахтер обязан удалять на всех (кроме круторасположенных) рабочих местах.

Мокрое обогащение

Наиболее распространены системы обогащения, основанные на различии в плотности чистого угля ($1,4 \text{ г/см}^3$ и менее), который почти всегда легче примесей (более $2,0 \text{ г/см}^3$) и поэтому держится у поверхности интенсивно перемешиваемой воды, тогда как более тяжелые примеси оседают. Этот процесс осуществляется в отсадочных машинах или других устройствах гравитационного обогащения, в которых обрабатываются смеси промежуточной плотности (рис.12.1).

С появлением усовершенствованного обогатительного оборудования существенно уменьшились трудности сортировки по крупности.

Водные суспензии песка или оксидов железа с плотностью, промежуточной между плотностями угля и примесей, обеспечивают более эффективное обогащение, чем чистая вода.

Сортировка по крупности, хотя это и трудоемкая операция, всегда необходима; зачастую для каждой градации крупности предусматривается своя обогатительная машина.

Обогащение в отсадочной машине. В отсадочной машине вода поднимается через сито, на которое медленно поступает уголь. Товарный уголь уносит-

ся потоком. Расположенный ниже более загрязненный материал после выгрузки идет в отвал. Самые тяжелые примеси, главным образом мелкий пирит, проваливаются через отверстия сита в сборную емкость и механически выгружаются из нее.

Песчаная сепарация. В тех случаях, когда для образования тяжелой суспензии применяется песок, обогащение осуществляется в большом стационарном сепараторном конусе, вращающиеся лопасти которого приводят в движение воду с песком и углем (крупность угля 0,6 см и более). Товарный уголь собирается в верхней части конуса, а песок с примесями оседает на дно.

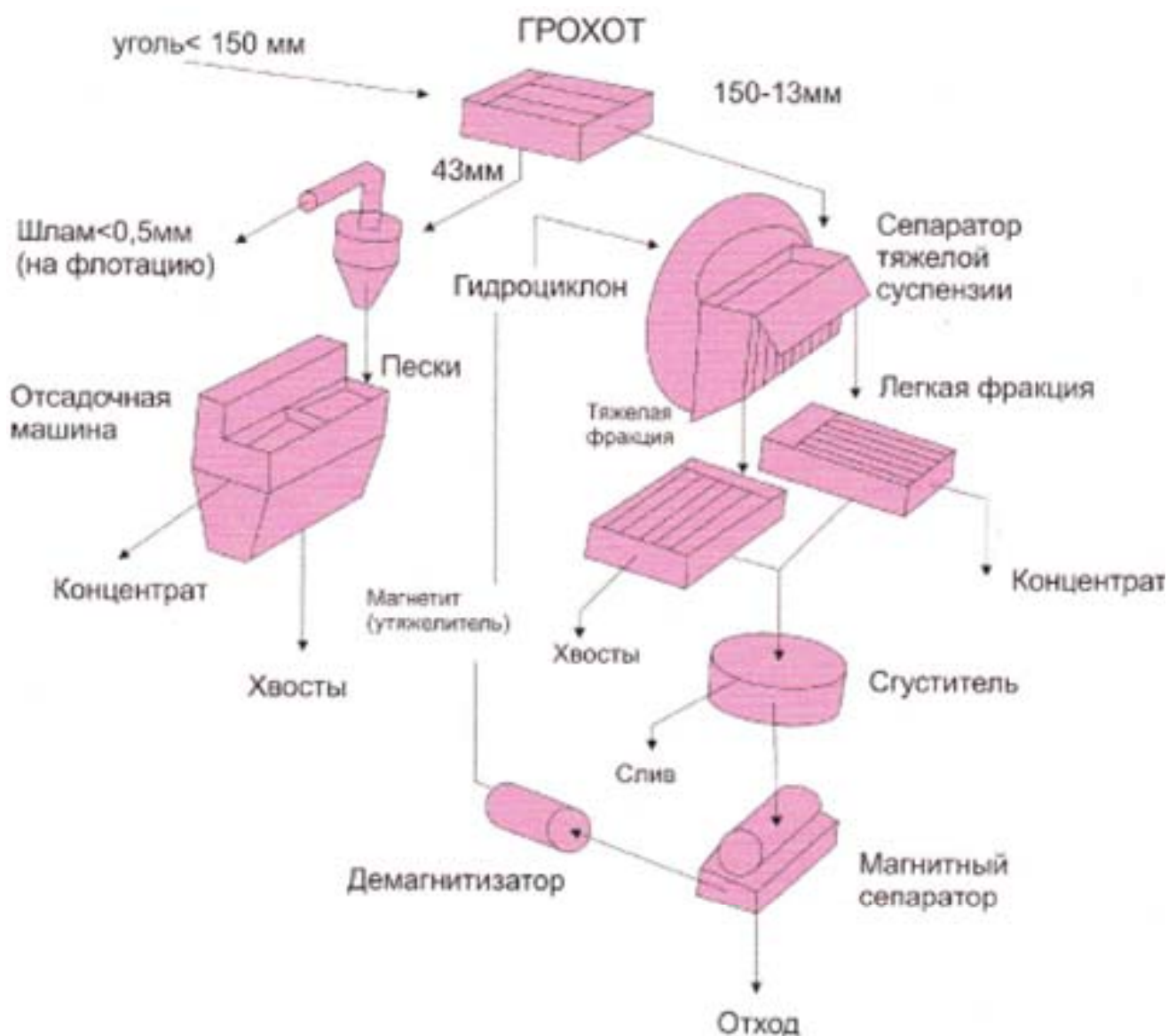


Рис.12.1. Процесс обогащения каменного угля.

Обогащение угля в тяжелой среде – один из самых популярных методов. Тяжелой средой в данном случае является водная суспензия порошка магнетита с высокой плотностью. Другой востребованный метод – обогащение в циклоне с тяжелой средой. За счет центробежной силы осуществляется разделение отходов и товарного угля. Применяется так же пенная флотация, когда частицы угля всплывают на поверхность вместе с воздушными частицами, будучи обработанными гидрофобным флотационным реагентом.

Использование угля. В прошлом уголь применялся в основном для отопления жилищ и в топках паровозов. В настоящее время возросло его использование для производства электроэнергии, а также для производства кокса в металлургической промышленности. Из летучих веществ, выделяющихся из угля при производстве кокса, получают каменноугольный деготь, легкие масла, химикаты, газ и проч. Эти компоненты служат основой для изготовления большого числа различных веществ, включая лекарства.

Контрольные вопросы к 12 разделу

- 1. Для каких целей применяется обогащение полезных ископаемых?*
- 2. Какие существуют способы обогащения угля и какие железной руд, а также руд цветных металлов?*
- 3. В чем заключается принцип мокрого обогащения углей.*
- 4. Как обогащается уголь в отсадочной машине?*

13. ВОДООТЛИВ НА ШАХТЕ

Учебные цели: опираясь на материал раздела, студент должен знать, для каких целей предназначен водоотлив на шахте и какие существуют схемы шахтного водоотлива

13.1. Общие сведения

Водоотлив предназначен для откачки шахтных вод из горных выработок. При подземной разработке различают **главный водоотлив**, предназначенный для откачки общешахтного притока воды, и **участковый водоотлив** – для перекачки воды из отдельных участков шахты к водосборникам главного водоотлива (реже непосредственно на поверхность земли).

Водоотлив по схеме откачки воды на поверхность разделяется на прямой, когда откачка воды из главного водосборника производится сразу на поверхность, и ступенчатый, когда из нижних горизонтов через стволы (реже скважины) вода перекачивается в промежуточные водосборники вышележащих горизонтов и затем на поверхность (рис.13.1).

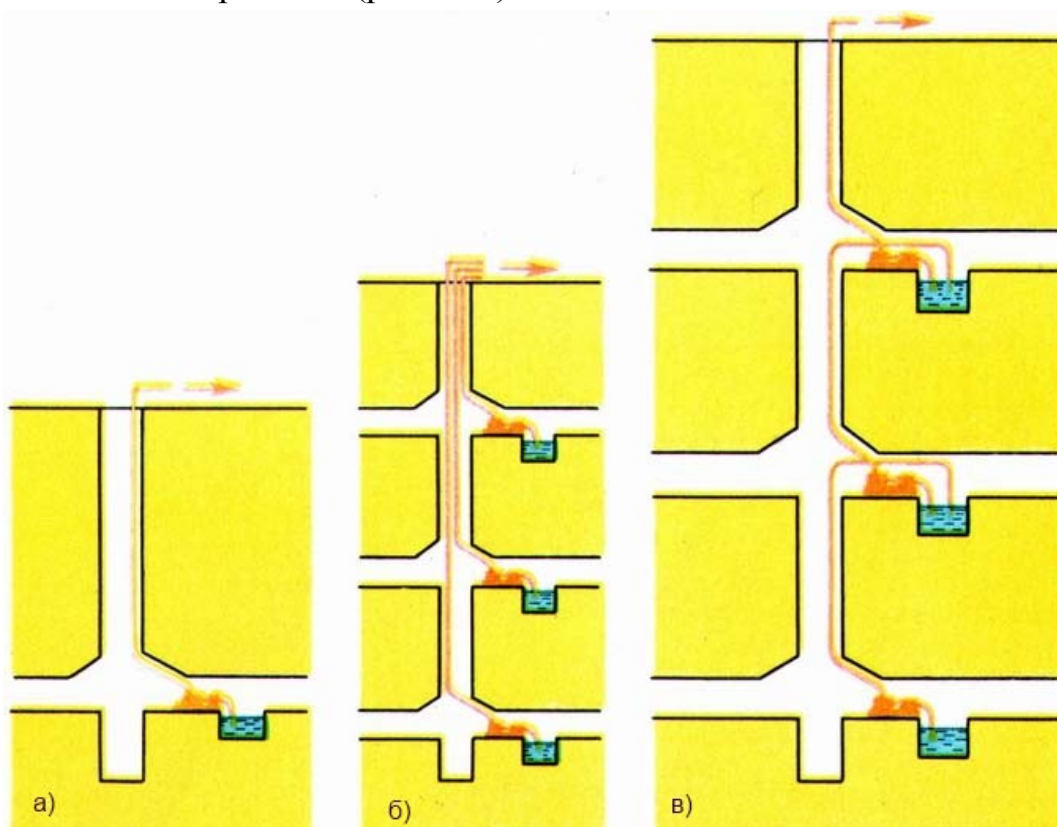


Рис.13.1. Схемы водоотлива на шахтах:

а) прямой на одном горизонте; б) при нескольких; в) ступенчатый с насосными камерами вышележащих горизонтов

Реже применяются другие схемы водоотлива, например, с передачей воды в расположенную выше (у ствола) насосную камеру, с перепуском воды из вышележащего горизонта и др.

В систему шахтного водоотлива входят устройства регулирования внутришахтного стока (водоотводные канавки, трубопроводы, перекачные насосы) водосборники, насосные станции с водосборными колодцами и водоотливными установками, с всасывающими и нагнетательными трубопроводами.

Устройства для регулирования стока внутришахтных вод включают трубопроводы и канавки отвода воды в участковые и главные водосборники. Шахтные водосборники и насосные камеры располагают с учетом гипсометрии почвы полезных ископаемых, состава горных пород, схем вскрытия и других горно-геологических и горнотехнических условий.

Насосная камера с водоотливными установками помещается у водосборника и соединяется с ним выработками.

При притоке воды более $50 \text{ м}^3/\text{ч}$ главная водоотливная установка состоит из трех одинаковых насосов (рабочего, резервного и находящегося в ремонте), каждый из которых рассчитывается на откачку за 20 часов суточного нормального притока.

Всасывающая труба каждого из насосов при притоке воды до $100 \text{ м}^3/\text{ч}$ опускается в один общий водозаборный колодец, а при притоке более $100 \text{ м}^3/\text{ч}$ – в отдельные колодцы.

Для главного водоотлива на шахтах (рис.13.2) применяются в основном центробежные многоступенчатые секционные насосы в горизонтальном исполнении, допускающие содержание механических примесей в воде (частицы крупностью до $0,1 - 0,2 \text{ мм}$) до $0,1 - 0,2 \%$.

КПД насосов изменяется в пределах $68 - 78 \%$.

Кислотоупорные насосы применяются при pH воды менее 5 или при содержании в ней свыше 100 мг/л свободной серной кислоты и могут соединяться параллельно и последовательно с заливочным и бустерным насосами.

Для участкового водоотлива в шахтах, кроме многоступенчатых центробежных насосов, используются также консольные центробежные, многоблочные и вспомогательные насосы (трубонасосы, электронасосные одновинтовые агрегаты, одноступенчатые центробежные горизонтальные насосы, центробежные горизонтальные консольные насосы).

При откачке неосветленных шахтных вод (с твердыми включениями крупностью до 20 мм), очистке водосборников от шлама и на участковом водоотливе применяются шламовые насосы (вертикальные, суспензионные, магнетитошламовые и др.)

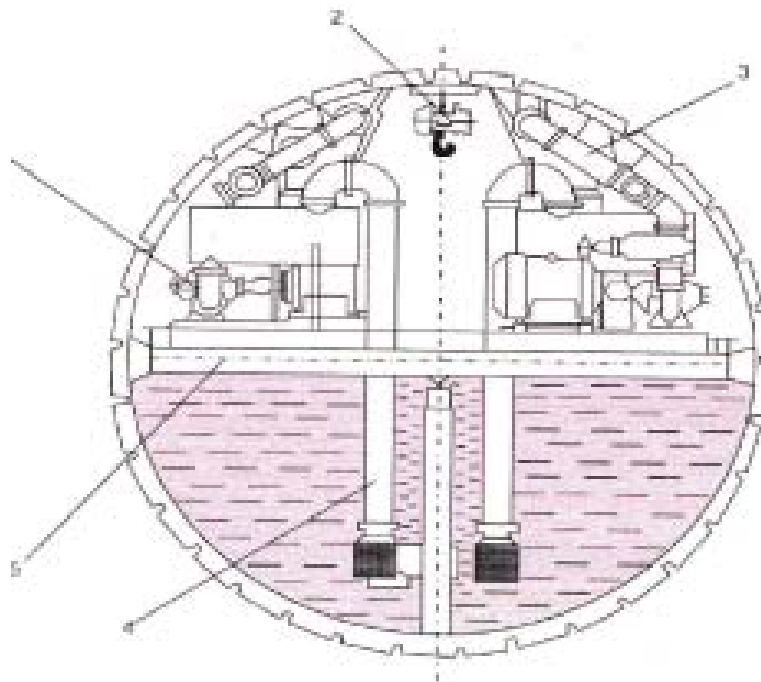


Рис.13.2. Размещение главной водоотливной установки в камере:

1 – насосный агрегат; 2 – приспособление для подъема и монтажа деталей установки; 3 – нагнетающий трубопровод; 4 – всасывающий трубопровод; 5 – перекрытие камеры.

Для подачи воды на поверхность в стволе шахты прокладывают минимум два става нагнетательных труб – один рабочий и один резервный; при двух одновременно работающих насосах прокладывают три става труб. Каждый став рассчитывается на выдачу нормального суточного притока не более чем за 20 ч; при повышенных притоках используются все ставы.

Водоотливные установки оборудуются аппаратурой автоматизации, контроля защиты. Аппаратура автоматизации обеспечивает автоматическую заливку, пуск и остановку насосов в зависимости от уровня воды в водосборнике, поочередную работу насосов, автоматическое включение резервных насосов при аварийном подъеме уровня воды в водосборнике и неисправности работающего насоса, дистанционный контроль и сигнализацию об уровне воды в водосборнике.

На угольных шахтах, опасных по газу и пыли, применяется аппаратура автоматизации во взрыво- и пылебезопасном исполнении.

В качестве приборов контроля гидравлических показателей используются манометры и расходомеры.

Для защиты насосов от гидравлических ударов при их остановке применяются специальные гасители ударов.

Основные пути дальнейшего совершенствования водоотлива на шахтах: сокращение объема и упрощение конструкции водосборников или применение бескамерного водоотлива с вертикальными погружными насосами и эрлифтами; совершенствование средств водоотлива для откачки на поверхность загрязненной воды; полная механизация труда при транспортировании оборудования, монтаже насосных агрегатов и трубопроводов, чистке водосборников.

13.2. Схема шахтного водоотлива

Наиболее распространенными схемами водоотлива при одновременной разработке двух или нескольких горизонтов являются следующие: вода, поступающая из забоев и выработанного пространства, по периметру горных выработок собирается в водоотливные канавки 4 (рис.13.3,а), по которым безнапорным потоком, через предварительный отстойник, направляется в водосборник.

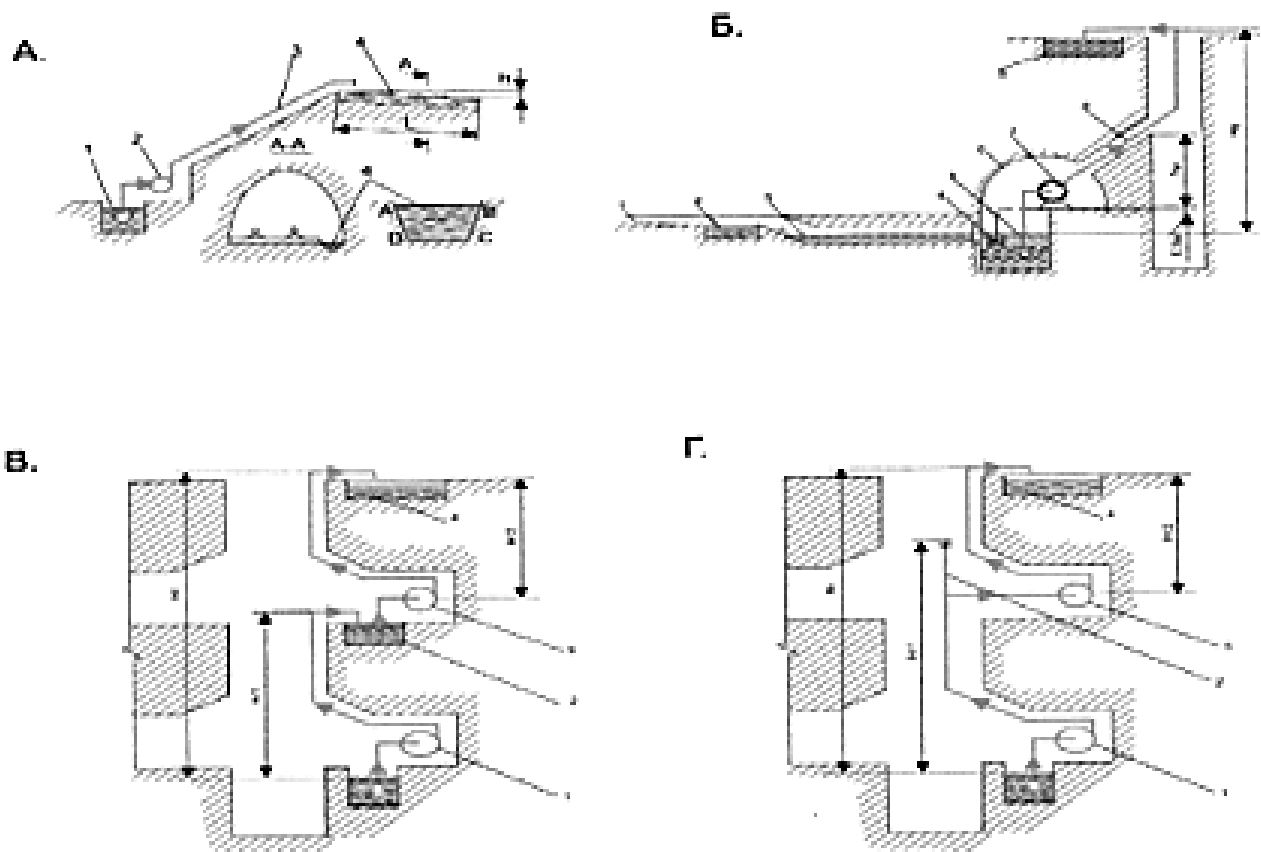


Рис.13.3. Схема шахтного водоотлива

Из водосборников и нижних горизонтов 1 вода насосами 2 по трубопроводу 3 напорным потоком поднимается на верхний горизонт, где располагается водоотливная установка, откачивающая воду на поверхность, и сливается в водоотливную канавку 4. Здесь вода по водоотливной канавке 1 (рис.13.3,б) через предварительный отстойник 2 поступает в водосборник 3 и через задвижку 4 протекает в приемный колодец 5, откуда насосами 7, расположенными в камере 6, по трубопроводу 8 поднимается на поверхность и направляется в очистные сооружения 9. Самотечный водоотлив осуществляется по канавкам 4, проведенным по почве выработок (рис.13.3,а), геометрический уклон которых равен необходимому гидравлическому.

Вода на поверхность или на верхний горизонт поднимается по трубопроводам 3 (рис.13.3,а) и 8 (рис.13.3,б) с помощью насосных установок 2 и 7. Напорный водоотлив осуществляется водоотливными установками, в состав которых входят насос, привод-электродвигатель, подводный (всасывающий) и напорный (нагнетательный) трубопроводы с соответствующей арматурой.

Водоотливные установки в зависимости от назначения классифицируются: на центральные – откачивающие воду на поверхность из подземных выработок ряда шахт, сбитых между собой; главные – откачивающие водоприток всей шахты; участковые – перекачивающие воду с нижележащих горизонтов на верхний, где расположена главная насосная установка (если глубина менее 100 м, то вода из пределов участка может откачиваться на поверхность); вспомогательные – откачка воды из зумпфов стволов, из раскосок и др.; передвижные – забойные, откачивающие воду из забоя проходки вертикальных или наклонных выработок.

Центральные, главные и участковые водоотливы оборудованы электронасосными агрегатами, в состав которых входят центробежные насосы, непосредственно соединенные с короткозамкнутыми асинхронными электродвигателями. Вспомогательные водоотливы оборудуют центробежными или объемного действия насосами с электродвигателями.

Вода из проходческих забоев насухо откачивается самовсасывающими героторными (винтовыми) насосами и гидроэлеваторами.

Если геометрическая высота H_g превышает максимальный напор, создаваемый насосами, то прямая схема центральной или главной установки оборудуется ступенчатой (рис.13.3,в) – на верхнем горизонте имеется промежуточный водосборник 2 и агрегаты 1, 3, которые находятся на обоих горизонтах, и работают независимо друг от друга, подавая воду соответственно на высоту $H_{г1}$ и $H_{г2}$, последовательным включением насосов 1, 3 (рис.13.3,г), находящихся на разных горизонтах и поднимающих воду на поверхность 4 (рис. 13.3,в, г). В

этом случае для защиты нижних насосов от повышенного статического давления, соответствующего полной геометрической высоте, необходимо перед входом в верхний насос предусмотреть сбросную трубу 2 (рис.13.3,г). Суммарная геометрическая высота первой ступени и превышения сбросной трубы 2 $H_{г1}$ должна быть больше, чем максимальный напор, создаваемый нижним насосом 1.

Насосные агрегаты центрального, главного, участкового и вспомогательного водоотливов являются стационарными установками, так как они монтируются на фундаментах и эксплуатируются в течение всего срока существования шахты, участка и горизонта.

Контрольные вопросы к 13 разделу

- 1. Для каких целей предназначен водоотлив на шахте?*
- 2. Какие существуют схемы водоотлива?*
- 3. Какие насосы применяют для главного водоотлива?*
- 4. Как откачиваются не осветленные шахтные воды?*
- 5. Какая применяется защита насоса от гидравлических ударов?*

14. ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Учебные цели: опираясь на материал раздела, студент должен знать особенности электроснабжения горных предприятий, какое электрооборудование должно эксплуатироваться в шахтах, опасных по газу и пыли

Электроснабжение горных предприятий – это обеспечение электрооборудования горных предприятий электрической энергией.

Установленная мощность современных шахт в зависимости от их производственной мощности, глубины залегания пластов, размеров шахтного поля, водообильности, уровня механизации, автоматизации и других факторов достигает десятков мегавольтметр. В связи с этим структура системы электроснабжения горных предприятий включает несколько блоков, имеющих свою специфику в части технической реализации, технических характеристик и исполнения электрооборудования.

По этому принципу можно выделить системы: внешнего электроснабжения, электроснабжения потребителей поверхности, электроснабжения подземных горных работ напряжением выше 1 кВ, стационарных и полустационарных установок, а также участков, которые могут питаться от главной понизительной подстанции (ГПП) по скважинам, штольням или центральной подземной подстанции (ЦПП).

Электроснабжение горных предприятий может осуществляться от энергосистем:

- автономных источников питания;
- собственных электростанций, связанных с энергосистемой.

Под системой внешнего электроснабжения понимают комплекс технических устройств, обеспечивающих передачу энергии от источника питания до приёмных потребителей горного предприятия, включающих подстанции глубокого ввода (ПГВ) и линий электропередач, а от них до ГПП.

Ввод на ПГВ может осуществляться напряжением 35, 110, 150, 220 кВ, а на ГПП (в зависимости от условий) – от 6 до 220 кВ.

Проектируют системы электроснабжения горных предприятий, в соответствии с классификацией электропотребителей, по надёжности электроснабжения.

По характеру ущерба, который может быть нанесен горному предприятию из-за перерывов в электроснабжении, все потребители электроэнергии делятся на три категории (I, II, III).

Электроснабжение горных предприятий осуществляют не менее чем по двум линиям от двух независимых источников питания независимо от величины напряжения).

Все питающие линии электропередач должны находиться под нагрузкой. ГПП, входящая в систему электроснабжения горных предприятий, представляет собой, как правило, распределительно – трансформаторную подстанцию, в которой устанавливают два трансформатора. Мощность каждого из них обеспечивает 100% нагрузку, или при аварийном отключении одного из трансформаторов, оставшийся обеспечивает питание потребителей I категории и основных потребителей II категории на время ликвидации аварий. Схемы и конструкции ГПП разнообразны.

Независимо от района расположения предусматривают открытые распределительные устройства (ОРУ) на напряжение 35 - 220 кВ с наружной установкой силовых трансформаторов и закрытые распределительные устройства (ЗРУ) на напряжение 6 - 10 кВ.

Схемы электрических соединений подстанций выбирают исходя из нагрузки предприятия, схемы и прилегающих сетей энергосистемы, количества и мощности силовых трансформаторов и линий, требуемой степени надёжности электроснабжения, уровня токов короткого замыкания, электрооборудования необходимых параметров и надёжности.

Схемы электроснабжения подземных горных работ обусловлены горно-геологическими условиями разработки, технологией работ, метанообильностью, запыленностью и повышенной влажностью в горных выработках.

Наиболее мощные потребители электроэнергии в подземных выработках шахт, разрабатывающих пологие и наклонные пласты – это водоотливные установки, очистные механизированные комплексы, проходческие комбайны, породопогрузочные машины, электровозный и конвейерный транспорт.

Суммарная установленная мощность современных участков 800 - 1200 кВт.

Наиболее распространенный способ питания участков – через ствол. В целях повышения уровня безопасности осуществляют обособленное питание электроприёмников шахт от поверхностных сетей. Схемы обособленного питания выполняются на базе трёхобмоточных трансформаторов и разделительных трансформаторов напряжения 6/6 кВ.

Система электроснабжения шахт большой производственной мощности при фланговом расположении вентиляционных стволов строится на основе двух ГПП с обособленным питанием от трёхобмоточных трансформаторов или трансформаторов с расщепленной вторичной обмоткой.

При питании подземных установок через скважины при напряжении 0,66 кВ понизительные трансформаторы устанавливают возле каждой скважины.

ны. При питании подземных электропотребителей через скважины или шурфы возможны два варианта построения системы электроснабжения горных предприятий – на напряжение до 1200 В и 6-10 кВ. В первом случае на поверхности у скважины устанавливается передвижной трансформаторный киоск или передвижная КТП. От секций шин ГПП электроэнергия подаётся по воздушной линии.

Во втором случае электроэнергия напряжением 6-10 кВ от шин ГПП подводится по воздушной линии к скважине или шурфу; в подземных выработках напряжение трансформируется.

Распределение и преобразование электроэнергии в подземных выработках осуществляется стационарными и передвижными подстанциями: ЦПП, РПП, участковыми стационарами и передвижными.

Основным оборудованием подземных подстанций является КРУ, силовые трансформаторы, преобразовательные агрегаты, коммутационная аппаратура напряжением до 1кВ, а также защиты сетей и управления электроприемниками напряжением свыше 1кВ.

В шахтах, не опасных по газу и пыли, применяются КРУ в нормальном (ВЯП - 6) или рудничном (КРУРН - 10) исполнении.

В шахтах, опасных по газу или пыли, в эксплуатации находятся КРУ РВД - 6 (исполнение РП), ЯВ - 6500 и КРУВ - 6 с электромагнитным выключателем.

Для питания очистных и подготовительных участков применяют передвижные трансформаторные подстанции ТСВП (ТСВЭ), а для пластов, опасных по внезапным выбросам угля и газа, – подстанции типа ТСВП – 160/6 - КП и ТСВП – 400/6 - КП.

Для зарядки аккумуляторных батарей электровозов используют зарядные устройства типа ЗУК и УЗА, а для питания контактных электровозов – тяговые подстанции АТП и АТПШ.

Распределение электроэнергии в подземных выработках, питание стационарных и передвижных машин и механизмов производится по кабелям специального назначения напряжением до и свыше 1 кВ, которые по своей конструкции делятся на бронированные, гибкие повышенной прочности (полугибкие), гибкие и особо гибкие. Для аппаратуры опережающего отключения используется кабель с расщеплёнными жилами.

Тяжёлые условия эксплуатации в подземных выработках, особенно в шахтах, опасных по газу или пыли, требуют применения специального взрывозащищенного электрооборудования, в котором приняты меры по обеспечению его пригодности для использования во взрывоопасной атмосфере.

Электрооборудование очистных и проходческих комплексов вместе с электрооборудованием погрузочных пунктов, осветительной сетью, распределительными пунктами, участковыми подстанциями и питающими кабелями составляет систему электроснабжения подземного участка.

В зависимости от горно-геологических условий, системы разработки электрооборудование располагают на конвейерном либо вентиляционном штреке (рис. 14.1).

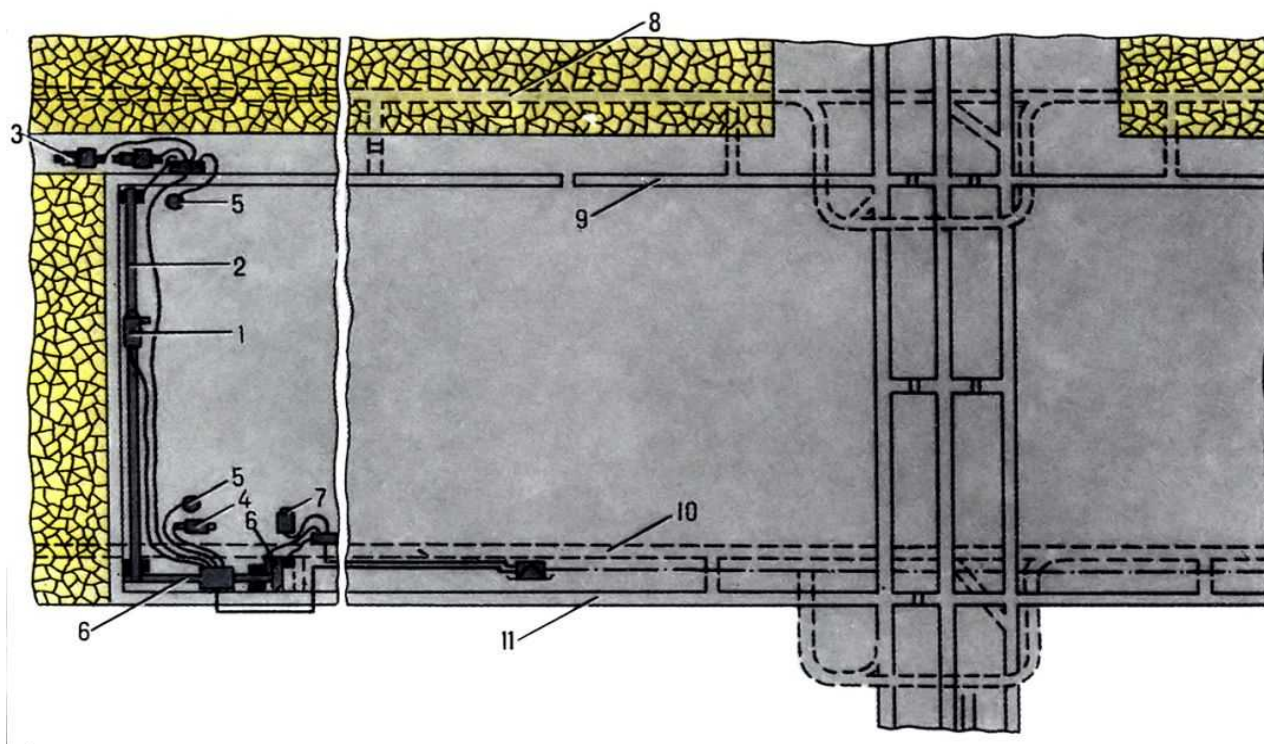


Рис. 14.1. Схема электроснабжения лавы при разработке длинными столбами: 1 – комбайн; 2 – забойный конвейер; 3 – маслостанция; 4 – насос орошения; 5 – ручное электросверло; 6 – перегружатель; 7 – погрузочный пункт; 8 – целевой вентиляционный штрек; 9 – вентиляционный просек; 10 – полевой откаточный штрек; 11 – конвейерный просек

Разнообразие систем разработок и способов питания определило и различные схемы электроснабжения подземных электроустановок.

Контрольные вопросы к 14 разделу

1. *Что собой представляет система внешнего электроснабжения горного предприятия?*
2. *Какие бывают схемы и конструкции главных понизительных подстанций?*
3. *Как выбираются схемы электрических соединений подстанций?*
4. *Как осуществляется распределение электроэнергии в подземных выработках?*
5. *Где располагается электрооборудование очистного забоя?*

15. ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ НА ГОРНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Учебные цели: опираясь на материал раздела, студент должен знать, какой вид транспорта применяется в шахте для транспортировки полезного ископаемого, грузов и людей по горным выработкам

15.1. Основные виды транспорта

Шахтный транспорт – это комплекс сооружений и устройств, предназначенный для приема и перемещения различных грузов и людей на подземных горных предприятиях.

На современных шахтах в задачи шахтного транспорта входит формирование и реализация двух разнонаправленных (встречных) грузопотоков.

Первый включает транспортирование людей, оборудования и других материалов к очистным и подготовительным забоям, другим производственным участкам.

Второй – прием и транспортирование в обратном направлении до околоствольного двора (на шахтах, вскрытых вертикальными стволами) или до поверхности (вскрытых наклонными стволами и штольнями) полезных ископаемых из очистных забоев (или породы из подготовительных), доставки в том же направлении демонтированного оборудования, металлолома, других вспомогательных грузов и людей.

Шахтный транспорт включает:

- транспортные машины;
- транспортные коммуникации;
- вспомогательное оборудование (погрузочные, перегрузочные и разгрузочные пункты);
- средства автоматизации и диспетчеризации;
- техническое обслуживание и ремонт.

В зависимости от места функционирования различают:

- шахтный транспорт подземный (лавный, участковый, магистральный, в околоствольных дворах и наклонных стволах);
- шахтный транспорт поверхности (в надшахтных зданиях, породных отвалах, складах).

В зависимости от вида перевозимого груза шахтный транспорт разделяют на:

- основной, предназначенный для перемещения полезных ископаемых и пустой породы;
- вспомогательный – для перемещения горного оборудования, различных материалов и людей.

Основные виды подземного шахтного транспорта – **локомотивный, конвейерный, самоходный** на пневмошинном механизме перемещения, **гравитационный, скреперный, гидравлический и пневматический**.

Вспомогательный шахтный транспорт (по горизонтальным и наклонным главным и участковым выработкам) включает:

- локомотивный или самоходный;
- монорельсовый (с локомотивной или канатной тягой);
- моноканатные дороги или напочвенные дороги с канатной тягой.

Перевозку людей осуществляют пассажирскими составами, сформированными из специальных вагонеток; самоходными машинами на пневмошинном механизме перемещения, монорельсовыми или моноканатными подвесными дорогами, реже людскими или специально приспособленными конвейерами.

В качестве вспомогательного оборудования шахтного транспорта широко применяют затворы, питатели, опрокидыватели вагонеток, лебедки, толкатели, различное путевое оборудование, контейнеры, поддоны, пакетирующие кассеты для формирования материалов и изделий в грузовые единицы, приспособленные для механизированных способов погрузки, разгрузки и складирования, а также перевозки различными видами транспорта без перегрузки по всему пути их перемещения.

На поверхности шахты применяется автомобильная перевозка, локомотивная откатка и конвейерный транспорт.

Транспортное оборудование технологического комплекса поверхности шахты отличается в зависимости от вида подъема. На шахтах большой производственной мощности применяют скиповой подъем, при котором полезное ископаемое от приемных бункеров транспортируется ленточными конвейерами к погрузочным устройствам железнодорожных вагонов или на резервный склад.

На поверхности шахты ленточные конвейеры располагают в закрытых галереях на разгрузочных эстакадах.

При клетевом подъеме в надшахтном здании производят прием, разгрузку и отправку в шахту по двум основным схемам:

- со свободным перемещением по рельсовым путям под действием силы тяжести с последующей компенсацией потерянной высоты;
- с принудительным перемещением вагонеток с помощью различных механизмов.

Породу от надшахтного здания в отвал перевозят в основном автотранспортом, реже с помощью подвесных канатных дорог.

Средства шахтного транспорта по принципу действия подразделяют на:

- транспортные машины непрерывного действия, перемещающие грузы непрерывным потоком с загрузкой и разгрузкой при движении рабочего органа (конвейеры, специальные погрузочные машины);

- периодического действия, загрузку и разгрузку которых производят при полной остановке транспортной машины или на малой скорости ее движения (вагонетки, самоходные вагоны, конвейерные поезда и бункер – поезда, монорельсовые дороги с локомотивной тягой, скреперные и другие установки).

Выбор видов и средств шахтного транспорта зависит от схемы вскрытия месторождения, системы разработки, способов отбойки полезных ископаемых и породы (взрывной или механической), характеристики транспортируемой горной массы (кусковатость, плотность, абразивность), дальности перемещения, величины грузопотока.

Перемещение горной массы в шахте от забоя до околоствольного двора или на поверхность осуществляют одним видом транспортных машин или несколькими видами с перегрузкой с одного вида транспорта на другой.

Цепь взаимосвязанных и управляемых транспортных машин и механизмов, включающих перегрузочные пункты, средства диспетчеризации и автоматизации и обеспечивающих надежное перемещение горной массы в заданном направлении, представляют собой транспортный комплекс, при различных видах транспортных машин – комбинированный транспортный комплекс (комбинированный шахтный транспорт).

В зависимости от конкретных горнотехнических условий подземной разработки полезных ископаемых, вида транспортируемых грузов (уголь, порода) и неравномерности грузопотока применяются простые (с одним видом) и комбинированные схемы транспорта.

На отечественных угольных шахтах, разрабатывающих пологие пласты, в участковых горизонтальных, а также участковых и главных (капитальных) наклонных выработках с углом наклона до $16-18^{\circ}$ используют в основном конвейерный транспорт, а в главных горизонтальных выработках – конвейерный транспорт или локомотивную откатку. При этом преимущественно вида транспорта устанавливается на основании технико-экономического сравнения вариантов.

На угольных шахтах, разрабатывающих крутые пласты:

- в участковых горизонтальных промежуточных выработках применяют конвейерный транспорт;

- в участковых углеспускных печах и гезенках – гравитационный самотечный; в вертикальных межгоризонтальных выработках – спиральные спуски;
- в штреках и квершлагах на горизонте околоствольного двора – конвейерный, комбинированный конвейерно-локомотивный или только локомотивный транспорт.

При вскрытии угольного месторождения наклонными стволами возможно использование конвейерного транспорта от забоя до поверхностного комплекса, включая погрузку угля в железнодорожные вагоны внешнего транспорта.

На стыках различных видов транспорта применяют аккумулирующие (усредняющие) емкости в виде горных бункеров – специализированных наклонных или вертикальных горных выработок, снабженных питателями или регулируемыми затворами, а также механизированных бункеров, устанавливаемых в горизонтальных или наклонных выработках и имеющих вместимость от 50 до 200 м³.

На подготовительных работах при проведении выработок по крепким породам буровзрывным способом применяют погрузочные машины, ленточные перегружатели и локомотивный транспорт.

При комбайновом способе проходки по породам невысокой крепости для транспорта горной массы применяют локомотивный или конвейерный транспорт – сочетание скребковых и ленточных конвейеров или телескопические ленточные конвейеры.

На современных подземных горных предприятиях основным видом шахтного транспорта является локомотивный, средствами которого на угольных шахтах по магистральным откаточным выработкам перевозится около 60% горной массы.

Обслуживание погрузочных пунктов при локомотивной откатке на угольных шахтах осуществляется по одному из двух видов организации движения:

- локомотив закрепляется за определенным составом;
- локомотив не закреплен за составом.

В первом случае состав передвигается локомотивом при погрузке, на перегонах и при разгрузке, что не требует дополнительного маневрового оборудования. Однако такой вид организации движения имеет относительно низкий коэффициент использования локомотивов.

Во втором случае состав перемещается локомотивом только на перегонах, а перемещение вагонеток при погрузке и разгрузке осуществляется различными маневровыми устройствами. Такой вид организации движения значительно повышает коэффициент применения локомотивов, создает возможность запаса порожних вагонеток на станциях, однако требует использования маневрового оборудования.

Применение саморазгружающихся секционных поездов, включающих секции с откидным днищем, позволяет организовать поточную технологию работы локомотивной откатки, при которой высокая производительность обеспечивается комплексной механизацией всех взаимосвязанных транспортных операций: погрузки, транспортирования и разгрузки. При этом откатка осуществляется по замкнутой трассе.

Четкая работа большого числа локомотивов обеспечивается организацией процессов откатки. Она включает сигнализацию, централизацию и блокировку (СЦБ), дистанционное управление локомотивами и диспетчерскую службу.

В зависимости от числа эксплуатируемых локомотивов, расстояния транспортирования, производительности и степени сложности путевого развития применяется несколько систем СЦБ.

Так шахты с небольшим числом электровозов и малой производственной мощностью оборудуют автоматической световой блокировкой или путевой сигнализацией без контроля за положением стрелок. При несложной схеме путевого развития и маневрирования в околоствольном дворе используют систему автоматической блокировки стрелок и сигналов, переключение которых производится автоматически по команде машиниста электровоза.

При сложной схеме развития, наличии в работе более 10 электровозов и большой производственной мощности применяют устройства электрической централизации, которые позволяют диспетчеру осуществлять с распорядительного аппарата все переключения по переводу стрелок и изменению сигналов.

На угольных шахтах, где более сложные условия эксплуатации локомотивного транспорта, получила распространение автоматическая путевая сигнализация и блокировка стрелок и сигналов. При этом рельсовые пути откаточных выработок разбивают на блок – участки, огражденные светофорами, оборудованными путевыми датчиками и дистанционно управляемыми с движущего локомотива стрелочными переводами.

На зарубежных шахтах внедрены системы автоматического вождения электровозов без машиниста с помощью передатчиков, рельсовых антенн и установленных на электровозе приемников.

В системах автоматического вождения используют компьютеры и промышленное телевидение, что позволяет повысить пропускную способность локомотивной откатки, сократить количество подвижного состава и обслуживающего персонала, а также резко повысить безопасность труда.

Наибольшая автоматизация достигнута на конвейером транспорте. Она включает дистанционное управление отдельными конвейерами и конвейерны-

ми линиями, при которой автоматизируются последовательный пуск конвейеров в порядке, обратном направлению грузопотока, и остановка конвейеров в порядке направления грузопотока; автоматизированный контроль за работой конвейера и его элементов, при котором автоматически отключаются приводные двигатели в случае нарушения режима работы конвейера или отдельных его элементов.

Основные направления развития современного шахтного транспорта:

- наиболее производительного поточного транспорта, в частности, конвейерных и секционных поездов с донной разгрузкой;
- широкое применение контактных и аккумуляторных электровозов с большим сцепным весом и системой импульсно – тиристорного управления тяговыми двигателями;
- систем автоматического вождения электровозов без машиниста;
- самоходных погрузочно – транспортных машин с дизельным и электрическим приводами и навесным сменным оборудованием многоцелевого назначения;
- вспомогательного самоходного транспорта, монорельсовых и откатных дорог;
- средств пакетно – контейнерной доставки на рабочие участки вспомогательных грузов;
- комплексная механизация и автоматизации всех производственных процессов на погрузке, транспортировании и разгрузке с использованием компьютерной техники.

15.2. Конвейерный транспорт

На горных предприятиях применяют следующие виды конвейеров:

- ленточные;
- ленточно-канатные;
- скребковые;
- пластинчатые.

Ленточные конвейеры перемещают насыпные грузы на конвейерной ленте, движущейся по стационарным роlikоопорам. Лента приводится в движение одним или несколькими приводными барабанами, связанными через редуктор с двигателями.

15.2.1. Ленточные конвейеры

Ленточный конвейер (рис.15.1; 15.2) состоит из приводного устройства, роликового става и натяжного устройства.

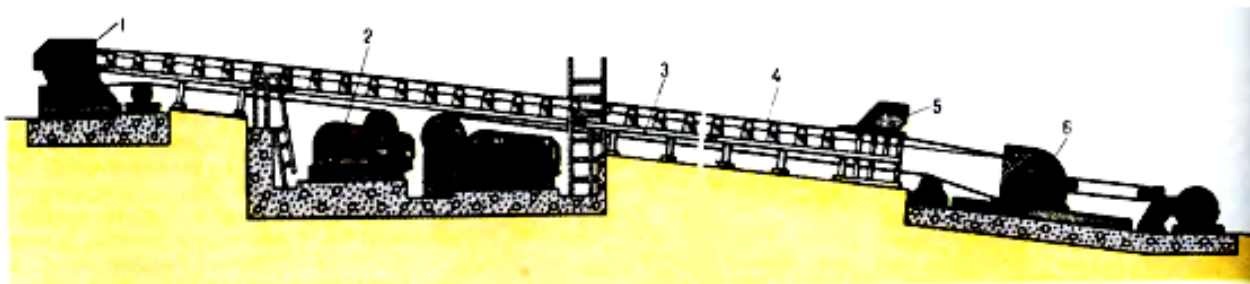


Рис.15.1. Схема наклонного стационарного ленточного конвейера:

1 – разгрузочная головка; 2 – привод; 3 – конвейерный став с ролико-опорами; 4 – лента; 5 – загрузочное устройство; 6 – натяжное устройство.

Конвейерная лента служит одновременно тяговым и грузонесущим органом. Ленточные конвейеры оборудуют вспомогательными приспособлениями, к которым относятся очистные и загрузочные устройства.

Все конвейеры снабжены аппаратурой управления приводом, а наклонные – устройствами, улавливающими ленту при обрыве (ловителями). Конвейерные ленты выпускают с



с тканевой основой и с основой из стальных тросов. Конвейерные ленты с тканевой основой состоят из каркаса, воспринимающего основные нагрузки на ленту, и обкладок, защищающих каркас от механических повреждений.

Рис.15.2. Ленточный конвейер в тупиковой горной выработке

Каркас представляет собой многослойную конструкцию, состоящую из нескольких слоев тканевых прокладок, связанных между собой тонкими резиновыми прослойками (сквиджами) толщиной 0,2-0,3 мм. Тканевые прокладки делаются из капрона, лавсана, анида, иногда из комбинированных тканей, сотканных из синтетических и хлопчатобумажных нитей. Обкладки выполняют из резины или поливинилхлорида. Толщина верхней обкладки (на которой лежит груз) больше, чем нижней. Прочность тканевых конвейерных лент характеризуется разрывным усилием одной прокладки, отнесенным к 1 мм ее ширины.

Мощные конвейеры оборудуют конвейерными лентами с основой из тросов. Каркас этих лент состоит из одного слоя стальных тросов диаметром 2,5-10 мм. Резиновые прокладки служат для защиты тросов от механических повреждений и коррозии. Запас прочности на растяжение резинотросовых лент 6,5-8,5.

Роликовый став ленточного конвейера предназначен для поддержания грузовой и порожняковой ветвей конвейерной ленты и направления ее движения. Он представляет собой металлоконструкцию, на которой установлены роlikоопоры. Иногда роlikоопоры, поддерживающие грузовую ветвь ленты, прикрепляют к двум параллельно натянутым стальным канатам, которые поддерживаются специальными опорами.

Роlikоопоры собирают из отдельных роlikов. Роlikоопоры для грузовой ветви (обычно трехроlikовые) состоят из планок и кронштейнов, на которых закреплены роlikи. Такие роlikоопоры называют жесткими в отличие от гибких, навешиваемых на параллельно натянутые канаты. Внутренние концы осей роlikов гибких роlikоопор соединяют шарнирами или угольниками, внешние при помощи крючьев или специальных зажимов закрепляют на канатах.

Для порожняковой ветви применяют одно – или двухроlikовые опоры. Закрепляют их на ставе при помощи специальных кронштейнов.

Приводное устройство предназначено для приведения ленты в движение и передачи тягового усилия. Оно состоит из рамы, на которой монтируются приводные и отклоняющие барабаны. Валы приводных барабанов через редуктор и эластичные муфты соединяют с электродвигателями.

Приводы стационарных конвейеров устанавливают на фундаментах, приводы передвижных конвейеров – на понтоне, на рельсовом или гусеничном ходу. Приводные устройства снабжают тормозом.

Натяжные устройства служат для натяжения конвейерной ленты, чтобы не допустить чрезмерного провисания ее между роlikоопорами. Они бывают грузового, винтового или лебедочного типов.

Очистные устройства служат для удаления с конвейерной ленты остатков налипшего груза после разгрузки конвейера. Они выполняются в виде различного вида скребков и щеток.

Для конвейеров, используемых на горных предприятиях, принят следующий ряд лент по ширине: 800; 1000; 1200; 1400; 1600; 1800; 2000; 2500; 3000 мм.

Ленточные конвейеры применяемые при подземной добыче полезных ископаемых имеют производительность от 270 до 2300 т/ч при скорости ленты 1,6 – 3,15 м/с. Схема конвейерного транспорта шахты представлена на рис 15.3.

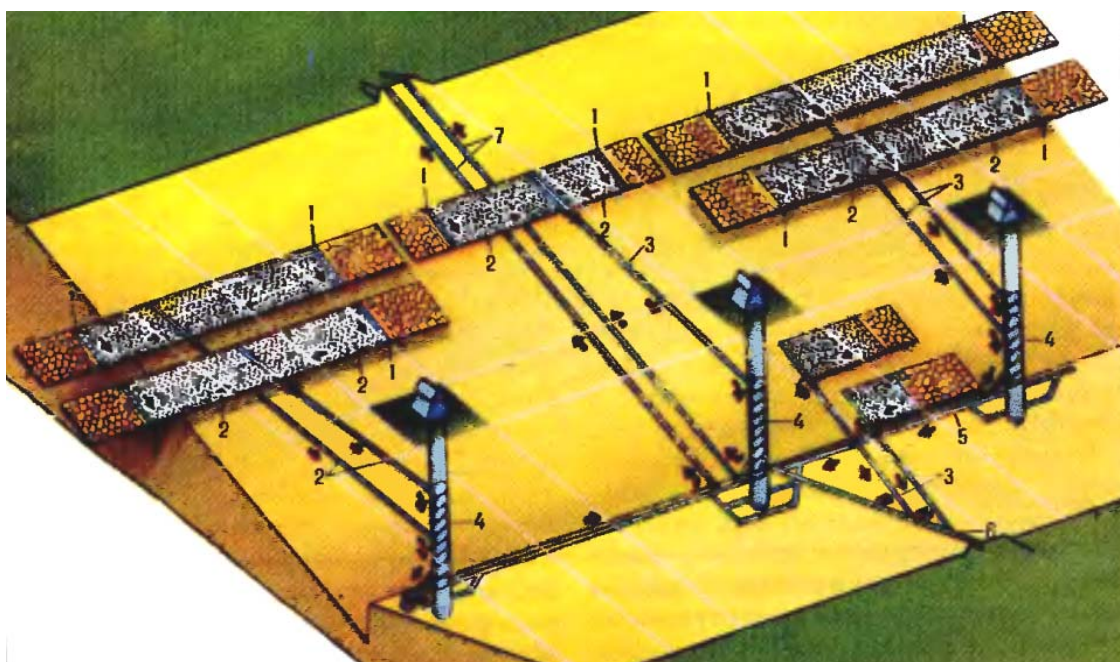


Рис.15.3. Схема конвейерного транспорта шахты:

1 – скребковые конвейеры очистных забоев; 2 – телескопические ленточные конвейеры; 3 – ленточные конвейеры, установленные в бремсбергах; 4 – винтовые углеспуски; 5 – штрековые ленточные конвейеры; 6 – ленточный конвейер наклонного квершлага; 7 – ленточные конвейеры наклонных стволов

Для подземных конвейеров приняты буквенные обозначения:

- Л – ленточный;
- У – уклонный;
- Б – бремсберговый;
- ЛЛ – ленточный людской;
- К – короткий;
- Т – телескопический;
- Н – крутонаклонный.

Конвейеры 1Л80, 2Л80, 1ЛТ80, 2ЛТ80, 1ЛТ100 предназначены для выработок с углом наклона от -3 до $+6^\circ$, непосредственно примыкающих к очистным забоям. Эти конвейеры имеют быстроразборный став с подвесными роликоопорами для ленты.

Телескопические конвейеры работают со скребковым перегружателем и могут сокращать свою длину на 30-40 м без расстыковки ленты и сокращения ее длины.

Конвейеры 1ЛБ80, 2ЛБ80, 1Л480, 2ЛБТ100 оборудованы телескопическими устройствами и применяются при обработке пологих угольных пластов по восстанию и падению.

Конвейеры 1ЛУ100, 2ЛУ100, 1ЛУ120, 2ЛУ120А, 2ЛУ120Б, 2ЛУ160В устанавливают в уклонах и наклонных стволах с углом наклона до 18° .

Для перевозки грузов и людей в выработках с углом наклона $6 - 16^\circ$ используют конвейер 2ЛЛ100.

К преимуществам ленточных конвейеров следует отнести простоту конструкции, возможность достижения большой производительности и высокую надежность.

Недостатки ленточных конвейеров:

- невозможность применения в криволинейных в плане выработках;
- высокая стоимость ленты;
- ограниченность транспортируемого груза по кусковатости (до 500 мм).

15.2.2. Ленточно-канатные конвейеры

В этих конвейерах тяговым элементом являются стальные канаты, а грузонесущим – лента специальной конструкции, свободно лежащая на канатах.

Наибольшее распространение получили конвейеры с двумя тяговыми канатами диаметром $29,5 \pm 58$ мм. Ширина ленты 766-1520 мм, диаметр приводных шкивов 2000 ± 4500 мм. Такие конвейеры устанавливаются по длинным трассам и имеют длину от 2 до 3 км.

Основные преимущества ленточно-канатных конвейеров:

- повышенный срок службы ленты (до 10 лет);
- сравнительно небольшая общая металлоемкость.

Недостатки:

- большие габариты приводных и натяжных станций;
- необходимость применения ленты специальной конструкции;
- ограничения по углу подъема (до 13°) и по крупности кусков (до 300 мм) транспортируемого груза.

15.2.3. Скребковые конвейеры

Скребковые конвейеры транспортируют насыпные грузы волочением по неподвижному желобу с помощью тягового органа, состоящего из одной или нескольких цепей с закрепленными на них перегородками – скребками, погруженными в слой насыпного груза. Основное назначение скребковых конвейеров – доставка полезного ископаемого по очистному забою в угольных шахтах. Кроме того, они могут устанавливаться в просеках, печах, в хвосте пластинчатого или ленточного конвейера, а также в магистральных выработках длиной до 150 м. Максимальный угол наклона, при котором скребковые конвейеры могут транспортировать насыпные грузы – 35° .

Основные элементы скребковых конвейеров:

- тяговый скребковый орган;
- рештачный став, состоящий из двух параллельных желобов, по которым перемещаются рабочая и холостая ветви тягового органа;
- приводное устройство, служащее для приведения в движение тягового органа.

Некоторые типы скребковых конвейеров оборудуют натяжными устройствами.

Рештачный став собирают из унифицированных секций (рештаков) длиной от 1 до 2,5 м. Они изготавливаются штампованными или сварными с прямоугольной или трапециевидной формой поперечного сечения (рис. 15.4; 15.5; 15.6; 15.7).

Рештаки соединяют в став быстроразъемными крючковыми соединениями или болтами. В большинстве конструкций конвейеров рештаки укладывают один над другим, образуя открытый желоб для рабочей ветви и закрытый для холостой. Имеются конвейеры, у которых рештаки собраны в два параллельных желоба, лежащих в одной плоскости.



Рис.15.4. Конвейер скребковый СП26У

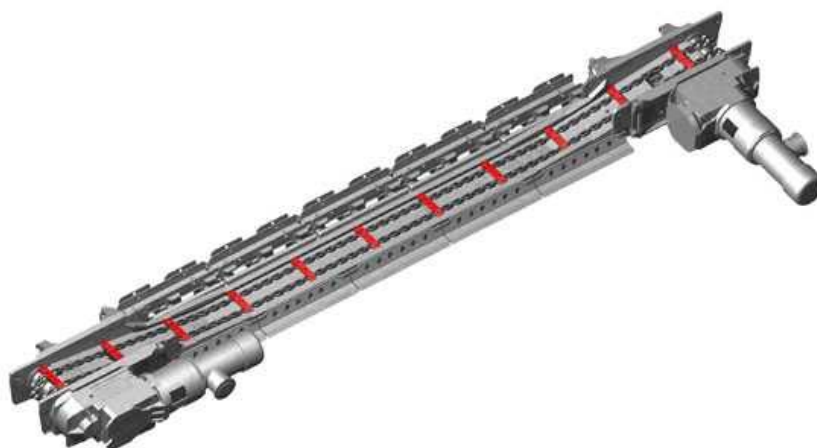


Рис.15.5. Конвейер скребковый СПЦ26

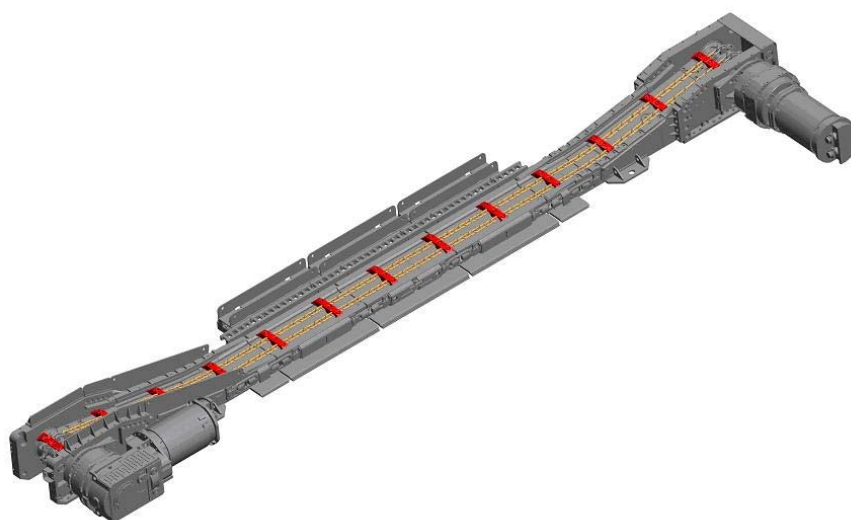


Рис.15.6. Конвейер скребковый КСД26В



Рис.15.7. Конвейер скребковый СП36

Тяговые органы скребковых конвейеров состоят из одной, двух или трех тяговых цепей, к которым болтами или специальными планками крепят скребки.

Приводное устройство скребковых конвейеров состоит из тягового блока, включающего в себя приводной вал со звездочками, редуктор и электродвигатель. Наибольшее распространение получили асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором. Редукторы применяют цилиндрические или цилиндроконические.

Двигатель с редуктором соединяют при помощи соединительных или предохранительных муфт. В мощных конвейерах используют гидромуфты. Все части привода конвейера смонтированы на общей раме.

В современных конвейерах электродвигатель, гидромуфта и редуктор с помощью фланцевых соединений объединены в приводные блоки.

Абсолютное большинство конвейеров, работающих в очистных забоях в составе комбайновых и струговых комплексов, а также в комплектах очистного оборудования с индивидуальными крепями, являются передвижными. Они могут подвигаться к забою после выемки комбайном полосы угля фронтально (по всей длине очистного забоя) или «волной» вслед за перемещением очистного комбайна. Подвигание конвейеров к забою при работе в составе комбайновых или струговых комплексов производится домкратами секций механизированных агрегатированных крепей.

Если в очистном забое установлены секции комплектных механизированных крепей или применяется индивидуальная крепь, конвейеры передвигаются с помощью домкратов гидропередвижчиков.

Процесс перемонтажа разборных конвейеров в очистных забоях весьма трудоемок.

Необходимы следующие исходные данные:

- расчетный грузопоток, поступающий на конвейер;
- длина конвейера;
- средний угол наклона.

К основным эксплуатационным параметрам скребкового конвейера относятся:

- размеры желоба, определяющие площадь поперечного сечения груза;
- скорость движения рабочего органа;
- прочность тяговых цепей;
- мощность привода.

15.2.4. Пластинчатые конвейеры

Пластинчатые конвейеры включают в себя рабочий орган, состоящий из одной или двух тяговых цепей, выполняющих функцию тягового органа, и пластинчатого полотна, состоящего из отдельных пластин, что придаёт ему определённую гибкость в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

Пластинчатые конвейеры могут работать на криволинейных трассах с малыми (около 10 м) радиусами закругления; имеют малое сопротивление перемещению грузонесущего органа; допускают установку промежуточных приводов, что увеличивает длину транспортирования без перегрузок; могут применяться при повышенных (до 40°) углах наклона, если пластины снабжены выступами или поперечными перегородками.

Недостатки пластинчатых конвейеров:

- большая масса движущихся частей;
- сложная конструкция грузонесущего полотна, состоящего из многих соединённых между собой элементов.

Последнее обстоятельство – причина малой надёжности пластинчатых конвейеров.

На горных предприятиях довольно широкое распространение получили пластинчатые питатели – разновидность пластинчатых конвейеров небольшой длины.

Пластинчатый конвейер (рис. 15.8) состоит из грузонесущего полотна, ходовых или стационарных роликовых опор, тягового органа, направляющих для верхней и нижней ветвей пластинчатого полотна, металлоконструкции става, приводной и натяжной станции. Последняя при наличии хвостового привода не устанавливается.

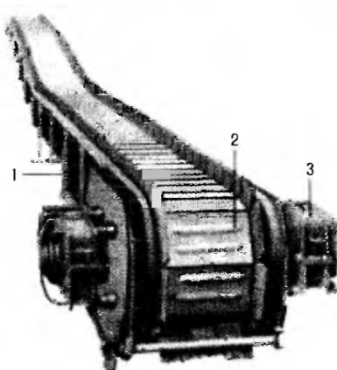


Рис.15.8. Пластинчатый конвейер:

1 – опора; 2 – пластинчатое полотно; 3 – приводная станция

15.3. Монорельсовые дороги

Монорельсовые дороги используются для перевозки грузов и пассажирских составов. Подвесной путь дороги состоит из секций, изготовленных из специальной двутавровой балки. Поезд может формироваться подвижными пассажирскими кабинами и гидравлическими устройствами для перевозки крепи и крупногабаритного оборудования. На подвесной дороге используется дизельно-гидравлический локомотив.

Преимуществом этого локомотива является энергонезависимость и возможность его использования в шахтах, опасных по внезапным выбросам газа и пыли.



Рис.15.9. Подвесная дорога ДП-155

Подвеска монорельса осуществляется с помощью цепи к анкерной крепи или спецболтами к рамной крепи. Минимальный радиус закруглений монорельсовой дороги в горизонтальной плоскости – 4 м, в вертикальной – 8 м. Максимальный угол эксплуатации – 30°.



Рис.15.10. Дизель-гидравлический локомотив ДПЛ-120

В состав поезда входит дизелевоз, тормозные тележки, предназначенные для торможения поезда при увеличении скорости более 2,5 м/с, а также подвижные несущие тележки для транспортировки грузов.

На рис. 15.9; 15.10 показаны моноподвесная дорога ДП-155 с дизель-гидравлическим локомотивом ДПЛ-120, а также гидравлическое устройство для перевозки крепи (рис.15.11) и общий вид дизель-гидравлического локомотива 1ММ80-ГД.



Рис.15.11. Гидравлическое устройство для перевозки крепи УПКГ-12ДУО

15.4. Напочвенный транспорт

Шахтный напочвенный аккумуляторный локомотив DLPA90F предназначен для перевозки материала и людей в горизонтальных горных выработках по рельсовым путям при максимальном наклоне пути 50 промиле (рис. 15.12).



Рис.15.12. Шахтный напочвенный аккумуляторный локомотив DLPA90F

Локомотив можно применять в шахтах, опасных по взрыву метана и угольной пыли. Управление локомотивом осуществляется из кабины машиниста, которая оснащена элементами управления, контроля и безопасности, а также приборами, которые служат для безопасного управления локомотивом. Исполнение кабины обеспечивает машинисту хороший вид на путь и надежную защиту от травм.

Аккумуляторные батареи расположены в контейнере между кабинами.

Электрическая система позволяет управлять мощностью приводных электродвигателей, обеспечивать контроль и диагностику рабочих режимов и параметров локомотива (температуру, уровень и давление рабочих жидкостей, скорости локомотива и т.д.). Вся информация, анализируемая электрической системой, сохраняется на флеш-карте для диагностики рабочего состояния локомотива.

Шахтный напочвенный дизелевоз DLPI40F предназначен для транспортировки материала и людей в горизонтальных выработках с рельсовыми путями и углом наклона до 35 промиле в шахтах, опасных по взрыву метана и угольной пыли (рис. 15.13).



Рис. 15.13. Шахтный напочвенный дизелевоз DLPI40F

В дизелевозе выхлопные газы охлаждаются в специальном выхлопном кондиционере так, что их выходная температура не превышает 70°С.

Пуск двигателя осуществляется гидравлическим стартером. Электронная система следит за рабочим режимом дизелевоза, скоростью, давлением и температурой агрегата, концентрацией метана. При превышении определенных величин или аварии автоматически включается гудок и происходит выключение двигателя и остановка дизелевоза. Дизелевоз можно использовать как источник давления (например, для отбойных молотков).

Аккумуляторный электровоз АРП4,5Т предназначен для транспортировки составов с грузом по подземным выработкам угольных шахт с уклоном до 0,005 и радиусом закругления рельсовых путей 8 м (рис.18.14).



Рис.15.14. Аккумуляторный электровоз АРП4,5Т

Данные электровозы могут эксплуатироваться в шахтах, опасных по внезапным выбросам угля и газа, исполнение электрооборудования РВ.

Контактный электровоз 4КА (рис.15.15) предназначен для транспортировки грузов по подземным выработкам шахт с углом до 0,005 и радиусом закругления рельсовых путей не менее 12 м.



Рис.15.15. Контактный электровоз 4КА

Электровоз 4КА может применяться в шахтах, в которых действующими правилами безопасности разрешена эксплуатация контактных электровозов.

Контрольные вопросы к 15 разделу:

- 1. Какие основные виды транспорта применяются в шахте?*
- 2. Где используется конвейерный транспорт?*
- 3. Назовите основные преимущества ленточных конвейеров.*
- 4. Где применяются скребковые конвейеры?*
- 5. Для каких целей используется монорельсовая дорога?*
- 6. Назначение напочвенного транспорта.*

16. ПРОВЕТРИВАНИЕ ШАХТЫ И БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА

Учебные цели: опираясь на материал раздела, студент должен знать, какие основные схемы вентиляции применяются при проветривании шахты, когда применяется дегазация пластов и для каких целей служат индивидуальные средства защиты

16.1. Вентиляция шахты

Вентиляция шахты – это система мероприятий, направленная на поддержание во всех действующих горных выработках шахты атмосферы с параметрами, необходимыми для ведения горных работ.

Различают вентиляцию общешахтную, при которой воздух, подаваемый с поверхности, омывает основные выработки шахты, и местную вентиляцию.

Средства инженерного обеспечения вентиляции шахты: вентиляторные установки, вентиляционные сооружения шахт, вентиляционные регуляторы, вентиляционные трубопроводы, горные выработки, проходимые специально для вентиляции, средства снижения аэродинамического сопротивления выработок и утечек воздуха.

Основные схемы вентиляции шахты: **центральная и фланговая**; их сочетание – **комбинированная** схема.

При **центральной** схеме вентиляции шахты (рис.16.1) воздух поступает в шахту и выходит из неё через стволы в центре шахтного поля.

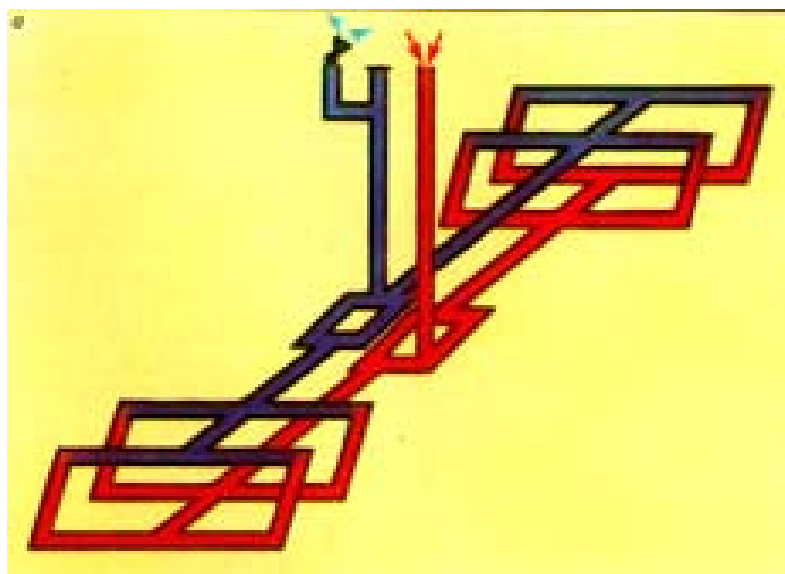


Рис.16.1. Центральная схема проветривания шахты

Схема применяется при ограниченных размерах шахтного поля по простиранию и относительно небольшой мощности шахты, ведении работ на глубоких горизонтах; обеспечивает быстрый ввод в действие главного вентилятора и создание сквозной струи при строительстве шахты; характеризуется большой протяжённостью пути движения воздуха, наличием параллельных струй чистого и загрязнённого воздуха, их неоднократными пересечениями и, как следствие, большими утечками и депрессией шахты.

Разновидность центральной схемы – схема с центрально-отнесённым расположением вентиляционного ствола.

При **фланговой схеме вентиляции** шахты воздух поступает в шахту через ствол в центре шахтного поля и выходит через стволы (шурфы), расположенные на флангах (рис.16.2).



Рис.16.2. Фланговая схема проветривания шахты

Схема применяется на неглубоких шахтах, когда невозможно или нецелесообразно поддерживать единый вентиляционный горизонт; практически исключает встречное движение поступающей и исходящей струй; длина пути движения воздуха, утечки и депрессия шахты меньше, чем при центральной схеме. Однако по схеме требуется не менее трёх вентиляционных стволов и обычно не менее двух вентиляторных установок; в период подготовки шахтного поля вентиляция шахты затруднена.

Разновидности фланговой схемы:

- крыльевая – единая выработка для исходящей струи на всё крыло;
- групповая – выработки для исходящей струи проходятся на каждую группу участков крыла;

- участковая – выработки для исходящей струи проходятся на каждом участке.

При небольших и средних размерах шахтных полей, небольшой мощности и газообильности шахты применяют единые схемы вентиляции шахты. На крупных шахтах с высокой газообильностью, при объединении нескольких шахт и разработке одной шахтой нескольких удалённых друг от друга пластов, используют секционные схемы вентиляции шахты, при которых шахтное поле делится на обособленно вентилируемые секции.

Способы вентиляции шахты:

- всасывающий,
- нагнетательный,
- комбинированный (нагнетательно-всасывающий).

При **всасывающем способе вентиляции** шахты вентилятор отсасывает воздух из шахты, создавая в ней разрежение, в результате чистый воздух через воздухоподающие выработки засасывается в шахту.

При этом возможно засасывание воздуха с поверхности через зоны обрушения (при наличии трещин, достигающих поверхности). Способ применяется на газообильных угольных шахтах до глубины 1500 м.

При **нагнетательном способе вентиляции** шахты вентилятор нагнетает воздух с поверхности в шахту; применяется на неглубоких шахтах, при небольшом газовыделении и аэродинамическом сопротивлении вентиляционной сети, аэродинамической связи выработок с поверхностью через зоны обрушения, фланговой схеме вентиляции шахты.

При **комбинированном способе вентиляции** шахты один вентилятор работает на нагнетание, другой – на всасывание; применяется при большом аэродинамическом сопротивлении вентиляционной сети шахты, разработке полезных ископаемых, склонных к самовозгоранию (при аэродинамической связи выработок с поверхностью через зоны обрушения), при фланговой схеме вентиляции.

Для расчёта расхода воздуха для вентиляции шахты (количество воздуха, подаваемое в единицу времени, $\text{м}^3/\text{с}$ или $\text{м}^3/\text{мин}$) используют **позабойный, общешахтный и статический** методы.

При **позабойном** методе расход воздуха определяется как сумма расходов на отдельных участках (забоях, камерах и т.п.); позволяет наиболее полно учесть особенности вентиляции шахты.

При **общешахтном** методе расход воздуха рассчитывается для шахты в целом по обобщённым показателям (суточная добыча шахты, расход взрывчатых веществ и др.) и общешахтным коэффициентам запаса.

Метод отличается простотой, однако недостаточно учитывает специфику вентиляции шахты.

Статический метод основан на предположении равномерного распределения вредных примесей по всему объёму потока; не учитывает динамику переноса вредных примесей.

Расход воздуха для вентиляции отдельных участков рассчитывается по газовыделению, наибольшему числу людей, занятых в смену; расходу взрывчатых веществ, пыли, теплу; для дальнейших расчётов принимается наибольшее из подсчитанных значений.

Одна из проблем вентиляции шахты – **утечки воздуха**, которые происходят через вентиляционные сооружения в шахте и на поверхности, обрушенные породы, нарушенные целики.

Они уменьшают поступление воздуха к участкам потребления, могут вызвать нарушение вентиляции шахты.

Для компенсации утечек увеличивают подачу воздуха в шахту.

Борьба с ними ведётся герметизацией вентиляционных сооружений, изоляцией выработанных пространств, использованием полевых выработок, рациональных схем вентиляции, снижением общешахтной депрессии.

Важная задача вентиляции шахты – обеспечение безопасности людей при авариях (пожарах, взрывах газа и пыли, внезапных выбросах угля и газа) и их ликвидации.

Требования к вентиляции шахты при авариях:

- предупреждение распространения ядовитых газов по шахте;
- быстрое и надёжное реверсирование вентиляционных струй;
- предупреждение образования опасных концентраций взрывчатых газов.

Режимы вентиляции шахты при авариях:

- нормальная вентиляция; уменьшение или увеличение расхода воздуха;
- прекращение вентиляции; реверсирование.

Вентиляция шахты обеспечивается вентиляционной службой шахты, в задачи которой входит контроль правильности распределения воздуха по выработкам и соблюдения норм подачи воздуха на участки потребления, контроль качественного состава воздуха, проведение воздушных и депрессионных съёмок, ремонт вентиляционных выработок и сооружений.

Для повышения эффективности и надёжности вентиляции шахты осуществляют автоматизацию управления на основе дистанционного контроля параметров вентиляции шахты, применяют ЭВМ.

Рекомендуется также изучить основные литературные источники [19-24].

16.2. Вентиляторы главного проветривания

Все угольные шахты должны проветриваться механическим вентиляционным оборудованием (вентиляторами ВОД, ВОК, ВОКД, ВОКР ВОД-11, ВОД-16, ВОД-21, ВОД-30, ВОД-40 и ВОД-50, ВЦ, ВЦО, ВЦД, ВШЦ, ВРЦД, ВЦП, ВЦЗ и др.).

Шахта может иметь один вентилятор или может проветриваться несколькими вентиляторами в зависимости от своего размера и потребности воздуха.

Эти вентиляторы должны подавать достаточное количество воздуха для полного проветривания шахты.

Воздух может подаваться в шахту нагнетанием или может вытягиваться из шахты вытяжной вентиляцией.

Вентиляторы главного проветривания могут быть центробежные, осевые вентиляторы с поворотными лопатками и осевые вентиляторы с автоматическим регулированием потока воздуха – все они имеют высокий КПД и надёжность согласно требованиям стандартов.

Эти вентиляторы могут изменять свой режим работы в процессе работы шахты. В центробежных вентиляторах это достигается добавлением съёмных закрылок к лопаткам рабочего колеса или поворотом лопаток вручную или автоматически.

Существуют определенные требования по установке и эксплуатации вентиляторов главного проветривания.

Для шахт, опасных по содержанию газа метана, вентиляторы должны:

- устанавливаться на поверхности;
- размещаться в пожаробезопасном проветриваемом помещении;
- располагаться на взрывобезопасном расстоянии от шахты;
- оснащаться сигнальными устройствами, которые срабатывают при замедлении или остановке вентилятора.

Вентиляторы главного проветривания в шахтах опасных по содержанию газа метана, должны оснащаться электрическими устройствами для быстрого реверсирования потока воздуха.

16.3. Вентиляторы местного проветривания

Небольшие вентиляторы (ВМП), расположенные около мест работы, называются вентиляторами местного проветривания.

Вентиляторы местного проветривания имеют некоторые преимущества над обычными средствами подачи воздуха в забой (перемычками). Перемычка часто используется для разделения прохода, чтобы направлять воздух в забой.

Вентиляторы местного проветривания должны быть установлены и работать таким образом, чтобы предотвратить рециркуляцию воздуха. Её можно устранить реверсированием потока воздуха в вентиляторе. Если вентилятор местного проветривания перемещает больше воздуха, чем подаёт вентилятор главного проветривания, то произойдёт рециркуляция воздуха.

Вентиляция тупиковых выработок обычно осуществляется с помощью взрывозащищённых вентиляторов ВМ, которые встроены в вентиляционные трубы диаметром 400, 500, 600, 800, 1200 мм. Подача воздуха вентилятором может изменяться с помощью направляющего аппарата.

16.3.1. Нагнетательный способ проветривания

Этот способ имеет наибольшее распространение.

Он особенно эффективен при длине выработок до 300 м, и только этот способ применяется для проветривания выработок, опасных по взрывам газа или пыли.

При нагнетательном способе свежий воздух подается по вентиляционному трубопроводу, прокладываемому по всей выработке, а загрязненный вытесняется непосредственно по выработке.

В соответствии с ПБ трубопровод должен отставать от забоя в горизонтальной выработке не более чем на 8 м, а в вертикальной – не более чем на 5 м.

Основным достоинством этого способа является то, что свежий воздух из трубопровода поступает непосредственно к забою, где работают люди.

Трубопровод работает под избыточным внутренним давлением, поэтому при нагнетательном способе могут использоваться как жесткие, так и мягкие вентиляционные трубы.

Дальнобойность струи воздуха, выходящего у забоя выработки из трубопровода, зависит от его скорости движения в трубопроводе и площади сечения выработки.

Для увеличения дальнобойности струи воздуха целесообразно на конце трубопровода использовать конусную насадку.

Нагнетательный вентилятор устанавливается на расстоянии не менее 10 м от устья проветриваемой выработки.

Если это требование не соблюдать, то часть воздуха исходящей струи на устье выработки может снова попасть в вентилятор, и будет происходить рециркуляция.

Если нагнетательный вентилятор устанавливается на сквозной струе основной выработки, то для исключения рециркуляции необходимо также, чтобы

подача вентилятора не превышала 70% подачи воздуха по основной выработке за счет общешахтной депрессии.

Недостатком нагнетательного способа является то, что удаляемые из призабойной части выработки газы, образующиеся при взрывных работах, распространяются по всей длине выработки. Это исключает выполнение каких-либо работ в выработке до окончания ее проветривания.

16.3.2. Всасывающий способ проветривания

При проветривании этим способом свежий воздух поступает непосредственно по выработке, а загрязненный удаляется по трубопроводу.

Всасывающий способ целесообразен для проветривания протяженных выработок, поскольку независимо от длины выработка не загрязняется, за исключением призабойной части, ядовитыми продуктами взрыва.

Основной **недостаток** способа заключается в том, что в ходе проветривания у забоя не происходит интенсивного перемешивания воздуха. Зона разрежения, из которой вентилятором засасывается воздух, имеет небольшую глубину.

Вследствие этого у забоя могут образовываться области застоя с высокой концентрацией ядовитых газов. В связи с этим недостатком всасывающий способ не эффективен в выработках с большой площадью поперечного сечения.

Кроме того, при всасывающем способе вентиляционный трубопровод на участке от забоя выработки до вентилятора работает под недостающим давлением. Следовательно, здесь исключается применение «мягких» труб. Способ нельзя применять в выработках, опасных по взрыву газа или пыли.

16.3.3. Комбинированный способ проветривания

При использовании этого способа по всей выработке прокладывается только трубопровод, по которому из забоя отсасывается загрязненный воздух, а в призабойной части – дополнительно трубопровод для подачи к забою свежего воздуха. Таким образом, в комбинированном способе сочетаются достоинства нагнетательного и всасывающего.

Нагнетательный вентилятор устанавливается за пределами зоны, загрязняемой вредными газами и пылью при взрывных работах. Протяженность этой зоны определяется расчетом в зависимости от массы взрывающегося взрывчатого вещества, его свойств и площади поперечного сечения выработки.

В среднем эта величина составляет около 50 м. Комбинированный способ особенно целесообразен для проветривания протяженных выработок с большой площадью поперечного сечения.

Однако, как и всасывающий, он не может применяться в выработках, опасных по взрыву газа или пыли.

16.4 Дегазация угольных пластов

Дегазация месторождения – это естественные или искусственные процессы удаления газов из их угольных пластов, вмещающих породы, (скопления свободных газов в зонах тектонических нарушений).

Цель дегазации – снижение поступления газа в горные выработки, предотвращение его внезапных выделений.

В зависимости от формы и генезиса газового скопления, величин природной газопроницаемости и газоносности пластов, интенсивности изменения природной системы «уголь (порода) – газ – природная среда» под воздействием горных работ, характера воздействий на источник газа, сроков ведения горных работ и дегазации, схемы бурения дегазационных (газосборных) скважин применяются:

- заблаговременная дегазация в пределах шахтных полей;
- ограждающая дегазация, предварительная дегазация;
- передовая дегазация, дегазация смежных угольных пластов-спутников;
- дегазация выработанных пространств отработанных и действующих выемочных участков;
- дегазация зон трещиноватых пород вблизи геологических нарушений закрытого типа;
- комплексная дегазация.

Дегазация бывает:

- **пассивной**, при которой источник интенсивного выделения газа в горные выработки изолируется от шахтной атмосферы и каптированный газ выводится либо за пределы опасного участка в струю воздуха для разжижения до допустимых норм, либо на дневную поверхность;

- **активной**, когда процессы сбора и изолированного от горных выработок вывода газа и вывода его на поверхность производятся под вакуумом, создаваемым специальными искробезопасными водокольцевыми вакуум-насосами.

Заблаговременная дегазация осуществляется через вертикальные скважины, пробуренные с поверхности до угольных пластов до начала горных работ.

Для повышения газопроницаемости и интенсивности газоотдачи пласты обрабатываются с поверхности через скважины гидropескоструйными и гидрорасчлняющими способами.

Ограждающая дегазация применяется при проходке выработок по газоносным пластам и породам при дебите метана в одиночную выработку свыше 3 м³/мин.

При этом виде дегазации в обе стороны от проходимой выработки через 20 - 60 м по её длине бурят длинные (до 100 м) дегазационные скважины диаметром 80 - 150 мм, которые служат барьером газу, движущемуся в выработку.

Отсос газа из скважины под вакуумом до 20,6 кПа снижает на 50-70% метанообильность проводимой выработки.

Предварительная дегазация разрабатываемых пластов скважинами диаметром 80- 150 мм осуществляется для снижения природной газоносности пласта и давления метана в пласте до начала очистных работ в шахтном поле; уменьшается также опасность внезапных выбросов газа и угля.

Дегазационные скважины бурят из пластовых или полевых выработок по восстанию, падению и простиранию пласта. Наиболее эффективны восстающие скважины, пробуренные через 10 - 20 м друг от друга на всю высоту этажа.

Схема расположения скважин и частота бурения (расстояние между соседними скважинами) зависят от:

- способа подготовки участка;
 - применяемой системы разработки;
 - интервала между окончанием бурения скважин и началом очистной выемки;
 - величины газопроницаемости пласта и скорости подвигания лавы;
- Максимальная эффективность предварительной дегазации 50 - 60%.

Для повышения газопроницаемости применяется подземный гидроразрыв и физико-химическая обработка пласта слабыми растворами кислот, способствующая растворению части составляющих пласт компонентов.

Передовая дегазация разрабатываемого пласта скважинами применяется в комплексе с предварительной дегазацией для повышения эффекта дегазации на 15 - 30%.

При передовой дегазации используется эффект влияния подвигающегося очистного забоя на напряжённо-деформированное состояние разрабатываемого пласта впереди линии забоя.

Дегазация смежных подрабатываемых и надрабатываемых пластов скважинами предназначается для существенного снижения метанообильности выработок выемочного участка пласта, вынимаемого с опережением по отношению к остальным пластам свиты.

При дегазации смежных пластов используется эффект их разгрузки от подработки или надработки, активизирующий процесс десорбции газа из смежного пласта. При подработке и надработке смежных пластов повышается их газоотдача в зонах разгрузки и расслоения. Выделяющийся газ улавливается через скважины и поступает в дегазационную систему шахты.

Выемка защитных пластов (наиболее действенное противовыбросное региональное мероприятие) в комплексе с дегазацией смежных (подзащитных выбросоопасных) пластов способствует более эффективной опережающей отработке защитных пластов.

Дегазация смежных пластов даёт максимальный эффект снижения газообильности шахт за счёт отсоса газа из наиболее крупного источника газа – выработанных пространств. Дегазация смежных пластов фланговыми скважинами позволяет отсасывать до 90% всего газа в пределах шахтного поля.

Дегазация выработанных пространств – процесс удаления концентрированных метано-воздушных смесей из выработанных пространств при выемке пластов с большими потерями угля (по мощности или в целиках угля) и смежных пластов, залегающих на близком расстоянии от разрабатываемого (в пределах зоны беспорядочного обрушения боковых пород). Дегазация выработанных пространств осуществляется при помощи отводов газопровода, введённых в изолированное от воздухопроводящих выработок выработанное пространство, или коротких скважин, пробуренных в купола обрушения боковых пород.

Комплексная дегазация – сочетание различных способов и схем дегазации для максимально возможного искусственного снижения метанообильности шахт.

Эффективность комплексной дегазации достигает 80 - 90%.

16.5. Индивидуальные средства защиты

Индивидуальные средства защиты – это специальные средства, непосредственно используемые работающими для уменьшения или предотвращения воздействия на организм вредных производственных факторов.

На предприятиях горной промышленности индивидуальные средства защиты предохраняют рабочих и служащих от высоких или низких температур, повышенной или пониженной влажности воздуха, пыли и др.

По назначению различают виды индивидуальных средств защиты:

- специальную одежду и обувь;
- средства защиты органов дыхания (противогазы, респираторы и др.), рук, головы, органов слуха, зрения и лица.

К индивидуальным средствам защиты относятся также предохранительные и спасательные пояса, диэлектрические коврики и т.п.

Назначение спецодежды – защищать рабочих от неблагоприятного воздействия внешней среды (механического, химического и термического), не нарушая при этом теплорегуляции организма.

Основными требованиями, предъявляемыми к спецодежде, являются ее воздухо-паропроницаемость и водоупорность.

Кроме того, она не должна стеснять движений рабочего.

Для изготовления спецодежды используют смешанные (из натуральных волокон в смеси с синтетическими) ткани, обработанные специальными пропитками и обладающие высокой износостойчивостью и хорошими защитными свойствами.

При работе с кислотами и щелочами применяют костюмы из шерстяной и синтетической ткани или из ткани со специальной пропиткой.

Для предохранения от воды и других нередких жидкостей используют одежду из льняных тканей или со специальной пропиткой. Защитные качества спецодежды для условий обводненных горных выработок обеспечиваются также применением прорезиненных тканей или тканей с резиновым покрытием.

Защита от пыли достигается с использованием тканей повышенной плотности, но имеющих достаточную воздухо- и влагопроницаемость для работающих в обводненных шахтах.

Для защиты ног работающих от механических повреждений, температурных воздействий (ожогов, перегрева, охлаждения, промокания), от действия различных агрессивных веществ (кислот, нефти, нефтепродуктов, органических растворителей) служит специальная обувь.

Большое значение имеет воздухо- и паропроницаемость, а также гигроскопичность материала, из которого изготавливается верх обуви. Чем выше влагопоглощение и влагоотдача материала, тем выше его гигиенические свойства.

На горных предприятиях применяется обувь: резиновая (сапоги резиновые клеевые, формовые с жесткими носками, чуни резиновые формовые, полусапоги общего назначения), кожаная и валяная.

Для защиты от поражения электрическим током служат специальные диэлектрические сапоги, боты и галоши.

Для предупреждения воспаления околосуставных сумок коленных и локтевых суставов, приводящих к заболеванию бурситом, используют наколенники и налокотники, применяют пластины микропористой резины толщиной 8 - 12 мм, укладываемые в специальные карманы на брюках и рукавах куртки.

При выполнении производственных операций, при которых кисти рук работающих соприкасаются с вредными веществами, способными вызвать кожные заболевания, термические ожоги и др., пользуются средствами для защиты рук (рукавицы, перчатки); для шахтных условий предусматриваются накладки на ладонной и тыльной частях.

Для основания и накладок используются те же ткани, что и для спецодежды, в том числе с резиновым покрытием.

Для защиты от поражения электрическим током служат специальные диэлектрические перчатки.

Одно из основных индивидуальных средств защиты головы на горных предприятиях – каски (применяют также шлемы, шапки, косынки).

Выпускают три типа полиэтиленовых касок:

- для подземных эксплуатационных рабочих;
- проходчиков и рабочих по обслуживанию вертикальных стволов;
- рабочих поверхности шахт – с утепляющим подшлемником для зимнего времени.

Важным элементом защиты органов слуха работающего от интенсивных производственных шумов являются противошумы (наушники, вкладыши).

По величине ослабления уровня шума, массе и силе прижатия противошумы разделяются на группы.

Для предотвращения падения людей с высоты или при передвижении по вертикальным и наклонным горным выработкам используют предохранительные пояса, индивидуальные канатные парашюты (подвешиваются на страховочный канат, протянутый вдоль выработки), другие предохранительные устройства.

Перечень защитных средств и сроки их носки регламентируются отраслевыми нормами. На всех работах с вредными условиями труда или на работах, производимых в неблагоприятных температурных условиях, по этим нормам рабочим и служащим выдаются бесплатно спецодежда, спецобувь и предохранительные приспособления.

Предохранительные приспособления (диэлектрические галоши и перчатки, противогазы и др.), когда они не указаны в отраслевых нормах, могут быть выданы рабочим и служащим на срок носки «до износа» или как «дежурные».

Индивидуальные средства защиты, выдаваемые рабочим, считаются собственностью предприятия и подлежат возврату при увольнении или переводе на работу, для которой выданные средства не предусмотрены нормами, а также по окончании сроков носки взамен получаемых.

В тех случаях, когда индивидуальные средства защиты вышли из строя раньше установленного срока по причинам, не зависящим от рабочего или служащего, администрацией совместно с представителем комитета профсоюза составляется акт. Пришедшие в негодность средства защиты заменяются бесплатно новыми.

Ремонт, дезинфекция (стирка) индивидуальных средств защиты осуществляется администрацией за счет предприятия в выходные дни или между сменами, когда рабочий не занят на производстве.

В период эксплуатации самоспасателей, диэлектрических галош и перчаток, предохранительных поясов и других средств в соответствии с установленными сроками производятся испытания и проверка их исправности, после чего делается отметка (клеймо) о сроке последующей проверки.

16.6. Основные правила поведения рабочих в шахте

1. Рабочие должны пройти обучение и уметь пользоваться приборами контроля метана, такими как шахтные интерферометры (типа ШИ), сигнализаторы метана (типа «Сигнал» и СММ), метаносигнализаторы, совмещенные с шахтным головным светильником (типа СМС).

2. В выработках, где работают рабочие, необходимо обеспечивать сохранность стационарной автоматической аппаратуры контроля метана (АКМ): следить за целостностью корпусов датчиков метана, защитных стекол приборов, оболочек кабелей; не вскрывать приборы и не нарушать установление на них пломбы; не допускать перекрытия жалюзийных решеток датчиков.

3. При остановке главного или вспомогательного вентилятора или при других нарушениях проветривания выработок (остановка вентилятора местного проветривания, разрушение вентиляционных сооружений и др.) рабочие должны немедленно прекратить работу, отключить работающие механизмы, предупредить остальных рабочих, находящихся в выработке, и выйти в выработку со свежей струей воздуха, сообщив о нарушении проветривания бригадиру (звеньевому) или лицу надзора участка, а при их отсутствии горному диспетчеру. Если остановка главного вентилятора продолжается более 30 мин, необходимо выйти к стволу, подающему свежий воздух.

4. Необходимо помнить, что прерывистый звуковой и световой сигналы переносного сигнализатора метана («Сигнал», СММ и др.), световой сигнал датчика стационарной автоматической аппаратуры контроля метана (АКМ), прерывистый звуковой и световой сигналы метан-реле (ТМРК), установленного на выемочном и проходческом комбайне; прерывистый световой сигнал метан-

сигнализатора (СМС), совмещенного с шахтным головным светильником, свидетельствуют о загазировании выработки.

5. Обнаружив загазирование выработки по звуковой (световой) сигнализации автоматического прибора контроля метана или по показаниям шахтного интерферометра, цифрового индикатора сигнализатора метана, необходимо немедленно прекратить работу, отключить работающие механизмы, предупредить других рабочих, находящихся в выработке, и выйти в выработку со свежей струей воздуха, сообщив об этом бригадиру (звеньевому) или лицу надзора участка, а при их отсутствии горному диспетчеру.

6. Увеличение частоты мигания лампы метансигнализатора, совмещенного с шахтным головным светильником, или метансигнализаторов других рабочих, находящихся в выработке, сигнализирует о резком нарастании содержания метана в атмосфере выработки, например, перед внезапным выбросом угля и газа, при прорыве метана из почвы и др. Поэтому, прекратив работу и предупредив рабочих, находящихся в выработке, необходимо выходить из загазированной выработки на свежую струю воздуха, включившись в изолирующий самоспасатель. Выйдя в выработку со свежей струей воздуха, необходимо сообщить о случившемся техническому надзору участка или горному диспетчеру.

7. При получении предупреждения о загазировании выработки или нарушении ее проветривания надо немедленно прекратить работу, отключить работающие механизмы и выйти в выработку со свежей струей воздуха.

8. Если Вы бригадир или звеньевой, то, обнаружив или получив сообщение о загазировании выработки или нарушении ее проветривания, должны немедленно прекратить работу, отключить работающие механизмы, вывести рабочих в выработку со свежей струей воздуха, сообщив об этом лицу надзора участка или горному диспетчеру.

9. Если Вы машинист горных выемочных машин (выемочных и проходческих комбайнов, врубовых машин, буровых установок), то, в случае обнаружения возле указанных машин местных скоплений метана, достигающих 2% и более, обязаны немедленно прекратить работу, остановить машины и снять напряжение с питающего кабеля. Если будет обнаруживаться дальнейший рост концентрации метана у машин или в течение 15 мин она не снизится, то Вы должны предупредить рабочих, находящихся в выработке, и выйти вместе с ними на свежую струю, сообщив об этом горному диспетчеру.

10. Нельзя без разрешения лиц технического надзора находиться в выработках, по которым будет двигаться исходящая струя из разгазированной выработки, заходить за посты и знаки, запрещающие подход людей к этим выработкам, а также снимать и переносить запрещающие знаки.

11. Нельзя заходить одному в выработки в нерабочие для шахты дни (смены), а также в отдаленные выработки шахты. В такие выработки должны направляться не менее двух рабочих при наличии у них переносного автоматического прибора контроля метана («Сигнал», СММ, СМС) и только по указанию лиц технического надзора.

Категорически запрещается заходить в непроветриваемые, заперемыченные и закрещенные выработки.

12. Перед началом работ в очистных и подготовительных выработках, проводимых по угольным пластам, необходимо визуально убедиться в пылевзрывобезопасности выработки. Если выработка пылевзрывобезопасна, работать в ней запрещено.

Проверка пылевзрывоопасности выработок, в которых для предупреждения взрывов угольной пыли применяются способы, основанные на использовании воды, должны производиться путем проверки состояния отложившейся угольной пыли на поверхности вентиляционных труб, оборудования, элементов крепи и др.

Выработка считается пылевзрывобезопасной, если в ней нет видимой сухой пыли и при хлопке рукой по поверхности оборудования пыль не переходит во взвешенное состояние, а в местах интенсивного пылеотложения угольная мелочь (штыб), набранная с почвы, при сжатии в руке комкуется. Осланцованная выработка считается пылевзрывобезопасной, если в ней нет поверхностей, не покрытых инертной пылью, и поверх инертной пыли нет скоплений угольной пыли.

13. Нельзя, без разрешения лиц технического надзора возобновлять работы в выработке, которая была загазирована или проветривание которой было нарушено, а также подавать напряжение на оборудование, находящееся в загазированной выработке.

14. В шахте категорически запрещается курить, проносить в шахту курительные принадлежности, пользоваться открытым огнем, вскрывать в шахте индивидуальные светильники.

15. Перед включением, вскрытием и ремонтом электрооборудования необходимо предварительно замерить содержание метана в месте его расположения.

16. Если Вы машинист электровоза, то прежде чем включить электровоз в любой выработке, в том числе и в выработке со свежей струей воздуха, необходимо произвести замеры концентрации метана у электровоза. Перед заездом электровоза в тупиковые выработки и в выработки с исходящей струей воздуха, необходимо произвести замеры концентрации метана у электровоза. Перед

заездом электровоза в тупиковые выработки и в выработки с исходящей струей воздуха Вы обязаны предварительно произвести контроль содержания метана в устье выработок.

17. Если Вы работаете на выбросоопасном или угрожаемом по внезапным выбросам угля и газа угольном пласте, то должны быть ознакомлены и обязаны знать предусмотренные в паспортах выемочных участков, проведения и крепления подземных выработок мероприятия по борьбе с внезапными выбросами угля и газа.

18. Нельзя начинать работы по выемке угля на выбросоопасном и угрожаемом по внезапным выбросам угольном пласте пока не будете ознакомлены горным мастером с результатами прогноза выбросоопасности и контроля эффективности способа предотвращения выбросов, которые отмечаются на досках, установленных у забоев выработок.

Запрещается производить выемку угля, если мероприятия по борьбе с внезапными выбросами не выполнены или не подтверждена их эффективность, прогноз выбросоопасности не производился или его результаты указывают на наличие опасной по выбросам зоне.

19. Необходимо также получить инструктаж о предупредительных признаках внезапного выброса угля и газа, характерных для угольного пласта в забое выработки, в которой Вы работаете, и запомнить их. При обнаружении признаков внезапного выброса угля и газа надо немедленно прекратить работу, остановить машины и механизмы, снять напряжение с питающего их кабеля, предупредить рабочих, находящихся в выработке, и вместе с ними выйти в выработку со свежей струей воздуха, сообщив об этом бригадиру (звеньевому) или лицу надзора участка, а при их отсутствии горному диспетчеру.

20. Вас должны ознакомить с местами расположения в выработках средств жизнеобеспечения. Вы обязаны уметь пользоваться средствами жизнеобеспечения, а также знать кратчайшие пути выхода на свежую струю воздуха от места работы.

21. В случае внезапного выброса угля и газа необходимо:

- немедленно включиться в изолирующий самоспасатель;
- переключить индивидуальный светильник;
- выключить машины и механизмы, а также снять напряжение с питающего их кабеля;
- оказать, если необходимо, помощь рабочим, находящимся в выработке, и кратчайшим путем выйти в безопасное место на свежую струю воздуха.

Контрольные вопросы к 16 разделу

- 1. Какие схемы проветривания применяются на шахтах?*
- 2. Для каких целей служат вентиляторы главного проветривания?*
- 3. Для каких целей служат вентиляторы местного проветривания?*
- 4. Когда применяются нагнетательный и всасывающий способы проветривания?*
- 5. Когда проводится дегазация угольных пластов?*
- 6. Для каких целей служат индивидуальные средства защиты?*
- 7. Расскажите об основных правилах поведения людей в шахте.*

17. ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ШАХТОЙ

Учебные цели: опираясь на материал раздела, студент должен знать структуру управления шахтой и функции управления горным предприятием [2]

17.1. Структура управления шахтой

Структура управления предприятием – это упорядоченная совокупность взаимосвязанных элементов, находящихся между собой в устойчивых отношениях, обеспечивающих их функционирование и развитие как единого целого.

По иерархии управления в условиях горного предприятия организационная структура является двухступенчатой – аппарат управления шахты и участка.

В условиях организационной структуры управления функциональные подразделения утрачивают права распорядительства, принятия решений и руководства нижестоящими структурными подразделениями; они лишь помогают линейному руководителю в выполнении отдельных функциональных задач силами своих специалистов. Линейные звенья принимают решения, а функциональные – планируют, координируют, информируют.

К недостаткам данной структуры относятся удлиненные пути прохождения информации, подготовки и принятия решений (рис.17.1).

Основными задачами шахты являются:

- обеспечение выполнения планов по добыче угля, производительности труда и себестоимости продукции;
- наиболее полное освоение производственной мощности;
- соблюдение безопасных условий труда;
- рациональное использование трудовых, материальных и денежных ресурсов.

Руководство деятельностью шахты осуществляет директор. Он несет полную ответственность за результаты ее производственно – хозяйственной деятельности. Директор шахты имеет заместителей, которые возглавляют отдельные службы.

Директору шахты подчинены:

- служба главного инженера;
- служба главного механика;
- заместитель директора по производству;
- заместитель директора по хозяйственным вопросам;
- заместитель директора по экономике;
- главный бухгалтер;

- отдел кадров.

Основными производственными звеньями шахты являются участки.

К основным относятся участки:

- по добыче угля;
- подготовительных работ;
- горно-капитальных работ.

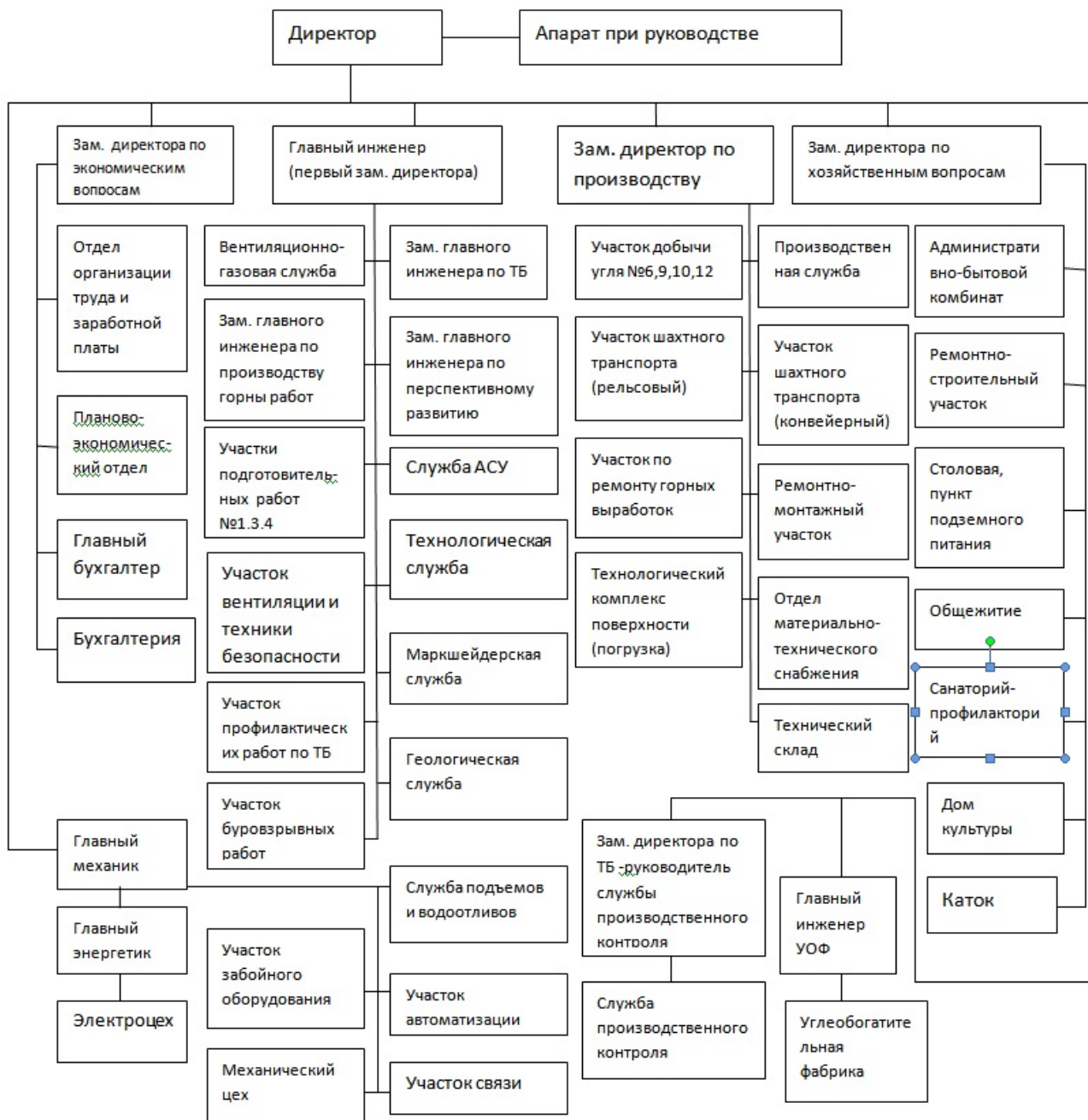


Рис 17.1. Структура управления шахтой

К специализированным относят участки, выполняющие определенный вид работ:

- по ремонту горных выработок;
- монтажный;
- вентиляции и техники безопасности;
- взрывных работ;
- профилактических работ по технике безопасности;
- хозяйственный;
- электромеханические мастерские.

К вспомогательным относятся участки:

- шахтного транспорта;
- технологического комплекса на поверхности;
- служба связи;
- служба подземного контроля качества продукции.

17.2. Функции управления на горном предприятии

Общие функции управления:

1. Планирование

Осуществление планово-экономических работ с учетом максимального использования резервов производства на шахте осуществляет экономическая служба.

Планирование представляет собой стадию процесса управления, на которой определяются цели деятельности, необходимые средства, разрабатываются эффективные методы управления предприятием

Процесс планирования позволяет формулировать целевые установки организации, использовать систему показателей деятельности для контроля результатов, координировать деятельность подразделений и служб.

Органической составной частью планирования являются составление прогноза, показывающего возможные направления будущего развития организации, рассматриваемой в тесном взаимодействии с окружающей средой.

Прогнозы на будущее и стратегические планы составляют основу текущих планов.

2. Функция организации - управление задачей, которой является формирование структуры шахты и обеспечение всем необходимым для ее нормальной работы (материалом, персоналом, оборудованием). Она создает реальные условия для достижения целей, предусмотренных в планах шахты.

Главное здесь – работа с персоналом, развитие стратегического и экономического мышления менеджеров, поддержка работников предпринимательского склада, склонных к оптимальному риску и нововведениям.

3. Мотивация – деятельность, имеющая своей целью активизировать людей, работающих на шахте, и побудить их эффективно трудиться для достижения поставленных в планах целей.

Для этого шахта осуществляет экономическое и моральное стимулирование, обогащает содержание труда и создаются условия проявления творческого потенциала работников и их саморазвития. Осуществляя эту функцию руководители должны постоянно воздействовать на факторы результативной работы членов трудового коллектива. К ним относятся: разнообразие работы по содержанию, рост и расширение профессиональной квалификации работающих, материальное и моральное поощрение работников, повышение ответственности, возможность проявления инициативы.

4. Контроль – управленческая деятельность, задачей которой является количественная и качественная оценка и учет результатов работы.

Главными инструментами являются наблюдение, проверка, учет и анализ.

Процесс контроля состоит из установившихся стандартов, измерения фактически достигнутых результатов и проведение корректировок, в том случае, если реальные результаты отличаются в худшую сторону от принятых в планах предприятия.

Эффективно поставленный контроль должен иметь стратегическую направленность, ориентироваться на результаты, быть своевременным, но достаточно простым.

5. Координация – функция процесса управления, обеспечивающая его бесперебойность (непрерывность).

Главная задача координации – достижение согласованности в работе всех звеньев организации путем установления рациональных связей между ними. Характер связи может быть различным и зависит от координируемых процессов, но наиболее часто используются отчеты, доклады, проведение собраний, компьютерная и телефонная связь, документация. С помощью этих форм связи устанавливается взаимодействие между подсистемами организации. Осуществляется маневрирование ресурсами, обеспечивается единство всех функций управления и согласовываются действия руководителей.

Конкретные функции управления

Конкретная функция управления является результатом разделения управленческого труда, т.к. отражает специфику производства.

Конкретные функции управления включают значительный объем работ, который выполняется управленческими подразделениями в соответствии с закрепленными за ними обязанностями.

Эти функции отвечают на вопрос, что должно быть сделано?

Набор конкретных функций включает:

- управление основным производством;
- управление вспомогательным и обслуживающим производством ;
- управление качеством продукции;
- управление персоналом;
- управление снабжением;
- управление сбытом угля;
- управление финансами на предприятии;
- управление социальным развитием.

17.3. Применяемые методы управления на шахте

Методы управления:

1. Организационные методы

С их помощью организация проектируется, учреждается; ее деятельность нормируется, регламентируется и обеспечивается инструкциями; фиксируются права и обязанности персонала, ответственность за различные ситуации.

К организационным методам относятся:

- методы формирования организационной структуры;
- методы проведения различных мероприятий;
- методы организации взаимодействия между структурными подразделениями.

Организационное воздействие реализуется с помощью регламентирования и инструктирования.

2. Административные методы

Их применение может сопровождаться поощрениями или санкциями в отношении исполнителей за успешную или неуспешную работу. Принципиальной особенностью является их субъективность и ориентир на достижение заданной результативности.

Эти методы поощряют исполнительность, а не инициативу.

3. Социально-психологические методы

Они предполагают два направления воздействия на поведение работников.

С одной стороны, они нацелены на формирование благоприятного морально-психологического климата в коллективе, развитие доброжелательных отношений между работниками и изменение роли руководителя.

С другой стороны – на раскрытие личных способностей каждого работника и помощь в его совершенствовании, что приводит к максимальной реализации человека, и повышение эффективности его трудовой деятельности и трудовой деятельности всего коллектива.

Социальные методы исследуют условия труда, квалификацию и профессиональный уровень работников, заболеваемость, производственный травматизм, степень удовлетворения потребностей человека.

Психологические методы представляют собой способы регулирования межличностных отношений путем создания в коллективе оптимального психологического климата.

4. Экономические методы

Они предполагают не прямое, а косвенное воздействие на объект управления.

Непосредственным исполнителем устанавливаются только цели, ограничения и общая линия поведения, в рамках которых они сами ищут оптимальные способы решения проблем.

Своевременное и качественное выполнение заданий вознаграждается различного рода денежными выплатами, которые в отличие от административных методов являются не просто заслуженными, а заработанными, т.к. размер вознаграждения напрямую зависит от достигнутого результата, то и работник заинтересован в его улучшении.

17.4. Обоснование направлений и разработка мероприятий по повышению эффективности менеджмента

Дефицит профессиональных кадров – уже объективная ситуация в стране. А в связи с демографической ситуацией, кроме этого, еще и уменьшается трудоспособное население.

Существующая система образования не формирует навыки, необходимые работнику в рыночных условиях. Недостаток знаний в области менеджмента, маркетинга, управления персоналом и прочего может оказаться отрицательным для организации в современных условиях. Поэтому особое значение имеет способность организации привлекать или же растить высококвалифицированных специалистов.

Обучение сотрудников нужно сочетать с политикой удержания специалистов, чтобы их не переманили организации, готовые предложить более выгодные условия работы подготовленным кадрам. Этого можно достичь, только создав такие условия, когда каждому сотруднику обеспечивается карьерный и профессиональный рост в рамках организации, когда каждый сотрудник видит четкие индивидуальные перспективы.

Важность непрерывного образования подтверждают следующие основные факторы:

- внедрение новой техники, технологии, рост коммуникационных возможностей создают условия для ликвидации или изменения некоторых видов работ. В связи с этим необходимая квалификация не может быть гарантирована базовым образованием;

- мир превращается в рынок без границ с высоким уровнем конкуренции между странами. Страны, имеющие современную систему инженерного труда и программы непрерывного образования, лидируют в условиях этой конкуренции. Они имеют возможность в кратчайшие сроки ответить на любой “вызов” повышением производительности инженерного труда;

- изменение во всех областях жизни – главный элемент современности. Непрерывные и быстрые изменения в технологии и информатике требуют непрерывного обучения персонала;

- для предприятия более эффективно и экономично повышение отдачи от уже работающих сотрудников на основе их непрерывного обучения, чем привлечение новых работников.

Производительность труда повышается намного быстрее, если производится специальное обучение: оно помогает также экономить значительную долю средств, расходуемых из-за некачественного выполнения работ.

Обучение необходимо исполнителю и в том случае, когда меняется содержание его работы.

Такие изменения могут происходить по многим причинам.

Изменение навыков, необходимых сотруднику, могут быть связаны с расширением сферы его деятельности по мере роста квалификации, а также с перемещением или продвижением на новую должность.

В ходе грамотной организации обучения важно устранить разрывы между навыками, существующими в данный момент; навыками, необходимыми для выполнения данной работы в ближайшем будущем, и навыками, которые потребуются в будущем для выполнения новой работы. Именно эти разрывы можно заполнить в результате обучения.

Если руководство предприятия думает о внедрении новой технологии, изменении методов работы, введении новых структур, расширении деятельности предприятия или его слиянии с другим, в любом случае необходимо тщательно спланировать обучение, требуемое для того, чтобы обеспечить эффективность изменений.

Обучение не является чем-то внешним по отношению к основной функции предприятия, наоборот, оно играет объединяющую роль в достижении основных стратегических целей. Так как практически каждое предприятие действует в быстро меняющихся условиях, умения и знания людей, необходимые им в их деятельности, также меняются, причём всё более быстрыми темпами.

Результаты профессионального обучения, в свою очередь, могут быть выражены в виде:

- роста прибыли;
- роста объёмов продаж;
- роста производительности труда работников;
- увеличения потенциала сотрудников и всего предприятия в целом;
- снижения затрат на обеспечение функционирования предприятия и т.д.

Становится очевидно, что развитие персонала выгодно любой организации. Вложенные в человеческие ресурсы инвестиции оправдывают себя всегда при разработке рациональной системы развития персонала. И каждая организация может таким образом воспитывать у себя именно таких сотрудников, какие ей нужны.

Обучение промышленного персонала шахты очень важно, т.к. они работают со сложным и дорогостоящим оборудованием. Доскональное знание и умение работать с этим оборудованием позволит сократить поломки оборудования из-за неправильного использования, сократить время на его ремонт.

Для обучения промышленно-производственного персонала желательно использовать наставничество. Его также можно использовать для менеджеров низшего звена. Обучение должно проводиться периодически, а также по мере обновления оборудования.

Наставничество – это один из способов передачи опыта. Для того, чтобы развить у индивида определенные навыки, можно предоставить ему более опытного наставника, который обучит его определенной технологии и методам работы, а впоследствии поможет решить все проблемы, возникающие в ходе работы.

Наставником может выступать опытный работник шахты.

Принципы наставничества:

- возможность регулярного общения;
- вместо готовых решений наставник предлагает только идеи и варианты;
- наставник направляет подопечного и контролирует его действия;
- согласование действий наставника и подопечного в решении проблемы.

В общем смысле наставничество – это процесс помощи со стороны сотрудников, давно работающих в организации, молодым сотрудникам. В основном это можно свести к следующему: передача знаний накопленных в организации, и усвоение норм поведения, принятых на предприятии.

Исследователи указывают, что наставничество не только способствует повышению производительности труда, но и может принести предприятию, значительно большую прибыль, поскольку сотрудники, прошедшие обучение под руководством наставника, более широко и творчески проявляют свои способности.

Исследования показывают, что новые сотрудники, вступившие в успешные отношения наставничества-ученичества, способны больше узнавать о делах, проблемах и целях организации, чем люди, у которых наставников нет.

Наставники полагаются на продвижение уже существующих знаний или профессиональных навыков.

Преимуществом данного метода является возможность обучения прямо на рабочем месте. Сотруднику не нужно ломать голову над тем, как перенести знания из теории на практику.

Для менеджеров низшего и среднего звена целесообразно применить тренинг. Его необходимость заключается в обучении персонала работать с компьютером, специализированными компьютерными программами, офисной техникой, Internet и т.д. Тренинги для формирования навыка являются наилучшим решением.

Под тренингом понимается мероприятие, цель которого – развить у его участника определённые навыки.

Тренинг обычно строится таким образом, что его участники могут взглянуть на свои проблемы со стороны. После этого составляется своеобразный план исправления ошибок. Такая форма работы даёт обучающимся возможность развивать приобретенные навыки.

Тренинг может проводиться внутри предприятия или за его пределами. От традиционных форм обучения тренинг отличает минимальное количество теории с упором на практику.

Можно сказать тренинг – это процесс, посредством которого некто учится новому умению или аспекту знания. В результате индивидуум овладевает ин-

струментами для выполнения определённой работы, вследствие чего переходит от осознанного незнания к осознанной компетентности.

Тренинг профессиональных навыков используется для:

- пополнения недостающих знаний;
- исправления недостатков в выполнении работником должностных обязанностей;
- доведения до автоматизма навыков работы в кризисных ситуациях;
- закрепления навыков работы при исполнении особо важных функций.

Для менеджеров среднего и высшего звена обучение целесообразно проводить посредством консультирования и обучения в стиле коучинг.

Консультант обычно является специалистом в определённой области бизнеса или знаний. К консультанту, как правило, обращаются люди, нуждающиеся в помощи при решении сложных и специфических проблем.

В ходе консультирования проясняются причины возникших проблем и осуществляется рассмотрение прошлого личного опыта в контексте событий, пришедших к настоящему положению вещей, в результате чего даётся экспертная позиция по данному вопросу.

Контрольные вопросы к 17 разделу

- 1. Какие основные задачи решаются при управлении шахтой?***
- 2. Какие производственные звенья существуют на шахте?***
- 3. Какие участки относятся к специализированным?***
- 4. Функции планирования горного предприятия.***
- 5. Какие методы управления существуют на шахте?***

18. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ УКРАИНЫ

Учебные цели: опираясь на материал раздела, студент должен знать какие особенности инвестирования в угольную промышленность, какие альтернативы использования угольных месторождений как источника углеводородного топлива

18.1. Инвестиционная привлекательность угольных шахт

В настоящее время в Украине разведаны большие запасы каменного и бурого угля, которые представлены многими областями по регионам (таблице 18.1.).

Таблица 18.1.

Название региона (области)	Запасы, млн т
Каменный уголь	
Донецкая	18549,0
Луганская	17984,2
Днепропетровская	13986,1
Харьковская	2081,1
Львовская	1364,7
Волинская	75,4
Всего по стране	54040,5
Бурый уголь	
Днепропетровская	1578,7
Кировоградская	801,3
Харьковская	390,0
Черкасская	84,1
Закарпатская	39,2
Житомирская	11,0
Всего по стране	2904,3

За последние годы благодаря переоснащению действующих шахт удалось снизить себестоимость добываемого угля и значительно увеличить угледобычу. Более 70% добытого угля потребляется в Украине, остальной экспортируется преимущественно в соседние страны.

Однако большие долги шахт, низкий уровень техники безопасности, неурегулированная законодательная база в области инвестиционной деятельности в отрасли, длительный период окупаемости затрат и высокий риск капиталовложений делают шахты непривлекательными для участия инвестора в процессе в настоящий момент: Инвесторы предпочитают вкладывать денежные средства в более привлекательные отрасли, чем в убыточные шахты. Одной из причин является также недостаточное развитие приватизационных процессов в угольной отрасли.

Сама приватизация не приведет автоматически к решению всех проблем. Но без смены формы собственности и без наличия эффективного собственника предприятия, невозможно его успешное функционирование в условиях рынка.

Необходимым фактором для привлечения инвестора является возможность приобретения контрольного пакета акций угольной шахты в процессе приватизации. Следует иметь в виду, что промышленный инвестор преследует цель управлять производством и получать от этого прибыль, а не спекулировать акциями. Каждый инвестор желает контролировать предприятие, владельцем которого он является. Пока инвестор не будет контролировать ситуацию на предприятии ни о какой приватизации с его участием, а значит, и о привлечении его капитала не может быть и речи.

Для того, чтобы стимулировать привлечение частного капитала в акционерные общества на серьезном уровне необходимы:

- ❖ реструктуризация предприятий, избавление их от объектов и вспомогательных предприятий, которые могут работать самостоятельно;
- ❖ реструктуризация долгов угольных предприятий;
- ❖ решение вопроса о контрольном пакете акций;
- ❖ изменение законодательной базы (относительно законов, регламентирующих вопросы добычи угля);
- ❖ изменение методики оценки рыночной стоимости угледобывающих предприятий в процессе приватизации, которая в настоящий момент не отражает специфики угольной отрасли;
- ❖ собственнику приватизированного предприятия должна выдаваться долгосрочная лицензия на добычу угля;
- ❖ либерализовать рынок угля в Украине, дать возможность угольным предприятиям самостоятельно разрабатывать и реализовывать маркетинговую стратегию с учетом интересов украинской экономики и обеспечения национальной безопасности. [51]

18.2. Особенности инвестирования в угольную промышленность

Инвестор, рассматривая вопрос осуществления инвестиционного проекта в горнодобывающей отрасли, должен учитывать ее специфические особенности. Основным фактором, влияющим на условия инвестирования, является длительный срок окупаемости проекта.

Опыт осуществления инвестиционных проектов в горнодобывающей промышленности развитых стран показывает, что инвестиционный проект начинает окупаться примерно через 5 – 10 лет.

Эти факторы накладывают особые требования инвестора к гарантиям его деятельности со стороны государства. Прежде всего, это гарантии предоставления инвестору всех необходимых разрешений (лицензий), необходимых для осуществления инвестиционного проекта на полный срок его действия.

Право использования инвестором полезного ископаемого в пределах горного отвода должно быть исключительным, т.е. не может одновременно предоставляться и другим лицам. Только так инвестор может нести полную ответственность за последствия своей инвестиционной деятельности.

Права инвестора на добычу и реализацию полезного ископаемого, не должны ограничиваться вовсе, либо ограничиваться разумно квотами, ценовыми ограничениями, либо иными способами государственного регулирования.

С точки зрения эксплуатации уже разведанных и действующих месторождений полезных ископаемых, инвестору должны передаваться исключительно перспективные объекты.

Перспективные – это те горные отводы, где залежи полезных ископаемых обеспечат его добычу на срок действия инвестиционного проекта.

Отдельного внимания заслуживают объекты, требующие рекультивации и восстановления (например, породные отвалы). Такие объекты требуют дополнительных капиталовложений и поэтому они должны передаваться инвестору на особых условиях, возможно, при их передаче, должны уменьшать размеры оплаты за акции на сумму необходимых капиталовложений.

Немаловажным аспектом является географическое положение объекта инвестиций. Горнодобывающая отрасль существует в тесной взаимосвязи с перерабатывающими и обогащательными комплексами, а также потребителями (металлургия, энергетика). Их географическая близость, развитость транспортной инфраструктуры влияют на решение об инвестировании.

Отдельно инвестор оценивает комплекс экономических вопросов. Значительный износ оборудования, а также необходимость его замены на новое, более современное, определяет требования инвестора к его свободному и беспошлинному ввозу на территорию Украины и вывозу.

Наиболее существенную проблему составляет проблема неплатежей.

Угольная промышленность существует в очень тесной взаимосвязи с энергетическим комплексом. Проблема расчетов за электроэнергию влечет за собой неоплату топлива электростанциями, что, в конечном счете, сводит к нулю саму идею инвестиционной деятельности. Таким образом, инвестор заинтересован в наличии государственных гарантий оплаты конечной продукции.

За время длительного государственного управления угольными предприятиями у них накопилось огромное количество долгов и, в первую очередь, перед бюджетом. Представляется достаточно похвальным стремление государства переложить свои долги на нового собственника, но маловероятно, что инвестор с этим согласится. Когда должник и кредитор совпадают в одном лице, долговое обязательство прекращается. Поэтому списание государством старых долгов является логичным и справедливым.

Что касается амортизационной политики, то существующий в Украине порядок амортизации существенно тормозит процесс обновления основных фондов.

Горнодобывающее оборудование эксплуатируется в очень сложных условиях и имеет кратковременный срок службы. Производитель должен самостоятельно определять амортизационную политику с учетом самых разнообразных факторов, что, в общем-то, соответствует международным стандартам бухгалтерского учета. Поэтому соответствие национальных правил амортизации основных средств и оборудования международным стандартам бухгалтерского учета также влияет на принятие инвестором решения об инвестировании.

Еще один экономический вопрос, влияющий на принятие решения об инвестировании – это создание резервных фондов для рекультивации (восстановления) земель.

Рекультивация земель по окончании разработки месторождения является обязанностью пользователя недрами, вытекающей из права пользования. Поэтому затраты на рекультивацию должны рассматриваться как завершающая часть производственного процесса, а расходы на создание резервных фондов для рекультивации должны уменьшать налогооблагаемую базу, т.е. относиться на себестоимость.

Что касается экологических стандартов производства, то они также должны соответствовать международным.

18.3. Угольные месторождения Украины как источник углеводородного топлива

По мере истощения ограниченных невозобновляемых мировых запасов нефти и природного газа возникает необходимость замещения их другим энергетическим сырьем, в том числе углеводородным, как наиболее удобным для использования в наиболее распространенных подвижных транспортных средствах.

Газообразное топливо предпочтительнее и потому, что значительно превосходит по экологическим показателям твердые горючие ископаемые и нефтепродукты. Кроме того, стремительный рост цен на углеводородное топливо становится тормозом развития мировой экономики и создает условия для напряженности в межгосударственных отношениях.

Между тем запасы твердого углеродного топлива на разведанных глубинах в земных недрах несравненно больше, чем углеводородного, в то же время относительные темпы потребления жидкого и газообразного топлива на порядок выше. Таким образом, проблемы, связанные с изменением топливно-энергетического баланса Украины в условиях острого дефицита собственных запасов нефти и природного газа, чрезвычайно актуальны.

Проанализируем альтернативы использования угольных месторождений Украины в целях диверсификации рынка энергетических ресурсов и сокращение эмиссии парниковых газов в атмосферу. Как ни парадоксально, именно метаноугольные месторождения могут стать одним из источников сокращения выбросов парниковых газов.

Рассматривая с этой точки зрения угольную отрасль, следует констатировать, что проблемы энергосбережения, защиты окружающей природной среды, безопасности ведения горных работ находятся в неразрывной связи.

Уровень дегазации пороодо-угольного массива на шахтах Донбасса, осуществляемой в настоящее время путем отсасывания метана через скважины, пробуренные преимущественно из горных выработок, малоэффективен и радикально не решает ни одной из названных проблем.

В то же время, в ряде стран промышленная добыча метана из угольных месторождений приобретает все большую динамичность.

Оценим возможные масштабы утилизации шахтного метана в когенерационных и других энергетических комплексах.

Промышленное освоение добычи метана из угольных месторождений, в том числе из отработанных и не подлежащих разработке участков, требует системного подхода в решении технических и законодательных проблем.

К числу первых в основном относятся:

- отсутствие мобильной техники для бурения скважин с поверхности;
- надежных средств уплотнения их устья и предохранения от разрушения под воздействием горного давления дегазационных скважин;
- дешевых, надежных и высокоэффективных отечественных модульных когенерационных установок.

Законодательные проблемы сосредоточены на создании системы преференций для производителей продукции, получаемой из шахтного метана (тепло, электроэнергия, собственно горючий газ и др.).

Как показывает опыт, важное значение для динамического развития нового сектора рынка имеет как техническая, так и экономическая информация.

Маркетинговые сценарии возможного увеличения объемов добычи шахтного метана, конкурентности полученной из него продукции и качеств услуг, предоставляемых потребителям, могут использовать достаточно ограниченный по объему банк несистематизированных данных. Это угрожает предпринимателям повышением экономического риска инноваций и поэтому требует вложения дополнительных средств в первую очередь на геологоразведку месторождений.

Для Украины проблема метана угольных месторождений и освоения производства синтетического топлива чрезвычайно важна. Она затрагивает социально-экономические и вопросы международных обязательств по природопользованию (например, устойчивое развитие, защита озонового слоя земной атмосферы). Поэтому для эффективности и совершенствования эколого-экономических механизмов управления разработкой радикального преобразования угольных месторождений как сырьевой базы для производства газообразного и жидкого синтетического топлива, утилизации шахтного метана необходимо создать и реализовать национальную программу, предусмотрев в перспективе решение следующих задач:

❖ Систематизация информации о запасах и административно-географическом расположении углегазовых месторождений и скоплений метана в ликвидированных, поставленных на консервацию шахтах и в земных пустотах на территории Украины, их классификация как потенциальных объектов промышленной разработки и подготовка программы прогнозной геоморфологической разведки на метан.

❖ Маркетинговые исследования и паспортизация газовых и газовоздушных потоков действующих шахт, метанообильности породо-угольных массивов в границах горных отводов в целях разработки программы внедрения экологи-

чески безопасных (чистых) технологий добычи и промышленного использования шахтного метана.

❖ Проведение исследований, проектно-конструкторских работ и промышленное освоение производства технических средств, обеспечивающих стабильную концентрацию метана в отсасываемых из скважин воздушно-газовых смесях.

❖ Разработка и организация выпуска оборудования для оснащения газоподготовительных станций, предназначенных для преобразования низкоконтрированных смесей, и энергетический потенциал.

❖ Подготовка проектов совместного осуществления для снижения уровня опасности и сокращения эмиссии парниковых газов в атмосферу угольными предприятиями и получения внебюджетных средств для сокращения выбросов в атмосферу парниковых газов.

❖ Разработка пакета нормативных документов по созданию в Украине экономико-правовой базы в целях формирования благоприятного инвестиционного климата для привлечения национального и иностранного капитала, предусматривает: - предоставление льгот по природно-дифференциальной ренте для субъектов хозяйственной деятельности;

❖ углеводородного топлива, для бурения, обустройства дегазационных скважин и средств промышленной утилизации низкоконтрированных метано-воздушных смесей, а также для кондиционирования добытого метана в соответствии с потребительскими стандартами.

Таким образом, приведена общая модель частичной диверсификации угледобывающих предприятий Украины. В рамках этой модели находятся также проблемы вовлечения в хозяйственный оборот сбросов шахтных вод, породы от проведения и ремонта горных выработок, отходов производств по переработке угля на предприятиях по производству синтетического топлива, кондиционирования воды и промышленной утилизации породных отвалов.

Контрольные вопросы к 18 разделу

- 1. В чем преимущество газообразного топлива от твердых горючих ископаемых?*
- 2. Какие причины недостаточного развития приватизационных процессов в угольной отрасли?*
- 3. Как стимулировать привлечение частного капитала в акционирование угольных предприятий?*
- 4. Что представляет собой общая модель частичной диверсификации угледобывающих предприятий?*

АЛФАВИТНО-ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Абразивность горных пород – 64
- Бурый уголь – 23, 252
- Вскрытие месторождений – 28, 62, 87, 101
- Горное давление – 148
- Горные выработки – 36, 87, 225
- Деформация горных пород – 157, 167
- Запасы шахтного поля – 57, 59
- Земная кора – 5
- Индивидуальная крепь – 153, 161
- Каменный уголь – 28, 190
- Крепи сопряжения – 138
- Крепление выработок – 78
- Лава – 29, 38, 95, 102, 117, 152
- Маркшейдерия – 185, 187
- Механизированные крепи – 120, 123, 129
- Надработка угольных пластов – 179
- Обогащение угля – 191
- Околоствольный двор – 50
- Основные параметры шахты – 60
- Очистные агрегаты – 127
- Очистные работы – 110, 117
- Погрузочная машина – 77
- Подготовка шахтного поля – 92
- Подработка угольных пластов – 167, 181
- Проведение горных выработок – 64, 82
- Проветривание – 40, 49, 76, 96, 225, 239
- Проходческие комбайны – 35, 79, 142, 202
- Разработка мощных пластов – 108
- Разрушение горных пород – 66, 143

-
- Сплошная система разработки – 102
 - Столбовая система разработки – 93, 103
 - Струговая выемка угля – 29, 119, 130, 218
 - Схема шахтного водоотлива – 198
 - Технологический комплекс поверхности – 40, 48
 - Угленосность – 13
 - Угольные комбайны – 132
 - Шахтное поле – 56, 92, 227
 - Элементы залегания – 54

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология подземной разработки пластовых месторождений полезных ископаемых: Учебник для вузов. / Бондаренко В.И., Кузьменко А.М., Грядущий Ю.Б., Колоколов О.В., Табаченко Н.М., Почепов В.Н. и др. – Днепропетровск, 2002. – 730 с.
2. Бондаренко В.И., Ильяшов М.А., Руденко Н.К., Салли С.В., Организация и планирование очистных и подготовительных работ. - Днепропетровск: НГУ, 2012. – 238 с.
3. Бондаренко В.И., Ильяшов М.А., Руденко Н.К., Теория управления состоянием массива горных пород.- Днепропетровск. : НГУ, 2012. – 320с.
4. Довідник з гірничого обладнання дільниць вугільних і сланцевих шахт. / Навчальний посібник під заг. ред. проф. Табаченко Н.М.// Н.М. Табаченко, Р.О.Дичковський, В.С. Фальштинський, В.Ю. Медяник, В.В. Руських. – Дніпропетровськ, РВК ДВНЗ «НГУ». 2012. -432 с.
5. Большая советская энциклопедия. М.: Советская Энциклопедия, 1975. Т.21. – 640 с.
6. Горная энциклопедия. –М.: Советская Энциклопедия, 1984. Т.1. – 560 с.
7. Горная энциклопедия. –М.: Советская Энциклопедия, 1986. Т.2. – 576 с.
8. Горная энциклопедия. –М.: Советская Энциклопедия, 1987. Т.3. – 592 с.
9. Горная энциклопедия. –М.: Советская Энциклопедия, 1984. Т.4. – 624 с.
10. Задачник по підземній розробці вугільних родовищ. / К.Ф.Сапицький, В.П. Прокоф'єв, І.Ф. Ярембаш та інші. - М.: РВА ДонДТУ, 1999. – 194с.
11. Экология горного производства. Учебник для вузов. – М.: Недра, 1991 – 320 с.
12. Красавин А.П. Защита окружающей среды в угольной промышленности. – М.: Недра. 1991 .-221с.
13. Гребенкин С.С. и др. Горные машины и комплексы для подземной добычи угля. – Донецк.: ВИК, 2006, – 358 с.
14. Единые правила охраны недр при разработке месторождений твердых полезных ископаемых. – М.: Недра, 1987. – 60с.
15. Кияшко И.А. Процессы подземных горных работ, – К.: «Вища школа», 1992. – 334 с.
16. Процессы подземных горных работ на пологих угольных пластах/ Харченко В.В., Овчинников Н.П., Сулаев В.В. и др.- Д.: ГВУЗ «НГУ», 2012. – 234 с.
17. Краткий справочник горного инженера угольной шахты/под ред. А.С. Бурчакова, Ф.Ф. Кузюкова. - М.: Недра, 1982. – 450 с.
18. Машины и оборудование для угольных шахт. Справочник/под ред. В.И. Хорина.-М.: Недра, 1987. – 424 с.

19. Охрана труда/под ред. К.С. Ушакова. - М.: Недра, 1986. – 624с.
20. Правила безпеки у вугільних шахтах/НПАОП 10.0-1.01-05. –К.: 2010. – 398 с.
21. Сборник инструкций по правилам безопасности в угольных шахтах. Том 1.-К.: Основа, 2005.– 425с.
22. Сборник инструкций по правилам безопасности в угольных шахтах. Том 2.-К.: Основа, 2005.– 410 с.
23. Рудничная вентиляция. Справочник. – М.: Недра, 1988. – 440 с.
24. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. – Макеевка - Донбасс: МакНИИ, 1989. – 319 с.
25. Борисов А.А. Механика горных пород и массивов. – М.: Недра, 1980. – 346 с.
26. Борисов С.С. Горное дело: Учебник для техникумов. – М.: Недра, 1988 – 320 с.
27. Справочник. Подземный транспорт шахт и рудников/под общей ред. Г.Я. Пейсаховича, И.П. Ремизова. - М.: Недра, 1985. – 565с.
28. Геомеханічні основи підвищення стійкості підготовчих виробок / Бондаренко В.І., Бузило В.І., Табаченко Н.М., Медяник В.Ю. – Дніпропетровськ: 2010. – 408 с.
29. Миронов К.В. Справочник геолога-угольщика. М. Недра. – 1991.
30. В.И. Очкуров, А.А.Силантьев. Проектирование строительства горных предприятий. Методология принятия решений: Учеб. пособие /. Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). СПб, 2003.– 95 с.
31. Борщ-Компониец В.И., Навитный А.М., Кныш Г.М. Маркшейдерское дело. Учебник для техникумов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1985. – 397 с.
32. Временные указания по управлению горным давлением в очистных забоях на пластах мощностью до 3,5 м с углом падения до 35°. – Л.: ВНИМИ, 1982.
33. Килячков А.П. Технология горного производства: Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1992. – 415 с.
34. Кратч. Г. Сдвигение горных пород и защита подрабатываемых сооружений. – М.: Недра, 1978. – 494 с.
35. Проскураков Н.М. Управление состоянием массива горных пород. – М.:Недра, 1991. – 368 с.
36. Якоби. О. Практика управления горным давлением. – М.: Недра, 1987, – 566 с.

37. Бурчаков А.С., Малкин А.С., Устинов М.И. Проектирование шахт. – М.: Недра, 1986. – 399 с.
38. Нормы технологического проектирования угольных и сланцевых шахт. ВНТП-86 -М. МУП СССР, 1986.
39. Единые нормы выработки и времени для шахт Донецкого и Львовско-Волынского угольных бассейнов. – М., 1990. – 621с.
40. Укрупненные комплексные нормы выработки для шахт Донецкого и Львовско-Волынского угольных бассейнов. – Київ: МУПУ, Доповнення та зміни, 2001. – 586с.
41. Малкин А.С., Пучков Л.А., Саламатин А.Г., Еремеев В.М. Проектирование шахт: Уч. Для вузов под общ.редакц. Пучкова. 4-е изд. Доп и перер. – М. Издательство Академии горных наук, 2000. – 375 с.: ил.
42. Шестаков В.А. Проектирование горных предприятий: Учебник для вузов. –3-е изд., перераб и доп. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2003. –795 с.
43. Піньковський Г.С. Організація і технологія проектування шахт: Моногр./Г.С.Піньковський. –Д.: Національний гірничий університет, 2013. –600 с.
44. Проектирование технологических систем шахт: учебное пособие / С.С. Гребенкин, В.В. Мельник, В.И. Бондаренко и др: под общей редакцией С.С. Гребенкин, В.В. Мельник и В.И. Бондаренко – Донецк: ВИК, 2014. – 511 с.
45. Младецький І.К, Пілов П.І. Технологічні розрахунки показників збагачення корисних копалин. Навч. Посібник Д.: НГУ, 2005. – 156с.
46. Полулях А.Д., Пілов П.И, Егурнов А.И., Полулях Д.А. Технологический инженеринг при обогащении полезных ископаемых /Текст/ Учебное пособие Д.: НГУ, 2012. – 713с.
47. Холоменюк М.В., Ткачук А.В., Онипрієнко Д.М. Гідравлічні та аеродинамічні машини : Навчальний посібник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2013. – 356 с
48. Холоменюк М.В. Насосні та вентиляторні установки: Навчальний посібник Д: НГУ, 2005. – 330 с.
49. Традиційні та нетрадиційні системи енергозабезпечення урбанізованих і промислових територій України Півняк Г.Г., Бешта О.С., Табаченко М.М., Самуся В.І. та ін. Д: НГУ, 2013. – 333 с.
50. Самуся В.И., Ильин С.Р., Кириченко В.Е., Ильина И.С. Динамика канатных и гидротранспортных подъемных комплексов горных предприятий Д: НГУ, 2015. – 302 с.
51. Інтернет Ресурс: Міністерство палива та енергетики України http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/officialcategory?cat_id=24501778

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГЕОЛОГИИ.....	5
1.1. Геологическое строение земной коры	5
1.2. Геологическое строение Донбасса	11
1.3. Угленосность.....	13
1.4. Общие сведения о полезных ископаемых.....	14
Контрольные вопросы к 1 разделу.....	18
2. ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ УКРАИНЫ.....	17
2.1. Месторождения каменного и бурого угля.....	17
2.2. Исторические заметки	18
2.3. Сколько в Украине осталось полезных ископаемых.....	19
2.4. Нефть и газ	20
2.5. Уголь, металл и стройматериалы	21
2.6. Полезные ископаемые сегодня.....	22
2.7. Днепровский бассейн	23
Контрольные вопросы к 2 разделу.....	26
3. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О ШАХТЕ	27
3.1. Общие сведения.....	27
3.2. Как устроена шахта	28
3.3. Из истории горного дела.....	32
3.4. Горные выработки	36
3.4.1. Вертикальные горные выработки	37
3.4.2. Горизонтальные горные выработки.....	38
3.4.3. Наклонные горные выработки.....	38
3.4.4. Очистные выработки.....	38
Контрольные вопросы к 3 разделу.....	39
4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПОВЕРХНОСТИ ШАХТЫ.....	40
4.1. Общие сведения.....	40
4.2. Планировка шахтной поверхности	40

4.3. Объекты шахтной поверхности	41
4.4. Административно-бытовой комбинат (АБК)	45
4.5. Историческая справка	46
4.6. Технологический комплекс поверхности	48
4.7. Характерные особенности и назначение основных объектов шахтной поверхности.....	48
4.8. Околоствольный двор	50
Контрольные вопросы к 4 разделу.....	53
5. ГОРНАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ	54
5.1. Элементы залегания полезного ископаемого	54
5.2. Размеры сечений выработок	55
5.3. Шахтное поле.....	56
5.4. Запасы шахтного поля	57
5.5. Основные параметры шахты	60
5.6. Стадии разработки месторождения	62
Контрольные вопросы к 5 разделу.....	65
6. ПРОВЕДЕНИЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК.....	64
6.1. Основные физико-механические свойства горных пород	64
6.2. Разрушение горных пород.....	66
6.2.1. Общие сведения.....	66
6.2.2. Основные способы разрушения горных пород.....	6:
6.3. Формы поперечного сечения горных выработок	71
6.4. Проведение горизонтальных горных выработок.....	76
6.4.1. Отбойка породы	75
6.4.2. Проветривание проходческих забоев.....	76
6.4.3. Уборка отбитой породы.....	77
6.4.4. Крепление подготовительных выработок.....	7:
6.5. Особенности проведения наклонных горных выработок.....	81
6.6. Основные требования к технологическим схемам проведения горных выработок.....	82
Контрольные вопросы к 6 разделу.....	88

7. ВСКРЫТИЕ И ПОДГОТОВКА УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ... 89	
7.1. Вскрытие месторождения	89
7.2. Подготовка шахтного поля.....	94
7.2.1. Панельный способ	94
7.2.2. Погоризонтный способ.....	97
7.2.3. Этажный способ	99
Контрольные вопросы к 7 разделу.....	0 ; ;
8. РАЗРАБОТКА ПЛАСТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ	102
8.1. Общие сведения.....	102
8.2. Разработка угольных месторождений	101
8.3. Система разработки угольных пластов длинным очистным забоем	103
8.3.1. Сплошная система разработки	103
8.3.2. Столбовая система разработки	103
8.4. Разработка мощных пластов	108
8.5 Система разработки угольного пласта коротким забоем.....	113
Контрольные вопросы к 8 разделу.....	117
9. ТЕХНОЛОГИЯ ВЫЕМКИ УГЛЯ В ОЧИСТНОМ ЗАБОЕ	116
9.1. Общие сведения.....	116
9.2. Очистные работы.....	117
9.3. Механизированные крепи.....	120
9.4. Очистные агрегаты	127
9.5. Струговая выемка угольных пластов	130
9.6. Угольные комбайны	132
9.7. Сопряжение лавы со штреком	137
9.8. Проходческие комбайны	142
Контрольные вопросы к 9 разделу.....	147
10. ГОРНОЕ ДАВЛЕНИЕ	148
10.1. Общие положения	148
10.2. Горное давление в нетронутом массиве.....	149

10.3. Горное давление в капитальных и подготовительных выработках	150
10.4 Горное давление в очистных выработках	152
10.5. Особенности разработки угольных пластов	158
10.6. Горное давление в очистном забое	158
10.7. Индивидуальная крепь очистных выработок	161
10.8. Способы управления горным давлением на пологих пластах	164
10.9. Деформация пород в очистной выработке	167
10.10. Современные представления о сдвигении горных пород при подземной разработке пластовых месторождений.....	167
10.10.1. Общие сведения.....	173
10.10.2. Зоны сдвижения в слоях пород кровли	174
10.10.3. Вертикальные сдвижения и деформации массива горных пород.....	175
10.11. Надрработка угольных пластов.....	179
10.12. Подработка угольных пластов.....	181
Контрольные вопросы к 10 разделу.....	184
11. ВВЕДЕНИЕ В КУРС МАРКШЕЙДЕРИИ	185
Контрольные вопросы к 11 разделу.....	189
12. ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	190
12.1. Общие сведения.....	190
12.2. Обогащение угля.....	191
Контрольные вопросы к 12 разделу.....	194
13. ВОДООТЛИВ НА ШАХТЕ	195
13.1. Общие сведения.....	195
13.2. Схема шахтного водоотлива.....	198
Контрольные вопросы к 13 разделу.....	200
14. ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	201
Контрольные вопросы к 14 разделу.....	205
15. ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ НА ГОРНОМ ПРЕДПРИЯТИИ	206

15.1. Основные виды транспорта	206
15.2. Конвейерный транспорт.....	211
15.2.1. Ленточные конвейеры	212
15.2.2. Ленточные канатные конвейера	215
15.2.3. Скребковые конвейеры	216
15.2.4. Пластинчатые конвейеры.....	219
15.3. Монорельсовые дороги.....	220
15.4. Напочвенный транспорт	221
Контрольные вопросы к 15 разделу.....	224
16. ПРОВЕТРИВАНИЕ ШАХТЫ И БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА	225
16.1. Вентиляция шахты.....	225
16.2. Вентиляторы главного проветривания	229
16.3. Вентиляторы местного проветривания	229
16.3.1. Нагнетательный способ проветривания.....	230
16.3.2. Всасывающий способ проветривания	231
16.3.3. Комбинированный способ проветривания.....	231
16.4. Дегазация угольных пластов.....	232
16.5. Индивидуальные средства защиты	234
16.6. Основные правила поведения рабочих в шахте.....	237
Контрольные вопросы к 16 разделу.....	241
17. ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ШАХТОЙ.....	242
17.1. Структура управления шахтой.....	242
17.2. Функции управления на горном предприятии.....	244
17.3. Применяемые методы управления на шахте.....	246
17.4. Обоснование направлений и разработка мероприятий по повышению эффективности менеджмента	247
Контрольные вопросы к 17 разделу.....	251
18. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ УКРАИНЫ	252

18.1. Инвестиционная привлекательность угольных шахт	252
18.2. Особенности инвестирования в угольную промышленность.....	254
18.3. Угольные месторождения Украины как источник углеводородного топлива	256
Контрольные вопросы к 18 разделу.....	259
АЛФАВИТНО-ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ.....	260
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	262
ОГЛАВЛЕНИЕ.....	265

Навчальне видання

Бондаренко Володимир Ілліч
Руденко Микола Костянтинович
Медяник Володимир Юрійович

ВУГІЛЬНА ШАХТА

Підручник для вищих навчальних закладів
освітньо-професійної програми підготовки іноземних студентів
бакалаврів і магістрів з гірництва
галузі знань 18 Виробництво та технології спеціальності 184 Гірництво

(Російською мовою)

Видано в редакції авторів.

Підписано до друку 12.04.2017. Формат 30 x 42/4.
Папір офсетний. Ризографія. Ум. друк. арк. 15,1.
Обл.-вид. арк. 15,1. Тираж 150 пр. Зам. № .

Підготовлено до друку та видруковано
в Державному ВНЗ «Національний гірничий університет».
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
ДК № 1842 від 11.06.2004.

49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19.