

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич
Должность: ректор
Дата подписания: 02.06.2021 18:43:17
Уникальный программный ключ:
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf27818574e730df2374d16f3c0ce536f0fc6

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
Образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра экспертизы и управления недвижимостью, горного дела

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе
Ф.Г. Локтионова
_____ 2017г.



ОСНОВЫ ГОРНОГО ДЕЛА

Методические указания по выполнению практических работ для
студентов специальности
«Обогащение полезных ископаемых»
«Открытые горные работы»

Курск 2017

УДК 622

Составители: Л.В. Рудская

Рецензент

Кандидат географических наук, доцент Р.А. Попков

Основы горного дела: Методические указания по выполнению практических работ для студентов специальности «Обогащение полезных ископаемых», «Открытые горные работы» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Л.В. Рудская.- Курск, 2017.- 37с.: рис. 5.- Библиогр.: с. 37.

Содержит основные сведения о правилах выполнения и оформления практических работ по дисциплине «Основы горного дела». Содержат сведения по вопросам практического применения геологических сведений и вспомогательных процессов добычи полезного ископаемого при открытом и подземном способах разработки. Приведены примеры решения задач.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утвержденной на заседании кафедры Э и УН, ГД протокол № 6 от «27» 12 2016 года.

Предназначены для студентов направления подготовки (специальности) 21.05.04 Горное дело для специализации «Обогащение полезных ископаемых», «Открытые горные работы».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать формат 60x84 1/16

Усл. Печ. Лист Уч.-изд.л. Тираж 100экз. Заказ Бесплатно

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

Содержание

1	Практическое занятие №1. Изучение физико-механических свойств горных пород	4
2	Практическое занятие №2. Определение элементов залегания месторождения	16
3	Практическое занятие №3. Определение размеров поперечного сечения горных выработок	27
	Список литературы	37

Практическое занятие №1

Тема: Изучение физико-механических свойств горных пород

Цель работы: сформировать знания об основных природных свойствах горных пород и умение ими пользоваться при выборе способа разрушения массива при ведении горных работ.

Оснащение занятия: инструкции по выполнению практического занятия; презентации и учебный видеофильм об основных природных свойствах горных пород.

Порядок выполнения работы

1. *Структурное строение породного массива*

Участки земной коры, характеризующиеся общими условиями образования и определенными инженерно-геологическими свойствами горных пород называют *массивами горных пород*. Массивы отличаются: особенностями залегания и степенью нарушенности (трещиноватостью и блочностью) пород; минералогическим составом, структурой, текстурой и пористостью; наличием жидких и газообразных веществ (воды, нефти, рассолов, метана и др.); показателями геомеханического состояния (напряжения и деформации гравитационного, тектонического и техногенного происхождения). Характеристики состояний и свойства пород массива определяют условия ведения горных работ. При горнопромышленной деятельности предметом труда служат горные породы.

Горные породы – природные минеральные агрегаты, слагающие земную кору в виде самостоятельных геологических тел. В химическом составе земной коры наибольшую долю (82,58%) имеют три элемента: кислород, кремний и алюминий (табл. 1.1).

Таблица 1. - Химический состав земной коры

Наименование химического элемента	Обозначение	Содержание в земной коре, (%)
-----------------------------------	-------------	-------------------------------

Кислород	O	49,13
Кремний	Si	26,0
Алюминий	Al	7,45
Железо	Fe	4,2
Кальций	Ca	3,25
Натрий	Na	2,4
Калий	K	2,35
Магний	Mg	2,35
Водород	H	1,0
Прочие		1,87

Минералы – твёрдые тела, относительно однородные по составу и свойствам, возникшие в результате природных физико-химических процессов, протекающих на поверхности и в глубинах Земли.

Известно более 3000 минералов, из них всего лишь 40-50 являются породообразующими.

Поверхность Земли примерно за 4-5 млрд. лет прошла три стадии: газообразного, жидкого и твёрдого состояния. Земной шар состоит из нескольких концентрических оболочек-геосфер. Наиболее отчётливо выделяются три: земная кора, мантия и ядро. Толщина земной коры (литосферы) в океанах составляет около 5 км, а на материках – 70 км. Он кажется тонкой пленкой – в среднем её толщина составляет всего 0,6% от длины земного радиуса.

Под литосферой до глубины 2900 км располагается мантия. В её верхних слоях вещество находится в твёрдожидком состоянии с плотностью 3,3 г/см³. В интервале глубин от 900 до 2900 км вещество уплотняется и его плотность достигает 6-9 г/см³.

Ядро Земли охватывает всю внутреннюю область с глубины 2900 км. Вещество ядра напоминает густой, вязкий материал плотностью до 13 г/см³. Внутренняя часть ядра представлена железоникелевым соединением, а внешняя – сложена сверхплотными силикатами с высоким содержанием железа и никеля.

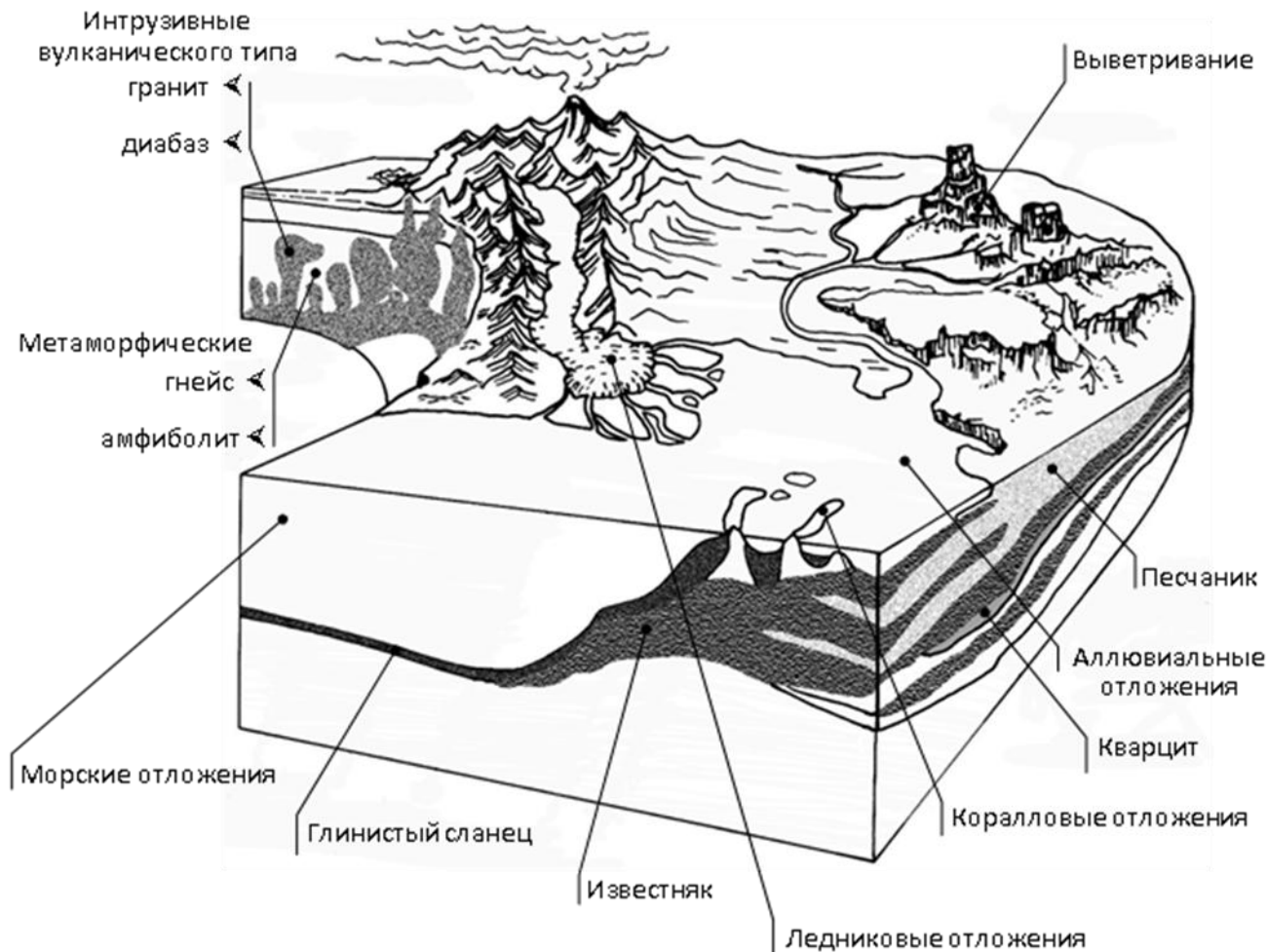


Рис. 1.1. Расположение горных пород и минералов в литосфере

Участки земной коры, характеризующиеся общими условиями образования и определенными инженерно-геологическими свойствами горных пород называют **массивами горных пород**.

Массивы горных пород отличаются:

- особенностями залегания и степенью нарушенности (трещиноватостью и блочностью) пород;
- минералогическим составом, структурой, текстурой и пористостью;
- наличием жидких и газообразных веществ (воды, нефти, рассолов, метана и др.);
- показателями геомеханического состояния (напряжения и деформации гравитационного, тектонического и техногенного происхождения).

Классификация горных пород

Горные породы делят на магматические, метаморфические и осадочные.

Магматические горные породы образовались в результате кристаллизации или затвердевания магмы как на глубине, как внутри земной коры, так и на ее поверхности. Породы, образовавшиеся внутри земной коры, называются *интрузивными*. Они обладают полнокристаллической структурой и чаще всего массивной текстурой. Излившаяся на поверхность, остывшая и затвердевшая магма образует *эффузивные горные породы*. Их структура – стекловатая и сравнительно редко – полнокристаллическая. Текстура обычно флюидальная (со следами течения) или же миндалекаменная. К магматическим горным породам относятся *граниты, сиениты, диабазы, базальты, габбро, порфиры, андезиты и ряд других*. Эти породы используются как строительные (туфы, лабрадориты и др.), абразивные (пемза) и теплоизоляционные (пемза, перлит) материалы, как сырьё для извлечения ценных компонентов (например, алюминия из нефелиновых сиенитов). С кислыми магматическими породами связаны *руды олова, вольфрама, золота*; с основными – *титаномагнетит, медные руды, исландский шпат*; с ультраосновными – *руды хрома, платины, никеля*, а со щелочно-ультраосновными – *руды титана, фосфора, циркония, редкоземельных элементов*.

Метаморфические горные породы образовались из магматических и осадочных пород при воздействии на них высокой температуры, давления и химически активных растворов. В результате такого воздействия в недрах литосферы изменяется минеральный состав, размер и текстура пород. Каждый минерал переходит в иное соединение, иной материал, устойчивый при новых условиях. Так, глины преобразовываются в глинистые сланцы, а последние превращаются в различные роговики; известняки переходят в мрамор, песчаники в кварциты. Метаморфические горные породы могут иметь сланцеватую или полосчатую текстуру (*сланцы, гнейсы*), а также массивную (*мраморы, кварциты, роговики*).

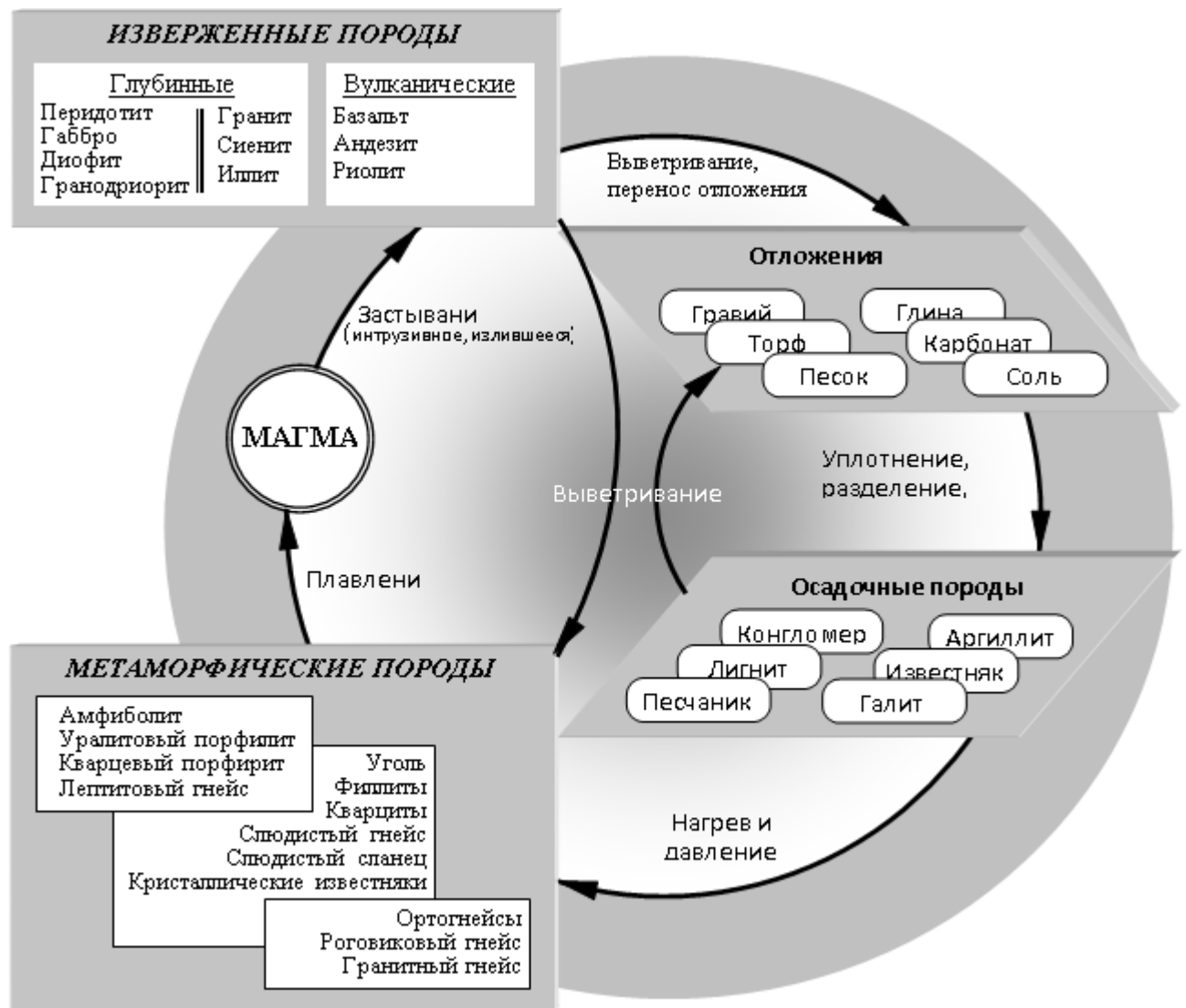


Рис. 1.2. Схема формирования минералов и горных пород

Осадочные горные породы образовались путём осаждения частиц вещества в водной среде или из воздуха, а также в результате деятельности ледников и вулканов. Источником вещества для образования осадочных пород служат: продукты выветривания магматических, метаморфических и более древних осадочных пород; растворённые в природных водах компоненты; газы и различные вещества, возникающие в результате жизнедеятельности организмов; вулканогенный материал, выбрасываемый при извержении вулканов; органические остатки растительного и животного происхождения. Осадочные горные породы образуют *пласты, слои, линзы и*

другие геологические тела. В зависимости от состава и генезиса осадочные горные породы делятся на:

- механические или обломочные (*пески, песчаники, гравий, щебень, глины*);
- химические осадки, образующиеся при выпадении из растворов (*каменная соль, гипс, ангидрит, бораты, барит, руды железа, марганца, бокситы*), а также некоторых цветных и редких металлов (*медь, молибден, ванадий, уран*);
- органогенные, образовавшиеся вследствие жизнедеятельности организмов (*известняки, уголь, горючие сланцы, трепел, фосфориты*, а также некоторые *железные и марганцевые руды*).

Свыше 75% всех полезных ископаемых, извлекаемых из недр Земли, заключено в осадочных горных породах.

2. **Ископаемый уголь**

Ископаемые угли – твёрдые горючие горные породы, образовавшиеся из отмерших растений. Они залегают в виде пластов, прослоев и мощных линзообразных залежей. Угленакопление и формирование угольных бассейнов происходило на протяжении почти полутора миллиарда лет, начиная с девонского периода палеозойской эры и кончая третичным периодом кайнозойской эры.

Угольные пласты Донецкого бассейна образовались в каменноугольный период палеозойской эры - 300-320 млн. лет назад.

Процесс углеобразования состоит из трех стадий:

- образование торфа и его захоронение;
- покрытие образовавшегося пласта отложениями наносов с опусканием толщи и развитием метаморфизма угля;
- участие угленосной толщи в горообразовательных процессах, связанных с интрузивными и тектоническими явлениями, а также выветриванием обнажившегося угля.

Погребенный под осадками торф вступал в фазу *углефикации* – последовательного превращения в *бурый*, затем в *каменный уголь* и *антрацит*.

Горючая часть угля представляет собой в основном органический материал, образованный из пяти химических элементов: *углерода, водорода, серы, кислорода и азота*.

Балласт угля состоит из влаги W и негорючей минеральной части M, образующей при сгорании топлива золу A.

Все угли неоднородны по цвету, блеску, твёрдости и другим внешним отличиям. Знание петрографических характеристик состава углей позволяет более основательно решать ряд практических вопросов, в частности прогнозировать теплоту сгорания углей, их спекаемость, коксуюемость, обогатимость, пригодность для получения жидкого, газообразного топлива и др.

3. ***Природные свойства пород***

Существенное влияние на выбор технологии ведения горных работ оказывают природные свойства горных пород: трещиноватость, твердость, крепость, вязкость, хрупкость, абразивность.

Трещиноватость горных пород – нарушение их сплошности совокупностью трещин различной протяженности, формы и пространственной ориентации. По происхождению трещиноватость различают на: *эндогенную* – результат растрескивания горных пород в процессе охлаждения и усадки вещества, дегидратации; *экзогенную* – результат нарушения равновесия естественно сложившегося массива под воздействием тектонических процессов и планетарных явлений (изменение частоты вращения и формы Земли, влияние приливных сил); *техногенную*, вызванную нарушениями естественного состояния массива в результате горных работ.

Твердость – свойство горных пород оказывать сопротивление внедрению в них других тел при сосредоточенном контактом силовом

воздействию. Она характеризует прочность горных пород и определяется различными методами (*Шкала относительной твердости минералов по Моосу*).

Крепость. Полагая, что разрушение горных пород происходит в основном путем преодоления их прочности на сжатие, профессор М.М. Протоdjяконов предложил оценивать прочность пород **коэффициентом крепости f** .

Значение этого коэффициента для каждого вида породы численно равно частному от деления величины временного сопротивления одноосному сжатию $\sigma_{сж}$ на 100, т.е.

$$f = \frac{\sigma_{сж}}{100}$$

Согласно предложенной классификации, все горные породы подразделены на 10 категорий от $f = 20$ – для высшей степени крепких пород до $f = 0,3$ – для слабых плавучих пород (табл. 1.2).

Таблица 1.2 - Классификация крепости пород по М.М. Протоdjяконову

Категория крепости породы	Степень крепости породы	Породы	Коэффициент крепости, f
I	В высшей степени крепкие	Наиболее крепкие, плотные и вязкие кварциты, базальты. Исключительные по крепости другие породы	20
II	Очень крепкие	Порфир, очень крепкий гранит, кремнистый сланец, менее крепкие, нежели указанные выше, кварциты. Самые крепкие песчаники и известняки	15
III	Крепкие	Гранит (плотный) и гранитовые породы. Очень крепкие песчаники и известняки. Кварцевые рудные жилы. Крепкий конгломерат. Очень крепкие железные руды	10
IV	То же	Известняки (крепкие). Некрепкий гранит. Крепкие	8

		песчаники. Крепкий мрамор, доломит. Колчеданы	
IV	Довольно крепкие	Обыкновенный песчаник. Железные руды	6
IVa	То же	Песчанистые сланцы. Сланцеватые песчаники	5
V	Средней крепости	Крепкий глинистый сланец. Некрепкий песчаник и известняк; мягкий конгломерат	4
Va	То же	Разнообразные сланцы (некрепкие). Плотный мергель	3
VI	Довольно мягкие	Мягкий сланец, очень мягкий известняк, мел, каменная соль, гипс. Мерзлый грунт, антрацит. Обыкновенный мергель. Разрушенный песчаник, сцементированная галька, каменистый грунт	2
VIa	То же	Щебенистый грунт. Разрушенный сланец, слежавшаяся галька и щебень. Крепкий каменный уголь, отвердевшая глина	1,5
VII	Мягкие	Глина (плотная). Мягкий каменный уголь, крепкий нанос, глинистый грунт	1,0
VIIa	То же	Легкая песчанистая глина, лесс, гравий	0,8
VIII	Землистые	Растительная земля. Торф. Легкий суглинок сырой песок	0,6
IX	Сыпучие	Песок осыпи, мелкий гравий, насыпная земля лобый уголь	0,5
X	Плывучие	Плывуны, болотистый грунт, разжиженный лёсс и другие	0,3

Вязкость – свойство пород оказывать сопротивление внешним силам, стремящимся отделить куски породы от массива. Это сопротивление препятствует взаимному движению частиц породы относительно друг друга под действием внешних сил. Вязкость горных пород характеризуется *коэффициентом относительной вязкости*, который определяют как

отношение усилия, требуемого для отделения некоторой части породы от массива, к величине усилия, необходимого для отделения от массива известняка, принятого за эталон. Величина этого коэффициента изменяется от 0,5 до 3 (например, для мрамора 0,7; песчаника 1,2; гранита 1,3; кварцита 1,9; базальта 2,2). Вязкость углей зависит от степени их метаморфизма. Наибольшей вязкостью и, следовательно, сопротивляемостью разрушению обладают угли ранних стадий метаморфизма марок Д и Г.

Хрупкость – способность горных пород к разрушению под воздействием внешних сил без заметных пластических деформаций (не более 5% от деформации разрушения), выражаемая коэффициентом хрупкости K_{xp} . Его значения определяются как отношение удельной энергии упругого деформирования породы к удельной энергии разрушения при одноосном сжатии.

Абразивность – способность породы изнашивать контактирующие с ней поверхности горных машин или оборудования в процессе их работы. Ее оценивают показателем абразивности ρ , выражающем среднюю потерю в весе (в миллиграммах) тупого стального цилиндрического стержня при его истирании о породу во время вращения с определенными параметрами скорости и времени вращения при заданной осевой нагрузке. Все горные породы по абразивности разделяются на 8 классов (*классификация горных пород по абразивности*).

Эффективность разрушения горных пород и угля существенно зависит от их сопротивляемости при механическом воздействии в процессах бурения шпуров и скважин и выемки полезного ископаемого, т.е. от буримости и сопротивляемости угля резанию.

Буримость – сопротивляемость породы проникновению в нее бурового инструмента. Ее характеризуют скоростью бурения (мм/мин), реже – продолжительностью бурения 1 м шпура (мин/м) при стандартных условиях проведения измерений для каждого типа буровой машины.

Сопrotивляемость резанию – характеристика сопротивления, оказываемого горной породной разрушению режущим инструментом. За показатель сопротивляемости угля резанию A (кН/см) принято приращение силы резания на 1 см толщины стружки.

Для пород в качестве критерия сопротивляемости резанию используют показатель *контактной прочности*, измеряемый в кН/мм² при вдавливании цилиндрического стального стержня в образец породы до момента ее хрупкого разрушения в стандартных условиях. Классификация углей по разрушаемости приведена в табл. 1.3.

Таблица 1.3 -Классификация углей Донецкого бассейна по разрушаемости

Категория углей по разрушаемости	Классы углей по сопротивляемости резанию, A		Марки углей и наиболее представительные районы их распространения
	хрупких	вязких	
Весьма слабые	I	-	Угли коксовых марок и весьма слабые антрациты Донбасса
Слабые	II	-	Некоторые антрациты и угли коксовых марок Донбасса
Средней крепости	III	II	Антрациты и некоторые угли коксовых марок Донбасса
Выше средней крепости	IV	III	Угли марок Г, Д и некоторые антрациты Донбасса
Крепкие	V	IV	Угли марок Г, Д Донбасса
Весьма крепкие	-	V-VI	Угли марок Г, Д Донбасса
Особо крепкие	-	VII-VIII	Некоторые угли марок Г, Д Донбасса; угли марок Г, Д Донбасса

Выбор технологии разрушения горных пород определяется совокупностью природных свойств этих пород. Знание основных свойств позволяет применять наиболее эффективные и безопасные способы разрушения.

Контрольные вопросы

1. На какие виды трещиноватости разделяются горные породы?

2. В чем заключается положительное и отрицательное значение трещиноватости?
3. Какими показателями характеризуются твердость и крепость горных пород?
4. Что такое хрупкость и вязкость горных пород и каково их значение для процесса раз-рушения пород?
5. В чем заключается сущность абразивности горных пород и ее роль в процессах разрушения пород при их транспортировке?
6. Какие свойства горной породы характеризуют ее сопротивляемость проникновению инструмента?

Практическое занятие №2

Тема Определение элементов залегания месторождения

Цель работы. Приобретение практических навыков в определении положения в пространстве элементов залегания залежи, пласта месторождения полезных ископаемых.

Теоретическая часть

По форме залегания месторождения твердых полезных ископаемых подразделяются на правильные и неправильные. К правильным месторождениям относятся пласты и пластообразные залежи. Пластом называется пластообразная залежь, имеющая значительное распространение в земной коре и ограниченная двумя более или менее параллельными плоскостями.

Породы залегающие над пластом полезного ископаемого, называются кровлей или висячим боком, залегающие ниже пласта — почвой или лежащим боком.

Пласты горных пород в период образования залегали более или менее горизонтально, но под действием тектонических (горообразовательных) процессов, протекавших в земной коре, первоначальное залегание пород нарушалось в той или иной степени. Положение пластов в земной коре определяется элементами их залегания. Тела полезных ископаемых имеют различные формы и различные положения в недрах. Геометрические величины, по которым можно представить пространственное положение месторождения полезного ископаемого (залежь), называют элементами залегания — *угол простирания и угол падения.* (рис.1)

Протяжение пласта в длину называется простиранием. Линия пересечения пласта с горизонтальной плоскостью называется линией простирания.

Направление простирания пласта определяется углом, который составляет линия простирания с меридианом.

ЭЛЕМЕНТЫ ЗАЛЕГАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

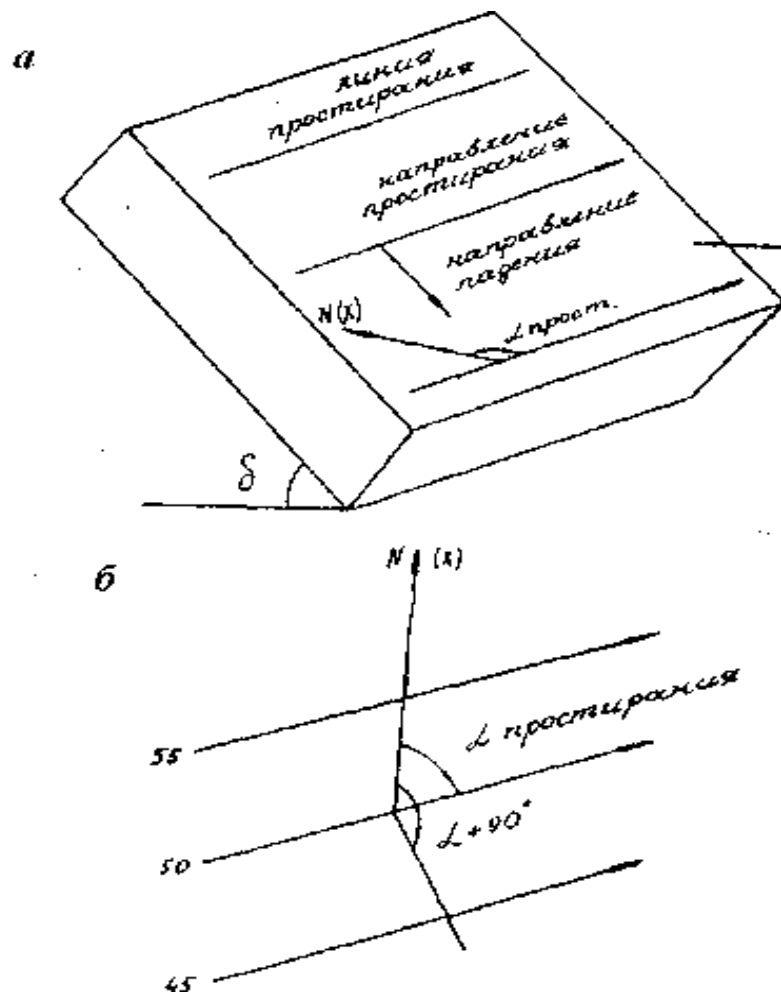


Рис.2. 1 . Изображение пласта в перспективе (а)и в плане (б) горизонталями

Угол падения δ — вертикальный угол между линией падения поверхности залежи и горизонтальной плоскостью.

Линией падения называется линия наибольшего ската поверхности висячего или лежачего бока пласта. (Простираение — это направление горизонталей (кровли или почвы залежи), относительно которого падение поверхности будет справа.)

Угол простираения $\alpha_{\text{прост}}$ — дирекционный угол положительного направления линии простираения.

Линия простираения — горизонтальная линия, лежащая в плоскости лежачего или висячего бока пласта. За положительное направление линии простираения условно принимают такое, став лицом по направлению которого, получают направление линии падения вправо. (Простираение — это направление горизонталей кровли или почвы залежи).

Дирекционным углом линии простираения называют угол, отсчитываемый от положительного направления оси иксов по ходу часовой стрелки до направления линии простираения. Линия падения перпендикулярна к линии простираения пласта.

В зависимости от формы залегания и способа разработки полезного ископаемого их делят на горизонтальные, пологие, крутонаклонные и крутые.

Различие классификаций объясняется особенностями технологии и механизации разработки залежи полезного ископаемого.

Мощность залежи как элемент залегания представляет собой кратчайшее расстояние между поверхностями висячего и лежачего боков залежи. В зависимости от направления, по которому измеряется мощность, различают *нормальную, горизонтальную, вертикальную и косую* мощности. На практике стараются измерить нормальную мощность (рис.2).

Нормальная мощность m_n — расстояние по нормали между поверхностями лежачего или висячего бока пласта.

Горизонтальная мощность- m_g — кратчайшее расстояние по горизонтали между висячим и лежачим боком залежи.

Вертикальная мощность- m_b — кратчайшее расстояние по вертикали между висячим и лежачим боком залежи. Если по условиям обнажения нормальную мощность не удастся измерить, то измеряют одну из перечисленных выше мощностей. В последнем случае нормальную мощность вычисляют по геометрическим формулам

$$m_n = m_b \cos \delta = m_g \cos \delta = m_k \cos \varphi, \quad (1)$$

где m_n, m_b, m_g, m_k — мощности соответственно нормальная, вертикальная, горизонтальная и по косому направлению;

δ — угол падения залежи;

φ — угол между осью скважины и нормалью к пласту; определяется по керну или по формуле:

$$\varphi = 90 - (\delta \pm \delta'), \quad \text{где}$$

δ' — угол наклона направления, по которому измерена m_k .

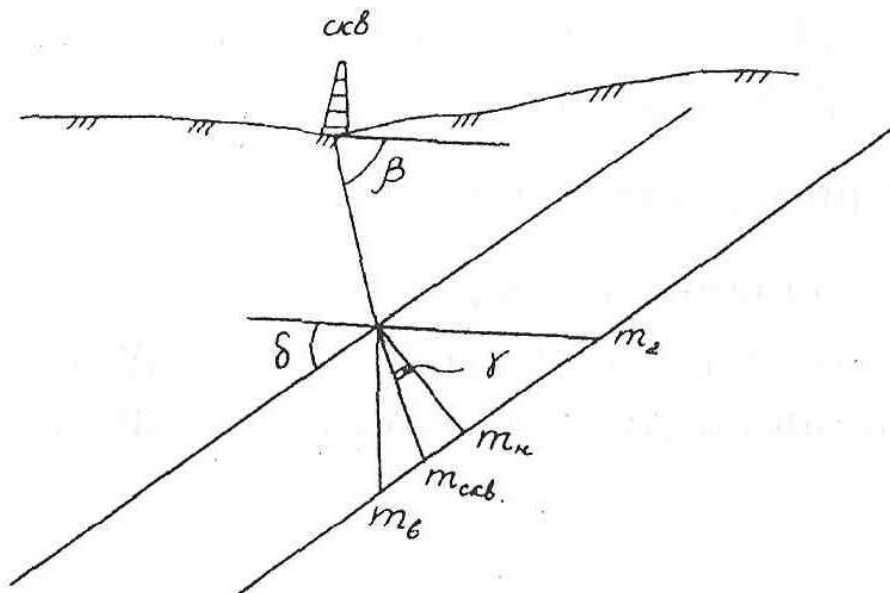


Рис.2.2. Виды мощности залежи

Глубина залегания h_3 полезного ископаемого — расстояние по вертикали от земной поверхности до всякого бока залежи:

$$h_3 = H_y - H_{кр}, \quad (2)$$

где H_y , $H_{кр}$ —абсолютные отметки соответственно устья скважины и кровли залежи.

Таблица 2.1- Классификация залежей полезных ископаемых по углу падения

Тип пласта по углу падения	Угол падения, градус		
	Угольных пластов		Рудных месторождений
	При подземной разработке	При открытой разработке	
Горизонтальный	-	0	0
пологий	0-18	До 10	До 25
наклонный	19-35	10-30	25-45
крутонаклонный	36-55	-	-
крутой	>56	> 30	>45

Примеры решения задач

Задача 1.

Определить элементы залегания горной выработки, проходящей через точки A (отметка 10м) и B (отметка 4м), и истинное расстояние между ними m .(рис.3)

Решение.

При решении задачи необходимо проградировать линию между точками A и B по высоте. Для этого отрезок делят на 6 отрезков, что

соответствует разнице высот точек A и B . Падение выработки идет от A к B . (рис.3)

К элементам залегания относятся дирекционный угол направления простирания выработки и угол падения выработки. Из формулировки простирания следует, что для определения дирекционного угла $\alpha_{\text{прост}}$ необходимо его отложить от северного направления осевого меридиана (или линии, параллельной ему) по часовой стрелке и измерить его транспортиром ($\alpha_{\text{прост}} = 39^\circ$).

При аналитическом способе необходимо вычислить тригонометрическую функцию $\text{tg}\delta$ угла падения. Для этого следует измерить заложение выработки и вычислить $\text{tg}\delta$:

$$\text{Tg}\delta = h / l = 1\text{м} / 2,2\text{м} = 0,45, \text{ что соответствует } \delta = 24^\circ.$$

При графическом способе необходимо в масштабе рисунка провести две параллельные линии, удаленные друг от друга на 1м, потом перенести заложение и построить истинное изображение выработки (наклонная линия). Полученное таким образом изображение имеет угол наклона к горизонту, который и является углом падения выработки.

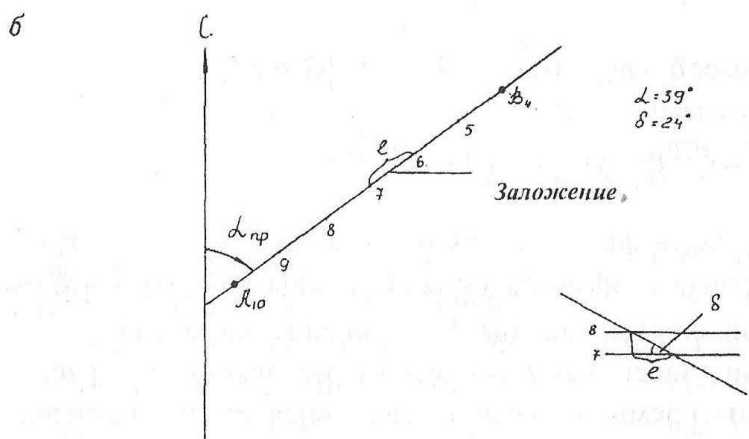
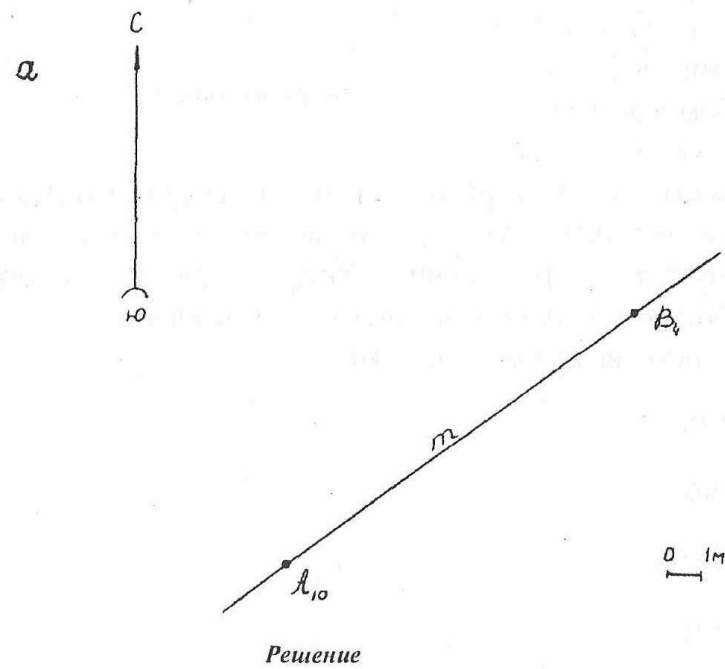


Рис.2.3. Исходные данные (а) и решение (б) задачи

Задача 2.

Построить вертикальную проекцию плоскости по координатам трех её точек: $A(20;22;30)$, $B(70;28;60)$ и $C(60;15;10)$ на горизонтальную плоскость проекции, приняв масштаб графика 1:1000 и сечение горизонтали через 2м. Определить элементы залегания плоскости.

Решение.

К элементам залегания плоскости относятся дирекционный угол простирания $\alpha_{\text{прост}}$ и угол падения δ плоскости. Для определения этих

показателей необходимо построить проекцию заданной плоскости на горизонтальную плоскость, поэтому на графике в масштабе 1:1000 по координатам строим проекции точек А, В и С (рис.4). После этого расстояния между точками градуируем через 2 м и проградуированные точки с одинаковыми высотными отметками соединяем изолиниями. Плоскость построена.

Направление простирания выбираем таким образом, чтобы направление падения было всегда с правой стороны. Искомое направление простирания показано стрелками на изолиниях. Угол $\alpha_{\text{прост}} = 169^\circ$ и есть дирекционный угол простирания плоскости.

Для определения угла падения плоскости необходимо построить разрез вкрест простирания. Выполняется это следующим образом. Заложение горизонталей m откладывается на горизонтальной линии в следующем масштабе. От начала отрезка заложения на восстановленном к нему перпендикуляре в принятом масштабе откладывается высота сечения горизонталей плоскости. Полученные таким образом две точки соединяются наклонной линией, которая и является изображением плоскости в разрезе вкрест её простирания. Искомый угол падения плоскости $\delta = 78^\circ$

Задание 1.

Определить элементы залегания горной выработки, проходящей через точки А (отметка 20м) и В (отметка 16м,) и истинное расстояние между ними m

Задание 2.

Построить вертикальную проекцию плоскости по координатам трех её точек: А(40;42;50), В(90;48;80) и С(80;35;30) на горизонтальную плоскость проекции, приняв масштаб графика 1:1000 и сечение горизонтали через 2м. Определить элементы залегания плоскости.

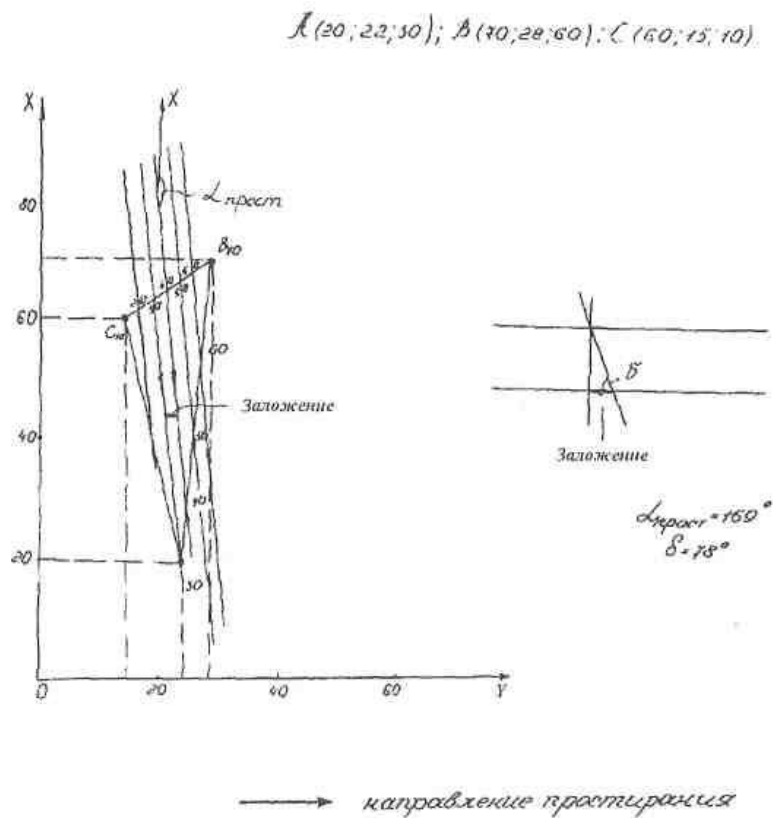


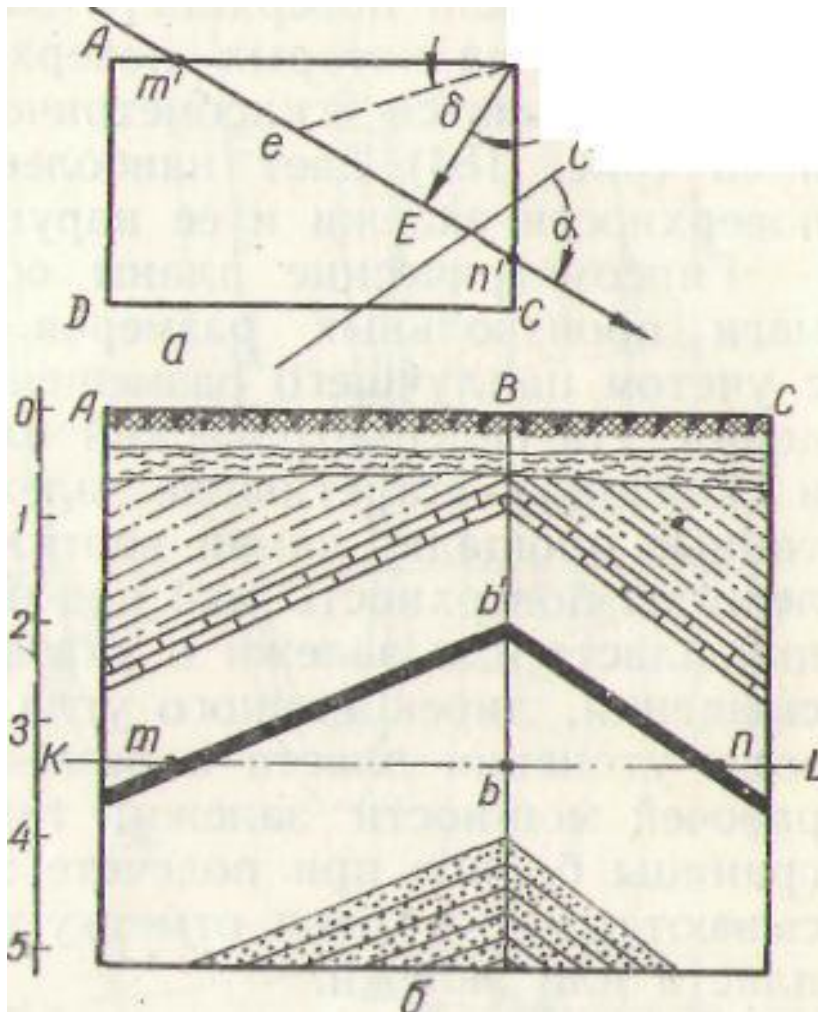
Рис.2.4. Схема к решению задачи

Задание 3.

Наклонная буровая скважина, заданная под углом наклона 72° , по линии вкрест простираения пересекла угольный пласт с углом падения 63° . Мощность пласта по скважине составила 3,9м. Определить горизонтальную, вертикальную и нормальную мощность пласта.

Задача 4.

Определить углы падения и простираения пересеченных выработкой пластов или плоскостей нарушениях на представленной зарисовке обнажений на двух стенках вертикальной выработки в масштабе 1:1000.



Р

ис.2.5. Определение элементов залегания пласта по зарисовке ствола:

а- план ствола; б- развертка стенок ствола АВ и ВС.

Решение.

Чтобы найти проекцию линии простирания пласта на плане, проводим на развертке горизонтальную прямую KL — проекцию горизонтальной плоскости. Прямая KL пересекает висячий бок пласта в точках m и n , одновременно лежащих на соответствующих стенках ствола (рис.5) (точка m на стенке AB , точка n на стенке BC).

Точки m и n переносим на план ствола и находим их проекции m' и n' является проекцией искомой линии простирания, дирекционный угол α которой можно измерить на плане при помощи транспортира. Направление линии простирания можно установить по развертке, из которой видно, что падение направлено от точки В в сторону точек А и С, следовательно, линия простирания имеет направление от $m'n'$

Для определения угла падения пласта на плане из точки В опускаем перпендикуляр ВЕ на линию простирания, т.е. находим проекцию на линию падения. Из точки Е на линии простирания откладываем отрезок Ее, равный отрезку bb' на развертке. Соединив точку e с точкой В, получим угол eBE , равный искомому углу δ .

Практическое занятие №3

Тема: Определение размеров поперечного сечения горных выработок

Цель работы. Приобретение практических навыков в выборе и определении форм и размеров сечений горных выработок.

Теоретическая часть

При подземной разработке полезных ископаемых применяются следующие формы поперечного сечения горных выработок: прямоугольная, трапециевидная, полигональная, арочная, сводчатая, подковообразная и круглая. Выбор формы поперечного сечения горных выработок зависит от величины и направления горного давления, типа и конструкции применяемой крепи, срока службы, назначения и размеров выработки. Размеры поперечного сечения горной выработки (ширина, высота, площадь) зависят от ее назначения, габаритов транспортного оборудования, числа рельсовых путей, способа передвижения людей и количества проходящего по выработке воздуха. Транспортные средства (подвижной состав, конвейеры) и другое необходимое оборудование должны размещаться в выработке так, чтобы были выдержаны расстояния между оборудованием и крепью, имелся проход для людей и другие зазоры, предусмотренные «Правилами безопасности (ПБ) в угольных шахтах». Кроме того, площадь поперечного сечения выработки должна быть такой, чтобы скорость движения воздуха по ней соответствовала нормативам. (рис.6)

Рассмотрим порядок определения площади поперечного сечения на примере выработки трапециевидной формы с деревянной крепью.

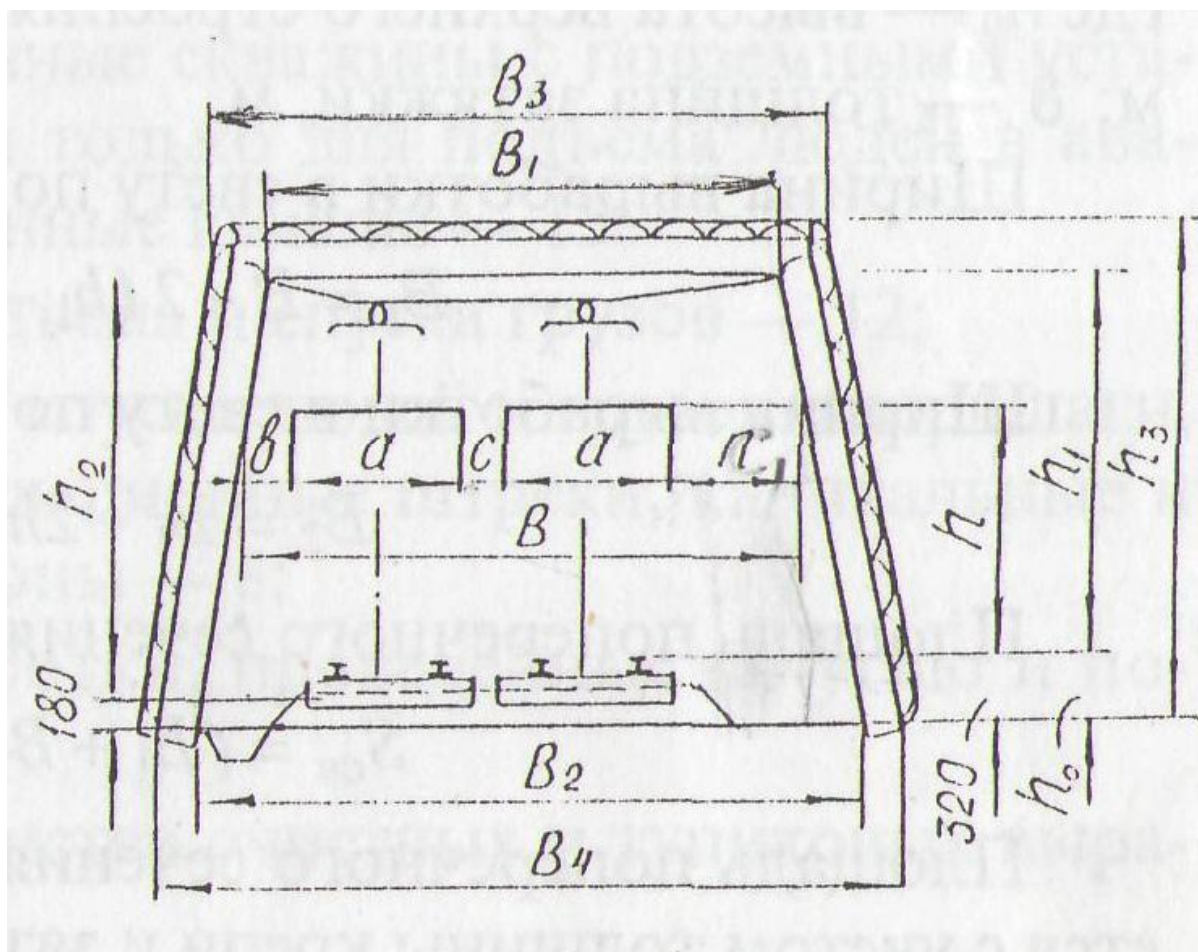


Рис.3.1. Поперечное сечение горной выработки

Ширина выработки B трапециевидной формы на уровне подвижного состава определяется по формуле

$$B = 2a + v + c + c_1, \quad (1)$$

где: a — наибольшая ширина подвижного состава (вагонетки или электровоза), м;

2 — число рельсовых путей в выработке;

v — зазор между подвижным составом и крепью, м (не менее 0,25 м при деревянной, металлической и рамных конструкциях железобетонной и бетонной крепи и 0,2 м при сплошной бетонной и железобетонной крепи);

c — зазор между встречными составами, м (не менее 0,2 м, в однопутных выработках $c = 0$);

c_1 — ширина прохода для людей на уровне транспортного оборудования:

$$c_1 = m + (l,8 - h) \operatorname{ctg} a, \quad (2)$$

где m —зазор для свободного прохода людей на уровне 1,8 м от головки рельса, м (не менее 0,7 и 1,0 м в местах посадки людей в пассажирские вагонетки;

h —высота подвижного состава, м;

a — угол наклона стоек крепи к почве выработки, град (обычно $a = 80^\circ$).

На закруглениях свободный проход для людей, а также между осями путей увеличивается в зависимости от радиуса закругления и жесткой базы подвижного состава. Это уширение принимается равным 0,2—0,3 м.

Высота выработки определяется исходя из размеров подвижного состава, высоты верхнего строения пути (320—350 мм) и высоты подвески контактного провода (при откатке контактными электровозами).

Контактный провод должен быть подвешен от головки рельсов на высоте: не ниже 2,0 м — в основных выработках; 2,2 м — на площадках, а также в местах пересечения выработок для передвижения людей; 2,2 м — в околоствольном дворе.

Расстояние от контактного провода до верхняка крепи должно быть не менее 0,2 м.

Высота от головки рельсов до верхняка

$$h_1 = 1,8 + 0,2 \quad (3)$$

Высота выработки от балласта рельсового пути до верхняка

$$h_2 = h_1 + 0,14 \quad (4)$$

Высота выработки от почвы до кровли

$$h_3 = h_0 + h_1 + d + \delta, \quad (5)$$

где: h_0 — высота верхнего строения пути, м;

d — толщина крепи, м;

δ —толщина затяжки 50-60 мм.

Ширина выработки в свету по верхняку

$$B = B_0 - 2(h_1 - h) \operatorname{ctg} a \quad (6)$$

Ширина выработки в свету по балласту

$$B_2 = B_1 + 2h_2 \operatorname{ctg} \alpha. \quad (7)$$

Площадь поперечного сечения выработки в свету

$$S_{св} = (B_1 + B_2)h_2/2 \quad (8)$$

Площадь поперечного сечения выработки в черне определяется с учетом толщины крепи и затяжки:

$$S_ч = (B_3 + B_4)h_3/2, \quad (9)$$

где B_3 — ширина выработки у кровли, м,

$$B_3 = B_1 + 2(d + \delta); \quad (10)$$

B_4 — ширина выработки по почве, м,

$$B_4 = B_3 + 2h_3 \operatorname{ctg} \alpha. \quad (11)$$

Площадь поперечного сечения выработки в проходке определяется по формуле

$$S_n = (1,03 - 1,05)S_ч, \quad (12)$$

где 1,03—1,05 — коэффициент увеличения площади сечения в проходке.

Необходимую площадь поперечного сечения выработки в свету, обеспечивающую пропуск расчетного количества воздуха, определяют по формуле:

$$S_B = Q/v, \quad (13)$$

где: Q — количество воздуха, проходящего по выработке, м³/с;

v — максимально допустимая скорость движения воздуха, м/с.

Аналогичным образом рассчитывается площадь поперечного сечения выработок с иными типами крепей, транспортных средств.

На основании проведенных расчетов принимают ближайшее большее типовое сечение горной выработки.

Максимальные скорости движения воздуха по горным выработкам в соответствии с ПБ не должны превышать следующих величин (м/с):

стволы и вентиляционные скважины с подземными установками, предназначенными только для подъема людей в аварийных случаях, вентиляционные каналы —15;

стволы только для подъема и спуска грузов — 12;

стволы для подъема и спуска людей и грузов, квершлагги, главные откаточные и вентиляционные штреки, капитальные и панельные бремсберги и уклоны — 8;

прочие горные выработки, проведенные по углю и породе—6;

призабойные пространства очистных и тупиковых выработок — 4.

При этом средняя скорость движения воздуха в призабойном пространстве подготовительных и очистных выработок должна быть не менее 0,25 м/с.

Правилами безопасности регламентируются следующие минимальные площади поперечного сечения горных выработок:

главные откаточные и вентиляционные выработки, людские ходки для механизированной перевозки — 9 м², при высоте не менее 1,9 м от почвы (головки рельсов);

участковые вентиляционные, промежуточные, конвейерные и аккумулярующие штреки, участковые бремсберги и уклоны — 6 м² при высоте не менее 1,8 м;

вентиляционные просеки, печи, косовичники и другие выработки — 1,5 м²;

участковые выработки, находящиеся в зоне влияния очистных работ, людские ходки, не предназначенные для механизированной перевозки людей, — 4,5 м² при высоте не менее 1,8 м.

Пример решения задач

Задача 1.

Определить размеры и площадь поперечного сечения подземной горизонтальной двухпутной откаточной горной выработки трапециевидной формы, вид крепи—деревянная крепь. Вид транспорта — рельсовый. Тип электровоза — КР-10, (табл.3)тип вагонетки — ВГ10А.(табл.2). Крепь деревянная, диаметр бруса — 10 см.

Таблица 3.1- Характеристика некоторых отечественных вагонеток

Показатели	ВГ2.0	Тип вагонетки			
		ВГ4.5 А	(ВГ10А)	ВБ2, 5	ВБ4,0 А
Вместимость кузова, м ³	2	4,5	10	2,5	4
Грузоподъемность , т	5	13,5	30	6,25	12
Ширина колеи, мм	750; 900	750; 900	750; 900	600; 750	750
Жесткая база, мм	1000	1250	4000	1000	1250
Габариты, мм:					
длина	3070	4100	7300	3600	4740
высота	1200	1550	1600	1550	1550
ширина	1250	1350	1800	1350	1350
Масса, кг	1510	3920	8825	2275	4715

Таблица 3.2 - Характеристика некоторых отечественных контактных электровозов

Показатели.	7КР1 У	К10	КН	КТ14	АРП Н
Масса, т	7	10	14	14	14
Ширина колеи, мм	600; 750; 900	600; 750; 900	750; 900;	750; 900;	900

Минимальный радиус кривой вписывания, м	12	12	18	18	15
Тяговое усилие, кН	11,8	16,6	23,5	23,5	18
Скорость движения в часовом режиме, км/ч	12,2	12,2	12,8	11,5	9,4
Габариты, мм:					
длина	4500	4760	5440	5800	5865
ширина	1350	1350	1350	1350	1350
высота с токоприемником (максимальная)	2400	2300	2300	2300	1650

Примечание. КР — контактный рудничный; КТ — контактный с тиристорной системой управления тяговым двигателем; АРП — аккумуляторный в рудничном исполнении повышенной надежности.

Порядок определения размеров и площади поперечного сечения откаточной горной выработки.

1. Определение ширины выработки трапецевидной формы на уровне подвижного состава.

Ширина выработки B трапецевидной формы на уровне подвижного состава определяется по формуле

$$B = an + v + c + c_1,$$

где: a — 1800мм - наибольшая ширина подвижного состава (вагонетки или электровоза),

n — 2—число рельсовых путей в выработке;

v — 0,25 м—зазор между подвижным составом и крепью

c — зазор между встречными составами, м (не менее 0,2 м.);

c_1 — ширина прохода для людей на уровне транспортного оборудования:

$$c_1 = m + h \operatorname{ctg} \alpha,$$

где $m=0,7$ м - зазор для свободного прохода людей на уровне 1,8 м от головки рельса,

$h=2,3$ м - высота подвижного состава,

α — угол наклона стоек крепи к почве выработки, град $\alpha = 80^\circ$.

$$c_1 = 0,7 \text{ м} + 2,3 \times 0,36 = 0,7 + 0,82 = 1,52 \text{ м}$$

На закруглениях свободный проход для людей, а также между осями путей увеличивается в зависимости от радиуса закругления и жесткой базы подвижного состава. Это уширение принимается равным 0,3 м.

$$B = 1,8 \times 2 + 0,25 + 0,2 + 1,52 = 5,57 \text{ м}$$

2. *Высота выработки определяется* исходя из размеров подвижного состава, высоты верхнего строения пути — 350 мм и высоты подвески контактного провода — 1,8 м.

Расстояние от контактного провода до верхняка крепи - 0,2 м.

Высота от головки рельсов до верхняка

$$h_1 = 1,8 + 0,2 = 2,0 \text{ м}$$

Высота выработки от балласта рельсового пути до верхняка

$$h_2 = h_1 + 0,14 = 2,0 + 0,14 = 2,14 \text{ м}$$

Высота выработки от почвы до кровли

$$h_3 = h_0 + h_1 + d + \delta,$$

где: h_0 — высота верхнего строения пути, м;

d — толщина крепи, м;

δ —толщина затяжки, 50-60мм.

$$h_3 = 0,350 + 2,0 + 0,5 + 0,05 = 2,85 \text{ м}$$

3. *Ширина выработки в свету по верхняку*

$$B_1 = 5,57 - 2(h_1 - h) \text{ ctga}$$

$$B_1 = 5,57 \text{ м} - 2(2,0 - 1,8) \text{ ctga} = 4,13$$

4. *Ширина выработки в свету по балласту*

$$B_2 = B_1 + 2 h_2 \text{ ctga}.$$

$$B_2 = 4,13 + 2 \times 2,14 \times 0,36 = 5,63 \text{ м}$$

5. *Площадь поперечного сечения выработки в свету*

$$S_{\text{св}} = (B_1 + B_2) h_2 / 2 = (4,13 + 5,63) 2,14 / 2 = 10,5 \text{ м}^2$$

6. *Площадь поперечного сечения выработки в черне* определяется с учетом толщины крепи и затяжки:

$$S_{\text{Г}} = (B_3 + B_4) h_3 / 2,$$

где B_3 — ширина выработки у кровли, м,

$$B_3 = B_1 + 2(d + \delta);$$

$$B_3 = 4,13 + 2(0,5 + 0,05) = 5,23 \text{ м.}$$

B_4 — ширина выработки по почве, м,

$$B_4 = 5,23 + 2 \times 2,85 \times 0,34 = 7,19 \text{ м}$$

$$S_r = (5,23 + 7,19) \times 2,85 / 2 = 17,7 \text{ м}^2.$$

7. Площадь поперечного сечения выработки в проходке определяется по формуле:

$$S_n = (1,03 - 1,05) S_r$$

$$S_n = 1,05 \times 17,7 = 18,7 \text{ м}^2$$

где 1,03—1,05 — коэффициент увеличения площади сечения в проходке.

На основании проведенных расчетов принимаем площадь поперечного сечения выработки $18,7 \text{ м}^2$.

Задание 2.

Определить размеры и площадь поперечного сечения подземной горизонтальной однопутной откаточной горной выработки трапециевидной формы, вид крепи — деревянная крепь диаметр бруса — 20 см. Вид транспорта — рельсовый. Тип электровоза — 7КР1У (табл.2), тип вагонетки — ВГ10А. (табл.1)

Список литературы

1. Кутузов Б. Н. Методы ведения взрывных работ [Электронный учебник] : учебник. 1. Разрушение горных пород взрывом / Б.Н. Кутузов. - Горная книга, 2009. - 473 с. Режим доступа:
[http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229029\(ЭУ\)](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229029(ЭУ))
2. Репин, Николай Яковлевич. Выемочно-погрузочные работы [Текст] : учебное пособие / Н. Я. Репин, Л. Н. Репин. - Горная книга, 2012. - 267 с.
3. Горное дело и окружающая среда : учебник / С. В. Сластунов, В. Н. Королева, К. С. Коликов, Е. Ю. Куликова, А. Е. Воробьев, В. В. Качак, В. И. Бабков-Эстеркин, А. Т. Айруни, А. С. Батугин, А. А. Шилов. [Текст] : - Логос, 2001. - 272 с.
4. Горное дело и охрана окружающей среды : учебник для вуз. / М. Е. Певзнер, А. А. Малышев, А. Д. Мельников, В. П. Ушань. [Текст] : - Московский гос. горный ун-т, 2001. - 300 с.
5. Основы горного дела : учебник для вузов / П. В. Егоров [и др.]. [Текст] : - МГГУ, 2000. - 408 с.