МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ И МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА
ВНИМИ

РУКОВОДСТВО

ПО ИЗУЧЕНИЮ И ДОКУМЕНТАЦИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ НА УГОЛЬНЫХ КАРЬЕРАХ

Ленинград 1969

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ И МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА
ВНИМИ

РУКОВОДСТВО

ПО ИЗУЧЕНИЮ И ДОКУМЕНТАЦИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ НА УГОЛЬНЫХ КАРЬЕРАХ

Ленинград 1969

А Н Н О Т А Ц И Я

В руководстве рассматриваются вопросы методики и техники ведения геологической документации при изучении геологического строения на угольных карьерах.

Кратко освещены вопросы изучения простых гидрогеологических и инженерно-геологических условий.

Руководство предназначено для геологов угольных карьеров; оно может быть полезным для слушателей курсов повышения квалификации геологов шахт и карьеров, а также для студентов родственных специальностей.

П Р Е Д И С Л О В И Е

Основными задачами геолога угольного карьера являются:

1 .Своевременное изучение геологического строения и составление полноценных геологических материалов, необходимых для проведения эффективной открытой разработки;

2. Изучение строения угольного пласта, петрографических и технологических свойств угля для определения: а) объема добычи; б) качества угля; в) планирования и организации селективной выемки угля и шихтовки;

3. Изучение состава и строения боковых пород для оценки их добываемости и устойчивости с целью разработки рациональной технологии вскрышных работ и безопасного их проведения;

4. Обоснованное геологическое прогнозирование строения участка, угольного пласта, качества угля и горно-геологических условий для обеспечевания высокомеханизированного производства соответствующим объемом работ на основе рациональной эксплуатации имеющихся запасов;

5. Проведение доразведочных и эксплуатационно-разведочных работ для обеспечения карьера запасами угля, для уточнения строения, морфологии и нарушенности угольного пласта;

6. Контроль за полнотой выемки, борьба с потерями и учет движения запасов;

7. Изучение влияния геологических факторов на ведение горных работ.

Для решения этих задач геологами карьера проводится систематическое изучение и документация состава и строения пород и угля, своевременная обработка, оформление и обобщение первичных документов.

Вопросам методики изучения и ведения геологической документа-

ции, как основного вида работ по геологическому обслуживанию открытой разработки угольных месторождений, посвящено данное руководство. В него не включены работы по подсчету запасов, непосредственно несвязанные с геологической документацией и изучением геологического строения, а также работы по изучению гидрогеологических условий и проведению осушительных работ на сильно обводненных карьерах, осуществляемых самостоятельной гидрогеологической службой.

Настоящее "Руководство..." является результатом исследований, проведенных сотрудниками лаборатории шахтной геологии и геометрии недр ВНИМИ Р.А.Такрановым (руководитель) и А.С.Шустерманом по вопросам усовершенствования методики геологической документации на угольных карьерах.Исследования проводились на основе изучения и анализа фактического состояния и методов ведения геологической документации, а также требований предъявляемых к ней производством на угольных карьерах комбинатов:"Востсибуголь","Красноярскуголь","Кузбасскарьеруголь","Челябинскуголь","Башкируголь","Укрбуруголь","Александрияуголь","Узбекуголь";трестов:"Иртышуголь","Вахрушевуголь"и"Волчанскуголь".В руководстве использованы результаты специально проведенных авторами исследований по усовершенствованию геологической документации путем применения инструментальных и упрощенных фотограмметрических методов,а также по горно-геологической классификации угольных месторождений,разрабатываемых открытым способом, по точности определения мощности и элементов залегания пластов и др.

"Руководство..." составлено с учетом требований "Временной инструкции по геологическому обслуживанию горных предприятий, разрабатывающих месторождения угля и горючих сланцев" и с использованием опыта и результатов документации геологов карьеров и авторов данного руководства.

При составлении "Руководства ..." преследовалась цель дать геологу карьера методическое пособие по изучению и ведению документации геологического строения на угольных карьерах, учитывая

возможности (штаты, уровень квалификации, техническую оснащенность) и отмеченные основные задачи геологической службы.

В задачу авторов "Руководства .." входило показать необходимость постоянного изучения на всех стадиях освоения месторождения основных элементов геологического строения месторождения (условий залегания, мощности, и т.д.), так или иначе влияющих на систему и технологию открытого способа разработки, так как именно эти факторы необходимы не только для решения текущих вопросов эксплуатации, но и при проектировании реконструкции карьера, практически неизбежного этапа освоения угольных месторождений.

Несмотря на то, что геологическая служба на угольных карьерах существует давно и в методическом отношении отличается специфичностью, до сих пор специалисты этого профиля не готовятся, а необходимые методические и учебные пособия отсутствуют. Поэтому данное руководство является также первой попыткой восполнить частично этот пробел.

Проект "Руководства ..." обсуждался с геологами и с другими специалистами угольных карьеров, а также научно-исследовательских организаций и учебных заведений. При окончательной редакции учтены замечания Главного геологического управления МУП СССР, Управления угольной промышленности Каз.ССР, комбинатов "Кузбасскарьеруголь","Свердловскуголь","Челябинскуголь","Дальвостокуголь","Александрияуголь";институтов КузНИУИ,ЛГИ и лабораторий устойчивости бортов и гидрогеологии ВНИМИ.Авторы выражают признательность всем лицам, принимавшим участие в обсуждении проекта "Руководства...".

В разработке"Руководства ..." принимали участие: канд.техн. наук Р.А.Такранов (гл.I; II; У; УI; §1 гл.УI с А.С.Шустерманом), инж.А.С.Шустерман (гл.III совместно с Р.А.Такрановым; гл.IУ) и канд.геол.-мин.наук А.С.Забродин (раздел разрывные и складчатые нарушения §I гл.I совместно с Р.А.Такрановым). "Руководство..." составлено под редакцией А.С.Забродина.

Г Л А В А I

ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Горно-геологические условия разработки включают в себя геологические, инженерно-геологические и гидрогеологические факторы, влияющие на открытый способ разработки угольных месторождений.

§ 1. Геологические условия

Геологические условия разработки характеризуются теми элементами геологического строения месторождения, которые определяют возможность открытого способа его разработки и влияют на оконтуривание карьерного поля, на выбор системы вскрытия и разработки, на технологию и механизацию выемки, и т.д. Отсюда изучение геологических факторов, проводимое геологом карьера, вызвано производственной необходимостью, так как способствует решению ряда практических вопросов эксплуатации.

Окончательное определение целесообразности открытого способа разработки, производится путем экономических расчетов при сравнении с подземным способом. При этом основой технико-экономических расчетов являются геологические данные (мощность, элементы залегания пластов, глубина залегания и др.). Эти же геологические данные необходимы и для расчета параметров системы разработки и технологии выемки открытым способом. Поэтому целесообразно выделять те геологические факторы, которые влияют на выбор способа разработки и решение конкретных вопросов эксплуатации. Знание закономерностей проявления, свойств и признаков этих геологических факторов необходимо также и для проведения методически правильного и полноценного изучения и документации геологического строения на угольных карьерах.

Основными геологическими факторами, влияющими на эксплуатацию,и поэтому служащих основными объектами изучения и геологической документации, являются: 1) состав и строение горных пород и угля; 2) нарушенность месторождения и отдельных его участков в результате складчатых и разрывных дислокаций; 3) трещиноватость пород; 4) выветривание пород.

Состав и строение угленосной толщи

Состав и строение пород, слагающих горный массив месторождения, и их свойства зависят от условий образования угленосной толщи и последующих ее преобразований.

Генетически единый комплекс осадочных пород обломочного типа и пластов угля называется угленосной толщей. В угленосной толще преобладают породы песчано-глинистого, реже карбонатного состава, образующиеся в морских, лагунных и континентальных (озерных, болотных, речных, пролювиальных) фациальных условиях.

Фациальные условия образования пород угольных месторождений отражаются, прежде всего, на их вещественном составе, размере, форме и сортированности частиц, на текстурных особенностях, на характере включений и т.д.

Для образования угленосной толщи наиболее типичны прибрежно-морские, прибрежно-континентальные и континентальные условия.

В общем виде состав пород толщи зависит от глубины накопления осадков. В мелководных прибрежных условиях образуются крупнозернистые породы, переходящие по направлению к суше в гравий, галечник и валунник. По направлению к центру водоема на глубине образуются более мелкозернистые породы: пески, глины и илы. Торфяники формируются , как правило, в специфических условиях, в спокойной водной обстановке лагун, лиманов, озер, на что указывает наличие в кровле и почве глинистых пород. За фацией торфяников

идут пески и алевролиты (отложения бара и прибрежной полосы для прибрежно-морских условий), далее глины и известняки (отложения открытого бассейна).

Строение толщи связано с циклическим характером перемещения береговой линии. В общем виде закономерности этой связи следующие. При наступлении береговой линии, связанном с опусканием суши, происходит следующее переслаивание пород: песок отлагается на ранее образованном галечнике , глина - на песке, ил- на глине. При дальнейшем опускании глина перекрывает песок, отложившийся на галечнике, а глину перекрывает глубоководный ил и т.д. Таким образом образуется серия слоев, внизу представленная грубообломочными, а вверху - глинистыми породами. При поднятии суши и отступлении береговой линии крупнозернистые породы в серии налегают на мелкозернистые и глинистые породы.

Состав, строение и свойства пород зависят не только от условий накопления осадков и сингенетических процессов, но и от последующих (эпигенетических) преобразований в результате диагенетических, катагенетических и метаморфических процессов.

Последовательность формирования пород. Образование пород и последующие изменения, связанные, в основном, с глубиной и временем погружения осадков, наличием растворов и повышенной температуры,по Н.М.Страхову, можно представить в виде последовательных стадий.

В первую стадию (СЕДИМЕНТОГЕНЕЗ) образуются осадки путем выветривания, переноса и осаждения твердых минеральных частиц в виде рыхлых, обводненных отложений, галек, щебня, песка, глины, ила, торфяника и т.д. Реже осадки угленосной толщи образуются из растворов и осаждением органических остатков. При смешивании различных частиц и отсутствии их сортировки образуются осадки типа супесей и суглинков.

Текстура характеризуется взаимным пространственным расположением и ориентировкой в породе различных составных ее частей. Первичной текстурой является слоистость, связанная с закономерно повторяющейся неоднородностью и обусловленной составом, крупностью, окраской и расположением частиц. В рыхлых породах слоистость часто выражена не четко. Грубообломочным породам и пескам характерна беспорядочная, а глинам - микрослоистая текстура. Микрослоистость связана со спокойно-прерывистыми условиями осадконакопления удлиненных и уплощенных глинистых частиц.

Структура пород определяется размером, формой и количественным соотношением частиц, их сростков и агрегатов. Первичная структура характерна для пород седиментационной стадии и зависит от условий образования осадков. Отложениям больших глубин и замкнутых бассейнов свойственны тонко-обломочные и глинистые частицы; прибрежно-морским - более крупнозернистые (алевритовые и песчанистые) частицы; дельтовым - галечники и крупнозернистые пески. В целом, рыхлым породам свойственно агрегативное, слитное, грубо-, крупно-, средне- и мелкозернистое строение.

Прочность нелитифицированных обломочных пород невысокая, и большинство из них раздавливается руками (исключение - силикатные образования и карбонатные отложения типа ракушечника). Глины отличаются анизотропностью и легко разделяются вдоль слоистости. В целом, повышенная прочность характерна для пород с беспорядочной текстурой и изометрическими по форме зернами.

Породы этой стадии формирования чаще всего встречаются в виде покровов рыхлых отложений четвертичного возраста, а также близки слабосцементированным неизменным третичным угленосным отложениям с углями торфо-буроугольной стадии (Днепровский и Южно-Уральский буроугольные бассейны).

Вторая стадия (ДИАГЕНЕЗ) характеризуется преобладанием рых-

лых осадков в горную породу под влиянием уплотнения, дегидратации, цементации и возникновения минеральных новообразований. Последние образуются в виде зерен и скоплений (конкреций и др.) путем химического взаимодействия составных частей осадка и окружающей среды (растворение, осаждение из раствора и при старении коллоида , перекристаллизация и т.д.).

Галечник, щебень, гравий, песок и глины превращаются соответственно в слабоцементированные конгломераты и брекчии, в гравеллиты, песчаники и диагенезированные глины. Торфяники и рыхлые землистые угли превращаются в бурые угли.

Структурно-текстурные признаки пород становятся более четкими и в большей степени определяются размерами зерен. Полосчатость и слоистость, как правило, усиливаются за счет вторичной (диагенетической) слоистости, формирующейся путем концентрации какого-либо материала в пределах малозаметных первичных слоев или на границах слоев и поверхностях напластования. Вследствие неравномерного растворения осадка, смятия при гидротации или увеличения объема при перекристаллизации появляется плойчатая и волниста текстура (морфологические типы слоистости приведены в гл.П).

В целом породы становятся более массивными, плотными и крепкими

Породы этой стадии, как правило, слагают угленосные толщи мезозойского возраста буроугольных месторождений, подобных Канско-Ачинскому, Серовскому и другим угольным районам.

В третью стадию (КАТАГЕНЕЗ) в результате дальнейшего уплотнения, значительных термальных, химико-физических и минералогических процессов происходит завершение окаменения пород. Породы в значительной степени уплотняются и упрочняются, часто значительно изменяя первоначальный минеральный состав и структуру.

Песчано-глинистые породы и особенно угли, в значительной сте-

пени подвержены влиянию деформации, повышенной температуры и метасоматоза. Глинистые частицы, часто приуроченные к поверхностям напластования, в стадии катагенеза становятся отчетливо ориентированными. Это приводит к плитчатости, усиливаемой при последующем метаморфизме.

Слабосцементированные породы окончательно упрочняются и превращаются, например, алевриты, суглинки и супеси в алевролиты; диагенезированные глины - в аргиллиты. Угли из торфо-бурых и бурых превращаются в бурые высокой стадии углефикации и каменные угли.

Породы этой стадии литификации распространены на большинстве угольных месторождений, разрабатываемых открытым способом.

В стадию МЕТАМОРФИЗМА под влиянием, главным образом, высокой температуры и давления происходят значительные минералогические преобразования и динамические явления (ориентированная вторичная структура, рассланцевание, плойчатость). Породы становятся высоколитифицированными и превращаются в сланцы с ярко выраженной анизотропией свойств и сланцеватой текстурой. Аргиллиты переходят в глинистые сланцы, алевролиты - в песчано-глинистые сланцы и т.п. Угли становятся полуантрацитами, антрацитами и графитами.

Углефикация углей, как совокупность вторичных физико-химических процессов превращения торфа в бурый, каменный и антрацитовый уголь, происходит в процессе формирования угленосной толщи под влиянием времени воздействия повышенного давления и температуры.

Непрерывный генетический ряд стадий углефикации: "буроугольная - каменногугольная - антрацитовая" характеризуется, прежде всего, обогащением угля углеродом, уменьшением кислорода и выхода летучих веществ, увеличением отражательной способности, и т.п. (см.табл.1). Основным показателем степени углефикации является выход летучих.

В углепетрографии преобразования в углях каменноугольной и антрацитовой стадии называется метаморфизмом. Стадии углефикации (метаморфизма) можно выделять по распространенному 15-бальному, технологическому подразделению углей по маркам: бурые ($Б_1$, $Б_2$ и $Б_3$), длиннопламенные (Д); газовые (Г), газовые жирные (ГЖ), жирные (Ж), коксовые ($К_1$ и $К_2$),спекающиеся (С), слабоспекающиеся (СС), отощенные спекающиеся (ОС), тощие (Т), полуантрациты (ПА), антрациты (А).

Метаморфизм может быть регионального, контактового и динамического типа.

Региональный метаморфизм и углефикация связаны с погружением на глубину больших площадей, обусловленным геотектоническими условиями накопления осадков.Изменение выхода летучих с погружением на 100 м называется градиентом метаморфизма (углефикации). Для Донбасса он равен 0,3-2,0%, для Кузбасса - 0,5-3,0%. При погружении в условиях Донбасса на глубину 2-3 км бурые угли переходят в газовые; при глубине 4-5 км - в жирные; при глубине более 8-9 км - в полуантрациты и антрациты.

Температура, при которой происходит изменение вещества углей марки Д в угли марки Г, равна 70^0-90^0; газовых в жирные - 100^0-120^0, отощенных спекающихся в тощие - 150^0-180^0; полуантрацитовых в антрацитовые - 190^0-240^0.

Контактовый метаморфизм носит локальный характер и связан с тепловым воздействием магматических пород. В Тунгусском бассейне на контакте с габбро-диабазами и диабазами в полосе шириной 5-10 м угли превращены в графит. В Томусинском и Сучанском районах угли на контакте с пластовыми и секущими интрузиями превращены в природный кокс.

Динамический метаморфизм углей, связанный с напряжениями при складкообразовании, носит подчиненный характер.

Вторичные изменения вмещающих пород связаны с общими для угленосной толщи изменениями первичного осадка в результате процессов диагенеза, катагенеза и метаморфизма. Эти процессы в угле и в породах в силу резко отличающихся их свойств и состава проявляются по разному. Признаки вторичных изменений углевмещающих пород менее ярко выражены, чем в углях и трудно оцениваются количественно. Поэтому степень вторичного изменения пород принято оценивать по степени углефикации углей.

Наиболее чувствительны к термодинамическому воздействию кварц и глинистые минералы. При значительной интенсивности этих процессов появляется вторичный кварц за счет обрастания и разъедания первичных зерен и заполнения им пор. Глинистые частицы переходят в серицит и слюды. В породах, вмещающих антрациты, наблюдается развитие вторичного кальцита и хлорита. Карбонатные породы, как правило, подвергаются перекристаллизации с образованием крупнозернистых разностей и замещением органических остатков вторичным доломитом и кальцитом. Углистые породы, по данным С.И.Малинина, при содержании углистых частиц более 10% мало подвержены вторичным изменениям и не могут служить показателем стадии метаморфизма.

С.И.Малинин /58/ предлагает оценивать степень метаморфизма пород по количественному соотношению наиболее характерных вторичных минералов, см.табл.№1, составленную для условий Донбасса.

Таблица I.

Стадии углефикации и марки углей	Выход летучих %	Содержание углерода %	Количество вторичных минералов в углевмещающих породах, %		
			серицит	кварц	кальцит
I	2	3	4	5	6
Буроугольная	41	76	0	0	0
Каменноугольная					
Д	39	76	0	0	0
Г	36	83	I-4	до I	0

I	2	3	4	5	6
Ж	30	86	7	I	0
К	20	88	28	2	оч.редко
КО	I5	89	33	3	редко
С,ПС, Т	I2	90	40	4	немного
Антрацитовая					
ПА	7	91-92	45-55	5-6	до 3
А	7	93	70	I6	5

Цемент обломочных горных пород, изменяемый в процессе их формирования, оказывает существенное влияние на их строение и свойства, в первую очередь, на пористость, плотность и прочность.

По составу выделяют мономинеральный (кальцитовы, кварцевый и т.п.) и сложный полимиктовый (песчано-глинистый, алевритовый и т.д.) цементы.

По характеру цементации в зависимости от взаимного расположения и взаимодействия обломков (зерен) и цементирующего материала выделяются следующие основные типы цемента: базальный (зерна не соприкасаются друг с другом и разделены цементирующим материалом); поровый (цемент пор); контактовый (развит в участках соприкосновения зерен); замещения (замещает часть зерен, а некоторые целиком); обрастания (обрастает зерна со всех сторон).

Грубообломочным породам свойственны все типы цемента, в песчаниках и алевролитах преобладают контактовый, поровый и реже базальный цементы карбонатного и глинистого состава.

Одновременно с породой формируется первичный цемент (базальный и др.). В результате наложенных процессов изменения развивается вторичный цемент (разъедания и замещения, обрастания и т.д.).

Разрывные и складчатые нарушения

Горные породы под воздействием тектонических и гравитационных сил подвергаются складчатым и разрывным деформациям. Эти геологические факторы в значительной степени оказывают влияние на качест-

во угля, полноту его выемки и на технологию разработки открытым способом.

Складчатые нарушения - это деформации пород без разрыва сплошности, приводящие к изменению первоначального горизонтального положения пластов. Односторонний постоянный наклон пластов называется моноклиналью.

Прогибы и выгибы значительных по площади участков земной коры называются синеклизами и антеклизами. Прогибы и выгибы значительной интенсивности на меньшей площади называются синклинальными и антиклинальными складками.

Элементы складок: крылья - боковые части; замок - участок соединения и перехода от одного крыла к другому; ось- линия перегиба крыльев; осевая поверхность - поверхность (плоскость), проходящая через оси складок разных слоев; шарнир - линия пересечения продолжения крыльев;ядро складки - породы, слагающие внутреннюю часть складки. У антиклиналей замок расположен выше крыльев, а в ядре находятся более древние осадочные породы, чем на крыльях; у синклиналей замок расположен ниже крыльев, а в ядре - более молодые породы.

Складки можно характеризовать элементами залегания оси, осевой поверхности и крыльев; длиной складки вдоль осевой поверхности и расстоянием по вертикали (высотой,вертикальным размахом) между замками соседних синклинальных и антиклинальных складок; расстоянием между соседними осевыми поверхностями (шириной); двугранным углом, образуемым крыльями складок (углом складки).

Виды складок, выделяемые по форме замка, по положению осевой поверхности и т.д.приведены на рис.I.

В.В.Белоусов /II/ выделяет два типа складчатости: полную и прерывистую. Для полной складчатости характерно непрерывное чередование синклинальных и антиклинальных, часто прямолинейных складок,

длина которых значительно превосходит ширину. Складки полного типа наиболее характерны для геосинклинальных областей и образуются под воздействием сил, непосредственно направленных вдоль слоистости. При этом выделяются складки продольного изгиба (складки вида 3а, рис.1) и продольного расплющивания (складки вида 3б, рис.1). При образовании таких складок в значительной степени развито послойное перемещение вещества и межслоевое проскальзывание отдельных слоев и пластов. Эти поверхности скольжения способствуют ослаблению горного массива и потере устойчивости бортов карьеров.

Прерывистая складчатость характеризуется отдельными изолированными складками среди недислоцированных пород. Такими складками чаще бывают антиклинальные, имеющие форму брахискладок и куполов. Прерывистая складчатость более свойственна платформенным областям и чаще всего образуется под действием сил, направленных поперек слоистости (складки поперечного изгиба). Такое складкообразование вызывается вертикальным перемещением отдельных блоков фундамента. Наиболее характерные формы таких складок приведены на рис.1 (складки вида 2г; 4б, в).

Флексурой называется вид складок, образованных коленообразным изгибом слоев, часто переходящим в разрывные нарушения.

Складки волочения и загибы слоев образуются возле тектонических разрывных нарушений в результате трения и волочения пород вдоль сместителя. Такие складки особенно ярко проявляются возле надвиговых нарушений.

Разрывные нарушения - деформации горных пород с разрывом их сплошности и перемещением разъединенных частей вдоль одной крупной трещины или нескольких сближенных субпараллельных трещин. Эта трещина или зона, называемая сместителем, разъединяет породы на две части, именуемые крыльями разрывного нарушения.

Если сместитель занимает наклонное или горизонтальное положе-

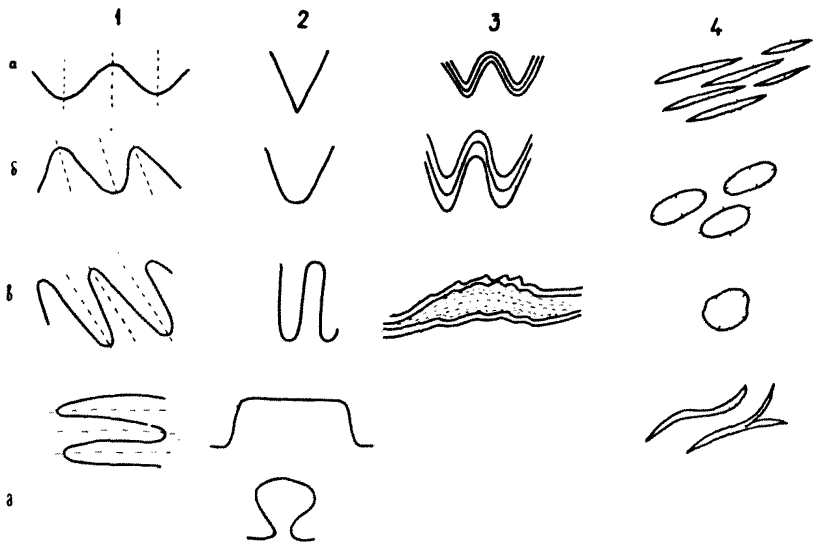


Рис.1. Виды складок:

I - по наклону осевой плоскости: а) прямая, б) наклонная, в) опрокинутая, г) лежачая;

2 - по форме замка: а) острая, б) округлая, в) изоклинальная, г) сундучная (коробчатая), д) веерообразная;

3 - по соотношению мощности пластов на крыльях и в замках: а) параллельная (концентрическая), б) подобная, в) дисгармоническая;

4 - по форме в горизонтальном сечении: а) линейные, б) брахиформные (брахискладки), в) изометричные, г) изогнутые и разветвленные.

ние, то крыло, расположенное выше сместителя называют висячим, крыло, расположенное под сместителем - лежачим.

В центральной части сместителя (рис.2а,б) амплитуды перемещения максимальны; к периферии они постепенно уменьшаются и достигают нулевого значения. Изолиния нулевых амплитуд перемещения является граничным контуром сместителя. Этот контур характеризует размеры и форму сместителя. Имеются данные, указывающие на то, что сместители нарушений, образованных от действия тектонических усилий с двух сторон имеют форму эллипса (рис.2а); при действии односторонних тектонических усилий - имеют форму сегмента (рис.2б).

Определение формы и размеров сместителя производится по данным документации разрыва в разных его частях. Знание соотношений между длиной сместителя (L), его высотой (H) и максимальной амплитудой перемещения (R) необходимо для прогноза продолжения разрыва в том или ином направлении. По данным, полученным в Кузбассе, наиболее характерно следующее соотношение R:H:L =1:20:60.

Тип разрывного нарушения определяется расположением вектора перемещения. Если вектор перемещения образует небольшой угол с простиранием сместителя, то такие разрывные нарушения относят к сдвигам. При направлении перемещения близком к направлению падения сместителя нарушения относят к сбросам. В случае перемещения в направлении противоположном направлению падения сместителя разрывы называют взбросами. Если вектор перемещения располагается диагонально, разрывные нарушения приобретают названия взбрососдвигов и сбрососдвигов.

Учитывая, что направление перемещения в общем перпендикулярно длинной оси сместителя, разрывы разного типа имеют определённое соотношение размеров сместителя в пространстве. Так у взбросов и сбросов наибольший размер располагается по простиранию сместителя; у сдвигов по падению сместителя; длинная ось сместителей взбросо-

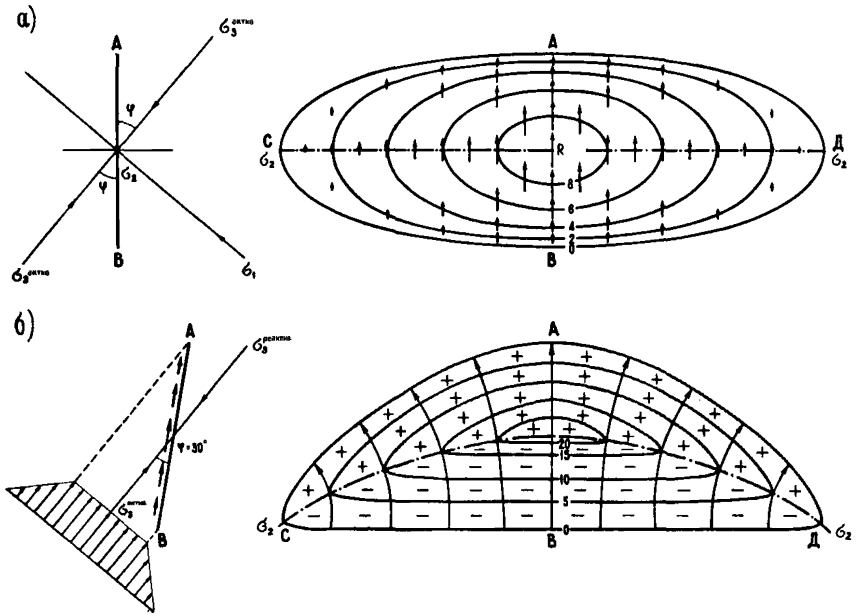


Рис.2. а) Эпюра сместителя (чертеж сместителя совмещенный с горизонтальной плоскостью), образовавшегося при действии тектонических усилий с двух сторон.
σ_3 – ось максимальных сжимающих нормальных напряжений;
σ_1 – ось минимальных сжимающих нормальных напряжений;
σ_2 – ось средних нормальных напряжений;
φ – угол скалывания; АВ – высота сместителя (Н); СД – длина сместителя (L); R – максимальная амплитуда перемещения, стрелки – векторы перемещения. Замкнутые линии изолинии амплитуд перемещения числа 0 – 8 – значения амплитуд в метрах.

б) Эпюра сместителя, образовавшегося при действии односторонних тектонических усилий (σ_3 актив.). Обозначения те же, что и для рис. 2а. Площадь со значками + зона сжатия, – со значками – зона растяжения пород со стороны висячего крыла. Линии со стрелками – направления перемещения пород в висячем крыле разрыва.

в)

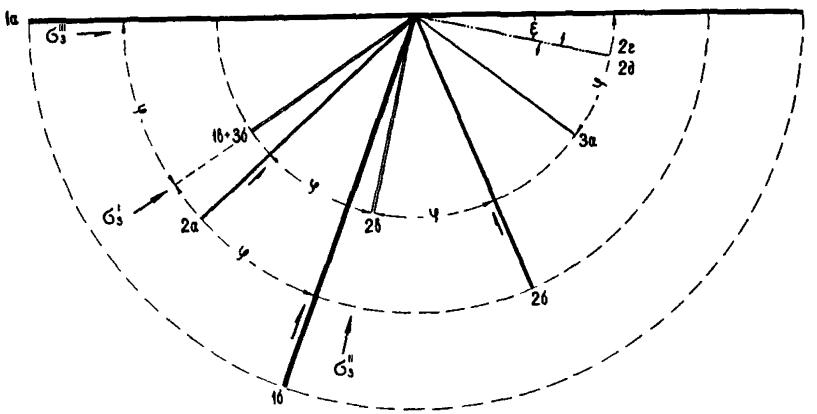


Рис.2. в) Разрывное нарушение и системы сопутствующих ему трещин в плоскости главных нормальных напряжений σ_3, σ_1, совмещенной с горизонтальной плоскостью.
σ_3' - направление основных тектонических усилий, под действием которых образовался разрыв 1а и система трещин 1б;
σ_3'' - направление вторичных тектонических усилий;
2а, 2б, 2г, 2д - системы трещин, образовавшихся при действии усилий σ_3'' ;
σ_3''' - усилия вдоль смещения,
3а - система трещин, образовавшихся от этого усилия.

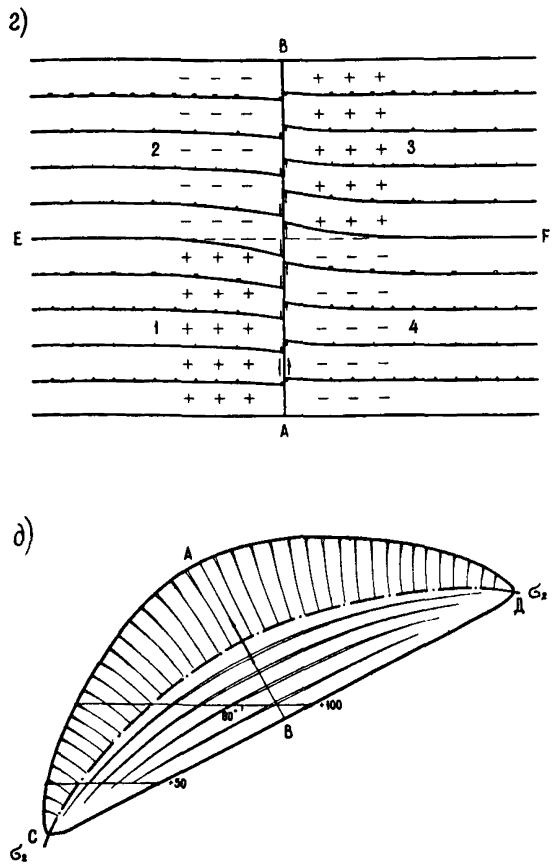


Рис.2. г) Поперечный вертикальный сдвиг в горизонтальном сечении. Точки А и В – концы сместителя, в которых перемещение равно 0. EF средний пласт до смещения, стрелками показаны амплитуды перемещения, которые увеличиваются к центру нарушения. 1, 3 – квадранты сжатия; 2, 4 – квадранты растяжения пород, расположенных вблизи от нарушения.

д) Эпюра взбрососдвига. Прямые с отметками +100, +50 – следы сместителя на горизонтах +100 м и +50 м. В верхней части сместителя в зоне сжатия показаны отрывные трещины, параллельные направлению перемещения, в нижней части сместителя показаны отрывные трещины в зоне растяжения, расположенные перпендикулярно к направлению перемещения.

и сбрососдвигов - располагается диагонально к простиранию сместителя. В направлении перемещения размер сместителя минимален.

Разрывные нарушения генетически связаны с тектоническими и гравитационными процессами.

Тектонические нарушения образуются в результате складчатых и последующих тектонических деформаций (рис.3). Соскладчатым нарушениям характерен взбросовый (надвиговый) вид, согласное и продольное залегание; послескладчатыми чаще являются диагональные и поперечные сдвиги.

Нарушения нетектонического происхождения образуются при формировании угленосной толщи в результате конседиментационной складчатости, оползания по подводным и погребенным склонам, а также при обрушении пород, перекрывающих карсты и другие полости. Эти нарушения, наблюдаемые например, на месторождениях Черемховского рай - она и Днепровского буроугольного бассейна, являются сбросовыми и отличаются небольшой мощностью зоны дробления и амплитуды смещения, рис.4.

По геометрическим признакам разрывные нарушения, пересекающие породы с одинаковыми элементами залегания, разделяются на согласные и несогласные, в зависимости от того, острый или тупой угол образуют направления падения плоскостей сместителя и пласта; а также на продольные, диагональные и поперечные в зависимости от угла W между линиями простирания этих плоскостей. У продольных нарушений $0 \leqslant W \leqslant 15^0$, у диагональных $15^0 \leqslant W < 75^0$, у поперечных $75^0 \leqslant W \leqslant 90^0$.

Одним из важных свойств разрывного нарушения является наличие или отсутствие перекрытия пласта, измеряемого в направлении, перпендикулярном плоскости пласта. Взбросовые нарушения с перекрытием обычно называют надвигами. Подробнее о геометрических свойствах разрывов см.в работе /33/, /98/ и др.

С приближением к сместителю интенсивность трещиноватости угля

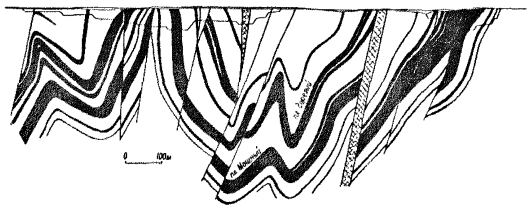


Рис.3. Тектонические нарушения взбросового типа. Бачатское месторождение Кузбасса (разрез по разведочной линии 45-45).

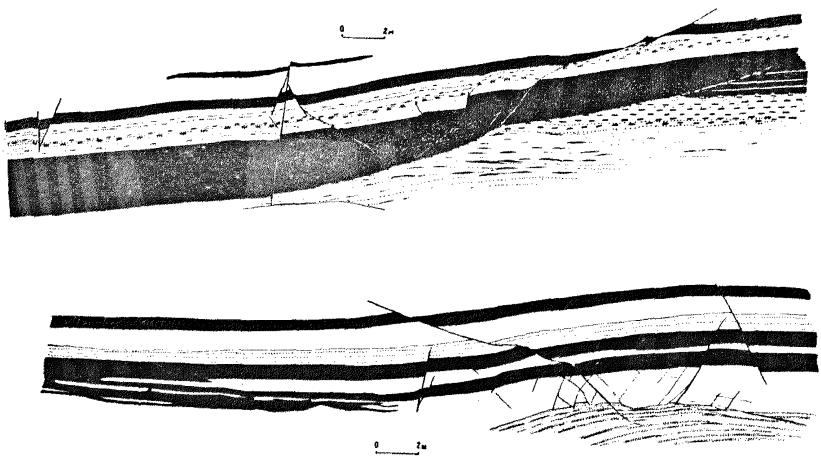


Рис.4. Нетектонические нарушения, связанные с гравитационным оползанием по наклонным поверхностям. Семеновско-Головковское месторождение (зарисовки, полученные в результате геологической фотодокументации добычных уступов).

и пород возрастает. При этом трещины и мелкие разрывы возле нарушения со значительной амплитудой располагаются закономерно (2 в). У каждого разрывного нарушения (особенно в плоскости, проходящей через следы перемещения) можно выделить два квадранта сжатия(I и 3) и два квадранта растяжения (2 и 4) (рис.2 г), в которых расположение трещин различно. Кроме того трещины отрыва, образующиеся в непосредственной близости от сместителя (рис.2 д) располагаются в области сжатия и в области растяжения под углом 90^0 друг к другу.

Изучение этой трещиноватости способствует определению типа и размеров разрывного нарушения.

Трещиноватость

Совокупность трещин, нарушающих целостность горных пород, называется трещиноватостью. Трещиноватость, наиболее характерная для литифицированных пород и угля, оказывает существенное влияние на их устойчивость в уступах, на эффективность буровзрывных и экскаваторных работ, на сортность угля и т.д. Поэтому знание закономерностей образования и классификация трещиноватости необходимы для ее наиболее правильного и полного изучения в связи с решением отмеченных практических вопросов.

Трещины, независимо от размера и происхождения, являются результатом проявления одного и того же деформационного явления в породах-явления их разрыва, возникающего при превышении предела прочности породы. С точки зрения механизма формирования трещины бывают отрывными и сколовыми.

Трещины отличаются друг от друга по морфологии, размеру, густоте пространственному положению и составу заполняющего материала.

Трещины в плоскости обнажения имеют прямую, изогнутую, ломанную и кулисообразную форму.

Стенки трещин бывают гладкие, иногда пришлифованные и со сле-

дами скольжения, волнистые (эти трещины, как правило, сколового происхождения), глазковые, струйчатые, шероховатые, ступенчатые (трещины отрывного происхождения).

По видимой длине выделяются следующие группы трещин: крупные, секущие один или несколько пластов, общей мощностью не менее I м; средние, секущие несколько пачек или I пласт мощностью до I м; мелкие, пересекающие отдельные слои мощностью до 0,5 м.

По ширине раскрытия или мощности заполнителя различаются закрытые - до 0,2 мм; волосные - 0,2-0,5 мм; открытые -> 0,5 мм.

Заполняющим материалом может быть жильный кварц и кальцит, глинистый материал, дробленный уголь и др.

В пространстве трещины обычно расположены группами, имеющими близкие значения элементов залегания. Такие группы трещин называются системами.

Густота (интенсивность) трещин определяется расстоянием между соседними трещинами по нормали к их плоскости.

Густота (интенсивность) трещиноватости зависит от состава пород и мощности пластов. Например, в Ленинском районе Кузбасса среднее расстояние между трещинами: в углях 0,05-0,02 м; в аргиллитах - 0,05-0,I м; в алевролитах - 0,I-0,3 м; в песчаниках - 0,3-1,0 м. Среди углей (по данным И.И.Аммосова и др./3/) наиболее трещиноватыми являются блестящие разности и угли средней стадии углефикации; менее трещиноватыми - угли матовые и марки Б и А, рис.5. В породах при мощности пласта до 2 м расстояние между трещинами обратнопропорционально мощности; в более мощных пластах эта зависимость становится параболлической.

Взаимно пересекающиеся трещины ограничивают блоки пород разного размера и формы, называемые отдельностью. На угольных месторождениях наиболее распространены отдельности призматической, кубической, плитчатой формы.

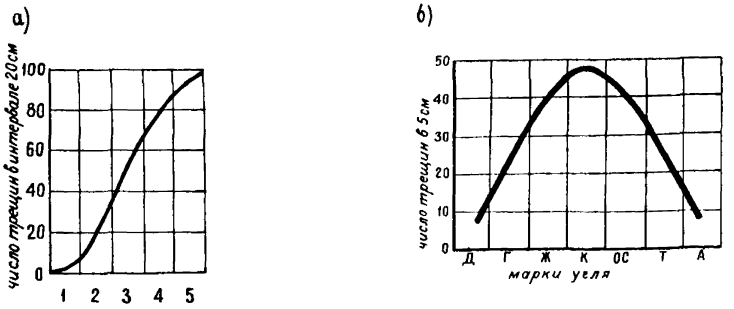


Рис.5. Зависимость трещиноватости углей от их петрографического типа (а) и марочного состава (б)

I - углистый аргиллит; *2* - полуматовый уголь; 3 - полублестящий уголь; 4 - блестящий уголь; 5 - витрен.

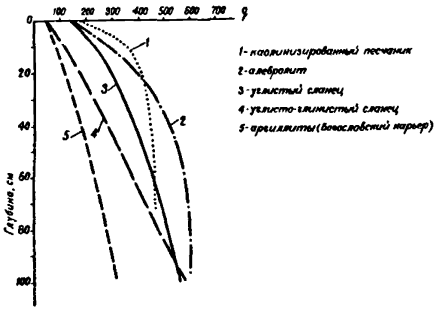


Рис.6. Закономерности изменения относительной механической прочности (q), характеризующие глубину выветривания пород на Экибастузском карьере.

Классификация трещиноватости. По расположению трещин относительно простирания пласта или оси складки (аналогично разрывным нарушениям) выделяются продольные, поперечные и диагональные; относительно напластования - нормальносекущие, кососекущие и параллельные системы. Эти подразделения составляют геометрическую классификацию трещиноватости.

С точки зрения происхождения предлагается выделять следующие типы трещин: 1) диагенетические (по разным авторам - первичные, трещины отдельности и эндотрещины. и т.д.); 2) диагенез - тектонические; 3) тектонические (экзотрещины); 4) выветривания (гипергенные); 5) механической разгрузки.

Некоторые авторы именуют трещины, ограничивающие отдельности ("сланцеватостью") "кливажем". Большинство форм кливажа связано с метаморфическими породами и интенсивной пластической деформацией при складкообразовании. Поэтому кливаж, как форма сближенной трещиноватости, возникающей при преобладании пластической деформации пород, сопровождается закономерной ориентировкой зерен минералов. Такое явление на угольных месторождениях, разрабатываемых открытым способом, редки. В связи с механическим единством трещиноватости и кливажа как разрывного трещинного явления деформаций пород разных стадий, и для устранения путаницы в терминологии не следует всякую трещиноватость называть кливажем.

Диагенетические трещины имеют специфические особенности, обусловленные механизмом формирования при беспорядочно направленных вдоль пласта растягивающих напряжениях, связанных с уплотнением, усыханием, дегидратацией и другими процессами диагенеза осадка. Поэтому, в зависимости от состава и свойств пород, ориентировка и морфологические особенности чаще всего нормальносекущих трещин в разных породах различны. Наиболее характерные признаки этого типа трещин можно наблюдать в трещинах усыхания, образующих полиго-

нальную, часто бессистемную сеть и имеющих извилистую, ветвящуюся форму. При формировании этих трещин на глубине при небольшом перекрытии типичная клиновидность их раскрытия уменьшается, простирание становится более выдержанным.

Диагенетические трещины чаще встречаются в платформенных условиях и в неполностью консолидированных породах. В складчатых районах они сформированы как диагенез-тектонические, либо замаскированы тектонической трещиноватостью.

Процесс слоеобразования протекает в условиях постоянных колебательных движений значительных участков земной коры. Поэтому внутренние напряжения, возникающие в породе при диагенезе, дополняются и перекрываются тектоническими, и первичные "зародыши" трещин и ослабленные направления разрастаются под влиянием тектоники. Это в отличие от диагенетической ("эндогенной") трещиноватости, выражается в том, что внутрипластовая нормальносекущая трещиноватость проявляется в виде систем, выдержанных по простиранию на значительной площади и по разрезу, при закономерной прямой связи количества систем со степенью дислоцированности пород и участка, при взаимной зависимости ориентировки основных систем и осей складок. Этот тип трещин, чаще всего развитых в пределах пласта по нормали к нему, широко распространен во всех породах и группируется в системы.

Тектонические трещины отличаются сгруппированностью в системы, пространственной и генетической связью со складчатыми и разрывными структурами, пересечением нескольких пластов под различным углом и, иногда, наличием на них следов скольжения. Эти трещины наиболее развиты в складчатых районах.

Трещины выветривания и механической разгрузки развиваются, в первую очередь по ранее созданным и скрытым трещинам. Поэтому на диаграммах трещиноватости пород зон выветривания трудно выде-

лить полюса систем, отвечающих собственно трещинам выветривания.

Трещины выветривания в массивных породах развиваются по нормали и почти параллельно поверхности обнажения ("окоймляющие" трещины); в глинах - в виде трещин шелушения, и т.д. Выветривание по трещинам приводит к их расширению, выщелачиванию стенок и заполняющего материала. Глубина развития трещин выветривания зависит от пород и географических условий и не превышает 50-80 м.

Трещины механической разгрузки, трещины откосов (заколов), оседания и обвалов, высвобождения и отжима и т.п. связаны с проявлением гравитационных сил и с разрядкой напряженного состояния пород. Эти трещины проявляются как по готовым трещинам, предыдущих типов, так и самостоятельно. Некоторые авторы к этой группе относят искусственные трещины, возникающие при взрывах.

По морфо-генетическим признакам трещин механической разгрузки характеризуются сочетанием признаков деформаций отрыва, среза (скола) и изгиба; по конфигурации они в общем повторяют контур выработанного участка и борта карьера, и в отличие от повсеместного развития предыдущих типов носят локальный характер.

Выветривание пород

Под выветриванием понимается процесс изменения горных пород, происходящий в результате действия агентов выветривания: воды, колебания температуры, окисления и выщелачивания, растительности и живых организмов.

Характер и интенсивность процессов выветривания зависят от геологического строения, пространственного положения и расчлененности (рельефа) обнажения, а также от климатических условий.

В результате выветривания происходит физико-химическое изменение структуры пород и нарушение связей между частицами. Это приводит к снижению плотности и прочности пород, их растрескива-

нию, дроблению, выщелачиванию, образованию гипергенных минералов.

Глубина выветривания, например, для глин в естественных обнажениях может достичь 12-20 м. Глубина выветривания в бортах карьера за один и тот же период достигает в глинах - 10 см, в каолинизированных песчаниках - до 20-40 см, в алевролитах - 50-60 см, в углисто-глинистых породах - более 100 см. Пример глубины выветривания, оцениваемой по изменению механической прочности, для условий Экибастузского карьера иллюстрируется кривыми рис.6, построенными по материалам исследований лаборатории устойчивости бортов ВНИМИ.

О скорости выветривания судят по глубине выветривания или по изменению физико-механических свойств за определенный срок. Например, глинистые породы в условиях Подмосковья в течение года выветриваются на глубину 1,5 м, а первые признаки выветривания (появление гипсовых образований) - по истечении нескольких суток. Полная потеря сцепления выветрелых пород в бортах Экибастузского и Коркинского карьеров, установленная С.В.Кагермазовой и др., наступает в алевролитах через 8 месяцев, в каолинизированных алевролитах через 4 месяца. За 1 год прочность песчаника уменьшается от 25% до 50%.

Самовозгорание углей

Основой самовозгорания углей является молекулярный механизм окисления. Химическое взаимодействие кислорода воздуха с углем при низкой температуре сопровождается накоплением тепла, которое приводит к самовозгоранию угля. Необходимым условием такого процесса для углей, склонных окисляться, является: 1) постоянный приток воздуха; 2) небольшая теплоотдача. Проявлению этих факторов способствует трещиноватость, нарушенность и пористость угля, влажность, мощность пласта и ряд других горно-технических условий (небольшая скорость подвигания забоя, наличие целиков и дру-

гих потерь угля и т.п.). В наибольшей степени склонны к самовозгоранию (при прочих равных условиях) буровые угли и фюзен-витреновые разности. По данным В.М.Маевской и др.критическая температура самовозгорания углей Донбасса колеблется от 120^0-140^0 для длиннопламенных углей, 150^0-180^0-для углей марки ПС, ПЖ, К; 190^0-200^0 для антрацитов.

Самовозгорание углей приводит к ухудшению их качества, а также усложняет условия разработки. При проектировании разработки самовозгорающихся углей предусматриваются меры борьбы с самовозгоранием и различные профилактические мероприятия, зависящие от системы и технологии разработки, например, повышение скорости подвигания забоя, оставление минимальных целиков угля и т.д. Поэтому геологу необходимо знать основы процесса и методы изучения самовозгорания углей.

Влияние геологических факторов на открытый способ разработки.

Проведение горных работ при эксплуатации угольных месторождений открытым способом зависит, в первую очередь, от следующих геологических факторов: I) условия залегания (глубины залегания, угла падения и мощности пласта); 2) состава и строения пород и угольных пластов; 3) складчато-разрывной нарушенности и трещиноватости.

Условия залегания оказывают влияние, в первую очередь, на выбор схемы вскрытия, на систему и технологию разработки, а также на механизацию горных работ.

I. О влиянии условий залегания на способ вскрытия в общем виде можно судить по схеме, приведенной в табл.2.

Таблица 2.

Способ вскрытия	Условия залегания
Отдельными траншеями:	
а) внешнего заложения	Глубина залегания, в среднем до 50м горизонтальное и пологое залегание.
б) внутреннего заложения	Глубина залегания больше 50 м; горизонтальное и пологое залегание.
Групповыми и парными траншеями	Глубина залегания, в среднем до 100 м; горизонтальное и пологое залегание.
Общими траншеями:	
а) внешнего заложения	Глубина залегания до 30-40 м; пологое и наклонное залегание.
б) внутреннего заложения	Глубина залегания до 100-200 м и более; наклонное, крутое и переменное залегание.
Бестраншейный	Глубина залегания до 30-50 м; горизонтальное и пологое залегание.
Подземными выработками	Глубина залегания значительная (более 200 м); наклонное и крутое залегание.

Угол падения пластов влияет на выбор направления и формы вскрывающих и капитальных траншейных трасс. Например, горизонтально, полого и наклонно залегающие месторождения вскрываются по направлению простирания или падения в центре или на флангах карьерного поля траншеями с петлевой или спиральной формой трасс; крутопадающие и складчатые - по простиранию вдоль висячего контакта одного из пластов (или вдоль оси складки) траншеями, как правило, с тупиковой формой трасс.

На примере Кузбасса видно различие в схеме вскрытия одного или нескольких (свиты) пластов. Если один крутопадающий пласт вскрывается траншеей в центре карьерного поля вкрест простирания, то свиту пластов лучше вскрывать по простиранию с фланговым расположением траншей.

2. Система разработки во многом зависит от условий залегания. В упрощенном виде для обобщенных характеристик условий залегания такая зависимость дана в табл.3.

Таблица 3.

Система разработки	Условия залегания		
	глубина	падение пластов	мощность пласта
Бестранспортная	до 30(50)м	горизонтальное, пологое, реже наклонное.	до 20-30 м
Транспортно-отвальная	до 40(50)м	горизонтальное, пологое	до 5-30 м
Транспортная	переменная	любое	до 40 м
Комбинированная	до 100 м и более	горизонтальное, пологое.	до 50 и более м

При разработке месторождений с параметрами, отличающимися от данных табл.3, необходимо учитывать горно-технические условия. Например, по бестранспортной системе можно разрабатывать более мощные пласты, залегающие более круто и на большей глубине, чем это указано в табл.3. Для этого необходимо применять более мощные землеройные машины и обеспечить устойчивость внутренних отвалов.

Выбор различных вариантов одной системы разработки более тесно связан с величинами, характеризующими условия залегания, табл.4

Таблица 4.

Варианты транспортно-отвальной системы	Глубина залегание	Мощность пласта	Морфология пласта
I. Отвальная опора на предотвале. Экскаваторная опора			
а) на поверхности	5-20 м	5-7 м	Невыдержанная
б) на вскрышном уступе	25-40 м	10-15 м	Любая
в) на кровле пласта	до 15-20 м		Выдержанная
2. Отвальная опора на почве пласта	20-40 м	до 10 м	Выдержанная

3. Отвальная опора на промежуточном добычном уступе	30-50 м	до 20 м	Любая
4. Отвальная опора на кровле пласта		до 10 м	Выдержанная
5. Опора на разных горизонтах	40-60 м	15-20 м	Невыдержанная

Элементом бестранспортной системы разработки является высота внутреннего отвала, которая лимитирует высоту вскрышного уступа. На высоту таких отвалов и их устойчивость большое влияние оказывает угол падения почвы пласта, на которой в выработанном пространстве располагаются внутренние отвалы (см.табл.5, составленную для карьеров треста "Вахрушевуголь").

Таблица 5.

Угол падения пласта, град.	0	3	6	10	12	15
Высота отвала, м	35,0(до 50)	31,0	27,0	22,0	19,5	15,5

Отсюда следует, что задачей геолога, особенно в период реконструкции карьера, является систематическое изучение и обоснованное прогнозирование элементов залегания пластов с целью определения возможности применения наиболее экономичной системы - бестранспортой с внутренними отвалами. Устойчивость этих отвалов при угле наклона более 12-15^{0} в целом определяет возможность применения бестранспортной системы, а при угле наклона 10-12^{0} влияет только на выбор высоты вскрышного уступа.

Мощность угольного пласта оказывает влияние на стоимость вскрыши и на высоту вскрывающих уступов. При прочих равных условиях стоимость вскрыши выше для маломощных, чем для мощных пластов. На примере разработки пологих пластов в Кузбассе видно, что мощные пласты (более 10 м) вскрываются уступами высотой 12-15 м, пласты мощностью до 10 м - уступами высотой 10-12 м.

Высота добычного уступа при отработке экскаватором ЭКГ-4 наклонных пластов со стороны висячего бока зависит, по данным ИГД им.Скочинского /28/, от угла наклона. (см.табл.6).

Таблица 6.

Падение пласта, град.	85	55	45	35	25
Высота уступа, м	10	9,9	7,2	4,8	3,1

3. Технология разработки определяется, наряду с другими факторами, и условиями залегания, и количеством пластов.

Например, на карьерах Кузбасса при наиболее рациональной схеме разработки наклонных пластов со стороны висячего бока при уменьшении угла падения пласта необходимо изменить технологию: 1) уменьшить высоту черпания; 2) увеличить длину рукоятки и высоту расположения напорного механизма; 3) изменить угол наклона стрелы экскаватора и зубьев ковша; 4) применять совместную работу различных горно-добывающих механизмов. Изменение затрат в зависимости от угла падения, по данным С.А.Дранников /28/, изображено в виде кривых рис.7.

Если при разработке I горизонтального пласта технология решается только технико-экономическими условиями, то для свиты крутопадающих пластов технология во многом зависит от необходимости разработки, во-первых, со стороны висячего бока, во-вторых, селективно в связи с разной, часто небольшой мощностью пластов угля разной зольности и марочного состава.

Систематическое изучение изменения угла падения и мощностей пласта и междупластья позволило на ряде участков Томусинского месторождения (Кузбасс) заменить систему с горизонтальным подвиганием уступов более рациональной схемой с подвиганием по падению пласта.

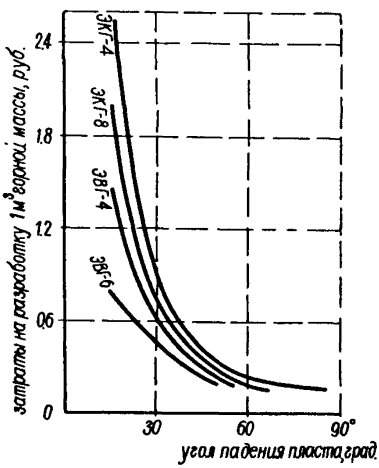


Рис.7. Влияние угла падения пласта на стоимость разработки I м³ горной массы разными экскаваторами при высоте уступа 10 м.

4. Механизация горных, особенно добычных работ связана с условиями залегания пласта.

Как видно из рис.7, взятого из работы /28/, при углах наклона пластов 60-90° выгоднее использовать экскаваторы типа прямая лопата ЭКГ-4; при угле положе 60° - ЭВГ-6. По данным С.А. Дранникова для Кузбасса, при угле наклона до 30-20° наиболее целесообразна совместная работа ЭКГ-4 с драгляйном ЭШ 4/40 или с мощным бульдозером ДЭТ-250; при угле падения 20-0° и мощности пластов 0,5-2,0 м целесообразно использовать комбайны и шнекобуровые машины с дистанционным управлением.

При селективной выемке пропластков мощностью 0,2-0,3 м и при зачистке и выемке пластов со сложной морфологией кровли и сложном строении целесообразнее использовать роторные экскаваторы или экскаваторы типа обратная лопата, отличающихся также и лучшим заполнением ковша (прямая лопата позволяет вынимать раздельно пропластки мощностью до 0,5-1 м).

Таким образом из этих примеров видно, как важно иметь полноценные сведения о глубине залегания, мощности пласта и угле падения, позволяющие решать важные практические вопросы, возникающие в процессе эксплуатации, а особенно при реконструкции карьера.

Состав и строение угольных пластов и толщи вмещающих пород часто вызывают необходимость применения раздельной выемки участков угля и пород. (Влияние этих геологических факторов на инженерно-геологические условия рассмотрены ниже).

Технология разработки усложняется при селективной выемке, если угольный пласт на разных участках имеет разную зольность, Это имеет место, например, на Коркинском карьере.

Наличие твердых включений или целых пропластков значительно снижает производительность горно-добычных механизмов, а в ряде

случаев экскаваторы с большой емкостью ковша становятся непригодными. Примером могут служить линзовидные участки крепкого песчаника, залегающие среди слабосцементированных пород Ирша-Бородинского карьера, а также пропластки доломитизированных известняков крепостью 5-8 среди рыхлых пород вскрыши на карьерах треста "Эстонсланец".

Нарушенность пород и угля, выраженная в виде крупных тектонических пликативных, разрывных нарушений и трещиноватости, в значительной степени влияет на устойчивость и с этим на параметры бортов, на технологию разработки и производительность экскаваторов, а также на качество угля и его потери.

Крупные нарушения часто используется для установления границ карьерных полей или выемочных участков. Нарушения со смещением приводят к необходимости видоизменять технологию отработки нарушенного участка, т.к.смещенные крылья оказываются на других, часто "чисто" вскрышных горизонтах.

Мелкие нарушения искажают морфологию пласта, увеличивая потери угля.Детальное изучение мелких нарушений и уточнение встреченных при разведке крупных нарушений способствует наиболее полному извлечению угля из смещенных участков пласта.

Трещиноватость пород и угля предопределяет кускаватость взорванной массы.

Влияние трещиноватости пород на эффективность буровзрывных работ может быть следующим:

1. Размер естественной отдельности значительно превышает размер кондиционного куска дробления. Расчет паспорта буро-взрывных работ (расход ВВ и сети скважин) в этом случае должен вестись как для сплошного массива. Это приближение тем лучше,чем больше расстояние между трещинами и меньше между зарядами.

2. Размеры отдельностей близки размеру кондиционного куска. Это самый неблагоприятный случай, ибо увеличение расхода ВВ даст очень маленький эффект дробления и мало снижает выход негабаритов.

3. Размер отдельности меньше кондиционного куска. В этом случае буро-взрывные работы необходимы лишь для сотрясения и развала массива.

Производительность экскаватора зависит от соотношения и размера кусков разных фракций, в первую очередь от количества кондиционной кусковатости. Степень дробления взорванной массы можно характеризовать выходом фракций 100 см, являющейся граничной кондицией размера кусковатости при использовании экскаваторов с емкостью ковша 3 $м^3$. Тогда зависимость производительности экскаватора от количества этой фракции, по данным Б.П.Юманова и др. /107/ можно представить в виде кривых рис.8.

Влияние размера кусков взорванной массы на производительность экскаваторов типа драглайн и прямая лопата можно проиллюстрировать рис.9, построенным применительно к скальным породам и условиям работы на карьерах Томусинского района (Кузбасс) и Коунрада.

Выветрелость пород оказывает влияние, в основном, на технологию разработки. Например, экскавация песчано-глинистых пород на карьерах Кузбасса до глубины, в среднем, 5-10 м может производиться без предварительного рыхления.

Из всех рассмотренных примеров влияния геологических факторов на ведение горных работ видно, что изучение основных элементов геологического строения карьерного поля, кроме прямого назначения по определению объема и качества добытого угля, по геологическому прогнозирования и т.д., способствуют решению многих важных текущих вопросов эксплуатации, а также проектирования

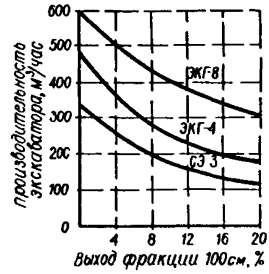


Рис.8. Зависимость производительности экскаваторов от количества в горной массе кусков фракции 100 см.

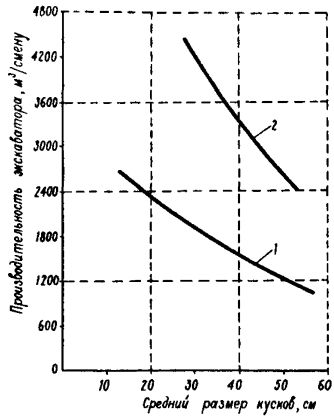


Рис.9. Зависимость производительности экскаваторов ЭШ-6/60, на Красногорском (I) и ЭКГ-8 на Коунрадском (2) карьерах в зависимости от размера кусков взорванной массы.

реконструкции.

Исчерпывающие данные об этих геологических факторах должен получать геолог карьера путем тщательной и систематической их документации и обобщения на всех стадиях разработки месторождения.

§ 2. Гидрогеологические условия и дренаж

Типы подземных вод угольных месторождений.

Главная роль в формировании водоносных горизонтов большинства угольных месторождений принадлежит водам атмосферного происхождения. Значительное обводнение месторождения иногда обусловлено наличием поблизости поверхностных водоемов и водотоков.

По типу заполняемых водой пустот в горных породах выделяются поровые и трещенные подземные воды. По условиям залегания подземных вод на угольных месторождениях различаются следующие типы: почвенные и верховодные, грунтовые, пластовые, иногда выделяются пластово-трещинные и карстовые.

Почвенные и верховодные воды расположены в самых верхних слоях пород: первые в почвенном слое; вторые под почвами над линзами непроницаемых или над контактами относительно слабо проницаемых пород. Верховодка, как правило, не отличается большой мощностью и площадью распространения и наиболее характерна для периода обильного выделения осадков.

Грунтовые воды залегают на первом от поверхности водоупорном пласте. Уровень и температура грунтовых вод колеблется в зависимости от времени года. Область их распространения, как правило, совпадает с областью питания. Запасы и глубина залегания грунтовых вод зависят от климатических и геоморфологических условий.

Пластовые воды в отличии от грунтовых перекрыты водоупором. Поэтому пластовые воды имеют область питания, удаленную от области их распространения. Пластовые воды чаще бывают напорными, реже безнапорными. Примером последних могут служить надугольные водоносные горизонты буроугольных месторождений Днепровского бассейна. Разновидностью напорных вод являются артезианские воды, у которых гидростатическое давление связано с мульдообразным залеганием водоносного горизонта. Сезонные колебания уровней и температуры пластовый вод незначительны.

Пластово-трещинные воды циркулируют по трещинам, секущим отдельные пласты. Угольные пласты в зависимости от состава и трещиноватости могут быть водоносными горизонтами или водоупорными.

На угольных месторождениях имеют место подземные трещинные воды зон крупных тектонических нарушений, а также карстовые воды, приуроченные к закарстованным известнякам или к "горелым" породам (Волчанское, Ангренское и др.месторождения).

Трещинные и пластово-трещинные воды распространены, главным образом, на каменноугольных месторождениях, сложенных крепкими осадочными породами, претерпевшими значительные тектонические воздействия.

Для большинства буроугольных месторождений, сложенных песчано-глинистым коплексом пород, относительно спокойно залегающих, характерны пластовые воды.

Гидрогеологические характеристики

В зависимости от состава и строения горные породы отличаются различными гидрогеологическими свойствами. Эти свойства можно характеризовать водопроницаемостью, водоотдачей, влагоемкостью и т.д.

Водопроницаемость - способность горных пород пропускать через себя воду. Она зависит от структуры пород, наличия пор, трещин и т.п. Водопроницаемость характеризуется коэффициентом фильтрации (К), который равен скорости движения воды при гидравлическом градиенте равном I. (Гидравлический градиент - это отношение разности напоров в двух точках к расстоянию между ними). Средние значения коэффициента "К" для угленосных пород даны в табл.7.

Таблица 7.

№ № п/п	Породы	К м/сут.
I	2	3
I.	Монолитные осадочные породы (практически непроницаемые)	менее 0,00I
2.	Глина	менее 0,00I иногда 0,0I
3.	Глинистые песчаники, метаморфические и осадочные породы с волосяной трещиноватостью	0,0I-0,00I
4.	Супесь	I-0,0I
5.	Трещиноватые аргиллиты и алевролиты	5-0,0I
6.	Суглинок	0,4-0,05
7.	Угли бурые	0,5-0,I4 иногда I0
8.	Песок пылеватый, глинистый с преобладающей фракцией 0,0I-0,05 мм	I-0,5
9.	Трещиноватые известняки	3-I
I0.	Трещиноватые песчаники	5-I
II.	Слабо трещиноватые доломиты, мел, мергели, сланцы	20-5
I2.	Песок мелкозернистый, глинистый, с преобладающей фракцией 0,I-0,25 мм	I5-I0
I3.	Песок среднезернистый глинистый	25-20
I4.	Гравийно-галечниковые грунты со значительной примесью мелких частиц	60-20
I5.	Галечник с песком	I00-20
I6.	Песок среднезернистый	50-35
I7.	Песок крупнозернистый	75-60

Водоотдача – способность породы, насыщенной водой, отдавать свободную воду. Отношение объема стекающей (отданной) воды к объему породы называется коэффициентом водоотдачи (μ), выражаемом в долях единицы или в процентах. Коэффициент водоотдачи определяется обычно как разность между полной и максимальной молекулярной влагоемкостью:

$$\mu = W_п - W_м$$

Легко отдают воду крупно- и грубозернистые рыхлые породы, а также трещиноватые и раскарстованные скальные породы. У глин водоодача плохая. Водоотдача численно равна эффективной пористости пород и колеблется, по данным О.Б.Скиргелло, от 0,3 для крупно- и грубозернистых песков, до 0,02 для бурых углей и песчаников с глинистым цементом.

Влагоемкость – способность впитывать и удерживать в порах и трещинах воду. Различают полную, гигроскопическую, молекулярную и капиллярную влагоемкость.

Полная влагоемкость соответствует полному насыщению породы водой и выражается в % отношением веса воды к весу сухой породы или отношением объема воды к объему породы. В последнем случае полная влагоемкость численно совпадает с величиной пористости.

Гигроскопическая влагоемкость равна количеству воды, которое удерживается сухим образцом породы в условиях полного насыщения воздуха водяными парами.

Капиллярная влагоемкость соответствуют количеству воды, заполняющей капилляры.

Для характеристики форм скопления подземных вод и отдельных их элементов используются следующие понятия.

Водоносный горизонт – подземные воды, приуроченные к одному или нескольким регионально выдержанным, гидродинамически связанным между собой пластам.

На угольных месторождениях выделяют надугольный, угольный и подугольный водоносные горизонты. Контур высачивания воды из водоносного горизонта называется областью дренажа или разгрузки. Поверхность подземных вод называется уровнем подземных вод. О характере уровня подземных вод можно судить по карте гидроизогипс, являющихся горизонталями поверхности воды. По рисунку гидроизогипс и их взаимному расположению с контурами поверхностных водоемов и водотоков можно судить о характере питания водоносных горизонтов.

Уровень, до которого поднимается вода в вертикальной выработке, вскрывшей напорный водоносный горизонт, называется пьезометрическим. Высота столба воды, поднявшегося над кровлей этого горизонта, определяет величину напора. Линии, соединяющие точки с одинаковыми напорами, называются гидроизопьезами.

Расстояние, на которое сказывается понижение уровня воды в дренажной выработке (скважине, колодце и т.п.) называется радиусом влияния.

Степень обводненности карьера и трудность разработки месторождения в какой-то степени характеризуется коэффициентом водообильности, равном отношению суточных объемов откачиваемой воды к добыче угля.

Условия обводнения карьеров

Основными факторами, влияющими на обводненность карьера являются климатические, гидрографические и гидрогеологические условия, а также горно-технические условия эксплуатации. Из природных факторов наибольшее значение имеют количество атмосферных осадков, рельеф местности, фильтрация воды из поверхностных водоемов и водотоков, состав, строение и нарушенность горных

пород, режим подземных вод.

Атмосферные осадки. Одной из основных причин обводнения горных выработок является инфильтрация атмосферных осадков. Обводненность карьеров, как правило, выше в районах с большим количеством атмосферных осадков. Сезонные колебания притоков также объясняются влиянием атмосферных осадков.

Рельеф местности. На положительных элементах рельефа в горных районах с влажным климатом подземные воды залегают иногда на глубине нескольких десятков и даже сотен метров, а в то же время вблизи долин они выходят на дневную поверхность в виде источников. В равнинных районах подземные воды залегают обычно на глубине редко превышающей 20-40 м.

Фильтрация воды из поверхностных водотоков и водоемов, расположенных вблизи карьерного поля, часто оказывают большое влияние на обводненность выработок. Примером могут служить Ангренский карьер и некоторые карьеры Кузбасса, значительная водообильность которых связана с инфильтрацией воды из рек через аллювиальные отложения долин.

Литология горных пород. Горные выработки, проходимые в рыхлых породах, представленных галечниками и песками, почти всегда сильно обводнены. При вскрытии глинистых пород выработки обычно остаются сухими. Карбонатные породы с явлением карста способны накоплять большие массы воды. Поэтому выработки, проходимые в районе закарстованных известняков, опасны по внезапным прорывам подземных вод.

Тектонические нарушения могут служить коллектором подземных вод. По зонам разломов возможна более интенсивная гидравлическая связь различных водоносных горизонтов. Тектонические нарушения нередко бывают причинами внезапных прорывов больших масс воды.

Гидрогеологический режим. Продолжительная открытая разработка месторождения ведет к нарушению естественных гидрогеологических условий и режимов. Изменяется уровень подземных вод, их температура и скорость движения. Может измениться и степень минерализации подземных вод, а иногда даже химический и газовый состав. Эти изменения во времени называются режимом подземных вод. Наибольшее практическое значение имеет изменение уровня подземных вод. Изучение колебаний уровня способствует правильной оценке гидрогеологических условий при развитии работ, а также выбору необходимых мероприятий по осушению.

Прогноз притока воды в карьер

Прогноз водопритока состоит из аналитических предрасчетов возможных притоков, выполняемых по одной из методик, изложенных в специальных работах по гидрогеологии /65/, /91/, с учетом рассмотренных геологических и гидрогеологических факторов, имеющих место на данном карьерном поле. При определении притока учитывается форма карьера в плане. При изометрической форме схема фильтрации радиальная, при вытянутой - плоская.

П.П.Климентовым /45/ предлагается использовать несколько схем прогнозирования водопритоков в случае: 1) притоков безнапорных вод из вскрышных пород при горизонтальном и наклонном залегании водоупора; 2) притоков из близко расположенной реки; 3) притоков напорных вод, вскрываемых дном карьера; 4) притоков подземных вод, вскрываемых по всему периметру карьера; и др. схемы.

Эти расчетные схемы не учитывают ливневых вод, отводимых от границ карьера нагорными канавами, а также атмосферных осадков, выпадающих непосредственно на площади карьера.

Для прогноза водопритоков к карьерам различают притоки из

поверхностных водоемов или водотоков в результате фильтрации воды по аллювиальным отложениям. При этом учитывается время существования дренирующих выработок: дренирующие выработки периода строительства являются несовершенными, а периода эксплуатации - совершенными дренами. При выборе схемы предрасчета возможного притока воды необходимо учитывать также резко отличающиеся друг от друга показатели фильтрации покровных, углевмещающих пород и угля.

Правильный прогноз водопритоков определяется тем, что выбранное насосно-силовое хозяйство в состоянии одновременно откачать максимальные притоки подземных и атмосферных вод.

Гидрогеологическая классификация карьерных полей

В основу классификации карьерных полей по обводненности положены, по данным Сыроватко М.В. /93/, следующие четыре горногидрогеологических показателя: 1) коэффициент водообильности, 2) суммарный приток в карьер, 3) коэффициент фильтрации основного водоносного горизонта, 4) удельный приток. Крэффициент водообильности не дает полного представления об истинной обводненности карьерного поля. Он больше отражает экономику разработки угля.

По общему водопритоку и по коэффициенту водообильности можно судить о степени обводненности карьерного поля (таблица 8).

Таблица 8.

Карьеры	Общий водоприток $м^3$/час	Коэффициент водообильности, $м^3$/т
Балаховский, комб."Александриуголь"	200- 350	2,6
Кумертауский, комб."Башкируголь"	500	1,5
Богословский, тр."Вахрушевуголь"	1500	1,0
Назаровский, комб."Красноярскуголь"	800	1,0
Семеновско-Головский, комб."Александриуголь"	340	0,8
Ангренский, комб."Узбекуголь"	360	до 0,9
Ирша-Бородинский, "Красноярскуголь"	400	0,5
Карьеры треста "Черемховуголь"	до 200	до 0,5
Углеразрез №I, тр."Иртышуголь"	160	0,3
Углеразрез №2, тр."Иртышуголь"	30	0,05

Коэффициент фильтрации основного обводняющего горизонта дает представление о гидродинамических возможностях вскрываемого горными выработками геологического разреза. Основным обводняющим горизонтом считается такой горизонт, который обеспечивает свыше 70% притока в общем балансе обводненности карьера.

Наиболее правильное представление об обводненности вскрытых пород дают удельные притоки. Этот показатель характеризуется притоком в $м^3$/час, отнесенным к I $м^2$ обнаженной поверхности или 1 п.м (км) фронта работ или контура высачивания.

Для наиболее полной характеристики степени обводненности карьерных полей необходимо использовать несколько показателей (табл.9), предложенных М.В.Сироватко /93/.

Таблица 9.

Горно-гидрогеологические показатели	Степень обводненности полей			
	весьма обводненные	обводненные	умеренно обводненные	слабо обводненные и практически необводнен.
Коэффициент водообильности, $м^3/т$	свыше 25	25-8	8-3	менее 3
Суммарные притоки к карьерному полю $м^3/час$ (на период полного разворота горных работ)	свыше 1000	1000-300	300-100	менее 100
Коэффициент фильтрации основного обводняющего горизонта, м/сутки	свыше 100	100-5	5-0,05	менее 0,05
Удельные притоки, л/час на 1 $м^2$ обнаженной поверхности горных выработок в период эксплуатации	свыше 4	4-0,4	0,4-0,05	менее 0,05

В основу других классификаций положены литологические типы пород месторождения, /65/, геолого- гидрогеологические факторы /45/ и т.д.

Способы осушения [x]

Основной целью осушения является обеспечение нормальных условий для ведения вскрышных и добычных работ. Кроме того осушение имеет целью уменьшить влажность угля, что особенно необходимо для его обогащения и брикетирования.

Под "способом осушения" понимается система (схема) и средства осушения (дренажа).

С и с т е м а о с у ш е н и я характеризуется принципиаль-

[x] Примечание. Детальная разработка и обоснование выбора способов осушения приведены в специальных работах П.П.Климентова /45/, ВНИМИ, /65/ и др.

ной схемой осушения, типом, расположением и режимом работы дренажных выработок и устройств . Выбор системы осушения карьерного поля решается обычно проектными и научно-исследовательскими организациями на основе экономического анализа разных вариантов осушения, обоснованных расчетами фильтрации, устойчивости бортов, водоснабжения и т.д.

Все системы осушения можно объединить в две группы: открытый и глубинный дренаж.

О т к р ы т ы й д р е н а ж осуществляется с помощью открытых и закрытых канав (дрен) для осушения одного неглубоко залегающего или полностью вскрытого карьером водоносного горизонта, а также, если водоносный горизонт залегает непосредственно под разрабатываемым пластом. Наибольший эффект применения открытого дренажа получается при дренировании наклонных водоносных горизонтов и при наличии возможности самотечного отвода вод за пределы карьерного поля. Возможности открытого дренирования уменьшаются в условиях холодной (ниже-20^{0}), продолжительной зимы.

Дренажные канавы (траншеи) проходят обычно параллельно борту на расстоянии друг от друга, равном ширине заходки экскаватора (продольные канавы) и соединяются между собой поперечными канавами (рис.10). Эти канавы, засыпанные гравием, впоследствии используются для дренажа внутренних отвалов.

По положению в плане и по назначению выделяются контурные, заградительные и систематические дрены. Первые два типа являются постоянно действующими дренажными выработками, расположенными по контуру (периметру) карьерного поля или по одному из направлений с целью ограждения и перехвата грунтовых вод на пути к карьеру. Систематические дрены образуют сеть канав, постоянно проходимых на уступах по мере продвижения борта.

Г л у б и н н ы й д р е н а ж осуществляется с помощью

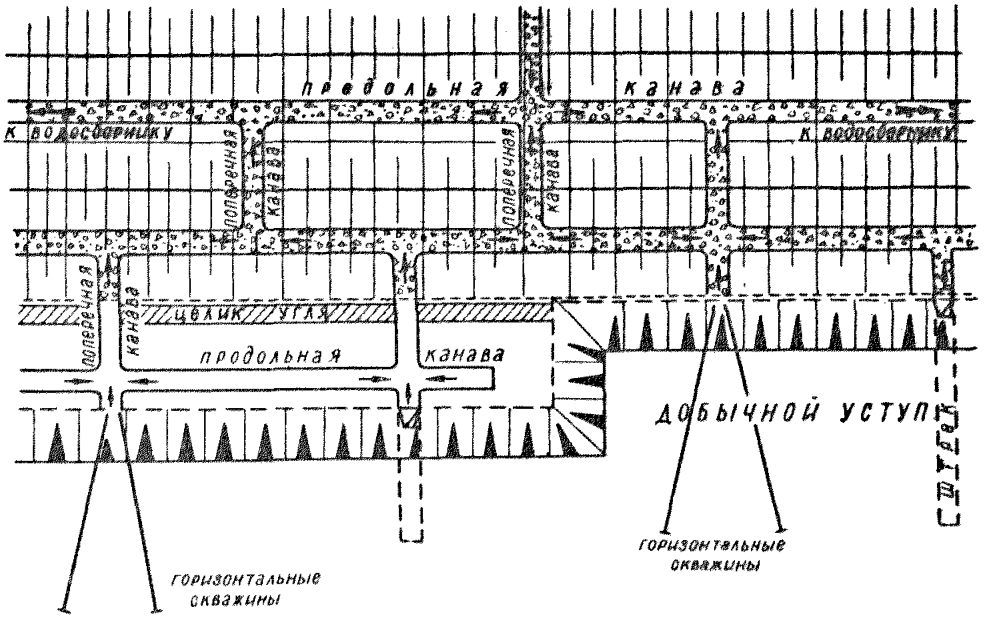


Рис.10. Схема осушения уступов и отвалов с помощью дренажных канав.

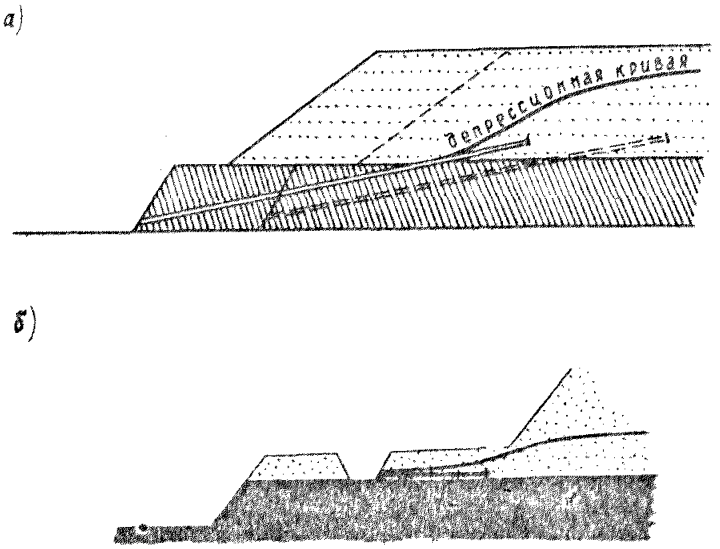


Рис.11. Осушение горизонтальными скважинами пластов угля (а) и надугольных песков (б).

скважин, подземных горных выработок и фильтров для осушения глубоко залегающих водоносных горизонтов и для осушения скальных трещиноватых пород.

Скважины по своему назначению и оборудованию могут быть водопонижающими, водопоглащающими и самоизливающимися.

Водопонижающие скважины целесообразно проходить для сравнительно длительной откачки воды из I-2^{x} горизонтов, залегающих на глубине до 100-150 м при коэффициенте фильтрации более 3-5 м/сут. При фильтрации I-2 м/сутки такие скважины используются для снижения напоров.

Эффективность дренажа повышается при применении высоконапорных глубинных насосов и при увеличении диаметра водоприемной части скважины.

По положению относительно карьера и по назначению водопонизительные скважины, как и открытые дрены, разделяются на контурные, линейные заградительные и систематические. Количество и взаимное расположение скважин определяется фильтрационными расчетами, учитывающими данные опытных откачек. Водопонизительные скважины относительно рабочего борта должны находится на расстоянии не ближе 5-годового его продвижения.

Для дренирования надугольных пород и снятия напоров невскрытых карьером напорных вод подугольных горизонтов применяются поглащающие и самоизливающиеся скважины.

Дренирование надугольных пород, угля и водоносных зон в трещиноватых скальных породах можно осуществить горизонтальными скважинами (рис.11). Длина скважин равна двойной ширине заходки, уклон должен обеспечивать скорость воды более 0,3 м/сек. Кроме горизонтальных скважин из карьера проходятся штольнеобразные выработки. Горизонтальные дренажные выработки наиболее целесообразны при осушении обводненных угольных пластов, отрабатываемых

по бестранспортной системе, когда открытый дренаж не применим.

Подземными горными выработками целесообразнее дренировать глубоко залегающие (более 100-150 м) водоносные горизонты. Подземный дренаж штреками с использованием различного типа фильтров и колодцев имеет преимущества перед скважинами и при меньшей глубине залегания водоносного горизонта при плохой фильтрации, а также при наличии поверхностных водоемов, питающих подземные воды, при наклонном и крутом залегании пород, в случае необходимости централизации водоотлива, что становится необходимым при большой глубине разработки и при наличии нескольких водоносных горизонтов.

Стволы и околоствольные выработки дренажных шахт закладываются в местах понижения пласта со стороны рабочего и нерабочего борта сроком работы не менее 5 лет. Со стороны рабочего борта стволы закладываются чаще при горизонтальном залегании пласта угля.

Дренажные штреки проходятся с уклоном к водосборнику по возможности по почве дренируемого пласта. В плане они располагаются под углом к рабочему борту через 150-200 м друг от друга с учетом гипсометрии подошвы пласта.

Для осушения угля и снятия напоров вод подугольного горизонта из штреков проходятся понизительные колодцы или фильтры. (Колодцы часто используются для сбора воды из дренажных канав.) Расстояние между колодцами и фильтрами, в среднем равное 100-150 м, сокращается в участках понижения подошвы угольного пласта.

Для осушения пород, лежащих выше штрека, применяются сквозные или забивные фильтры, сеть которых определяется гидрогеологическими особенностями осушаемых пород. Расстояние между забивными фильтрами обычно равно 10-30 м, в местах плохой проницаемости - 2-3 м. Сквозные фильтры проходятся обычно в том случае, если водоносные горизонты расположены выше дренажных штреков на

15 и более м, когда применение забивных фильтров затруднено. Пример подземной схемы осушения изображен на рис.12.

В качестве вспомогательного средства дренажа карьерных полей можно использовать игло-фильтры, типа ПВУ, ЛИУ и др. Игло-фильтры чаще всего используются для быстрого осушения сильно обводненных участков до глубины 10-15 м.

Для дренажа суглинков при коэффициенте фильтрации менее 1 м/сутки применяется электроосушение (электроосмос). В результате создания электрического поля происходит перемещение воды от положительных к отрицательным электродам, в качестве которых используются игло-фильтры, присоединенные к источнику постоянного тока.

Для дренирования глубоких карьеров рекомендуется /65/ сеть штольнеобразных выработок и наклонные стволы проходить из карьера.

При осушении карьерных полей, особенно в стадию строительства применяется комбинация открытого и глубинного дренажа.

Осушение отвалов заключается в отводе вод из подошвы карьера и из основания отвала.

Водоносные подугольные породы осушаются системой открытых и закрытых дрен, колодцев и скважин (см.рис.10). Канавы и сеть колодцев проходятся параллельно фронту уступа или отвала через каждую заходку с уклоном в сторону водосборника. Канавы проводятся иногда под углом к борту, особенно в случае необходимости прорезки целика угля, оставляемого между заходками, а также для отвода вод из пониженных участков. Напорные подугольные воды дренируются также путем глубинного дренажа горными выработками или скважинами, пробуренными с рабочих площадок уступов, например, в случае подвалки угольного уступа отвалом.

Закрытые дрены дренируют нижнюю часть внутренних отвалов.

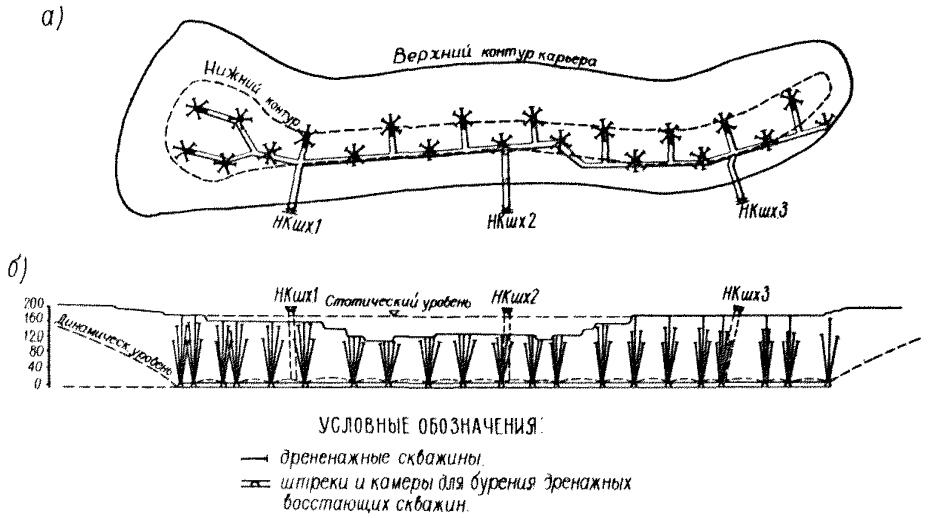


Рис.12. Схема подземного способа осушения на Экибастузском карьере: а - план; б - вертикальный разрез.

Дренированию отвала способствует селективная его отсыпка, когда в основание отвала отсыпаются песчаные или дробленные скальные породы. Слоевая отсыпка слабо- и интенсивно фильтрующихся пород в тело отвала, способстует его дренированию. Для этих целей создаются искусственные плои из щебня или укладываются дренажные трубы. В аварийных случаях в отвалах проходятся дренажные выработки.

Отвод поверхностных вод, стекающих к карьеру со склонов, осуществляется проходкой нагорных канав и обваловкой карьера, с учетом самотека вод за его пределы. Атмосферные осадки, выпадающие в пределах карьера, а также воды, высачивающиеся из откосов, отводятся системой поверхностного дренажа.

Поверхностные водоемы и постоянные водотоки отводятся по новым руслам и водоотводным каналам. Инфильтрация из нового русла устраняется путем его изоляции бетонными плитами,заиловкой и т.д.

Средствами дренажа являются насосное хозяйство, горные выработки гидрогеологического назначения и их оборудование и различные приспособления.

Дренаж чаще всего осуществляется с помощью различного типа скважин. Конструкция скважин зависит от гидрогеологических условий, особенностей вмещающих пород, глубины, диаметра и угла наклона бурения и т.д. Скважины бывают бесфильтровые и с фильтрами; первые применяются в крепких породах (известняках, песчаниках), где породы стенок не оплывают, не обваливаются.

Водопонижающие (водозаборные) скважины служат для откачки воды из водоносных горизонтов на поверхность с помощью глубинных насосов. Наиболее распространенный начальный диаметр скважин - 14-20 . В качестве фильтров используются отрезки перфорированных труб, каркасные, проволочно-каркасные и другие типы фильтров при общей скважинности 25-30%.

Водопоглощающие скважины служат для поглощения воды из водоносных пород и спуска их в нижние более водопроницаемые пласты. Фильтры устанавливаются как в осушаемых,так и в поглощаемых пластах.

Водоотдача пород увеличивается, если в скважине создать вакуум, для чего требуется дополнительное оборудование (сальники, вакуум-насосы и т.д.).

Степень осушения и эффективность работы скважины оценивается с помощью наблюдений в специальных наблюдательных скважинах (используемые приборы и оборудование описаны в гл.УI).

Дренажные шурфы и колодцы крепятся срубовым креплением. Колодцы проходятся на глубину, в среднем, до 3-5 м; глубже проходятся трубчатые колодцы и скважины диаметром 150-250 мм. В колодцах и шурфах устанавливаются насосы.

В качестве забивных фильтров используются отрезки железных тонкостенных труб диаметром 25-63 мм и длиной, в среднем, 1,5 м. Для мягких пород, например, на буроугольных карьерах Украины, применяются изготовленные из планок деревянные каркасные фильтры. Эффективность работы забивных фильтров увеличивается при установке вакуум-фильтров и аэрирующих скважин(о их оборудовании см./65,/89/).

Сквозные фильтры, представляющие собой скважины, пробуренные с поверхности до подземных дренажных выработок, оборудуются различными фильтрами, например, отрезками перфорированных труб, диаметром 76-102 мм. Фильтры устанавливаются на участках пересечения водоносных горизонтов. Если обводненные породы представлены мелкозернистыми песками, то применяется гравийная обсыпка фильтров. В выработке выходное отверстие фильтра оборудуется специальным сальником; на поверхности - крышкой (подробнее см./45/).

При дренаже используются артезианские,турбинные,винтовые, центробежные, погруженные, штанговые и другие типы насосов. Выбор

насоса определяется дебитом и высотой подъема воды, диаметром скважины и т.д.

§ 3. Инженерно-геологические условия

Устойчивость и добываемость пород как одни из основных характеристик инженерно-геологических условий зависят от следующих основных факторов: состава и строения пород и массива, их физико-механических и горно-технологических свойств и гидрогеологических условий. Инженерно-геологические условия разработки в разной степени зависят от географических условий и некоторых физико-геологических явлений (оползней склонов, селевых и снежных потоков и т.п.).

Физико-геологические явления. Оползни естественных склонов наиболее характерны для пересеченного рельефа гористой местности при благоприятных климатических и геологических условиях. Например, оползанию способствует наличие среди рыхлых пород поверхностей и слоев водоупора, представленных глинами или поверхностями древних оползней. Горные работы (глубокие траншеи, взрывы) и скопления воды способствуют оползанию. Поэтому при выборе границ карьерного поля и места заложения глубоких капитальных траншей необходимо учитывать отрицательное влияние указанных природных физико-геологических явлений.

Климатические условия района разработки определяются, в основном, количеством и характером атмосферных осадков и их распределением в течение года, температурным режимом воздуха и грунта, продолжительностью зимнего периода и т.д. Климатические условия сказываются не только на условиях ведения горных и дренажных работ, но в связи с выветриванием изменяют устойчивость и добываемость пород.

Поэтому для наиболее рациональной организации технологичес-

кого режима экскаваторных работ и разработки соответствующих мероприятий, от геолога карьера требуются данные о метеорогических условиях и возможных физико-геологических явлениях. Эти данные необходимы для анализа причин возникновения деформаций и повышенного водопритока, а также для их прогнозирования в различное время года. Нередко эти данные получают путем проведения самостоятельных специальных наблюдений (см.гл.IУ).

Инженерно-геологические характеристики пород

Ф и з и к о - м е х а н и ч е с к и е с в о й с т в а пород зависят от характера внутри- и межзерновых связей, которые в общем виде определяют инженерно-геологический тип пород:

1) рыхлые - представлены простыми механическими смесями несвязанных между собой зерен и частиц (песок, гравий и т.п.);

2) связанные -это, как правило, глинистые породы с водно-коллоидными свойствами и связями между частицами;

3) твердые (скальные) - породы с прочной упругой связью между частицами.

Породы всех типов характеризуются различными физико-механическими и водно-физическими свойствами, оцениваемыми соответствующими показателями.

К ф и з и ч е с к и м свойствам относятся плотностные, электромагнитные, радиоактивные и другие свойства пород.

В практической деятельности геологу карьера приходится иметь дело с физическими свойствами пород, характеризуемыми следующими параметрами (показателями).

Удельный вес (γ_0) - вес единицы объема твердой фазы (скелета) сухой горной породы. Удельный вес породы зависит, в первую очередь, от минерального состава породообразующих частиц и

цемента и определяется пикнометрическим способом.

Горная порода кроме минерального скелета имеет пустоты с газом или жидкостью.

Объемный вес (γ) - называется вес единицы объема породы при естественной пористости и влажности и определяется отношением веса образца к его объему. Объемный вес зависит от минерального и гранулометрического состава, типа цементации и степени литификации пород. Наиболее характерный объемный вес: для аргиллитов-2,0-2,5 г/см^3 ; для алевролитов-2,0-2,5 г/см^3; для песчаников - 2,1-2,7 г/см^3; для известняков-2,3-2,9 г/см^3.

Объемный вес углей изменяется от 1,2 г/см^3 для бурых до 1,7 г/см^3 для антрацитов. При увеличении зольности углей объемный вес их возрастает и для углистых пород приближается к объемному весу вмещающих пород. Величина объемных и удельных весов основных пород приведены в приложении.

Пористость - это суммарный объем всех находящихся среди минералов и частиц пор, в единице объема породы. Этот относительный объем всей совокупности пустот называется общей пористостью и характеризуется коэффициентом пористости (Кп), который определяется по формуле: $K_п = \frac{\gamma_0 - \gamma}{\gamma_0} \cdot 100\%$

Выделяют эффективную пористость, которая характеризует сообщающиеся между собой, активные для проникновения воды и газа поры. Поэтому эту пористость обычно определяют методом насыщения.

По величине общей пористости породы подразделяются на три группы: 1) породы с низкой пористостью, (до 5%); 2) породы со средней пористостью, (от 5% до 20%); 3) породы с высокой пористостью (более 20%). Пески обычно имеют пористость 30-50%, песчаники - иногда до 25-30%, аргиллиты - менее пористые. Карбонатные породы, как правило, являются низко- реже, среднепористыми породами.

По величине поры делятся на субкапиллярные (диаметр пор 0,2 мм), капиллярные (0,2-0,I мм) и сверхкапиллярные - (менее 0,I мм).

По происхождению поры делятся на первичные, сформированные при образовании породы, и вторичные, возникающие в результате вторичных процессов (выщелачивания, перекристаллизации и др.).

Гранулометрический состав характеризуется процентным содержанием в породе частиц различного размера. Наименование основных пород угленосных толщ, представляющих собой механическую смесь обломков различной крупности, зависит от средних размеров фракций, см.табл.22, 2I гл.П.

Смесь песчано-глинистых частиц можно оценивать по диаграмме-треугольнику (см.гл.П).

В литологии и других отраслях геологии многими авторами выделяется фракция алевритовых частиц, промежуточная между песком и глиной с размерами 0,1-0,001 (0,005) мм. А глинистыми считаются частицы размером меньше 0,001 (0,005) мм.

Геологу карьера приходится иметь дело с результатами геофизических исследований, проводимых обычно при каротаже скважин и основанных на электрических, акустических и других свойствах пород.

Электрические свойства характеризуются:

1) удельным электрическим сопротивлением, равным величине, обратной силе тока, проходящего через единицу площади сечения породы при напряженности поля, равном единице;

2) относительной диэлектрической проницаемостью, являющейся коэффициентом уменьшения напряжения электрического поля в породе.

Акустические свойства характеризуются скоростью продольных и поперечных упругих волн в массиве и в образце, коэффициентом поглощения и акустическим сопротивлением.

В о д н о - ф и з и ч е с к и е свойства характеризуются показателями влажности, фильтрации, набухания и размокаемости (водопрочности) пород.

Влажность (W) - количество воды, содержащееся в породах при естественном их залегании. Естественная влажность определяется как отношение разности веса влажного и высушенного при температуре 110^0 образца к весу сухого образца.

Определение влажности производится по ГОСТу 5179-49.

Водонасыщение оценивается коэффициентом, равным отношению естественной влажности породы к ее полной влагоемкости. Водоотдача характеризуется количеством воды, вытекающей из образца под воздействием сил тяжести. (Водопроницаемость - см.§ 2 этой главы).

Набухание - способность пород увеличивать свой объем при насыщении водой. Набухание оценивается отношением объема набухшей породы к первоначальному объему. Способность породы уменьшать свой объем при испарении называется усадкой.

Размокаемость (размягчаемость)- уменьшение прочности пород при водонасыщении.

Пластичность - способность изменять форму без разрыва сплошности; наиболее характерна для глинистых пород, как наиболее чувствительных к внешним воздействиям, особенно к увлажнению. Зависимость пластичности глинистых пород от влажности характеризуется пределами прочности. Значение влажности (в %), при которых породы переходят из хрупкого состояния в пластичное, называется нижним пределом пластичности ($W_п$) , а из пластического состояния в текучее - верхним пределом пластичности ($W_т$).

Число пластичности (Ф) равно: $Ф = W_т - W_п$.

Величина показателей пластичности зависит, прежде всего, от минерального состава и состояния глин. Например, для выветрелой глины $W_п$=23,8%; $W_т$=83,3%, Ф=50,5%; для известковой глины $W_п$ =

=13,5%, $W_т$ =42,0%, Ф=28,5%.

Пластичность хрупких пород оценивают обычно отношением прочности на растяжение и сжатие.

Механические свойства характеризуются способностью пород сопротивляться деформированию и разрушению под воздействием внешних механических нагрузок. Основные механические свойства оцениваются показателями прочности и деформируемости, характеризующими связь между напряжениями и, соответственно, необратимыми (разрушающими) и обратимыми (упругими) деформациями пород.

Прочность пород зависит от вида механического воздействия, приводящего к сколовому (срезающему) и отрывному механизму разрушения. Поэтому основными показателями прочности являются прочность на сжатие и на растяжение, определяемые как предельное (критическое) значение сжимающих и растягивающих напряжений, при которых происходит разрушение. Предельное напряжение, которое является пределом прочности, определяется по разрушающей нагрузке и поперечному сечению образца.

Сцепление - сопротивление срезу (сдвигу) происходящему только от срезающих (тангенциальных, касательных) напряжений.

Угол внутреннего трения характеризует внутреннее трение между частицами по поверхности сдвига и является коэффициентом пропорциональности между приращениями максимальных тангенциальных (касательных) и нормальных напряжений при разрушении образца.

По показателю сил сцепления между частицами и трению по поверхности скольжения, которые противодействуют разрушению путем сдвига, можно судить о прочности пород сдвигу.

Для сыпучих пород угол внутреннего трения практически равен углу естественного откоса и в значительной степени зависит от влажности (см.табл.10 , составленную с использованием усредненных

данных ВНИМИ, Центрогипрошахта и др.). Для сцементированных пород углы естественного откоса в большей степени зависят от степени дробления пород.

Таблица 10.

Породы	Угол естественного откоса, град.		
	сухие с естественной влажностью (до 10-15%)	очень влажные мокрые до 25-30%	мокрые, до полного водонасыщения
Гравий	37	33	27
Песок			
крупнозернистый	40-35	35-30	30-25
среднезернистый	40-35	35-30	25
мелкозернистый	40-30	30-27	25-22
Супеси	-	30-25	-
Суглинки	40(до 25)	27(до 15)	20-15
Глина	40-25	25(30)-15(10)	20-10
Почвы	40-30	30-15	менее 25(20)
Уплотненные пески, глины, алевриты	45-35	35-20	25-20
Алевролиты Аргиллиты	45-30	-	-
Песчаники Известняки	45(70)-35	-	-

Упругие свойства характеризуются: 1) Модулем Юнга (модулем упругости - E), являющимся коэффициентом пропорциональности между продольными напряжениями и соотьетствующей продольной относительной деформацией, другими словами - напряжением, при котором деформация равна единице; 2) коэффициентом Пуассона (μ) - коэффициентом пропорциональности между упругими продольными и поперечными деформациями.

Средние значения основных физико-механических показателей пород некоторых угольных месторождений, разрабатываемых открытым

способом, приведены в приложении I, составленном по данным испытаний, проведенных во ВНИМИ и других организациях.

П а с п о р т п р о ч н о с т и дает наиболее полную характеристику прочностных свойств горных пород при воздействии механических нагрузок, что необходимо, например, при расчете устойчивости пород в откосах. Наибольшее распространение получил паспорт прочности, построенный на основе теории прочности О.Мора.

По теории О.Мора во всяком нагруженном теле можно выделить три перпендикулярных направления с наибольшими нормальными напряжениями, связанными соотношением $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$. Разрушение образца может произойти путем отрыва по направлению, нормальному к наименьшему сжимающему нормальному напряжению, или путем скола или пластического скольжения в результате действия касательных (тангенциальных) напряжений по плоскости, расположенной под острым углом к наибольшему сжимающему напряжению. Вид деформации определяется свойствами пород, а также условиями деформации, влияющими на соотношение нормальных и касательных напряжений.

Касательные напряжения в плоскости скольжения зависят только от нормальных напряжений к той же плоскости. Это положение Мора лежит в основе построения кругов напряжений, отражающих соотношение касательных (τ) и нормальных (σ) напряжений в главных плоскостях.

Круги Мора строятся на графике с осями σ и $\overline{\tau}$. По оси абсцисс откладываются наибольшие значения σ_i и на отрезках $(\sigma_1-\sigma_3)$, $(\sigma_1-\sigma_2)$ и $(\sigma_2-\sigma_3)$, как на диаметрах, строятся окружности - наибольшие (главные) круги напряжений (рис.13). Координаты точек этих кругов, например, т. N рис.13, отражают соотношение напряжений τ_N и σ_N, действующих в плоскости $\sigma_1\sigma_3$ под углом α к наибольшим напряжениям σ_1. Соотношение напряжений на площадках, произвольно ориентированных относительно наибольших (главных)

напряжений характеризуются точками, расположенными между кругами напряжений.

Взаимная зависимость предельных значений обоих видов напряжений характеризуется кривой, огибающей наибольшие круги Мора. Наиболее простая предельная огибающая - это прямая, касательная к кругу (рис.13): $\tau = f\sigma + C$

где C - сцепление, равное касательному напряжению при $\sigma = 0$;

f - коэффициент внутреннего трения, равный $tg\rho$ (ρ - угол внутреннего трения).

Наиболее полной математической характеристикой огибающей является параболическая зависимость.

Параметры паспорта прочности, такие как сцепление и угол внутреннего трения, можно получить путем построения предельной кривой, огибающей наибольшие круги при испытании на сжатие и растяжение, рис.14а, а также по испытаниям на срез, рис.14б.

Методикой испытания на срез, разработанной во ВНИМИ, предусматривается использование пресса со специальными срезающими матрицами, позволяющими получать срез под разным углом β к направлению сжатия. Напряжения, вычисленные по разрушающей нагрузке и площади среза, откладываются на графике по радиусам - векторам, проведенным под соответствующим углом β (рис.14б). Плавная кривая, соединяющая средние значения, является предельной кривой паспорта прочности.

Существуют другие более сложные методы расчета и построения паспорта прочности, например, по результатам испытания в объемном напряженном состоянии.

Горно-технологические свойства характеризуют напряжения разрушения пород при различных технологических процессах добывания пород. Показатели этих свойств— крепость, твердость, абразивность, буримость, взрываемость, соп-

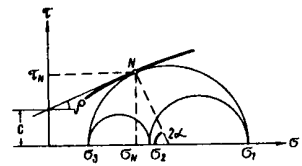


Рис.13. Паспорт прочности - огибающая наибольших кругов напряжения.

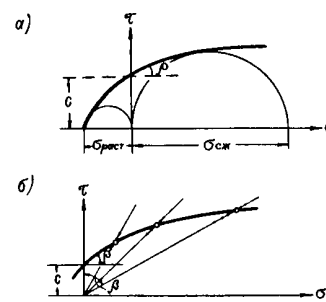


Рис.14. Паспорт прочности, построенный по результатам испытания на сжатие и растяжение (а) и на сдвиг (б).

ротивление резанию (скалыванию) и экскавации.

К р е п о с т ь п о р о д характеризуется коэффициентом крепости (f) по шкале М.М.Протодьяконова. Этот универсальный показатель добываемости пород характеризует сопротивляемость пород разрушению, независимо от методики и техники разрушения и вычисляется по формуле: $f = \frac{\sigma_{сж}}{100}$

где $\sigma_{сж}$ - предел прочности на сжатие.

Величина коэффициента f колеблется от 20 для высшей степени крепких и прочных пород типа кварцитов и диабазов (I категории) до 0,3 для разжиженных грунтов и плывунов (X категория) по классификации М.М.Протодьяконова, см.приложение 2.

Коэффициент крепости f является относительным интегральным показателем, характеризующим в целом сопротивляемость пород различному виду их разрушения при добывании путем дробления и разрушения, при копании добычными механизмами, при взрывании и бурении, при резании и т.д.

Основные дифференциальные горно-технологические свойства оцениваются показателями сопротивления разрушению (дроблению), резанию, экскавации, взрываемости, абразивности и буримости. Все эти показатели находятся в тесной корреляции с основной горно-технологической характеристикой пород - коэффициентом крепости f , (рис.15). Поэтому коэффициент f используется для расчета механического разрушения пород при многих процессах.

Т в е р д о с т ь характеризует сопротивляемость пород внедрению в нее твердого инструмента, например, бурогово инструмента.

Твердость минералов оценивается по 10-бальной шкале Мооса: высшая твердость у алмаза, низшая - у талька. Эта шкала не пригодна для полиминеральных пород.

Для пород используется показатели статической и динамической

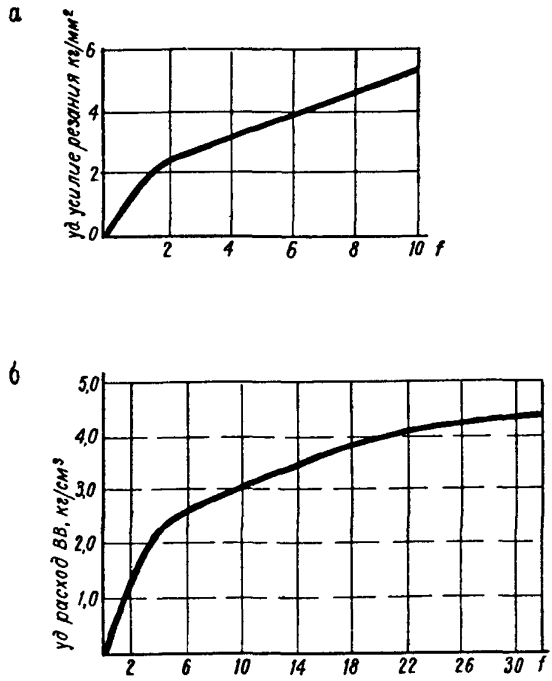


Рис.15. Взаимная связь между общей и частными характеристиками горно-технологических свойств пород: коэффициентом крепости f и показателями резанию (а) и взрываемости (б).

твердости, получаемые, соответственно путем вдавливания или удара различного рода наконечниками.

Статическая твердость оценивается по диаметру отпечатка при вдавливании стального шарика по способу Бриннеля или по глубине внедрения заостренного наконечника при вдавливании алмазной пирамиды по способу Виккерса и др., а также при вдавливании цилиндрического штампа по методу контактной прочности ИГД им.Скочинского.

Динамическая твердость определяется по высоте отскока специальных шариков, сбрасываемых с определенной высоты. Этот показатель близок показателю упругости пород.

Р а з р у ш а е м о с т ь (дробимость) характеризует сопротивляемость горных пород разрушению, независимо от механизмов, воздействующих на породу. Этот показатель является обобщенным показателем для многих механических свойств (упругих и прочностных и др.), влияющих на разрушаемость пород, и характеризует энергоемкость разрушения. Поэтому показатель дробимости(разрушаемости) определяется динамическим методом и лучше коррелирует с другими динамическими показателями. Испытания дробимости пород проводятся, например, путем подсчета количества частиц различных фракций в результате дробления при сбрасывании образцов на плиту.

В практике горного и разведочного дела вместо интегральных показателей разрушаемости часто используются показатели конкретных видов разрушения: сопротивляемость резанию и скалыванию, буримость и абразивность, взрываемость (соответствующие классификации пород приведены в приложении).

Сопротивляемость резанию (скалыванию) характеризуется работой, а также количеством и степенью измельчения разрушенной породы, которые определяются при иммитации работы режущих, скалывающих, строгающих инструментов. В качестве численного показателя используется величина удельного усилия резания (скалывания)

при определенной толщине (площади) стружки резания (скалывания) или величина удельной работы, расходуемой на разрушение единицы объема при этих процессах.

Буримость характеризует сопротивляемость пород разрушению буровым инструментом. Буримость пород зависит от их прочности, упругости, твердости и абразивности, а также от техники и технологии бурения. Показателем буримости является длина шпура или скважины, пробуренных за I минуту чистого времени бурения (или количество времени, необходимого для бурения I пог.м). Поэтому классификация пород по буримости составляется для определенных бурового инструмента и технологии бурения.

Абразивность характеризует способность пород изнашивать при трении инструмент. Абразивность оценивается по износу материала инструмента, трущегося о породу. Износ характеризуется потерей веса или объема вращающегося стального стержня (кольца) на I м пути вращения при определенной осевой нагрузке.

Взрываемость характеризует сопротивляемость пород разрушению при взрыве и количественно выражается расходом ВВ на дробление 1 $м^3$ породы в массиве (удельным расходом ВВ). Иногда взрываемость оценивается по суммарной длине шпуров, необходимых на дробление 1 $м^3$ (удельный расход бурения). Взрываемость пород зависит от прочности на разрыв и сдвиг).

Классификация пород по взрываемости составляется для определенных условий взрывания и взрывчатого вещества.

Степень дробления пород характеризуется коэффициентом разрыхления, определяемым отношением объема разрыхленных пород к ее объему в целике. Песчаные слабосцементированные породы с коэффициентом крепости f =1 по Протодьяконову, в среднем имеют коэффициент разрыхления равный 1,10; суглинистые (П категория)- 1,20; глинистые - 1,25-1,30; полускальные и скальные осадочные - 1,35-

-I,40; изверженные - I,4-1,5.

Влияние состава и строения пород на их свойства

Физико-механические и горно-технические свойства пород зависят, в основном, от минерального состава и строения, от влажности и выветрелости пород.

Взаимная связь состава, строения и физико-механических свойств пород. Состав и свойства пород - это взаимно связанные характеристики.

I. Минеральный состав можно характеризовать количественно по относительному содержанию основных групп породообразующих частиц и минералов. Если породу слагают минералы (зерна), мало отличающиеся по своим свойствам, то различное их соотношение не окажет существенного влияния на свойства пород. Но если один из минералов существенно отличается по свойствам от других, то свойства пород будут, в первую очередь, определяться содержанием этого минерала. Таким образом количественное соотношение таких двух групп породообразующих частиц определяют основные свойства породы. Примером, отражающим в общем виде отмеченную закономерность, является уменьшение прочности глинистых пород по сравнению с песчаниками, независимо от стадии их формирования и метаморфизма (см. кривые изменения прочности рис.16, составленные по данным ИГД им. Скочинского для одинаковых геологических условий).

В обломочных породах наблюдается взаимная связь гранулометрического и минерального состава. Грубообломочные породы,как правило, представлены обломками разных минералов и пород. Песчаники же состоят из зерен и обломков кварца, полевых шпатов, слюды и роговой обманки. При этом мелкозернистые разности, в силу неустойчивости полевых шпатов и слюды, чаще состоят из обломков одного

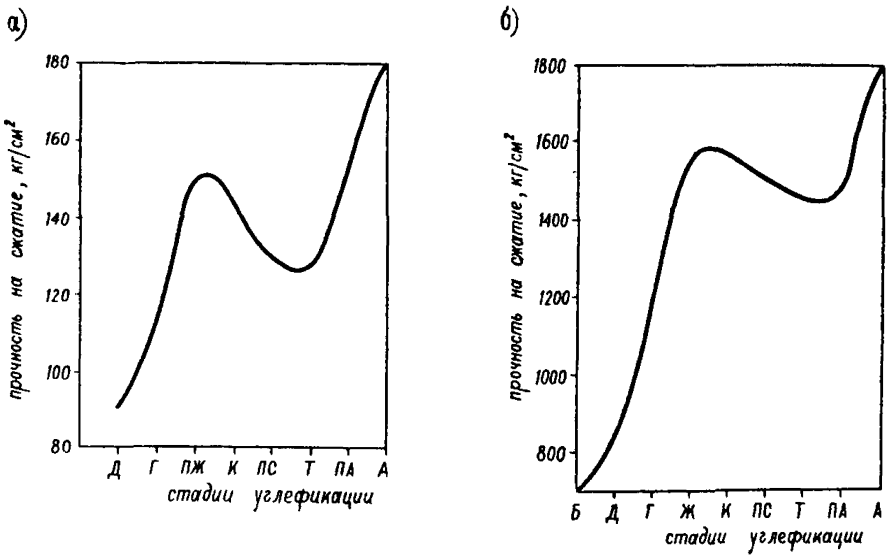


Рис.16. Зависимость прочности глинистых пород (а) и песчаников с глинистым цементом (б) от их метаморфизма, оцениваемого по степени углефикации вмещаемых углей.

минерала - кварца.

Еще более мелкие, глинистые частицы состоят из совершенно новых минеральных образований: монтмориллонита, каолинита и др., которые отличаются и по своей форме. Эти закономерности изменения минерального и гранулометрического состава в общем виде находят отражение в изменении некоторых свойств пород.

Например, прочностные свойства пород Томусинского района, по данным П.В.Васильева /14/, при прочих равных условиях имеют закономерную связь с крупностью породообразующих частиц (см.табл.II, составленную для средних значаний при коэффициенте вариации 10-15%)

Таблица II

Породы	Размер зерна, мм	Прочность на сжатие, кг/см^2
Аргиллит алевритовый	0,01	600
Алевролит мелкозернистый	0,01-0,05	900
Алевролит крупнозернистый	0,05-0,10	960
Песчаник мелкозернистый	0,10-0,25	1240
Песчаник среднезернистый	0,25-0,50	1070
Песчаник крупнозернистый с гравием	0,50-1,00 (до 10,0)	860
Конгломерат	10,0	640

Из этой таблице видно, что у алевритовых пород, зависимость прочности и крупности зерен прямо пропорциональная, а у грубообломочных пород - обратно пропорциональная.

2. Строение пород, характеризуемое структурой и текстурой, в значительной степени оказывает влияние на свойства пород.

Структура как совокупность элементов строения (сложения), обусловленная размером и формой частиц и их количественным соотношением, отражается на свойствах пород следующим образом: среди однотипных по составу пород более прочными являются более мелкозернистые разности. Это наиболее характерно для песчаников (см.табл.

I) и для карбонатных пород.

Текстурные особенности пород (взаимное пространственное расположение и соотношение частиц и порового пространства между ними) влияют, в первую очередь, на физико-механические свойства. Породы с равномерным распределением частиц и массивным сложением прочнее пород с неравномерным распределением. Например, если гидрослюда, сидеритовые и другие минералы распределены по всей массе породы,то она прочнее, чем породы, в которых эти минералы сосредоточены в виде слойков линз и других скоплений. Прочность слоистых пород в направлении перпендикулярном и параллельном относительно слоистости отличается от прочности массивных неслоистых пород. По этому различию оценивается анизотропия механических свойств.

Прочностные свойства пород связаны с пористостью как с одним из элементов сложения пород. Например, в глинах Подмосковья эта зависимость следующая:

коэффициент пористости, %	79,0	68,6	52	48
прочность на сжатие, кг/см^2	2	6	40	52

По данным С.И.Малинина /58/ песчаники Донбасса имеют прочность 1000 кг/см^2 при пористости 10-12%; 2100 кг/см^2 при пористости 5%; 2400 кг/см^2 - 2%.

3. Состав и тип цемента в значительной степени оказывают влияние на физико-механические свойства пород.

Например, наиболее прочными являются породы с цементом замещения и прорастания карбонатного и силикатного состава; менее прочные - с контактовым и базальным глинистым цементом. По данным П.В.Васильева, прочность на сжатие алевролитов Лисичанского района (Донбасс) в среднем составляет : с глинистым цементом - 880 кг/см^2 , с карбонатным - 1280 кг/см^2. При базальном глинистом це-

менте - 780-880 кг/см^2, при поровом глинистом цементе - 1100-1200 кг/см^2. При небольшом содержании кремния в цементе прочность алевролитов Томусинского района равна, в среднем, 900 кг/см^2, а при интенсивном окремнении - 1200 кг/см^2.

При базальном глинистом цементе алевролиты Лисичанского и Первомайского районов имеют прочность 780-880 кг/см^2, при поровом и контактовом - 1100-1200 кг/см^2.

4. Характер связи между частицами пород угленосных толщ, а с этим и физико-механические свойства меняются в процессе формирования толщи и зависят от этапа и степени литификации (окаменения) пород. По аналогии с ранее рассмотренными этапами литификации, оцениваемыми по степени углефикации вмещаемых углей, можно выделить 4 типа пород: несцементированные (рыхлые и связанные), слабосцементированные (полускальные), сцементированные (скальные) и сцементированные метаморфизованные (скальные сланцеватые).

В большинстве пород по мере увеличения литифицированности и вторичного минералообразования, зависящего, в основном, от метаморфизма, происходит уменьшение пористости, увеличение плотности и прочности. Эта зависимость носит пропорциональный характер для обломочных пород с карбонатным и силикатным цементом.

При глинистом цементе наблюдаются отклонения от этой закономерности (рис.16). Характер изменения кривой (рис.16) объясняется С.И.Малининым /58/ значительным развитием в стадию углефикации "К-Т" большого количества хрупких слюд, уменьшающих прочность пород.

Таким образом, знание условий формирования и последующего преобразования пород способствует установлению закономерностей, имеющих практическое значение.

Влияние состава, строения и физико-механических свойств пород

на показатели добываемости наиболее выразительно, если сопоставить эти факторы с универсальной характеристикой свойств пород - коэффициентом крепости f, см.рис. 15.

На работу добычных механизмов и на показатели добываемости значительное влияние оказывают особенности строения горного массива. Например, наличие твердых включений в виде линз, желваков и т.д.часто требует изменения технологии разработки и применения буро-взрывных работ, затрудняет экскавацию, особенно, если размеры этих образований превышают параметры ковша.

Слабые слои глинистого состава, например, подугольные обводненные породы на Назаровском карьере, являются плохой опорой в связи с чем работающие экскаваторы часто вязнут в них.

Глинистые пропластки в массиве пород на буроугольных карьерах Украины значительно ухудшают работу роторных экскаваторов: в 1,5--2 раза увеличивается натяжение подвески, ухудшается режим работы главного электропривода, уменьшается толщина стружки и т.д.

Пример влияния трещиноватости, как ведущего фактора кусковатости пород, на производительность экскаватора приведен на рис.8 и 9.

Сопротивление резанию ковшом вдоль и поперек напластования, в среднем, отличается на 20-40%. По данным УкрНИИпроекта, для карьеров треста "Вахрушевуголь" показатель резания (копания) экскаваторами СЭ-3, ЭКГ-4 поперек напластования в среднезернистых песчаниках и алевролитах ниже, в среднем,на 20-25%, чем вдоль напластования; в аргиллитах - на 40%; угля - на 10-20%.

Все эти примеры еще раз указывают на необходимость тщательного и систематического изучения геологических факторов для установления закономерности их влияния на те или иные вопросы производства с целью улучшения условий эксплуатации.

Устойчивость пород

Геологу карьера приходится вести простые инженерно-геологические наблюдения и документацию деформированных участков бортов. Для более грамотного ведения документации этих явлений необходимо иметь хотя бы общее представление о закономерностях развития процесса деформации бортов и о мероприятиях по их предупреждению. В целом же все вопросы изучения и расчета устойчивости решаются проектными и научно-исследовательскими организациями или специальными группами, созданными в крупных угольных трестах и комбинатах.

Под устойчивостью пород на карьере понимается их способность сохранить равновесие и устойчивое состояние в бортах и отвалах.

Условием устойчивости массива пород в уступах является превышение сопротивления сдвигу, так называемой призмы возможного обрушения по наиболее благоприятной для смещения поверхности.

Призмой возможного обрушения называется блок пород, ограниченный поверхностью откоса уступа и поверхностью ослабления, по которой происходит сдвижение. Поверхность, которая ограничивает перемещающуюся по ней призму обрушения, обычно имеет криволинейную форму. Верхняя часть призмы обрушения является призмой активного давления, нижняя - призмой упора.

Устойчивость определяется, в первую очередь, сопротивляемостью пород сдвигу, зависящей от сил сцепления и трения.

Для оценке сопротивления сдвигу необходимо определить сцепление и коэффициент внутреннего трения. Для оценки устойчивости уступов необходимо иметь также данные о прочности пород в образце, о пространственном расположении, морфологической и количественной характеристике трещиноватости и поверхностей напластования. Необходимо иметь данные и о других элементах строения массива, таких как крупные нарушения, зоны дробления, которые могут быть поверхностями и зонами его ослабления.

Устойчивость рыхлых пород оценивается по величине угла естественного откоса.

Длительная устойчивость зависит от развивающихся во времени без роста напряжений пластических деформаций, называемых ползучестью. Наибольшей ползучестью обладают глинистые и слабосцементированные и обводненные породы. Для таких пород признаки ползучести наблюдаются при напряжениях, равных 10-15% от разрушающих. Изучение и оценка ползучести пород является трудным и неполностью разработанным вопросом (подробно методика определения ползучести описана Г.Л.Фисенко /102/).

Классификация деформаций бортов и отвалов дает возможность производить оценку характера возникающих деформаций и влияния на них различных факторов. Это способствует изучению деформаций и разработке мероприятий по улучшению устойчивости. Во ВНИМИ составлена классификация деформаций, наблюдаемых на карьерах, табл.12.

Осыпи бортов развиваются во всех породах и располагаются под углом, в среднем, 35^{0}. Осыпание продолжается до полного завала уступа. Интенсивность этого вида деформации, зависящего от выветривания пород, необходимо учитывать при расчете площадок и берм уступов, а также при разработке мероприятий по укреплению бортов.

Обрушение чаще всего происходит по поверхностям ослабления (контакты пород, тектонические нарушения), падающим в сторону выработанного пространства под углом $25-35^{0}$, превышающим угол внутреннего трения по этим поверхностям. Примерные значения сцепления и коэффициента трения по некоторым поверхностям ослабления, по данным ВНИМИ, приведены в табл.13.

В связи с тем, что обрушение происходит быстро и неожиданно, геолог карьера должен своевременно документировать поверхности

Таблица 12.

Классификация деформаций бортов и отвалов карьеров

Виды и характеристика деформаций	Разновидности деформаций	Условия и основные причины возникновения
О с ы п и - скатывание отдельных кусков и глыб к основанию уступа	I. Осыпи рыхлых пород.	Силы тяжести и отсутствие заоткоски.
	2. Осыпи слабосцементированных пород	Влияние выветривания, отсутствие заоткоски.
	3. Осыпи крепких трещиноватых пород	Выветривание, массовые взрывы, отсутствие заоткоски.
О б р у ш е н и я - быстрое смещение породных масс по крутой поверхности	I. Обрушение по контактам, тектоническим нарушениям, отдельным трещинам и зонам	Падение слоев, нарушений, зон трещиноватости в сторону выемки круче 25- 35°.
	2. Обрушивание по криволинейным поверхностям	При завышении угла откоса и высоты уступа.
	3. Обрушение по сложным поверхностям ослабления	Наличие поверхностей ослабления
О п о л з н и - медленное смещение породных масс по относительно пологой поверхности скольжения	I. Оползни изотропных массивов	Подток грунтовых вод или скопление дождевых и талых вод.
	2. Фильтрационные оползни	"Подкапывание" уступа вследствие выноса фильтрующимися потоками слабо связанных частиц.
	3. Оползни покрова	Налегание рыхлых отложений на наклонные поверхности твердых пород и отсутствие регулирования стока дождевых вод.
	4. Контактные оползни	"Подрезка" пологозалегающих и обводненных контактов, слоев глинистых пород, разрывных нарушений.
	5. Глубинные оползни	Характерны для пород лежачего бока при наличии слоев глинистых пород и напорных вод.
	6. Оползни - выпирания	Наличие невскрытых слоев пластичных глин и слабых контактов, обводнение площадок уступов.
	7. Оползни отвалов:	
	а) надподошвенные	Породы отвала слабее пород основания.
	б) подошвенные	Основание отвала наклонное
	в) подподошвенные	Породы основания слабее пород отвала. Наличие напорных вод в основании отвала.
О п л ы в и н ы - течение насыщенных водой рыхлых пород нарушенной структуры	I. Консистентные оплывины	Насыщение водой пористых отложений (лессов и др.) до консистенции текучести.
	2. Фильтрационные оплывины (суффозии)	Вынос песчаных частиц фильтрующимся потоком.
П р о с а д к и - вертикальные опускание прибортовых участков рыхлых пород без образования единой поверхности скольжения	I. Просадки пород естественной структуры	Увлажнение высокопористых отложений и выщелаченных пород.
	2. Просадки пород нарушенной структуры (отвалов)	Уплотнение пород отвалов
	3. Просадки с выдавливанием оснований	Наличие неуплотненных и пластичных пород в основании уступов.

ослабления и извещать горно-техническое руководство о возможной деформации.

Оползни в большинстве случаев связаны с наличием поверхностей ослабления, представленных контактами пород, прослоями глинистых пород и тектоническими нарушениями. Поэтому важно знать закономерности расположения и ориентировку элементов строения горного массива, а также знать сопротивление сдвигу по таким поверхностям ослабления. В связи с этим от геолога карьера требуется систематическое изучение и детальная документация структурных элементов с целью выявления закономерностей их расположения и обоснованного прогнозирования.

Таблица 13.

Характеристика сопротивления сдвигу поверхностям ослабления

Породы	Поверхности ослабления	Сцепление т/м^2	Угол трения, град.
Неуплотненные, недислоцированные	контакты слоев	50% от сцепления в массиве	
Уплотненные, слабодислоцированные песчаники	контакты слоев	10-18	
	контакты, трещины:		
	ровные, гладкие		20-26
	шероховатые		28-31
алевролиты	контакты, трещины:		
	ровные, гладкие		17-20
	шероховатые		25-28
аргиллиты	контакты, трещины:		
	ровные, гладкие		15-18
	шероховатые		23-26
Уплотненные, дислоцированные	контакты слоев	2-5	
Метаморфизованные (сланцы)	контакты слоев, трещин:	5-10	
	ровные		15-18
	шероховатые		23-25

Факторы, влияющие на устойчивость. Основной характеристикой устоичивости пород в уступах является сопротивление пород сдвигу в массиве, которое зависит от физико-механических свойств в образце, от строения и нарушенности массива трещинами разного масштаба, размывами, инъекциями и т.д. На устойчивость оказывают влияние гидрогеологические, географические и горно-технические условия.

Физико-механические свойства породы в образце зависят от минерального и гранулометрического состава породообразующих частиц и цемента, от структурно-текстурных особенностей, от степени литификации и выветрелости пород. Закономерности и примеры этой зависимости рассмотрены ранее.

В целом, устойчивость пород повышается с увеличением их прочности. В скальных породах проявляется, так называемая, критическая прочность, которая характеризует то состояние пород, когда увеличение прочности перестает оказывать влияние на устойчивость пород. Устойчивость горного массива в этом случае определяется наличием поверхностей ослабления (тектоническими нарушениями, трещиноватостью).

По данным Г.Л.Фисенко /102/, критической прочностью скальных пород следует считать ту прочность, которая при заданной высоте уступа позволит придать ему угол откоса 60^{0}. В условиях с наиболее характерными для скальных пород средними значениями физико-механических свойств и трещиноватости критическая величина сцепления колеблется от 40 кг/см^2 при глубине разработки 100 м до 500 кг/см^2 при глубине 500 м. Знание критической прочности позволяет в случае ее превышения не проводить трудоемкого детального изучения прочности по образцам.

Устойчивость рыхлых и глинистых пород во многом зависит от их водно-физических свойств (набухаемости, размокаемости, водо-

насыщенности и т.д.). В результате переувлажнения такие породы набухают и разуплотняются, это приводит к уменьшению прочности пород.

Нарушенность массива трещиноватостью разного масштаба и мелкой складчатостью играет большую роль в устойчивости бортов.

Наибольшее влияние на устойчивость оказывают крупные трещины значительной протяженности, а также трещины, падающие в сторону выработанного пространства и имеющие ровные стенки и заполненные глинистым материалом. По таким трещинам величина сцепления и коэффициента внутреннего трения значительно меньше, чем по другим направлениям. Поэтому устойчивость бортов при подрезке таких трещих обеспечивается в тех случаях, когда углы падения в сторону выработанного пространства не превысят углов трения по этим поверхностям ослабления. Иногда это превышение допустимо до $4-6^0$.

Влияние на устойчивость мелкой трещиноватости, часто расположенной кулисообразно, не столь значительно, как это имеет место в случае благоприятно ориентированных крупных трещин. Пространственное положение мелкой трещиноватости не имеет большого значения в деформации уступа, которая происходит в виде зоны с вращением блоков пород, ограниченных трещинами. Поворот блоков зависит от их формы и размера, а также от соотношения с мощностью зоны смещения. Поэтому в таких геологических условиях наибольшее значение приобретает изучение среднего размера и формы блоков отдельности.

Пликативные нарушения, благодаря ослаблению массива по плоскостям межслоевого скольжения, образующимся при складчатости, также как и крупные трещины влияют на устойчивость пород. При интенсивной складчатости иногда наблюдается тонкое расслаивание, разлинзование и гофрировка пород с полировкой и глинкой трения по

поверхностям скольжения. Участки с такой дислоцированностью отличаются крайней неустойчивостью.

То же самое относится к дислоцированным породам участков поднятия и внедрения диапировых образований. В связи с внедрением боковые поверхности диапиров являются наклонными поверхностями ослабления массива. Повышенная обводенность понижений между диапирами приводит к суффозионным явлениям. Деформации уступов при подработке участков развития диапировых образований характерны для карьеров, разрабатывающих буроугольные месторождения с углями низкой углефикации. (Ермолаевский, Семеновско-Головковский и др.карьеры).

В ы в е т р и в а н и е уменьшает прочность пород и вызывает осыпание откосов. Осыпание начинается, когда прочность пород на поверхности откоса снижается до критической (предельной), зависящей от прочности и объемного веса породы и от угла откоса уступа (рис. 17). В первую очередь осыпаются прослои слабых пород и верхняя бровка уступа, что приводит к его выполаживанию, вплоть до полного завала осыпью.

Угол наклона и профиль борта, подвергшегося выветриванию, а также объем обрушившейся породы характеризуют интенсивность и продолжительность выветривания, (см.рис.18, отражающий предварительные результаты исследований полученные во ВНИМИ лабораторией устойчивости бортов карьеров).

Интенсивность выветривания зависит не только от собственных процессов выветривания, но и от угла откоса и высоты борта, от влияния буро-взрывных работ и т.д.

Осыпание и оплывание бортов под влиянием процессов выветривания, в результате оттаивания и замораживания может быть значительным в районах вечной мерзлоты, Например, на Кайерканском угольном карьере (Якутии) бровки уступов, сложенных слабосцементированными

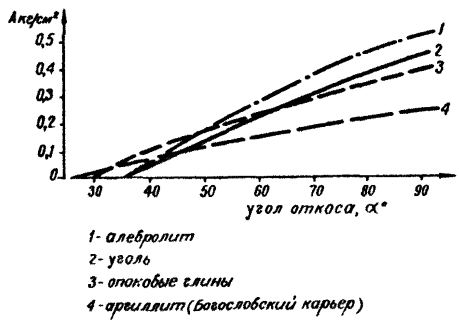


Рис.17. Зависимость критической прочности (А) пород от угла откосов уступов Коркинского карьера.

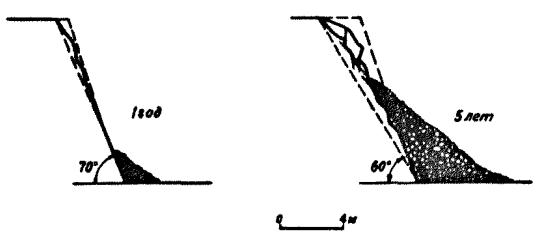


Рис.18. Пример влияния интенсивности и продолжительности выветривания песчано-глинистых и углистых пород на угол и профиль откоса и на объем осыпи. Экибастузский карьер.

песчано-глинистыми породами, перемещаются в результате оплывания и осыпания до 20 м за лето; бровки уступов, карьеров треста "Якуталмаз" сложенных мергелями и известняками, соответственно - на 5-6 и 1-2 м.

Изучение геологических факторов: состава и строения пород, пликативной и трещенной нарушенности дает возможность установить закономерности их влияния на основной показатель устойчивости - сопротивление массива сдвигу, и делать в общем виде оценку устойчивости пород.

Гидрогеологические условия оказывают влияние, в первую очередь, на рыхлые слабосцементированные и выветрелые породы.

Косвенное влияние на устойчивость оказывает влажность пород, от которой зависят механические, в первую очередь, прочностные показатели. При повышенной влажности одни и те же породы менее прочные, чем сухие. Это влияние весьма значительно для глинистых пород, прочность на срез которых уменьшается в 4 раза при повышении влажности только в 1,5 раза. Набухание глин, особенно значительное при их разгрузке от налегающих пород, приводит к пластическому течению в сторону карьера. Обводненные пески и супеси окончательно теряют свойства связанных пород и превращаются в плывуны.

Поток грунтовых и поверхностных вод вызывает местные деформации бортов. Существенное влияние подземных вод проявляется в тех случаях, когда вокруг карьера создается глубокая депрессионная воронка.

Гидростатическое давление является результатов совместного действия гидростатического взвешивания и гидродинамического давления. Гидростатическое давление, направленное по нормали к поверхности скольжения, уменьшает нормальную составную веса пород призмы возможного обрушения, что ведет к уменьшению сил трения, и,

следовательно, снижает устойчивость.

Гидродинамическое давление, действующее по направлению водного потока, оказывает большое влияние на устойчивость, особенно на участках высачивания. При просачивании вод происходит: а) выщелачивание легко растворимых соединений (сульфатов, хлоритов, карбонатов); б) вынос каллоидной составной части глинисто-содержащих пород с нарушением структурных связей между оставшимися частицами; в) механическое вымывание мелких частиц с проявлением суффозий; г) выдавливание расжиженных и набухших пород под влиянием гидродинамического давления фильтрующейся воды: д) течение набухших глин и обводненных песков в сторону откоса уступа; е) эрозия поверхности борта в виде промоин и т.п.

Недренируемые напорные воды в лежачем боку угольных залежей часто являются причиной крупных оползней.

Устойчивость бортов крепких трещиноватых пород в связи с пологой депрессионной воронкой практически не связана с обводненностью. Зоны тектонических нарушений или отдельные интенсивно трещиноватые пласты являются источниками длительного питания водой контактов пластов и прослоев глинистых пород, что уменьшает устойчивость уступов.

Следует подчеркнуть, что влияние гидрогеологических факторов на устойчивость во многом определяется геологическим строением: литологическим составом, строением пород и их тектонической нарушенностью , выдержанностью слоев и пластов, а также характером переслаивания водоносных и водоупорных горизонтов. Изучение закономерностей этих связей способствует полноценная геологическая документация, что необходимо для решения вопросов, связанных с выбором оптимальных углов наклона откосов и высоты уступов.

Гидрогеологические факторы и их влияние на устойчивость зависит от географических условий. Количество и характер атмосфер-

ных осадков оказывают влияние не только на общую обводненность карьера, но также влияет на образование промоин, оплывин и т.п. Температурный режим воздуха и глубина промерзания являются ведущими агентами выветривания, приводящего к разрушению пород на поверхности откосов и их осыпанию.

Рельеф местности и гидрографическая сеть являются факторами, влияющими на общую обводненность карьера, а с этим на устойчивость уступов. Ведущее значение здесь имеет положение карьера относительно базиса эрозии и зеркала грунтовых вод, а также наличие скоплений поверхностных вод.

В некоторых районах на устойчивость уступов оказывает влияние тектоно-сейсмические условия района.

Горно-технические условия. С изменением высоты уступа и угла его откоса изменяется устойчивость пород: более высокие уступы с крутыми откосами менее устойчивы.

Значительное влияние на устойчивость оказывают взрывные работы в связи с сейсмическим воздействием и увеличением раздробленности пород на расстояние до 50-70 м.

На устойчивость уступов влияет размер берм и рабочих площадок, а также профиль откосов и конфигурация уступов в плане.

Механические свойства горного массива. Массив пород разбит трещинами, и область развития растягивающих напряжений в деформируемом уступе незначительна. Поэтому при определении предельного состояния равновесия (устойчивости) уступа принебрегают сопротивлением пород отрыву и учитывают только сопротивление сжатию и срезу, которые достаточно полно характеризуются сцеплением и коэффициентом внутреннего трения.

Ослабление прочностных свойств массива, в первую очередь, его сцепления, вызванное трещиноватостью и поверхностями напластования, можно оценить по результатам натурных испытаний массива с

помощью гидроподушек и по лабораторным испытаниям образцов.

Показателем степени ослабления является коэффициент структурного ослабления сцепления λ_i, определяемый отношением сцепления в массиве ($C_м$) к сцеплению в куске, образце (C_0): $\lambda_i = \frac{C_м}{C_0}$

Показатель λ_i для некоторых районов приведены в табл.14, по данным ВНИМИ.

Таблица 14

Район	Порода	по отдельным трещинам	по направлению трещиноватости	по другим направлениям
Кузбасс	Песчаник	0,03	0,10	0,15-0,60
	Алевролит	-	0,07	0,24
	Аргиллит	0,03	0,07	-
	Уголь	0,02	-	0,11
Экибастуз	Аргиллит	-	-	0,17-0,23
	Уголь	0,05	0,11	0,25

Коэффициент структурного ослабления по направлению, не совпадающему с поверхностями ослабления, по данным Г.Л.Фисенко, не постоянен и зависит от соотношения размера деформируемого массива (в нашем случае от высоты уступа H) и размера элементарного блока (l), ограниченного трещинами. Эта зависимость, установленная Н.Н. Куваевым /51/, изображена на рис.19.

Из рис.19 видно,что при увеличении отношения $\frac{H}{l}$ значения λ_i убывает и при $\frac{H}{l} = 120$ становится таким же, как по направлениям ослабления. Следовательно, если высота уступа во много раз превышает размер элементарного структурного блока, то прочностные свойства массива во всех направления можно считать практически одинаковыми, независимо от того, совпадают ли эти направления с поверхностями ослабления или нет. Поэтому горный массив, разбитый трещиноватостью, следует рассматривать как квазиизотропную среду.

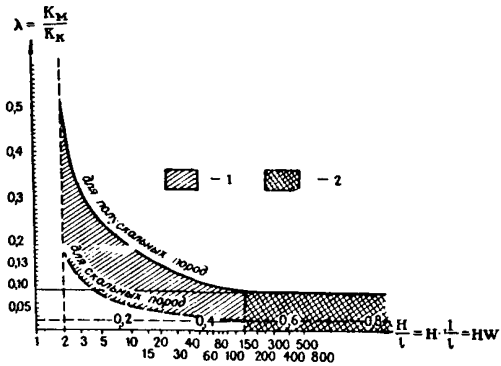


Рис.19. Зависимость показателя структурного ослабления массива от соотношения размеров деформируемого массива и структурных блоков, ограниченным трещинами
I – область анизотропных свойств массива;
2 – область квазиизотропных свойств массива.

деформируемую во всех направлениях примерно одинаково. При $\frac{H}{t} < 120$ массив считается анизотропным и будет деформироваться путем скольжения по трещинам, т.к. по ним сопротивление сдвигу значительно меньше, чем по другим направлениям. (Рассмотренные зоны на рис.19 показаны разной штриховкой).

При деформации уступа, когда поверхность смещения не совпадает с ярко выраженной поверхностью ослабления, а массив разбит трещинами разной ориентировки, смещение происходит в виде зоны с вращательным перемещением структурных блоков. При этом предельное напряжение смещения меньше сопротивления сдвигу в нетрещиноватом массиве на величину структурного ослабления. Величина зоны вращения блоков зависит от величины деформируемого массива.

Сцепление в массиве определяется по формуле, предложенной Г.Л.Фисенко: $$C_м = \frac{C_0}{1 + \alpha \ln \frac{H}{t}},$$

где α – коэффициент, зависящий от прочности пород в образце и от характера трещиноватости. Значение коэффициента берется из таблицы, составленной по многочисленным исследованиям ВНИМИ (см. работы /61/, /102/.)

При совпадении поверхности смещения с поверхностями ослабления происходит плоское перемещение по ней призмы обрушения. Сопротивление сдвигу по таким поверхностям, см.табл.13, как правило, меньше, чем по другим поверхностям. Сцепление в массиве, сложенном трещиноватыми глинами (Богословский и Ермолаевский карьеры), меньше сцепления в образце в 3 и более раз. Сопротивление сдвигу в таком массиве не зависит от размеров деформируемого массива.

Характер деформации и величина сцепления массива со ступенчато расположенными трещинами зависит от мощности и частоты межтрещинных участков, а также от величины напряжений и размеров призмы обрушения.

Рассмотренные геологические, гидрогеологические и горно-технические факторы и общие закономерности деформации горного массива позволяют провести типизацию массивов по их устойчивости.

Инженерно-геологическая классификация массивов по условиям устойчивости. В зависимости от соотношения основных элементов геологического строения массивов, таких как условий залегания, строения пластов и угленосной толщи, нарушенности пород, а также в зависимости от инженерно-геологических свойств и состава пород, можно выделить 3 основные группы массивов, отличающиеся своей устойчивостью (см.табл.15, составленную на основе классификации Г.Л.Фисенко, /102/).

Методика и объем инженерно-геологических исследований устойчивости в общем виде определяются тем, к какой группе по устойчивости относится массив горных пород, слагающих данное месторождение.

Общие понятия о расчете устойчивости даны по работам Г.Л.Фисенко /102/ и др. Условием предельного равновесия (устойчивости) пород в уступах является превышение сил сдвижения суммы сил внутреннего трения и сцепления по наиболее ослабленной поверхности. Разделив эти силы на величину поверхности сдвига, получим напряжения, связанные формулой:

$$\tau \leqslant f\sigma + C .$$

По величине сцепления (С) и коэффициента трения (f), в первом приближении, можно судить об устойчивости горного массива.

Для уступов и отвалов, сложенных несцементированными и разрушенными скальными породами, условия равновесия характеризуются только углом внутреннего трения, который должен превышать угол откоса уступа. Угол внутреннего трения для таких пород равен углу естественного откоса и колеблется чаще всего в пределах 28-38°

Классификация массивов горных пород по их устойчивости в бортах карьеров

Характеристика групп	Характеристика массивов горных пород: инженерно-геологические свойства пород	петрографический тип пород	геологическое строение гидрогеологические условия	нарушенность	показатели устойчивости	Примеры массивов пород, слагающих карьерные поля
I группа. Массив сложен скальными крепкими породами. Предел прочности на сжатие > 800 кг/см^2	Не выветриваются, не набухают, не склонны к пластическим деформациям	Изверженные породы, метаморфические породы; Конгломераты и песчаники с силикатным цементом; известняки	Простое. Горизонтальное, пологое и наклонное залегание. Мощность и морфология пластов выдержанные.	Слабая трещиноватость, отдельные разрывные нарушения.	Сцепление и коэффициент внутреннего трения по поверхностям ослабления. Ориентировка поверхностей ослабления.	Кривой Рог и другие рудные месторождения
			Среднее. Наклонное и крутое залегание.	Трещиноватость развита, имеются зоны сближен. трещиноватости, крупные разрывные нарушения со смещениями и зонами дробления.		Горноблагодатское и подобные ему рудные месторождения
			Сложное. Наклонное и крутое (складчатое) залегание. Секущие интрузии.	Интенсивная трещиноватость, часто значительной протяженности; крупные разрывные нарушения с зонами дробления.		Полиметаллические и другие рудные месторождения
II группа. Массив сложен измененными скальными и полускальными породами средней крепости. Предел прочности на сжатие 80–800 кг/см2	Выветриваются, не набухают не размокают, не пластичны	Выветрелые изверженные и метаморфические. Глинистые и песчано-глинистые сланцы, аргиллиты, песчаники с глинистым и известковистым цементом, алевролиты, мергели, известковые конгломераты и брекчии, известняки-ракушечники, угли	Простое. Горизонтальное, пологое залегание. Мощность и морфология пласта выдержанные.	Преобладает нормально-секущая трещиноватость. Разрывные нарушения редки.	Прочность, сцепление и угол внутр. трения в образце и по поверхностям ослабления.	Томь-Усинское Грамотеинское м-ния (Кузбасс) Черемховский угольный район.
			Среднее. Наклонное, крутое часто складчатое залегание, часты фациальные изменения.	Сложная сеть трещин. Крупные разрывные нарушения.	Ориентировка поверхностей ослабления.	Кедровское (Кузбасс) Экибастузское месторождения
			Сложное. Наклонное, крутое (складчатое) залегание. Мощность и морфология пластов невыдержанные, фациальные изменения.	Сложная сеть трещин, зоны интенсивной трещиноватости, отдельные крупные трещины. Многочисленные разрывные нарушения с зонами дробления.	Показатели трещиноватости (интенсивность, ориентировка).	Бачатское, Краснобродское, Киселевское (Кузбасс) Коркинское месторождения
III группа. Массив сложен несвязанными слабыми и весьма слабыми породами. Предел прочности на сжатие < кг/см^2	Интенсивно выветриваются, осыпаются и оползают, большинство набухают и пластичны	Выветрелые сцементированные и слабосцементированные осадочные породы, супеси, суглинки, глины, пески, галечники, лесс, илы, рыхлый бурый уголь	Простое. Горизонтальное, пологое залегание. Мощность и морфология пластов выдержанные. Гидрогеологические условия простые.	Трещиноватость незначительная. Разрывные нарушения редки.	Сцепление и угол внутреннего трения в образце и по поверхностям ослабления. Для сыпучих – угол естественного откоса.	Итатское, Назаровское месторождения
			Среднее. Горизонтальное, пологое залегание. Мощность и морфология пластов невыдержанные, фациальные изменения. Сложные гидрогеологические условия.	Преобладает нормально-секущая трещиноватость. Разрывные и фациальные нарушения (размывы и т.п.)	Ориентировка поверхностей ослабления. Водонасыщенность и наличие напорных вод	Подмосковный бассейн. Ирша-Бородинское месторождение
			Сложное. Залегание изменчивое. Сильная фациальная изменчивость. Сложные гидрогеологические условия.	Диапировые образования, небольшие разрывные нарушения.		Южно-Уральский, Днепровский буроугольные бассейны.

(см.табл.10).

Для слабосцементированных и глинистых пород сопротивление сдвигу зависит от величины нормальных напряжений. Поэтому в связи с изменчивостью ρ и C оценку устойчивости производят по показателям сопротивления сдвигу, полученным от точки к точке в результате испытания на срез без разделения на силы трения и сцепления. Этот метод необходим, если массив сложен часто переслаивающимися породами.

В сцементированных породах и глинах, обладающих достаточным сцеплением и внутренним трением, вертикальные борта устойчивы при предельно устойчивой высоте уступов. При увеличении высоты угол откоса необходимо уменьшить.

По условиям равновесия на поверхности сдвижения, расположенной в массиве, устанавливается предельный угол откоса и высота уступа. Сдвигающие силы, действующие по наиболее слабой поверхности, определяются, в основном, весом налегающего массива.

Поверхность, на которой может произойти сдвижение призмы обрушения, часто определяется геолого-структурными особенностями массива и часто совпадает, например, с поверхностями напластования или трещинами. При отсутствии поверхностей ослабления поверхность сдвижения должна определяться условием близости значений сил, удерживающих и сдвигающих призму обрушения.

Форма и расположение поверхности сдвижения в массиве уступа зависит от пространственного положения поверхностей ослабления относительно борта, физико-механических свойств пород, угла откоса, высоты уступа. Для однородного массива эту поверхность можно считать круглоцилиндрической; при благоприятном расположении трещин она совпадает с плоскостью трещин.

Расчет устойчивости или углов наклона бортов при заданной высоте методом круглоцилиндрической поверхности основан на допуще-

нии, что смещение налегающего массива происходит путем вращения "жесткого клина" вокруг оси, О, параллельной борту и являющейся осью кругового цилиндра, поверхность которого АБ является поверхностью смещения (скольжения) (рис.20).

Вращательный момент сдвигающих усилий определяется, исходя из веса "жесткого клина" - призмы обрушения и горизонтального расстояния от центра тяжести призмы до точки вращения О. Эти определения обычно выполняются путем суммирования моментов отдельных блоков, на которые разбиваются призмы, или путем графических построений касательных составляющих T_i веса отдельных блоков P_i, (см.рис.20).

Силы трения, удерживающие призму обрушения, определяются как произведение коэффициента внутреннего трения на сумму нормальной составляющей веса блоков N_i.

Графический способ определения N_i и T_i состоит в следующем (рис.20):

I. Призма возможного обрушения в плоскости чертежа разбивается на полосы 1,2,3 и др.равной ширины (a).

2. Высота полос условно принимается за вес P_i, который раскладывается относительно поверхности сдвига на касательную T_i, и нормально составляющую N_i.

3. Векторы касательных и нормальных составляющих, измеренные в масштабе построений, суммируются отдельно. Масштаб построений векторов определяется по формуле: $m = \frac{a\gamma M}{1000}$,

где γ - объемный вес пород,

M - знаменатель масштаба чертежа,

a - ширина полосы в м (длина полосы вдоль бота равна 1 м).

4. Измеряют длину поверхности смещения (L) и составляют уравнение равновесия как отношение сдвигающих (числитель) и удерживающих сил:

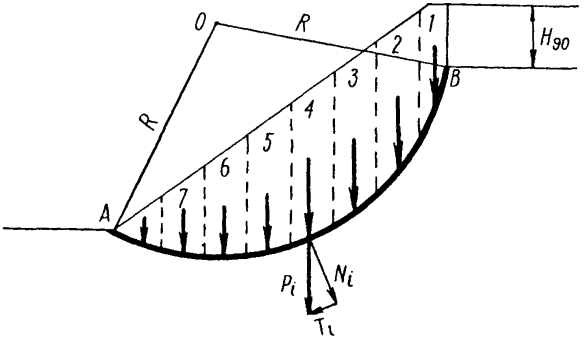


Рис.20. Схема для определения устойчивости по методу круглоцилиндрической поверхности сдвижения.

Предельная высота вертикального уступа определяется по формуле: $$H_{90^\circ} = \frac{2C}{\gamma} tg\left(45^\circ + \frac{1}{2}\rho\right)$$

Простым методом расчета устойчивости, доступным для геолога карьера, является метод обратного расчета по известному обрушению.

Суть метода заключается в определении основных характеристик сопротивления сдвигу по уже обрушевшемуся участку и перенесении их в расчет устойчивости для участка с аналогичными горно-геологическими условиями.

Условием рановесия является равенство сдвигающих и удерживающих сил, действующих по поверхности смещения: $\Sigma T_i = f \Sigma N_i + CL$

В обрушившихся скальных и слабосцементированных породах силы сцепления по поверхности сдвижения не действуют и равновесие их наступает, когда $\Sigma T_i = f \Sigma N_i$. Из этого равенства определяется f и, подставляя в предыдущее равество, с учетом измеренной величины поверхности смещения определяется сцепление С.

В глинистых породах и после деформации по поверхности смещения сохраняется некоторая величина сцепления, равная 1-2 т/м^2. Но в связи с трудностью выделения сил сцепления и трения в этом случае лучше определять сразу среднее сопротивление сдвигу по поверхности сдвижения до и после обрушения (оползания).

Основные характеристики сопротивления сдвигу (f и С) устанавливаются с учетом результатов инструментальных съемок деформированных участков, когда их длина в 2-3 раза превышает высоту уступа.

Другие более сложные и точные методы построения поверхности сдвижения и расчета устойчивости (метод многоугольника сил, сложения сил по криволинейной поверхности и т.д.) применимы для массива с различными геологическим строением и нарушенностью. Подробно эти методы излагаются в специальных работах, посвященных устойчивости бортов и отвалов ("Руководство по определению оптималь-

Углы откосов уступов

Характеристика пород	Факторы, определяющие углы откосов уступов	Высота одиночных уступов, м	Углы откосов уступов, град.		
			рабочих	нерабочих	
				одиночных	сдвоенных
Крепкие породы	Степень трещиноватости и форма блоков отдельности				
Крепкие песчаники, известняки, изверженные породы. Трещиноватость нормальносекущая, отдельность прямоугольной формы крупностью более 50см.		15-20	до 90	70-75	65-70
Крепкие осадочные и метаморфические породы с прямоугольной отдельностью размером 30-50 см и с косоугольной отдельностью размером более 50 см.		15-20	70-75	60-65	57-60
Крепкие породы с интенсивной трещиноватостью (размер блоков отдельности 10-30 см)		15-20	65-70	55-60	52-57
Породы средней крепости	Степень трещиноватости и выветрелости				
Песчаники, аргиллиты, глинистые сланцы		15-20	до 90	55-60	52-57
Выветрелые интенсивно трещиноватые изверженные или рассланцованные породы		10-15	65-70	50-55	50-55
Сильно выветрелые породы		10-15	55-60	45-50	45-50
Хлоритовые, талько-хлоритовые и серицитовые сланцы		10-15	50-55	40-45	40-45
Глинистые породы	Угол внутреннего трения и сцепления; обводненность				
Суглинки и супеси различного состава, полностью дезинтегрированные изверженные породы, мел, мергель		10	55-60	40-50	35-40
		до 50	35-50	35-40	-
Глинистые песчано-гравийные отложения		10-50	35-55	40-45	35-40
Фильтрующие песчаные глины и суглинки		10-20	30-50	20-35	-
Несвязанные породы	Угол внутреннего трения				
Песчано-гравийные отложения (без глины)		10-50	35-40	36-38	36
Фильтрующие пески		на участке высачивания	12-18	20-25	-

ных углов наклона бортов карьеров и откосов отвалов" Изд.ВНИМИ, 1962, Л.; монография Г.Л.Фисенко /102/ и др.), и используются проектировщиками и работниками научно-исследовательских организаций.

Значения средних углов откосов рабочих и нерабочих уступов, которые рекомендуются Г.Л.Фисенко /102/ для обеспечения устойчивого состояния пород, приведены в табл.16. При этом указывается, что угол устойчивых откосов в оводненных несцементированных породах на 10-20^0 меньше, чем в необводненных.

Мероприятия по предотвращению различного вида деформаций уступов и отвалов, вызываемых теми или иными горно-геологическими факторами, изложены в табл.17, составленной Г.Л.Фисенко.

§ 4. Горно-геологическая классификация угольных месторождений, разрабатываемых открытым способом

Для групп угольных месторождений, разрабатываемых открытым способом, характерно близкое геологическое строение и горно-геологические условия эксплуатации. Это позволило сгруппировать месторождения по горно-геологическим условиям эксплуатации в виде классификации, табл.18.

Основными классификационными признаками для выделения горно-геологических типов карьерных полей являются генетических тип (по Г.А.Иванову), геологическое строение, гидрогеологические и инженерно-геологические условия, а также горно-технические показатели эксплуатации угольных месторождений открытым способом. Такие признаки как возраст угленосных отложений и потери угля часто могут быть второстепенными. Величины водопритоков, коэффициентов водообильности, а также глубины разработки и себестоимости носят временной характер и отражают существующий технико-экономический уровень открытого способа разработки.

В связи со сложностью количественной характеристики всех пока-

зателей гидрогеологических и инженерно-геологических условий вводится качественная оценка общей степени их сложности с выделением простых, относительно простых, средних, относительно сложных и сложных групп.

Типы обводненности выделяются по величине общего водотока (Q) и коэффициента водообильности ($К_в$): I) практически необводненные карьеры: Q - до 100 $м^3$/час, Кв - до 0,5 $м^3$/тонну; 2) слабо обводненные: Q - 100-200 $м^3$/час, Кв - 0,5-1,0 $м^3$/тонну; 3) умеренно (среднее) обводненные: Q - 200-500 $м^3$/час, Кв - 1,0-3,0 $м^3$/тонну; 4) обводненные: Q - 500-1000 $м^3$/час, Кв - 3,0-10,0 $м^3$/тонну; 5) весьма обводненные: Q - 1000 $м^3$/час, Кв - 10 $м^3$/тонну.

Инженерно-геологические условия характеризуются путем качественной оценки добываемости пород и их устойчивости в бортах карьеров. Кроме этого используется универсальный показатель различных горно-технологических свойств пород - коэффициент крепости по шкале Протодьяконова.

Классификационными признаками горно-технологических условий разработки являются коэффициент вскрыши, глубина разработки, себестоимость добычи и сложность применяемой системы разработки (например, наиболее простые и экономичные бестранспортные системы применяются при простых горно-геологических условиях, а транспортные - наоборот). По полноте выемки угля можно также судить о сложности эксплуатации месторождений разного типа и геологического строения. Например, при простых горно-геологических условиях, когда разрабатываются горизонтально залегающие пласты простого строения, потери угля небольшие; при разработке свиты наклонно- и крутопадающих пластов - значительные.

Обобщающий экономический показатель сложности горно-геологических условий разработки - полная себестоимость добычи угля для удобства взаимного сопоставления выражается в условных единицах.

Таблица 17.

Мероприятия по предотвращению деформаций бортов, уступов и отвалов

Характеристика горных пород, слагающих откосы	Виды ожидаемых деформаций откосов	Факторы, способствующие развитию деформаций	Мероприятия по предотвращению деформаций постоянных откосов
1	2	3	4
Крепкие, средней крепости и выветрелые породы	Обрушения	Наличие в откосах сланцеватости, слоистости, дизъюнктивных нарушений и крупных тектонических трещин, падающих в сторону выемки под углами круче 25-30°	Заоткоска уступов по поверхностям ослабления; укрепление анкерным креплением при небольшом протяжении поверхностей ослабления при углах до 40-45°
	Осыпи	Массовые взрывы, интенсивная естественная трещиноватость, отсутствие заоткоски	Заоткоска наклонными скважинами, цементация сильнотрещиноватых пород и торкретирование
Слабые глинистые, песчано-глинистые и песчаные породы, а также полностью дезинтегрированные изверженные и метаморфические породы	Обрушения	Завышенные углы откосов и наличие поверхностей ослабления	Заоткоска уступов под углами, характеризующимися табл.16
	Осыпи: а) слабосвязанных пород	Под влиянием выветривания крутых откосов	Заоткоска и одернование откосов
	б) песчаных откосов	Крутые откосы (более 35°), выветривание, развевание	Заоткоска и цементация или торкретирование откосов
	Просадки: а)	Насыщение водой высокопористых отложений (лессов, лессовидных суглинков)	Обеспечение стока дождевых и талых вод с площадок
	б)	Наличие пластичных слоев в основании откоса	Выполаживание откосов, уменьшение их высоты или образование контрфорса
	в)	Полностью каолинизированные выщелоченные полевошпатовые породы	Покрытие площадок слоем плотных глин и обеспечение стока воды
	Оползни: а) однородных пород	Скопление воды в прибортовой полосе и на площадках уступов	Дренаж прибортовой полосы и площадок уступов
	б) фильтрованные	Подкапывание откосов при оплывании и размывании фильтрующих и размокающих слоев	Пригрузка фильтрующих участков; расположение площадок уступов непосредственно под фильтрующим слоем
	в) покровные	Отсутствие стока дождевых и талых вод	Обеспечение стока поверхностных вод; устройство контрофорсов.
	г) контактные	Подрезка контактов слоев и их обводненность	Предотвращение увлажнения контактов путем покрытия площадок уступов слоем плотных глин
	д) глубинные лежачие бока	Наличие напорных вод и пластичных слоев	Дренирование пород лежачего бока; выполаживание откоса
	е) оползни-надвиги висячего бока	Вскрытые слабые контакты и обводнение толщи пород	Ликвидация источников обводения; выполаживание откосов
	ж) выпирания	Наличие невскрытых слабых контактов и пластичных слоев и основании откосов	Уменьшение высоты откоса, его выполаживание, образование контрфорса
	Оплывания: а) слабосвязанных песчано-глинистых откосов	Фильтрация грунтовых вод: скопления атмосферных вод на оползневом теле	Дренаж водоносных слоев; покрытие фильтрующей части откоса слоем крупнозернистого песка, гравием и щебнем
	б) песчаных откосов	Фильтрация грунтовых вод	Пригрузка гравием фильтрующей части откоса
Отвальные породы	Оползни: а) надподошвенные	Слабые породы отвала; дополнительное увлажнение пород - особенно в основании отвала	Предотвращение дополнительного увлажнения отвальных пород, дренаж основания; селективное отвалообразование; многоярусные отвалы
	б) подподошвенные	Слабое основание отвалов; обводнение основания отвалов	Уменьшение высоты отвала; дренаж основания отвалов; образование предотвала
	в) подошвенные (контактные)	Наклонное слоистое основание отвалов	Уменьшение высоты отвала; взрывание основания отвалов
	Просадки	Увлажнение рыхлых отвальных пород	Обеспечение стока дождевых и талых вод осушение основания отвалов
	Оплывание	Насыщение в течение длительного времени отвальных пород пылеватых и глинистых песков дождевыми и талыми водами	Обеспечение стока атмосферных вод с с поверхности отвалов; устроиство дренажа в основании отвалов, выполаживание откосов

За единицу принята наименьшая себестоимость добычи, которая имеет место при разработке месторождений Канско-Ачинского бассейна.

Приведенные в классификации (табл.18) упрощенные схемы типичных угольных месторождений, разрабатываемых открытым способом, дополняют и иллюстрируют качественную оценку сложности условий эксплуатации. Такая оценка, схемы и примеры эксплуатируемых месторождений придают кроме того наглядность классификационной таблице.

В каждую из 4 групп классификации входят месторождения одинакового генезиса, с близким геологическим строением, условиями залегания и горно-техническими показателями разработки. Подгруппы А,Б, В выделяются, в связи с некоторым отличием горно-геологических условий, например, разной обводненностью (группа I), условиями залегания (группа III) и т.д. Сложность типов увеличивается в возрастающем порядке для групп и подгрупп. Характеристика групп видна из табл.18 В группу II объеденены месторождения, близкие друг другу по многим генетическим признакам, свойственным областям, переходным от геосинклиналей к платформам. Поэтому некоторые авторы (Г.Ф.Крашенинников, О.И.Пинчук и др.) считают такие бассейны однотипными.

Предлагаемая классификация позволяет по аналогии с рассмотренными типами давать предварительную оценку горно-геологичнских условий эксплуатации угольных месторождений, подлежащих разработке открытым способом.

Кроме того такая классификация способствует упорядоточению геологической документации на угольных карьерах и принята за основу при типизации ее методики.

Г Л А В А П .

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ НА УГОЛЬНЫХ КАРЬЕРАХ

Неотъемлемой частью и основой изучения геологического строения угольных месторождений, разрабатываемых открытым способом, является геологическая документация.

§ 1. Задачи геологической документации

Задачей геологической документации является получение полноценных и объективных данных об элементах геологического строения карьерного поля или отдельных его участков,что влияет на технологию открытой разработки (выоор способа разработки, механизацию и безопасность работ), на качество и запасы угля.

В задачу документации входит: на первой стадии - в полевой период - выявление и фиксирование элементов геологического строения: 1) в бортах и забоях уступов; 2) по скважинам разведочного и технического назначения; 3) в дренажных выработках; в заключительную стадию: полное и наглядное изображение результатов документации на сводных маркшейдерских и геологических чертежах.

Результатом документации должны быть полноценные геологические материалы, дающие исчерпывающие сведения о горно-геологических условиях эксплуатации, способствующие эффективной разработке, обеспечивающие высокомеханизированный способ разработки постоянным фронтом работ и минимальные потери угля, а также позволяющие обоснованно вести геологическое прогнозирование и связанное с ним планирование горных работ.

§ 2. Методика геологической документации

Методика геологической документации на карьере основана на составлении зарисовок и на описании геологических объектов, наблюдаемых в откосах и забоях уступов, а также в траншеях карьера.

Объекты геологической документации

Объекты геологической документации на карьере можно объединить в следующие группы:

1. Состав и строение угольных пластов, вмещающих и покрывающих пород.
2. Морфология угольных пластов.
3. Разрывные и складчатые структуры.
4. Качество угля.

Методика изучения и документации инженерно-геологических и гидрогеологических факторов изложена в самостоятельных главах настоящего руководства с учетом возможности ее выполнения силами геологической службы карьера.

Геологические объекты, изучаемые и документируемые в бортах, в дренажных выработках и в буровых скважинах следующие:

1. Контакты пород, поверхности напластования, характер переслаивания и выклинивания;

2. Вещественный и гранулометрический состав пород;

3. Структурные и текстурные особенности (размер зерен, цемент, полосчатость, слоистость);

4. Тектоника участка, в первую очередь, крупные разрывные нарушения и складчатость с размерами в пределах уступов (пространственное положение элементов разломов и складок, характер дробления и заполняющий материал зон разлома, обводненность и т.д.);

5. Трещиноватость пород и угля (ориентировка, интенсивность; протяженность, раскрытость, минерализация);

6. Изменение мощности, морфологии и строения угольного пласта;

7. Древние русла, размывы, древние оползни и другие палеогеографические явления, являющиеся зонами и поверхностями ослабления массива.

ГОРНО - ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ

ТАБЛИЦА 18

классификационные группы / классификац. признаки	I. ПРОСТЫЕ			II. СРЕДНИЕ			III. СЛОЖНЫЕ			IV. ВЕСЬМА СЛОЖНЫЕ
	А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В	
генетический тип	платформенный					переходный	геосинклинальный			подтип центральных прогибов
	подтип древних устойчивых платформ			подтип молодых подвижных платформ			подтип передовых (краевых) прогибов			
геологическое строение: залегание	горизонтальное 0°-10°			пологое, 10°-30°; иногда наклонное, 30°-60°		наклонное, 30°-60°	пологое, 10°-30°	наклонное, 30°-60°	крутое, 60°-90°	месторождения подтипа центральных прогибов (собственные геосинклинали) мало пригодны к открытой разработке
геологическое строение: угленосность строение пласта	один основной рабочий пласт			один или два рабочих пласта сложного строения			несколько (свита) рабочих пластов простого строения			
	строение простое, мощность 20-40 м, морфология выдержан.	строение сложное, мощность до 8-10 м, морфология выдержанная	строение простое и сложное, мощность 10-40(100) м, морфология невыдержанная	мощность до 15-30 м, морфология в целом выдержанная, имеются смещения.	мощность до 15-30(100) м, морфология относительно выдержанная, имеются расцепления, складки, смещения.	мощность 60-100 м, морфология в целом выдержанная, имеются смещения.	мощность до 8-12 м, морфология выдержанная, имеются смещения, дайки.	мощность до 25 м, морфология в целом выдержанная, имеются смещения, складки.	мощность до 20-25 м, морфология относительно выдержанная, многочисленны смещения, складки.	
качество угля	Уголь бурый	Уголь бурый, высок. степ. углефик. и переходный к каменному (Б2, Д, Г)	Уголь бурый, низкой степени углефикации	Уголь бурый, высокой степени углефикации	Уголь бурый, высок. степ. углеф. и переход к камен.	Уголь каменный (марки Д-К)	Уголь каменный (марки К-Т)	Уголь каменный (марки К-Т)	Уголь каменный (марки ПЖ-Т)	
вмещающие породы	Породы слабосцементир.	Породы сцементировай.	Породы несцементирован. и слабосцементированные	Породы слабосцементирован.	Породы сцементированные.	Породы сцементированные.	Породы сцементированные.	Породы сцементированные.	Породы сцементированные.	
угленосная толща	Строение толщи простое	Строение толщи простое	Строение толщи сложное	Строение толщи отн. простое	Строение толщи отн. сложное	Строение толщи отн. простое	Строение толщи простое.	Строение толщи простое.	Строение толщи отн. простое.	
возраст	юрский и меловой		третичный	юрский и триасовый		карбоновый	карбон-пермский			
гидрогеологические условия	Относительно простые. Карьеры обводнены и умеренно обводнены.	Простые. Карьеры слабо и умеренно обводнены.	Сложные. Карьеры обводнены и весьма обводнены.	Относительно сложные. Карьеры обводнены и умеренно обводнены.	Относительно сложные. Карьеры обводнены и умеренно обводнены.	Относительно простые. Карьеры умеренно обводнены.	Относит. простые и средние. Карьеры умеренно обводнены.	Средние. Карьеры обводнены и умеренно обводнены.	Относительно простые. Карьеры умеренно обводнены.	
инженерно-геологические условия	Относительно простые. Породы мягкие f<1,0, предварительного рыхления требуют более крепкие разности, в бортах средне- и относительно слабо устойчивые	Относительно простые. Породы относительно крепкие и средней крепости f=2-6, требуют предварительного рыхления, в бортах относительно устойчивые	Относительно сложные. Породы мягкие f<1,0, в бортах относительно слабо и слабо устойчивые	Средние. Породы относительно мягкие f=1,0-2,0, в бортах относительно слабо и средне устойчивые	Средние. Породы средние и крепкие f=3,0-8,0, требуют предварительного рыхления, в бортах средне устойчивые	Средние. Породы средние и крепкие f=2,0-7,0, требуют предварительного рыхления, в бортах средне устойчивые	Средние и относит. простые. Породы относительно крепкие и крепкие f=8-10 требуют предварительного рыхления, в бортах средне и относительно устойчивые	Средние. Породы относительно крепкие и средне f=10-12 требуют предварительного рыхления, в бортах средне устойчивые	Средние и относит. сложные. Породы средние и крепкие f=8,0-10 требуют предварительного рыхления, в бортах относительно слабо и средне устойчивые	
коэффициент вскрыши, м³/тонну	1.0-3.0			3.0(2.0)-5.0			5.0-10.0			
глубина разработки, м	небольшая (20-50 и более)			средняя (50-80) и значительная (80-100 и более)			значительная (80-100 и более)			
себестоимость тонны добычи, усл.ед.	1.0-2.0			2.0(1.5)-4.0			более 4.0			
потери угля, %	до 10.0			10.0			более 10.0			
система разработки	бестранспортная, комбинированная	бестранспортная, комбинированная	транспортно-отвальная, комбинированная	комбинированная	комбинированная, транспортная	транспортная	комбинированная	транспортная, комбинированная	транспортная	
горно-геологические условия разработки	простые	относительно простые	относительно простые, средние	средние	относительно сложные, средние	средние, относительно простые	средние	относительно сложные	сложные	
упрощенная схема геологического строения и контура карьера										
примеры	Камско-Ачинский бассейн	Черемховский угольный р-н	Днепровский, Южноуральский бассейны	Ангренское месторождение	Серовский угольный район Вост. Урала, Челябинский басс.	Экибастузское месторождение	Томусинский угольный район Кузбасса	Кедровский, Бийский угольные районы Кузбасса	Прокопьевско-Киселевский угольный район Кузбасса	

Приемы и средства документации

Основным способом ведения документации на угольных карьерах является описание и глазомерная зарисовка, выполняемая в масштабе 1:100 - 1:200 (реже 1:500 и 1:50). Замеры рулеткой и компасом осуществляются по определенной сети.

Зарисовка видимых на откосах и в забоях горных пород и структур являются по сути составлением крупномасштабного геологического разреза в плоскости, близкой к вертикальной. Иногда зарисовка составляется и по горизонтальным площадкам уступов.

На буроугольных карьерах Украины зарисовки заменяются вертикальными разрезами по скважинам эксплуатационной разведки, пробуренным на весь уступ через 50 (25) м.

Документация начинается с осмотра участка с целью оценки возможности и безопасности ведения работ и предварительного ознакомления с общей геологической ситуацией: устанавливается комплекс слагающих пород и условия их залегания. При этом необходимо учитывать, что по соображениям безопасности нельзя продолжительное время находится непосредственно в забое или у борта. Документация проводится вдвоем. В ряде случаев при документации неустойчивых уступов необходимо разрешение технического надзора. В процессе ведения документации следует постоянно обращать внимание на верхнюю бровку, особенно в участках нависания пород, а также при завышении проектных углов откосов.

При замерах мощностей по верхней бровке и на откосе с веревочной лестницы необходимо использовать предохранительный пояс. Необходимые меры предосторожности следует соблюдать при работе на запожаренных участках . О своем местонахождении при проведении документации геолог должен сообщать техническому руководству участка.

Документация на карьерах может быть сплошной и прерывистой.

При сплошной документации зарисовка и описание геологического строения ведется на всей площади документируемого участка при замерах мощности и элементов залегания через 10-20 и менее м; при прерывистой - по определенной редкой (50 и более м) сети. Прерывистая документация может осуществляться в виде систематических зарисовок забоев, либо в виде зарисовок отдельных участков бортов.

Густота замеров мощности и элементов залегания при сплошной документации определяется особенностями геологического строения, например, для такой документации добычных уступов на карьерах Томусинского района Кузбасса интервалы замеров изменяются от 3-5 м до 40-50 м, в среднем,по статистическим данным составляя 20 м; для вскрышных уступов - от 20 м до 100 м, в среднем - 45-50 м.

П р и в я з к а (координирование) участков документации осуществляется в зависимости от типа и характера опорной маркшейдерской сети.

Привязке подлежат: а) начало и конец документируемого участка; б) отдельные четкие геологические элементы (контакты пород, тектонические нарушения и др.); в) места составления детальных колонок строения пласта или отбора проб.

1. Инструментальная привязка осуществляется методом маркшейдерских съемок относительно пунктов триангуляции, полигонометрии и аналитической сети.

2. Привязка, выполняемая непосредственно геологом, производится как правило с помощью горного компаса и рулетки.

Поскольку для инструментальной привязки задалживаются маркшейдеры, то она целесообразна на карьерах со сложными горно-геологическими условиями. Такая привязка проводится на сложных по форме и рельефу карьерах, например, на карьерах Кузбасса и Урала.

Инструментальная привязка осуществляется чаще тахеометрической съемкой. При этом реечные точки, являющиеся точками привязки, ука-

зывает геолог. Эти точки чаще выбираются на нижней площадке уступа и закрепляются колышком или туриком; структурные элементы привязываются в 2-х точках по нижней и верхней бровке. Нумерация точек привязки должна быть одинаковой с маркшейдерской. При использовании тахеометров (Т-15, тахеометр Дальта и др.) расстояние от инструмента до съемочных (реечных) точек не должно превышать 200 м.

2. Привязка, выполняемая непосредственно геологом, производится с помощью горного компаса и рулетки относительно: а)характерных точек карьера и буро-взрывных скважин, координаты которых известны; б) маркшейдерских опорных и съемочных пунктов; в) профильно-створных линий и геолого-разведочных разрезов.

Этот, по сути, полуинструментальный способ привязки чаще применяется на карьерах, отрабатывающих горизонтальные и полого-падающие пласты и имеющих небольшую глубину, вытянутую форму и свободное выработное пространство.Такая привязка проводится геологами Ирша-Бородинского и Назаровского карьеров, расположенных в открытой слабо всхолмленной местности.

Во многих случаях привязка, проводимая геологом самостоятельно, осуществляется полярным способом. Этот способ целесообразно применять при значительном протяжении фронта работ и хорошей сохранности маркшейдерских точек, располагаемых на всех уступах не реже, чем через 400 м друг от друга.

С ближайшей маркшейдерской точки с помощью компаса, имеющего визирное приспособление, определяется "примычный" угол равный разности азимутов направлений на соседнюю маркшейдерскую точку и точку привязки. Расстояние до точки привязки измеряется рулеткой.

При расположении маркшейдерских точек, часто являющихся пунктами триангуляции и аналитической сети, на внутренних отвалах, на неотработанных выступающих массивах или склонах и вершинах у нерабочего борта, а также при хорошей видимости пунктов других гори-

зонтов, привязку можно проводить компасными засечками. Удобнее выполнять обратные засечки, когда, стоя на точке привязки, измеряются азимуты направлений на три известные точки.

Если маркшейдерские точки образуют створные линии или прямоугольную сеть, то привязка осуществляется линейными промерами от ближайшего створа. Направление створа на документируемый горизонт выносится путем перемещения в перпендикулярном к стволу направлении до тех пор, пока в визирном приспособлении будет наблюдаться совпадение 2-х и более створных знаков. Створные знаки, располагаемые в выработанном пространстве, на неподвижном нерабочем борту и прилегающих к нему хорошо обозреваемых склонах и т.д., и представленные в виде ярко раскрашенных столбиков, наблюдаются даже на значительном удалении. Для провешивания створа по удаленным вешкам - столбикам можно успешно использовать бинокль военного образца.

Следует отметить, что учитывая горно-геологические и топографические условия, целесообразно в натуре закрепить знаки створных линий геологических разрезов или маркшейдерских сечений и постоянно провешивать их по мере продвижения работ. Для этого лучше использовать вехи или ярко раскрашенные сигналы - столбики (обрезки труб) диаметром до 20 см и высотой до 1,0-1,5 м. Такая сеть во многих случаях позволит с достаточной точностью проводить самостоятельную привязку при геологической документации. Для этих же целей можно использовать простейшие угломерные инструменты: буссоли Шмалькальдера, ТН и др., угломеры типа УКС, У,УН и т.д. Эти приборы просты в обращении и дают возможность повысить точность привязочных работ, обеспечивая ошибку положения пункта $\pm$ 0,5 м. Результаты измерения углов и расстояний, а также схема привязки заносятся в полевой журнал геологических зарисовок.

Изучение и зарисовка обнажений. Осмотрев документируемый участок, после его привязки и разбивки на интер-

валы, намечают, в зависимости от общего структурного положения и условий залегания, пункты замера мощности и элементов залегания. Эти пункты отмечаются в полевом журнале. После макроскопического разделения пород и оценки размеров по интервалам предварительно намечают контуры пластов и отдельных структур.

При определении пород, слагающих верхнюю недосягаемую и центральную часть уступа, необходимо использовать такие признаки пород, как цвет, характер трещиноватости, обводненности и выветривания. Например, если по цвету аргиллиты и песчаники трудно отличить, то отличительным признаком может служить преобладание трещиноватости по напластованию. Для изучения пород в верхних частях уступов необходимо использовать результаты интерполяции и экстраполяции относительно доступных участков внизу или вверху уступа, а также приемы аналогии, навыки и опыт диагностики пород данного месторождения.

Сплошную зарисовку начинают с вычерчивания контура борта по верхней и нижней его бровке и боковых границ участка в принятом масштабе. Наклонную и вертикальную высоту уступа можно определить непосредственно рулеткой или расчетами по углу наклона откоса. Кроме того, высоту уступа можно определить тригонометрическим нивелированием при измерении угла превышения уступа эклиметром или любым угломерным прибором; горизонтальное расстояние до уступа измеряется рулеткой. В других случаях для зарисовок высота уступа принимается равной проектной или фактической по предыдущим заходкам.

После вычерчивания основных контуров на основе изучения пород изображаются второстепенные контуры пород и отдельных структур. При сплошной документации контакты пород зарисовываются по интервалам. Зарисовка ведется с использованием рекомендуемых условных знаков (см.гл.УI),

Контакты наклонно и круто падающих пород отмечаются по интервалам по верхней и нижней бровкам уступа. Мощность пласта в центре уступа обычно оценивается глазомерно, реже измеряется рулеткой. Контакты полого и горизонтально залегающих пород наносятся на зарисовку по результатам замера расстояний до них от верхней или нижней бровки (способы замера см.далее). Густота сети таких замеров на участке документации зависит от сложности геологического строения.

При ведении прерывистой документации такие замеры мощности приводятся с учетом инструктивных положений и указаний вышестоящих и контролирующих организаций. Контакты и состав пород и угля в промежуточных интервалах между пунктами детального изучения вычерчиваются на основе визуальной оцеки их положения в борту.

Замеры мощности наклонно и крутопадающих пластов ведутся рулеткой вдоль верхней и нижней бровок, а при большой мощности пластов также инструментальными съемками. В пластах значительной мощности замеры иногда ведутся секционно по нормали к видимому следу контакта: 1) в плоскости откоса, 2) в горизонтальной плоскости по нижней площадке уступа (горизонтальная мощность).

В зависимости от способа подсчета объемов добычи видимые мощности можно пересчитать в нормальные, используя данные ориентировки пласта и направления замера видимой мощности.

На полого и горизонтально залегающих пластах, как правило, измеряется нормальная мощность. Мощность, превышающая высоту уступа, определяется по результатам маркшейдерских съемок, когда к высоте полных угольных уступов добавляется мощность оставшейся части пластов другого уступа, определяемая либо замерами рулеткой или рейкой, либо инструментальным путем. В последнем случае местоположение контакта указывается геологом. В некоторых случаях, как

это имеет место на буроугольных карьерах Украины, основная часть мощности пласта, в целом определяющая высоту угольного уступа, измеряется по данным бурения эксплуатационных скважин.

Мощность пластов, не выходящих за пределы высоты одного уступа, измеряется рулеткой или рейками. Если уступы имеют небольшой угол откоса и сложены мягкими породами, что имеет место на буроугольных месторождениях типа Днепровских, то измерения можно проводить непосредственно по откосу. Нормальная мощность вычисляется с учетом угла наклона откоса, замеряемого эклиметром.

Для непосредственного измерения нормальной мощности используются рейки типа нивелирных с визирным приспособлением,типа прицела, перемещающимся вдоль рейки и позволяющим визировать по нормали к рейке, Рейка по уровню устанавливается вертикально. Измерение и вычисления ведутся по схеме рис.21а. Измерение рулеткой по схеме рис.21б целесообразно проводить в условиях крепких пород и крутых углов откосов. Рулетка с небольшим грузом, перекинутая через консольно выступающую доску или рейку, опускается с верхней площадки уступа.

Нулевое деление намечается яркой меткой, по которой стоящий внизу наблюдатель фиксирует совпадение метки с контактом. Верхний наблюдатель в это время по команде снизу берет отсчет по краю доски или по специально намеченной на доске риске.
Разница отсчетов по двум точкам соответствует мощности.

Точность замера мощности должна определяться требуемой точностью расчетов, в которые входит мощность, например, в расчетах объемов и зольности.

Основные параметры подсчета объема вынутых пород и добычи определяются в результате маркшейдерских съемок. Исходя из точности определения линейных величин и объемов, которая установлена маркшейдерской технической инструкцией, можно предрассчитать необ-

ходимую точность определения мощности.

В результате таких предрасчетов установлено, что для обеспечения регламентируемой точности определения объемов добычи точность определения мощности пластов, с различными углами падения, при замерах рулеткой или путем маркшейдерских съемок не должна превышать ± 2-3% (для минимально кондиционной мощности 2 м - не менее ±0,05м)

При использовании замеров мощности в подсчете средневзвешенной пластовой зольности точность определения мощности должна равняться 1 см.

З а м е р ы э л е м е н т о в з а л е г а н и я . Пространственная ориентировка структурных элементов определяется горным компасом. Обычно удобнее измерять угол наклона (падения) плоскости и азимут направления падения. Измерение этих элементов производится в следующей последовательности. К измеряемой плоскости по направлению ее падения прикладывается ребро длинной стороны вертикально расположенного компаса. Линия наибольшего падения (наклона) устанавливается по наибольшему отсчету по эклиметру. Не отрывая компаса от плоскости, его поворачивают сначала вокруг ребра длинной стороны до совмещения основания компаса с измеряемой плоскостью, затем, вокруг короткого ребра до горизонтального положения компаса. По успокоившейся стрелке берут отсчет азимута линии падения. Отсчет берется по концу стрелки, одноименному тому наименованию полюса, который направлен в сторону падения (пример записи ориентировки: пд.205^{0} ∠ 50^{0}).

При отсутствии достаточной по размеру площадки замера параллельно определяемой плоскости выставляется ладонь или же записная книжка. Таким образом, например, определяется общее пространственное положение пластов, нарушенных мелкой складчатостью.

В щели трещин рекомендуется вставлять специальную пластинку, по которой измеряют элементы залегания.

Точность замера ориентировки и предельная величина угла наклона плоскости, при которой компасом еще можно определять ее элементы залегания, установлены в результате проведенных автором специальных исследований.

Установлено, что ошибка определения простирания ΔA, зависит, в первую очередь, от величины угла падения (δ). Эта зависимость носит гиперболический характер (рис.22) и выражается формулой:

$$\Delta A = \frac{K}{\delta} + t \quad ,$$

где K - постоянная величина, равная 10-15;

t - точность единичного замера азимута направления (1^0-2^0).

Из рис.22 видно, что при угле падения 5-3^0 ошибка определения простирания ΔA приближается к предельному значению 4-6^0, равному утроенной величине среднеквадратической ошибки определения ориентировки. Поэтому для плоскостей с углами наклона, меньшими 5-3^0, определить их простирание практически трудно, а в связи с неопределенностью положения направления простирания или падения, такие плоскости практически можно считать горизонтальными. При угле наклона больше 20-30^0 точность определения простирания близка точности единичного замера азимута направления компасом в натуре.

Описание пород и отдельных геологических элементов производится либо на одном листе с зарисовками, либо на развороте листа. Описание ведется по индексам - номерам, указанным на зарисовке, а для наклонного и крутого падения - иногда по интервалам. При простом геологическом строении подробное описание боковых пород можно производить не на каждой зарисовке, а на зарисовках, приуроченных, например, к опорному разрезу или определенному периоду отработки (в начале и в середине года). Полная детальная характеристика пород производится при проведении инженерно-геологической съемки.

Подробное описание макроструктуры и состава угольного пласта целесообразно совмещать с геологической документацией проб.

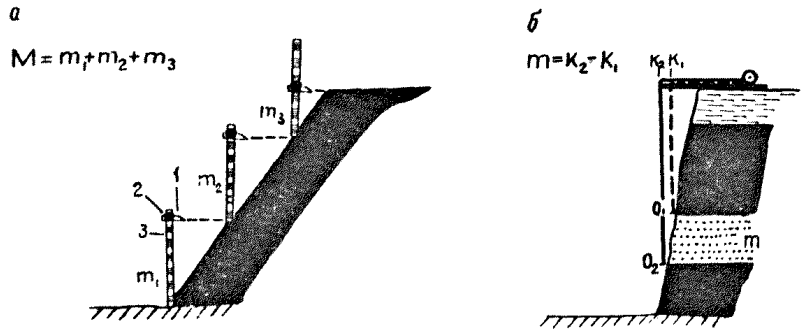


Рис.21. Измерение мощности специальной рейкой (а) и рулеткой (б).

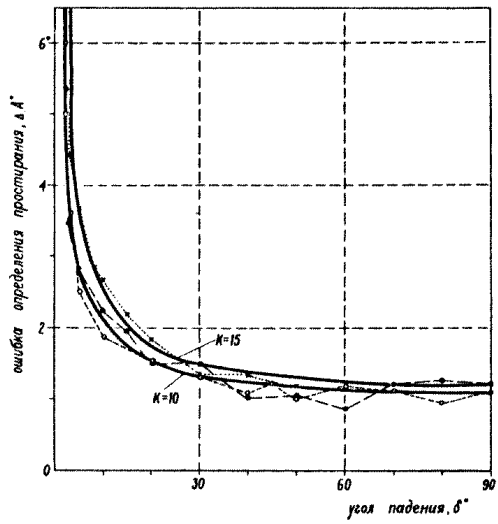


Рис.22. Зависимость точности определения горным компасом простирания плоскости от угла ее наклона.

Общие требования к ведению описания определяются назначением описания, выполняющего роль пояснения и дополнения к изображению геологического строения в условных знаках.

Таким образом, при общей геологической документации описанию подлежат:

I) Во вмещающих породах гранулометрический и вещественный состав, текстурно-структурные особенности, цвет и характер контактов и переходов от одного слоя к другому, форма слоев, их мощность и протяженность, относительная прочность, трещиноватость (ориентировка и интенсивность основных систем), степень выветривания;

2) В угле - состав, цвет, блеск (матовый, полуматовый, полублестящий, блестящий), макроструктура (однородный, штриховатый, полосчатый), макротекстура (массивный, слоистый, зернистый), излом (раковистый, ровный и др.); трещиноватость, иногда цвет черты и мелкие внемасштабные включения;

3) В тектонических нарушениях - характеристика сместителя (морфология поверхности и наличие следов скольжения, заполнение и минерализация, обводненность), степень деформированности и зональность изменения пород.

Цвет пород желательно описывать по слоям и определять причину окраски. При описании прочности на первой стадии достаточно ее оценивать так: порода рыхлая, слабосцементированная или крепкая. При описании текстуры указывается согласный (параллельный напластованию) косой или волнистый тип; для структуры - грубо-, крупно-, средне- и мелкозернистая.

В полевом геологическом журнале делаются записи по организации горных работ и для составления предписаний горно-техническому надзору в связи с изменением геологических условий разработки.

Средства документации. Документация проводится в полевых книжках (дневниках) из миллиметровой бумаги

карманного формата с твердой обложкой. Иногда в зависимости от применяемого масштаба и среднемесячной уходки забоя используются журналы увеличенного размера (300х210 мм).

Замеры расстояний и мощности производятся рулеткой.

Для замеров мощности используются рейки, служащие консолью, с которой с верхней бровки опускается рулетка. Для непосредственного замера мощности используются рейки с визирными приспособлениями, перемещаемыми вдоль рейки.

Горные компасы, используемые для замера элементов залегания, желательно иметь с визирными приспособлениями, что позволяет геологу вести достаточно точную привязку. При массовых замерах трещиноватости удобнее пользоваться компасами, позволяющими совмещать операции по определению угла наклона и азимута линии падения, например, компасы типа "Геологический компас - 59" ГДР.

При документации используется геологический молоток, лупа и некоторые химические реагенты для диагностики пород.

Для проведения самостоятельных привязочных работ рекомендуется использовать простейшие угломеры и буссоли, укрепляемые на штативах, а также бинокль.

Во многих случаях более совершенным средством документации является фотодокументация. Геологическая фотодокументация осуществляется с помощью любительских фотокамер. Фотоаппарат полезно применять с целю получения объективных документальных иллюстраций геологического строения используемых, например, для обоснования списаний запасов или для составления проекта доразведки.

Вспомогательными средствами при документации являются приборы и приспособления для отбора и упаковки образцов (зубила, режущие кольца, мешочки и т.д.), лестницы, штыри для крепления подвесной лестницы; предохранительные пояса и др.

В качестве средства документации для диагностики пород следует считать эталонную коллекцию образцов пород месторождения.

Оформление чистовых зарисовок. Изображение результатов документации в чистовом виде производится в специальных альбомах из плотной бумаги. Размеры листов должны соответствовать четкому последовательному разделению стандартного чертежного листа (841x597 мм).

Для изображения тонких пропластков и компактности чертежа вертикальный масштаб иногда берется крупнее горизонтального. Горизонтальные масштабы берутся I:500, I:I000 и I:2000, а вертикальные - I:100, I:200 и I:500.

Чистовая зарисовка должна быть копией черновой, вычерченной с соблюдением всех правил черчения и рекомендуемых условных знаков. Данные полевой документации при вычерчивании чистовой зарисовки уточняются результатами лабораторных исследований и химических анализов. Угли разной зольности на зарисовках рекомендуется иногда изображать специальными условными знаками см.гл.VI. На зарисовках вычерчиваются высотная шкала, положение поперечных профилей и геолого-разведочных разрезов. Целесообразно для вычерчивания линии верхней и нижней бровок уступа использовать результаты маркшейдерских съемок.

Если горизонтально и полого залегающий пласт отрабатывается несколькими уступами, то поуступные зарисовки для повышения наглядности лучше совмещать друг с другом (см.рис.23). При сложном строении пластов результаты опробования и измерения мощностей тонких пропластков лучше выносить на специальные структурные колонки, т.к. цифровые данные замера мощностей на зарисовке борта затеняют ее. Структурные колонки пласта вычерчиваются в масштабе I:50 и I:100 либо на одном листе с бортовой зарисовкой,

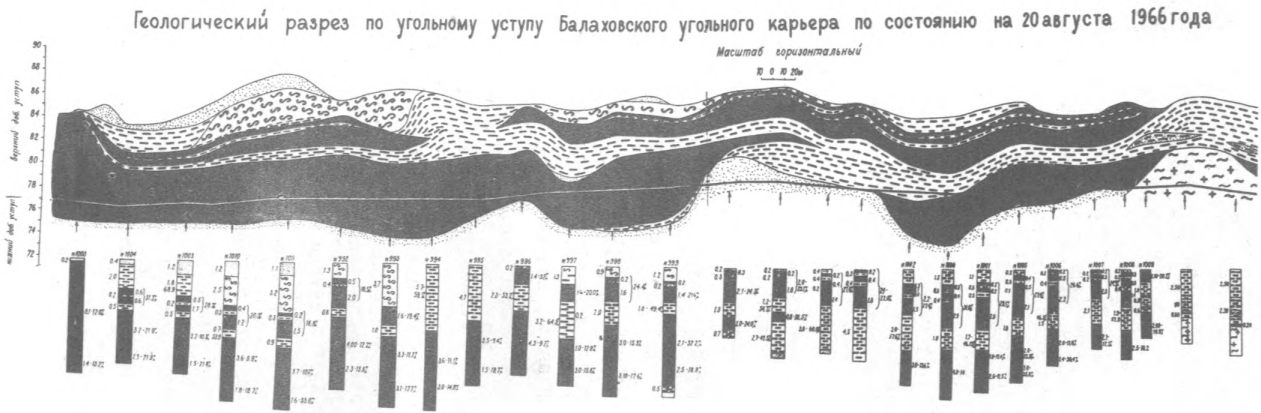


Рис.23. Совмещенная геологическая зарисовка угольных уступов Балаховского карьера (стрелками показаны створы детальной документации структуры пласта и опробования).

либо в отдельном альбоме.

В чистовой зарисовке даются сведения о ее местоположении, об исходных полевых и лабораторных материалах (номер журнала и т.д.), о времени и авторе зарисовки. В случае сложного геологического строения вычерчивается схема привязки. При криволинейности документируемого борта на зарисовках отмечаются границы участков с разной ориентировкой.

Изучение вмещающих пород

Основные вопросы, изучению которых способствует геологическая документация вмещающих пород на карьере - это устойчивость уступов, а также добываемость пород, т.е.способность пород отделяться от массива и дробиться при воздействии на них горно-добывающих механизмов, при их бурении и взрывании. Целью геологической документации вмещающих пород является также изучение влияния геологических факторов на выбор системы и технологию вскрышных работ.

Изучение вмещающих пород осуществляется при полевой документации и в лабораторных условиях. Поскольку лабораторные исследования требуют использования специального оборудования, то макроскопическое изучение пород является основным методом геолога карьера. Диагностические признаки несцементированных пород приведены в табл.19. (Методика лабораторного петрографического изучения изложена в специальных работах /57/, /63/, /104/).

На первой стадии освоения месторождения документацию вмещающих пород необходимо вести по более густой сети, чем при полном развитии горных работ. Например, на Назаровском карьере (комбината "Красноярскуголь"), разрабатывающем месторождение простого строения, документация вскрышных уступов при вводе карьера в эксплуатацию велась с детальным изучением геологического строения через 50 м. По такой сети изучались вмещающие породы и условия их залегания с замерами ориентировки и мощности (с точностью

0,05-0,1 м). При полном же развитии горных работ на месторождениях простого строения (Ново-Гришевский карьер треста "Черемховуголь" и др,) детальное изучение вмещающих пород ведется через 100 м. Промежуточные интервалы зарисовываются по результатам глазомерной оценки.

С о с т а в и ц е м е н т п о р о д. Наибольшее распространение на угольных месторождениях имеют песчано-глинистые породы с разным типом цемента и с разной степенью литификации. Значительно реже встречаются карбонатные породы.

1. С о с т а в пород является основным их диагностическим признаком.

Конгломераты состоят из галек размером 1,0-10,0 см и песчано-глинистого, реже карбонатного и силикатного цемента. Соотношение галек и цемента может быть самым различным. Гальки чаще образованы из обломков магматических и метаморфических пород, реже из крепких песчаников и алевролитов.

Песчаники и пески преимущественно состоят из зерен кварца, полевого шпата. Аркозовый песчаник представлен крупными зернами кварца и ортоклаза с примесью слюды и каолинита.Цвет породы светло-коричневый до розового и красноватого.Граувакки состоят из плохо отсортированных и окатанных обломков кварц-полевошпатовых минералов и пород, в основном, туфогенного, магматического и метаморфического типа. Для этих пород характерен серый цвет и зеленовато-синий оттенок.

Алевролиты и алевриты на 50% и более состоящие из частиц размером 0,1-0,001(0,005) мм, характеризуются слоистым строением благодаря наличию растительного детрита и чередованию мелко- и крупноалевритового материала.

Аргиллиты и глины состоят на 50% и более из частиц меньших 0,001(0,005) мм. В рассеянном виде могут встречаться зерна кварца,

Таблица 19

Диагностические признаки несцементированных пород

Наименование породы		Свойства и характерные признаки породы				Основные свойства и методы определения
Общее	Более дробное	Размер обломков и зерен	Свойства во влажном состоянии	Свойства при скатывании в умеренно влажном состоянии	Свойства в сухом состоянии	
1	2	3	4	5	6	7
Валуны (окатанные), глыбы (неокатанные)	Очень крупные Крупные Средние Мелкие	>100 см 100-50 см 50-20 см 20-10 см	-	-	-	Крупность частиц определяется метром, разделенным на сантиметры
Галька (окатанные) или щебень (неокатанные)	Крупная Средняя Мелкая	10- 5 см 5- 2 см 2- 1 см	-	-	сыпучая	Крупность частиц определяется измерением диаметра миллиметровой линейкой
Гравий (окатанные) или хрящ, дресва (неокатанные)	Крупный Средний Мелкий (или песок очень крупный)	10-5 мм 5-2 мм 2-1 мм	-	-	Сыпучий	Т о ж е
Песок	Крупный Средний Мелкий	1,0-0,5 мм 0,5-0,25 мм 0,25-0,1 мм (обычно примесь частиц песчаной пыли не различимой по крупности диаметром до 0,01 мм)	Глазом различаются в составе грунта отдельные зерна	Не скатывается	Сыпучий	Крупность частиц различима на глаз, определяется миллиметровой линейкой и миллиметровой бумагой
Супесь		Преобладают частицы с диаметром 0,1 мм, значительная примесь частиц диаметром до 0,5мм. Песчаные частицы и глинистое (илистое) вещество	Песчано-глинистая или песчано-илистая масса, при растирании между пальцами чувствуется преобладание песка	Удается скатать в маленький шарик. При раскатывании в шнур легко начинает крошиться	Ссыхается в комки, которые небольшим усилием пальцев могут быть разрушены	Размер частиц глазом не различим. В сухом состоянии грунт сыпучий и имеет пылеватый характер. В микром виде хорошо смешивается с водой в однородную массу-плывун. При растирании сырого грунта между пальцами ощущается мягкость и песок, но отсутствует признак скольжения.
Суглинок	Легкий Средний Тяжелый	Глинистое вещество и песчаные зерна	Пластичная масса. При растирании между пальцами ощущаются песчаные зерна	При скатывании образует шнур диаметром не менее 5 мм	Ссыхается в комки, которые с трудом поддаются разламыванию	Слабопластичен, скатывается, но при диаметре шнура 4-5 мм последний ломается. В сухом виде корочки могут быть раздавлены и растерты пальцами, при этом чувствуется примесь песка
Глина		Глинистое вещество, <0,001 (0,005) иногда редкие зерна песка	Отличаются хорошей пластичностью	При скатывании образуют длинный тонкий шнур, из которого можно сделать колечко	Ссыхаются в твердые плотные комки, которые разламываются с очень большим трудом или могут быть размяты только с помощью постороннего предмета	Пластичен, скатывается в проволоку диаметром до 1-2 мм. Чувствуется примесь песка.
Ил песчаный		Илистое вещество и песчанистое, преимущественно мелкие зерна	Масса консистенции сметаны, в которой при растирании между пальцами ясно прощупывается песок	Пластичен, при скатывании образует шнур диаметром менее 5 мм	Ссыхается в комочки, которые с трудом разламываются. В некоторых случаях при растирании между пальцами чувствуется мучнистый характер образца	Весьма пластичен. При скатывании дает тонкий шнур. Чувствуется примесь песка.
И л /алеврит /		Илистое вещество 0.1-0.001	Масса консистенции сметаны, в которой почти не прощупывается песок	Пластичен, при скатывании образуется длинный тонкий шнур	Ссыхается в твердые плотные комки, которые разламываются рукой при очень большом усилии или могут быть разбиты только с помощью постороннего предмета. Иногда при растирании чувствуется мучнистый характер	

полевого шпата и других минералов. Для пород характерна тонкая слоистость.

Все эти признаки пород необходимо использовать при их определении в поле. Определение породы дается по преобладающему составу обломочного материала в соответствии с классификациями Л.Б.Рухина и М.С.Швецова и подразделениями, принятыми в грунтоведении и инженерной геологии (см.табл.20), а для несцементированных пород по диаграмме рис.24. В породах, где количественное соотношение основных составляющих меньше 50%, наименование породы дается по преобладающему компоненту, например, "песчаник алевритистый". В случае затруднения в определении породы образец сравнивается с эталонной коллекцией.

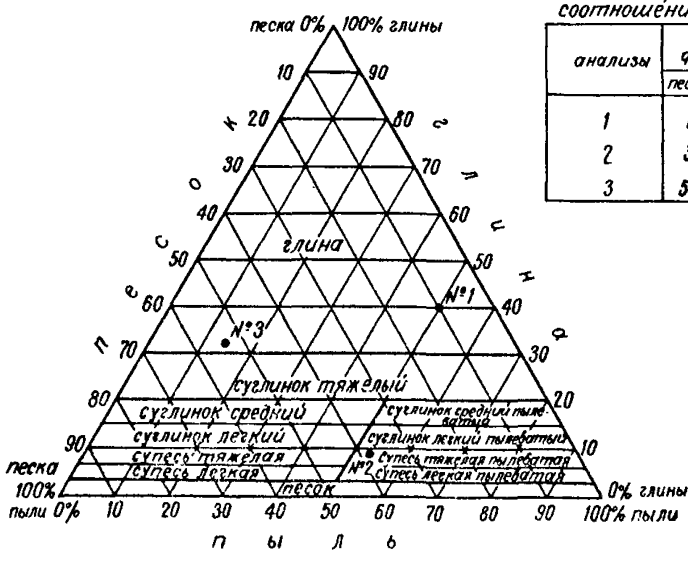
2. Ц е м е н т обломочных пород может быть следующего состава: 1) карбонатный, 2) силикатный, 3) полимиктовый, состоящий из алеврит-глинистого материала, 4) железистый и др. Состав цемента входит часто в название породы: "песчаник глинистый", "песчаник известковый" и т.д. Макроскопический состав цемента проще всего определяется для грубообломочных пород. При этом используются известные признаки: реакции от раствора кислоты, при царапании металлической иглой и др.

Выделяемые по способу цементации типы цемента: базальный, контактовый, поровый, обрастания и разъедания определяются, в основном, микроскопически. Степень сцементированности при документации оценивается качественно с выделением скальных (крепких), полускальный, рыхлых и связанных глинистых пород. Окончательное точное определение состава и типа цемента производится в лаборатории.

Конкреции и включения в породах отображаются в масштабе зарисовки и описываются (размер, форма, состав и т.д.). детально состав карбонатно-железистых конкреций определяется в лабораторных условиях (см.далее).

Таблица 20.

Размеры обломков в мм	Наименование обломков	Наименование пород			
		рыхлые		сцементированные	
		окатанные	неокатанные	окатанные	неокатанные
Больше 100	Валуны	Скопление валунов	Скопление глыб	Валунные конгломераты	Глыбовые брекчии
	Галька:	Галечники:	Щебень:	Конгломераты:	Брекчии:
100-50	крупная	крупнообломочные	крупнообломочный	крупногалечные	крупнообломочные
50-10	мелкая	мелкообломочные	мелкообломочный	мелкогалечные	мелкообломочные
10-1	Гравийные зерна	Гравий	Дресва (хрящ)	Гравелиты	
	Песчаные зерна:	Пески:		Песчаники:	
1-0,5	крупные	крупнозернистые		крупнозернистые	
0,5-0,25	средние	среднезернистые		среднезернистые	
0,25-0,1	мелкие	мелкозернистые		мелкозернистые	
	Алевритовые зерна:	Алевриты: (пылеватые, илистые отложения)		Алевролиты:	
0,1-0,05	крупные	крупнозернистые		крупнозернистые	
0,05-0,01	мелкие	мелкозернистые		мелкозернистые	
0,01-0,001 (0,005)	мельчайшие	тонкозернистые		тонкозернистые	
меньше 0,001 (0,005)	Пелитовые зерна:	Пелиты (глинистые породы)		Аргиллиты	



Примеры соотношения фракций

анализы	содержание фракций в %		
	песка	пыли	глины
1	10	50	40
2	37	55	8
3	53	15	32

Рис.24. Диаграмма-треугольник для определения несцементированных пород и их гранулометрического состава.

Структура как совокупность особенностей строения, обусловленных размером, формой и соотношением частиц, макроскопически изучается лишь путем установления относительного размера зернистости: грубо-, крупно-, средне- и мелкозернистая, а также степени окатанности зерен и обломков первых групп. В грубо- и крупнозернистых породах размеры зерен и обломков, отличающихся от цемента, можно измерять с помощью миллиметровой шкалы линейки. При использовании стереоскопического микроскопа типа МБС эти определения можно проводить без изготовления шлифа. В зависимости от размера частиц и их окатанности наименование пород дается согласно табл.20.

Основные признаки структуры рыхлых пород, являющиеся классификационными, можно наблюдать в полевых условиях визуально и с помощью лупы, а также оценивать разламыванием образца пальцами (см. работу А.К.Ларионова /56/).

Текстура как взаимное расположение и пространственная ориентировка составных частей требует тщательного изучения, поскольку в значительной степени оказывает влияние на устойчивость и добываемость пород.

Первичный текстурный признак, слоистость - это повторяющаяся по составу и крупности зерен, по окраске и расположению частиц закономерная неоднородность. Слоистость разделяется по масштабу и четкости (макро- и микротекстура, четкая и неясная), по форме (косая, волнистая и т.д.) и по происхождению (слоистость течения, прибрежная, сезонная и др.).Основные морфологические типы слоистости, отмечаются в описании, а при специальных исследованиях изображаются на зарисовке в виде упрощенных схем, типов, приведенных на рис.25.

Вторичная текстура, образующаяся при диагенезе и метаморфизме, чаще всего подчеркивает первичную. Поэтому вторичная форма блоков, например, пластинчатая и тонко-плитчатая отдельности глинистых

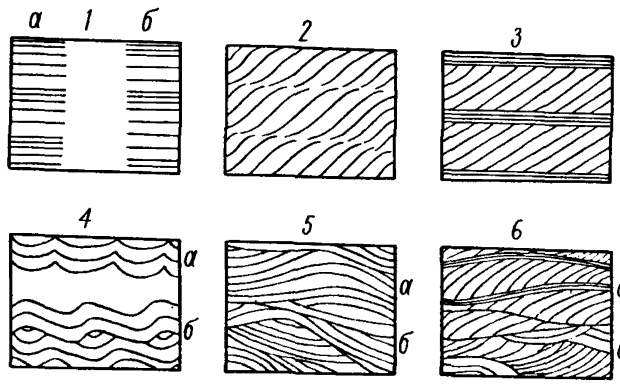


Рис.25. Основные типы слоистости:
I - параллельная (горизонтальная): а) повторная (ритмическая, б) неравномерно серийная;
2 - косая криволинейная; 3 - диагональная;
4 - волнистая симметрично-вогнутая (а) и выпукло-вогнутая ассиметричная (б);
5 - пологo-волнистая простая (а) и мульдообразная (б);
6 - непараллельная, срезанно-косая, изогнуто-волнистая однонаправленая (а) и разнонаправленная (б).

сланцев, образуемая сланцеватостью, совпадает с первичными слойками в глинах мощностью от 0,5 см и до 10 см.

В результате диагенеза и метаморфизма степень литификации пород возрастает, образуя следующий ряд пород: глина-аргиллит-глинистый сланец; алеврит - алевролит -песчано-глинистый сланец.

Общий метаморфизм пород, вмещающих разрабатываемый пласт, можно характеризовать по показателям углефикации угля, в частности, по его маркам. Степень метаморфизма пород можно оценивать также по количеству вторичных минералов (кварцу, карбонатам и серициту), образованных с результате термодинамических явлений, см.табл.,гл.I.

Трещиноватость пород изучается при документации путем замеров ориентировки и интенсивности основных систем трещин. Коротко описывается характер морфологии, заполнение и протяженность трещин.

Крепость пород при документации следует оценивать следующим путем: несцементированные (слабые) породы крошатся, раздавливаются пальцами; слабосцементированные (средней крепости) - рассыпаются и дробятся при легком ударе молотком; сцементированные (крепкие) - разламываются при ударе молотком; сильносцементированные (очень крепкие) - разбиваются молотком с трудом (крепкие слоистые разбиваются с меньшим усилием по слоистости).

Условия залегания. Пространственное положение пород фиксируется путем измерения компасом элементов залегания поверхностей напластования или слоистости и полосчатости. Положение контактовых поверхностей на зарисовке отмечается по измерениям: 1) при простом геологическом строении - в местах составления детальных структурных колонок и по глазомерной оценке в промежуточных интервалах; 2) при сложном строении - в местах составления колонок и в 1-2-х точках между ними.

При описании переслаивания необходимо характеризовать контакт пород (постепенный, четкий), необходимо отмечать морфологию контакта и наличие на нем минеральных примазок особенно глинистого и углистого состава.

Наличие грубо-обломочного рыхлого материала в контактовой части пластов приводит к дополнительной их обводненности, особенно в пониженных участках или глубоких промоинах, что в значительной степени уменьшает устойчивость пород такого участка.

При документации необходимо обращать внимание на наличие пропластков глинистого состава и обводненность несвязанных пород.

Все отмеченные выше факторы в значительной степени влияют на устойчивость пород.

При прослеживании пластов необходимо обращать внимание на фациальное замещение пород и постепенные изменения состава.

Детального изучения и документации заслуживают палеогеоморфологические структуры такие, как размывы, древние русла и долины, а также другие изменения условий залегания, связанные, например, с различным уплотнением пород, в связи с залеганием пород на выступающих и пониженных участках древнего рельефа. Различное уплотнение и изгиб налегающих пластов происходит также при образовании диапировых структур и при инъекциях кластического материала. Диапировые образования особенно характерны для буроугольных месторождений Украины и Башкирии (рис.23, 4). Характерными признаками размывов являются резкое изменение мощности и зазубренный, рваный характер этой части пласта, а также протыкание пород другого состава. Породы размытого пласта, непосредственно прилегающие к размыву, выщелочены и интенсивно трещиноваты; большинство трещин расширено за счет размыва. Полости размыва чаще всего внизу заполнены продуктами дробления и различными обломками с песчано-глинистым и иловым материалом, переходящим в породы вышележащего пласта (рис.26).

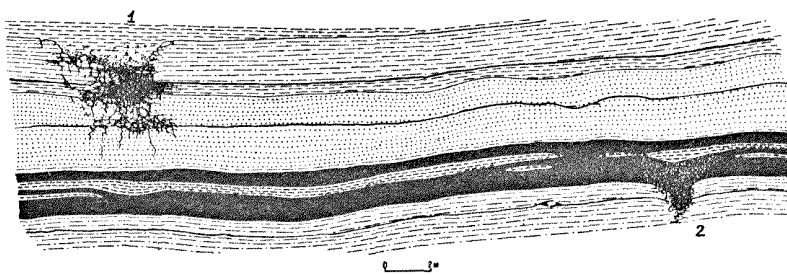


Рис.26. Размывы пород: эпигенетический (1) и сингенетический (2) относительно угольного пласта. Ирша-Бородинский карьев (зарисовка участка борта).

Тектоника пород изображается на зарисовке в зависимости от масштаба последней и размера складчатых и разрывных нарушений. Более мелкие тектонические формы, а также неподдающиеся изображению особенности (следы скольжения, степень дробления и т.д.) описываются в тексте. (Методика документации тектонических нарушений приведена далее).

Подугольные породы, часто являющиеся основанием внутренних отвалов и площадками для рабочих механизмов, заслуживают такого же тщательного изучения; как и налегающие породы. Документация подугольных пород должна включать в себя изучение состава, структурно-текстурных особенностей пород, их основных инженерно-геологических показателей, условий залегания и обводненности. Особенно тщательно должны определяться элементы залегания, от которых во многом зависит устоичивость и размеры внутренних отвалов. Изучение подугольных пород производится на карьере по результатам эксплуатационного бурения разведочных и гидрогеологических скважин, а также в подземных дренажных выработках, в бортах и забоях на участке, вскрывающих подугольные породы.

Почва угольного пласта часто представлена глинистыми породами нередко с большим содержанием растительных остатков и углистого вещества, неясно выраженной слоистостью. Поэтому на буроугольных месторождениях в этом случае трудно непосредственно установить почву угольного пласта и замерить ее ориентировку. В результате бурения и опробования устанавливается граница годного угля, а ее элементы залегания устанавливаются горно-геометрическим "построением" по скважинам.

Изучение угольного пласта

Целью изучения угольного пласта является: 1) определение объемов и качества добываемого угля; 2) определение петрографических

физико-механических и других показателей, используемых: а) для характеристики технологических свойств угля; б) для решения вопросов устойчивости угольных уступов и добываемости угля; в) для установления закономерностей углеобразования. При изучении угольного пласта необходимо также получить данные, используемые для определения потерь угля и движения запасов.

Изучение угольного пласта на карьере ведется путем зарисовки и описания следующих основных характеристик: 1) мощности и условий залегания; 2) строения угольного пласта (состав и форма породных и угольных прослоев); 3) морфологии, нарушенности и трещиноватости пласта; 5) качество угля; 6) основных физико-механических свойств

Сеть пунктов детального изучения пласта лимитируется сложностью строения пласта и общей структуры месторождения, а также стадией изученности пласта. Только что вскрытый карьером угольный пласт изучается по более густой сети, чем при полном развитии горных работ. На месторождениях простого геологического строения и при простом и выдержанном горизонтальном угольном пласте (Назаровский, Ирша-Бородинский и др.карьеры) документация добычных уступов ведется с детальным изучением в пунктах, отстоящих друг от друга на 100 м, на полого залегающих месторождениях - через 50 м. В случае необходимости, например, при установлении границы окисленных углей, промежуточные интервалы документируются по методу сплошной зарисовки путем детального изучения пласта с соотьетствующими замерами ориентировки и кощностей.

С т р о е н и е и с о с т а в угольных пластов являются главными объектами геологического изучения, которые определяют, в первую очередь, качество добываемого угля и способы его выемки (селективно, с предварительным дроблением и т.д.).

Пласты простого строения состоят из одной угольной пачки; сложного строения-из нескольких угольных пачек и породных прослойков.

Под угольной пачкой понимается часть угольной массы пласта, ограниченная породой. Породным прослоем считается прослой, содержание золы в котором превышает установленную для месторождения кондицию. Прослои мощностью менее I см считаются частью угольных пачек.

Угольным слоем называется часть угольного пласта или его пачки, отличающаяся по петрографическому составу, крепости или зольности.

С точки зрения разработки угольные пласты делятся на рабочие и нерабочие, а с точки зрения технико-экономической целесообразности извлечения - на кондиционные и некондиционные. (Кондиции по мощности приведены в приложении 19). Для пластов сложного строения рабочей мощностью считается та, которая в сумме угольных пачек будет не меньше установленной для месторождения кондиционной мощности. Включение в подсчет мощности пласта породных прослоев, которые нельзя извлечь селективно, допустимо, если общая зольность - пласта с учетом засорения этими прослоями не превысит предельную кондиционную норму по зольности. Необходимость селективной выемки возникает, если суммарная мощность сближенных породных прослоев (или одного прослоя) составит от угольных пачек более 30%.

Нерабочие пласты не удовлетворяют требованиям кондиций по мощности или зольности.

Выделяют следующие виды мощности угольного пласта: I) вынимаемая - суммарная мощность угольных пачек и породных прослоев, вынимаемых при эксплуатации; 2) вынимаемая полезная - суммарная мощность вынимаемых угольных пачек; 3) эксплуатационная мощность- мощность пласта и пород кровли и почвы, вынимаемых вместе с пластом.

Изменчивость мощности угольных пластов характеризуется коэффициентом вариации:

$$V = \frac{\sigma}{m_{ср.}} \cdot 100 \quad , \quad \sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} m_i^2}{n} - m_{ср.}^2}$$

где σ - среднеквадратическое отклонение,

m_i и $m_{ср}$ – частные и среднеарифметическое значение мощности,

n – количество замеров.

По изменчивости мощности выделяются устойчивые ($V < 15\%$), относительно устойчивые и неустойчивые ($V > 15\%$) пласты.

При документации необходимо на зарисовках выделять участки пласта с некондиционной мощностью. Окончательное выделение некондиционных участков пластов сложного строения производится с учетом данных опробования и подсчета суммарной зольности.

С о с т а в у г о л ь н ы х п а ч е к определяется исходя из основных признаков, характеризующих петрографические типы угля (табл.21).

Типы угля выделяются по соотношению микрокомпонентов, определяющих петрографический и вещественный состав, а также строение угольного вещества. Каждый тип углей можно характеризовать комплексом признаков: блеском, цветом, цветом черты, твердостью и вязкостью, формой отдельности и трещиноватостью.

Гумусовые угли отличаются разнообразием слагающих их компонентов. Невооруженным глазом выделяется 4 ингредиента (составные части), отличающиеся вещественным составом, формой и величиной их проявления: витрен, кларен, дюрен и фюзен.

Витрен и фюзен – простые ингредиенты, т.к. представлены каждый одним растительным компонентом; кларен и дюрен – сложные, т. к. состоят из комбинации различных растительных компонентов.

По внешним признакам фюзен напоминает древесный уголь и имеет матовый и шелковистый блеск, интенсивный черный цвет и отчетливо видимое волокнистое строение; характерна значительная хрупкость и пористость, небольшая плотность и удельный вес. В угольных пластах встречается в виде линз, гнезд и примазок, располагающихся по поверхности наслоения.

Линзы фюзена, достигающие по длине 10–15 см – это один крупный

остаток древесины с хорошо сохранившейся клетчатой структурой.

Витрен отличается ярким стеклянным блеском, интенсивным черным цветом и повышенной хрупкостью; залегает в виде линз толщиной от долей мм до 1-2 см, длиной 5-30 см (до 1 м). Четко очерченные линзы витрена - это единый растительный остаток, полностью утративший клетчатое строение и превратившийся в бесструктурное гелифицированное вещество плотного сложения. Для витрена характерны нормально секущие трещины, нередко заполненные кальцитом и пиритом, а также "глазковый" и раковистый излом.

Различное сочетание видимых ингредиентов, являющихся составными частями гумусовых углей, определяют их макроструктуру. Составные части толщиной до 1 мм образуют штрихованные угли; толщиной 1-3 мм - тонко-полосчатые; толщиной 3-7 мм - средне-полосчатые; толщиной 7 мм - грубо-полосчатые. Эти признаки и условные знаки (рис.27) можно использовать при описании макроструктуры углей.

Полосчатое расположение петрографически разных составных частей в угле не следует путать с текстурными признаками, независящими от формы и состава частиц (такие как слоистость, характерной для матовых зональных углей) и связанными со слоистым расположением минеральных частиц.

Макротекстура может быть массивной, зернистой и землистой.

Макроструктура и блеск являются характерными отличительными признаками класса и типа гумусовых углей, см.табл.21. При документации для выделения петрографических типов гумусовых углей кроме основных признаков можно использовать дополнительные такие, как условия залегания, трещиноватость и т.д.

Фюзен-ксиленовый тип угля отличается слабо выраженной поверхностью напластования, трещиноватость развита слабо. Такие угли иногда слагают целые угольные пачки на месторождениях Средней Азии и Забайкалья.

Дюреновые, кларен-дюреновые и дюрен-клареновые угли являются основными углепетрографическими типами промышленных пластов угля.

Клареновые угли залегают обычно в виде линз и прослоев.

Ксилено-витреновым углям часто свойственна тонкая слоистость, с которой связана тонко-плитчатая отдельность, небольшая прочность, и хорошо развитая нормально-секущая трещиноватость. Этот тип угля в небольшом объеме распространен в угольных пластах.

Липтобиолитовые и сапропелитовые угли, как правило, не встречаются в виде мощных пластов угля, являющихся объектом открытой разработки.

Описанные признаки и основные диагностические признаки, сведенные В.В.КИРЮКОВЫМ в табл.21, можно использовать для полевого определения петрографического типа углей при непосредственной документации угольных пластов. При проведении специальных исследований зарисовка ведется с использованием условных знаков (рис.27), а при обще-геологической документации достаточно в описании отмечать петрографический тип углей.

Детальное изучение угля производится в лабораторных условиях микроскопическим путем, по отражательной способности микротвердости, химическим, люминисцентным, спектральным и другими методами.

К а ч е с т в о у г л я . В некоторых случаях для предварительной оценки качественных показателей при документации бортов производится визуальная оценка зольности угля. Навык определения петрографических типов угля и закономерная их связь с зольностью позволяют определять зольность угля. (Некоторые данные об этой закономерности приведены в гл.Ш). Угольные прослои с разной зольностью изображаются соответствующими условными знаками.

Визуальный способ предварительной оценки зольности успешно применяется на Коркинском карьере.

Методы изучения выветривания углей изложена в гл.Ш.

Таблица 21

Сравнительная характеристика основных типов углей по внешнему виду (по В.Е.Кирюкову)

Класс и петрографический тип	ВНЕШНИЕ ПРИЗНАКИ: Макроструктура и сложение	Блеск	Цвет черты на фарфоровой пластинке	Кливаж	Вязкость, излом	загораемость от спички
1	2	3	4	5	6	7
Гумиты: Ксиловитрено-витреновый	Однородная, тонкие прослои (до 0,5 см), линзы	Блестящий: Изменяется при метаморфизме от тусклого полублестящего жирного (Б) до смолистого (Д), стеклянного (Г) и ярко-стеклянного (Ж К), алмазного (Т) и металлического (А).	Изменяется при метаморфизме от коричнево-бурого (Б) до коричневого (Д,Г), темно-коричневого (Ж), коричнево-черного (К), серого (Т) черного (А)	Развит более интенсивно сравнительно с клареновым углем.	Весьма хрупкий. Излом ступенчатый, раковистый, глазковый.	не загораются
	Большей частью однородная или штриховатая и полосчатая. Мощные слои, пласты.			Развит хорошо. Расстояние между трещинами эндокливажа: Б-слабо развит, трещины не замечены; Д,Г - 3-5 см. Ж, К, ОС-0,2-0,5 см Т-3 см, А-5см	Хрупкий. Излом неровный или угловато-осколчатый, глазковый. Края острые, поверхности гладкие.	
Дюрено-кларено-вый	Близок по свойствам к блестящему клареновому углю					
	Штриховатая, тонко и линзовидно-полосчатая. Слои в несколько см, до 50 и более	Полублестящий		Интенсивность трещиноватости ниже, чем у клареновых углей		
Кларено-дюреновый	Близок по свойствам к матовому дюреновому углю, отличается от него большим блеском					не загораются
	Штриховатая. Слои мощностью 5 см	Полуматовый		Слабо развит, но выше, чем у дюреновых		
Дюреновый споровый и смешанный	Однородная или полосчатая. Мощные слои, пласты	Матовый. Изменяется при метаморфизме от матового (Б) до полуматового (К, Т, А)	От коричневого до черного в зависимости от наличия минеральных включений и их состава	Слабо развит. При метаморфизме постепенно увеличивается.	Вязкий. Излом неровный, поверхности шероховаты.	
Ксилено-фюзеновый	Неоднородная, уголь рыхлый. Отдельные слои и крупные линзы	Матовый и полуматовый, шелковистый.	Черный	Развит неравномерно	Хрупкий, сажистый. Излом занозистый, волокнистый. Вязкий.	
Липтобиолиты: Смоляной	Однородная или слабо-штрихова-тая. Линзы, слои, редко пласты	Матовый и полуматовый	Буровато-коричневый и коричнево-желтый	Отсутствует	Плотный и вязкий. Излом ровный с зернистыми поверхностями или раковистый	загораются горят без запаха
Споровый	Линзы и тонкие (см) прослойки, редко пласты.	Матовый	Коричнево-желтый	Отсутствует	Рыхлый (бурый) плотный и вязкий (каменный уголь)	
Кутикуловый	Плитчатый или листоватый, реже плотный "рогожка"	От матового и полуматового до полублестящего	Темно-коричневый	Отсутствует	Вязкие и хрупкие с неровным изломом	
Гумито-сапропелиты	Однородная. Слои и прослои малой мощности	Матовый шелковистый и слабо жирный	Серый или коричневато-серый	Отсутствует	Вязкий. Излом плоскораковистый, раковистый	загораются горят с запахом жженой резины
Сапропелиты	Однородная, массивная текстура	Матовый	Желтый и светло-коричневый	Отсутствует	Вязкий. Излом раковистый	

Состав породных прослоев документируется по методике документации вмещающих пород. В угольных пластах преобладают прослои аргиллита, алевролита и их углистые разности. Песчаники встречаются редко.

Минеральные включения и примеси представлены гальками, валунами, конкрециями, желваками, минеральными образованиями по трещинам и полостям, терригенно-пирокластическим материалом, чаще рассеяным в угольной массе.

Гальки, валуны и терригенно-пирокластический материал образуются одновременно с углем, остальные - чаще являются эпигенетическими образованиями.

Терригенный материал состоит из зерен кварца, полевого шпата, слюды и обломков пород. Пирокластический материал. представлен продуктами вулканической деятельности (пеплом, вулканическим стеклом).

Минерализованные прослои, линзы и конкреции образуются в результате выпадения коллоидных разновидностей кварца, пирита, гематита, сидерита, глинистого и карбонатного материала. Размеры конкреций обычно не превышают 50 см.

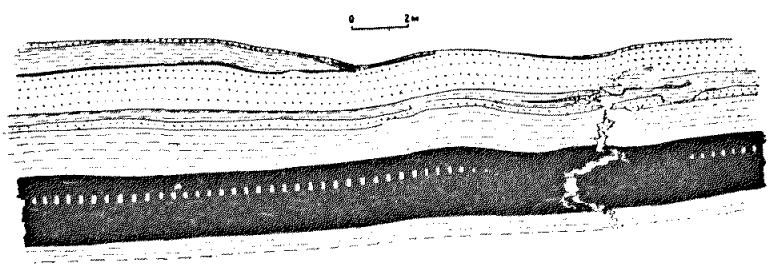
Минеральные включения требуют обязательной документации, т.к. часто являются серьезным препятствием для работы добычных механизмов. Примером может служить окремненная углистая порода Чремховского района, так называемая " плита". Эти минерализованные прослои являются также причиной потерь угля в прослоях, непосредственно контактирующих с "плитой" и плотно с ней сросшихся.

Инъекции - породные тела, оразованные в результате внедрения в пласт со стороны почвы или кровли осадочных или изверженных пород.Первые часто называются кластическими дайками(рис.28); вторые при секущем положении к напластованию - дайками, при согласном - силами (рис.29). Внедрение инъекций происходит часто, когда



Рис.27. Условные обозначения макроструктуры и петрографических типов углей.

а



б

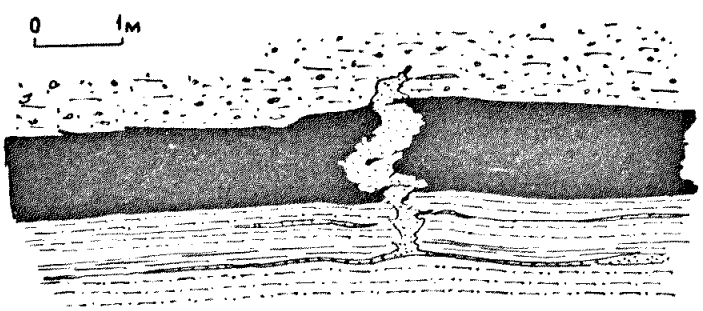


Рис.28. Кластические дайки со стороны кровли (а) и почвы (б) угольного пласта. Зарисовки части борта Ирша-Бородинского карьера.

уголь и вмещающие породы не уплотнены, в условиях значительного давления налегающих пород при наличии ослабленных зон. Такими участками являются размывы, зоны сместителей и т.д.

Признаки инъекций следующие:
1) секущее относительно напластования угля положение породы, имеющей часто неровный контакт; 2) преобладание вытянутой дайкообразной формы; 3) песчаный, реже песчано-глинистый состав и связь его с составом близко расположенных боковых пород (рис.28); дайки изверженных пород чаще бывают основного, реже кислого состава; 4) слоистость в кластическом материале не характерна, возможны следы внедрения материала и течение оторгнутых кусочков угля, ориентированное расположения зерен или минералов в инъекции и т. д.; 5) природное коксование угля в зальбандовой части изверженных пород. Иногда в контакте с кластическми дайками наблюдается оторочка измененного угля, связанного, видимо с повышением зольности (карьеры Чремховского района); 6) кластический материал в пределах угольного пласта более прочный, чем во вмещающих породах, что, видимо, связоно с непосредственным влиянием процесса углефикации (Черемхово, Ирша-Бородино); 7) в связи с большой инъекционной способностью у магматических даек наблюдается иногда завороты и смещения пласта (Томусинский район).

Документация инъекций ведется путем составления сплошной зарисовки в масштабе 1:100 - 1:200 (1:50). Глазомерная зарисовка может быть успешно заменена фотодокументацией.

Морфология угольных пластов включает в себя понятия о форме угольной залежи, определяемой характером поверхности кровли и почвы и их взаимоотношением, в том числе и изменением мощности.

Морфологические особенности связаны с фациальными явлениями и тектоническими нарушениями.

Геолога карьера должны интересовать, в первую очередь, те морфологические элементы, которые так или иначе оказывают влияние на эксплуатацию, на качество и потери угля, на условия выемки, устойчивость добычных бортов.

Фациальные изменения угольного пласта проявляются в выклинивании, расщеплении и фациальном замещении, в размывах и залегании на неровном ложе.

Выклинивание и фациальное замещение. Выклинивание выражается в постепенном уменьшении мощности до исчезновения угля с одновременным увеличением мощности породных прослоев. Фациальное замещение - это постепенное замещение угля породой при увеличении зольности и переходе в углистый аргиллит. Эти явления требуют тщательного изучения при документации с привлечением методов опробования.

Расщепление угольных пластов связано с условиями углеобразования. Масштаб этого явления определяет его влияние на проведение добычных работ, когда возникает необходимость нарезки нового подуступа, проведения селективной выемки или списания участка как некондиционного.

Расщепления образуются в условиях компенсируемого прогиба. Г.А.ИВАНОВ /36/ выделяет следующие наиболее распространенные виды расщепления: 1) расщепление в виде "конского хвоста", когда точка прогиба и расщепления остается постоянной и величина прогиба растет с удалением от этой точки; 2) трансгрессивное расщепление связано с увеличением площади прогиба (пример этого типа приведен на рис.30); 3)регрессивное расщепление связано с уменьшением площади прогиба; 4)расщепление и последующее слияние пласта образуется при увеличении прогиба с глубиной.

Изменение морфологии и мощности угольного пласта может быть связано с неровностью рельефа подстилающих пород, а также с неравномерностью уплотнения угольного вещества над выступами и прогиба-

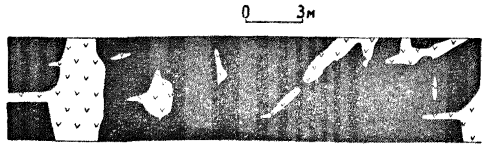


Рис.29. Инъекции изверженных пород основного состава в угольном пласте. Зарисовка борта карьера Томусинский 3-4.

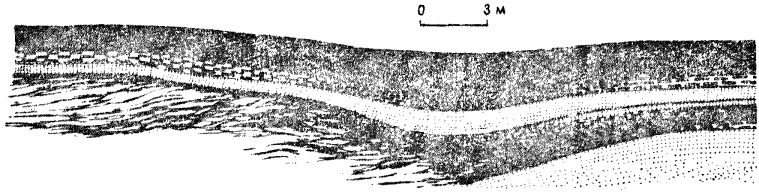


Рис.30. Расщепление угольного пласта. Зарисовка, полученная с помощью геологической фотодокументации участка борта Семеновско-Головновского карьера.

ми этого основания. Такие явления характерны для молодых бурых углей платформенного типа.

Размывы пласта могут быть частичными и полными, когда пласт размыт на полную мощность. Площадь распространения зависит от генетического типа размыва, например, овражно-речной и сингенетический тип характеризуется локальным развитием; морской и эпигенетический тип-значительной площадью.

Характерные признаки размыва уже описывались и частично видны на приведенном рис.31.

Морские размывы в плане имеют форму удлиненных котловин и впадин, для них характерен неглубокий срез. Породы, заполняющие размыв, представлены известняками, глинисто-известковыми и другими морскими отложениями.

Размывы овражно-речного типа имеют конфигурацию древней гидрографической сети; слоистость и отсортированность по крупности заполняющего материала указывает на признаки течения. На рис.26 показаны сингенетические и эпигенетические размывы угольного пласта речными и ручьевыми потоками.

При сингенетическом размыве наблюдается повышенная зольность угля в непосредственной близости от размыва; полость размыва бывает заполнена углисто-глинистым материалом.

При эпигенетическом размыве зольность угля увеличивается не значительно, в песчано-глинистом материале заполнителя встречаются крупные обломки боковых и налегающих пород.

Закономерности пространственного расположения размывов, особенно овражно-речного типа, устанавливаются только путем систематической документации уступов с последующим обобщением и анализом данных зарисовок и описания.

При размыве подстилающих пород и образовании в них полостей, что имеет место в Подмосковье в Черемховском районе, происходят провалы

провалы и утонения угольного пласта, нередко со сбросовым смещением. Уголь подвергался дроблению.

Одним из методов изучения морфологических особенностей угольных пластов является систематическая инструментальная съемка опорных горизонтов с последующим составлением гипсометрического плана.

Тектонические нарушения мощности.

Раздувы и пережимы угольных пластов связаны, как правило, с пластическим перемещением угольного вещества при тектонических дислокациях пласта. Амплитуда (стрела прогиба) этих образований обычно не превышает несколько метров, ширина - первые десятки м. Уголь в пережимах тонко раздроблен, с сажистой или зернистой текстурой; в раздувах - плойчатый и брекчированный с зеркалами скольжения. Качество угля несколько ухудшается за счет минерализации по трещинам и участкам дробления.

Внедрения угля в породы кровли и почвы обычно происходит при проникновении пластически деформируемого угольного вещества в трещины и ослабленные участки боковых пород при воздействии веса вышележащих пород и тектоники рис.32. Уголь обычно перемят и несет следы течения.

Диапиры образуются часто за счет верхней пачки угольного пласта и имеют значительные размеры по площади и по высоте. Верхняя часть диапира бывает раздробленной и с постепенным переходом в углистую породу рис.33. Иногда наблюдаются пришлифованные поверхности - признаки внедрения угольного материала в налегающие породы. Диапиры наиболее распространены на молодых буроугольных месторождениях (Украина, Башкирия).

Складки оказывают влияние на ведение горных работ и потери угля, если амплитуда складки превышает мощность пласта. Положение отдельных элементов таких складок определяется в результате доку-

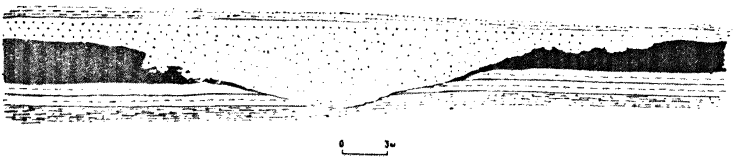


Рис.31. Размыв угольного пласта Гусевского. Зарисовка борта Ирша-Бородинского карьера.

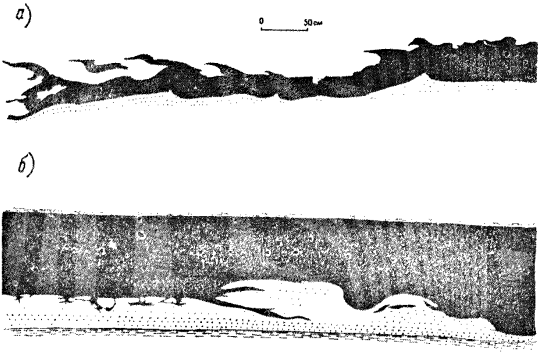


Рис.32. Внедрения угля в кровлю (а) и почву (б) Гусевского и Рыбинского пластов. Зарисовки участков бортов Ирша-Бородинского карьера.

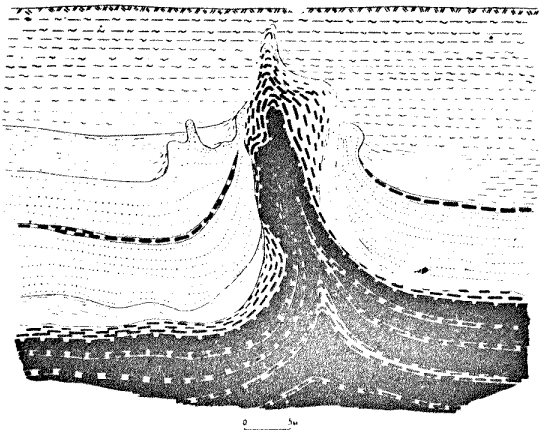


Рис.33. Диапировые образования в верхней пачке угольного пласта. Байдаковский карьер.

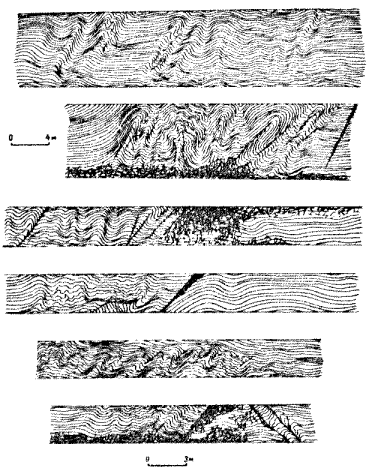


Рис.34. Мелкие складки и плойчатость в угольном пласте Назаровского карьера.

ментации бортов на нескольких уступах. Мелкая складчатость в пределах пласта рис.34.существенного влияния на технологию разработки не оказывает, но ухудшает качество угля в связи с раздробленностью и вторичной минерализацией. Поэтому документация и фиксирование положения участков мелкой складчатости является обязательным

Разрывные нарушения со смещением являются чаще тектоническими образованиями. Разрывные нарушения оказывают влияние на потери угля и на устойчивость уступа, особенно сложенного крепкими породами. Значительные по амплитуде смещения приводят к необходимости видоизменения способа отработки соответствующего участка карьера. Поэтому разрывные нарушения различного происхождения являются объектами обязательной геологической документации добычных и вскрышных уступов.

Изучение разрывных нарушений

Для изучения смещений на карьере достаточно выделять взбросы (взбросы с перекрытием - надвиги), сбросы и сдвиги. Последние характерны крутыми сместителями и следами скольжения, близкими к линии простирания.

П р и з н а к и с м е щ е н и я . Разрывные нарушения проявляются в виде отдельной трещины или зоны дробления и рассланцевания, в виде интенсивной сближенной трещиноватости. Признаки, которые можно использовать при изучении нарушений в пределах откосов карьеров, следующие:

1) наличие поверхности или зоны смещения, вдоль которых пласт разорван и смещен;

2) резкое изменение элементов залегания прослоев, слоистости, появление плойчатости и гофрировки;

3) интенсивное дробление и смятие угля вдоль одного направления, часто с наличием вторичной минерализации (каолинит, кальцит и др.), повышенная обводненность;

4) следы скольжения по главной и второстепенным трещинам;

5) наличие крупных трещин, заполненных глинкой трения, ("тектонический шов");

6) четкий "срезанный" контакт притыкания угля с породой, имеющей одинаковую с углем ориентировку полосчатости или напластования.

Если распознание нарушений по наблюдениям в одном уступе с использованием этих признаков затруднено,то необходимо осматривать соседние уступы с целью обнаружения признаков смещения. Для прослеживания нарушения на горизонтальной площадке уступов делаются расчистки.

Интерпретация смещений, в первую очередь, связанная с определением вида смещения, на месторождениях сложного строения способствует уточнению положения смещенных блоков и запасов угля в этих блоках. Для мощных пластов на сложных месторождениях Кузбасса (Кедровское, Бачатское и др.) эти вопросы имеют производственный и экономический интерес. Вопросы диагностики нарушений и уточнения направления перемещения решаются по ряду признаков при изучении сместителя и участков, непосредственно примыкающих к сместителю.

Изучение сместителя способствует определению направления перемещения. На стенках сместителя обычно имеются следы перемещения в виде пришлифованных участков, ступенчатых выбоин, борозд и т.д. Направление перемещения смещенного блока устанавливается по направлению хорошего скольжения ладони по сместителю. В зоне сместителя иногда наблюдаются обломки угля ("хвосты"), расположенные в сторону смещенного крыла.

Изучение пространственного положения сместителя и его соотношения с откосом, а также морфологии , характера и состава заполнителя сместителя и его обводненности способствует оценке устойчивости боковых пород.

Изучение пород, примыкающих к сместителю, дает возможность выявить те изменения в залегании и деформации пород, которые указывают на направление перемещения крыла, а также на степень устойчивости и добываемости пород. Изучение кусковатости и зольности дробленного угля необходимо для выяснения его промышленной пригодности.

Элементы залегания у сместителя часто изменяются в связи с деформацией пород в виде подгибов и складок волочения. Складки волочения хорошо выражены в полосчатых углях и породах у взбросовых нарушений. У надвигов эти складки представлены мелкой гофрировкой. У сбросовых нарушений подгибы имеют меньшую кривизну. Эти структуры наиболее ярко выражены в активном крыле.

Мощность и строение пласта у нарушений нередко изменяются: у сбросов наблюдаются случаи выклинивания пласта или отдельных пропластков, у надвигов встречаются раздувы пласта.

Трещины оперения образуются в результате влияния трения перемещающих крыльев. Характерной является система отрывных трещин, расположенных под тупым углом к направлению перемещения блока, вмещающего трещины. Линия скрещения со сместителем этих трещин перпендикулярна направлению перемещения. Отрывные трещины, как наиболее раскрытые из всех других оперяющих трещин, часто минерализованы кальцитом, кварцем и др. Сколовые трещины, как правило, образуют две системы выдержанных трещин. Одна система параллельна сместителю, другая - ориентирована под острым углом по направлению перемещения.

Документация разрывов. Документация разрывных нарушений производится путем сплошной зарисоки зоны сместителя и непосредственно примыкающих пород. Масштаб зарисовки обычно равен I:50 - I:200.

Зарисовка основных структурных элементов смещения осуществляется по ранее описанной методике путем поинтервального фиксирования их положения в различных частях борта и замера ориентировки компасом. Положение крупных нарушений в борту определяется путем инструментальной привязки.

Степень деформированности прилегающих к разрыву пород применяется в следующей последовательности: повышенная трещиноватость, интенсивная трещиноватость, брекчирование, мелкое дробление, истирание (катаклаз) и тектонический шов с глинкой трения. Это характеризует и степень устойчивости пород у нарушения.

Детальной зарисовке в более крупном масштабе подлежат те участки, которые наиболее ярко характеризуют вид нарушения и направление перемещения.

Интерпретация разрывных нарушений с определением характеристик перемещения проводится горно-геометрическими построениями в проекциях с числовыми отметками или в стереографической проекции, рис.35. При этих построениях можно определить истинное направление перемещения (R)по положению идентичных точек на линиях скрещения лежачего и висячего крыльев пласта. Такие одноименные точки, расположенные на различных крыльях, получаются в результате смещения: 1) оси складки, 2) размыва пласта, 3) непараллельных (пересекающихся) слоев.

Поскольку нарушения проявляются группами, интерпретацию можно вести по аналогии с рядом расположенным параллельным нарушением известного типа.

Изучение трещиноватости

Трещиноватость проявляется в виде разрыва сплошности пород и является выражением деформации, связанной с внутренними процессами формирования пород (эндотрещины) и внешними процессами при оо-

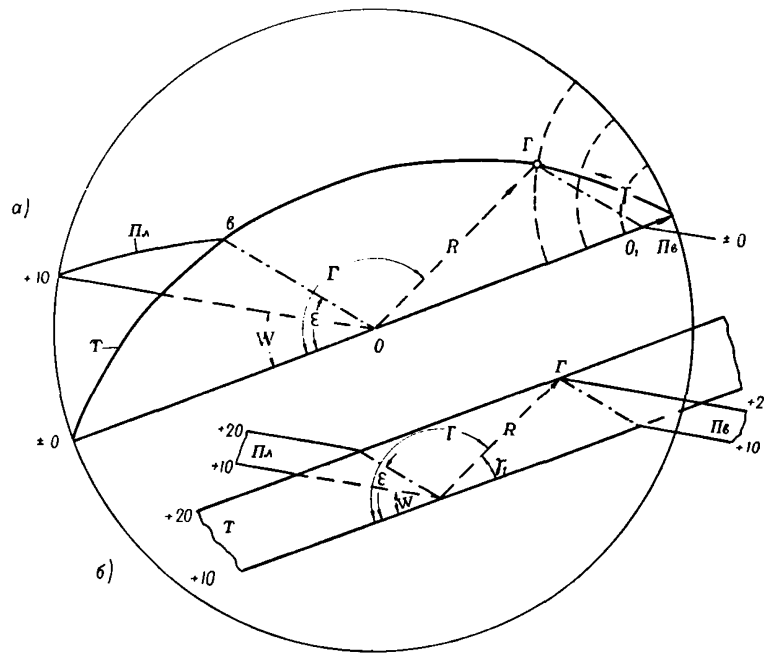


Рис.35. Изображение и интерпретация разрывных нарушений в стереографической проекции (а) и в проекции с числовыми отметками (б). $П_л$ и $П_в$ – лежачее и висячее крылья пласта П, смещенного по сместителю Т; R – проекция амплитуды смещения; γ – горизонтальная проекция угла направления следов скольжения.

разовании складчатых и разрывных структур (экзотрещины).

Методы изучения и оценки трещиноватости пород и угля можно разбить на следующие группы: 1) непосредственное изучение трещиноватости на карьере; 2) камеральные методы изучения; 3) косвенные методы изучения трещиноватости.

Первые две взаимно дополняющие группы методов дают возможность получить количественную оценку степени трещиноватости и данные о ее качественных особенностях, о характере взаимоотношений с элементами строения пород и структуры участка. Поэтому эти способы нашли распространение в практике шахтного геолога. Косвенные методы позволяют получить общую оценку трещиноватости по некоторым производственным показателям работы добычных механизмов, установок грохочения и т.д. Среднее и наиболее достоверное значение показателей трещиноватости можно получить по большому количеству данных. Поэтому в основе методики изучения трещиноватости лежат массовые замеры всех систем трещин. При общей геологической документации чаще всего замеряются элементы залегания и интенсивность наиболее четко выраженных систем.

Наблюдения за трещиноватостью проводятся в бортах и забоях уступов, реже в выработках гидрошахт.

Пункты наблюдений выбираются в зависимости от строения месторождения. Сеть пунктов изучения трещиноватости должна быть равномерной для участков с моноклинально залегающими породами и охватывать весь комплекс пород непосредственной кровли и почвы. На месторождениях сложного строения пункты наблюдения за трещиноватостью необходимо располагать в соответствии с элементами структур: на крыльях и в замке складки, в непосредственной близости и в удалении от разрывных нарушений.

Для изучения всех систем трещин, развитых на участке, жела-

тельно, чтобы пункты наблюдения имели пересекающиеся плоскости обнажения. Следует избегать близости пунктов замеров от экскаваторов, трансформаторных киосков и т.п. Для исключения влияния процессов деформации при сдвижении уступов пункты замеров желательно располагать на недавно отработанных участках.

При простом строении участка пункты замера трещиноватости можно располагать через 200 м. При проведении специальных исследований - через 50 м. Перед замером трещиноватости участок необходимо очистить от мешающих кусков и измерить его длину.

В случае сложной сети трещин составляется схема трещиноватости документируемого участка.

Чтобы определить величину участка замера, необходимо при предварительном осмотре и подготовке участка установить наименьшую частоту трещин, затем с учетом того, что для достоверной характеристики каждой системы необходимо около 20 замеров трещин, определить протяженность участка замера. Например, при частоте трещин в песчанике, равной 1 м, длина участка замера должна быть около 20 м. Высота площади обнажения, на которой проводятся замеры, для удобства дальнейшей обработки берется равной 1 м.

Наблюдения состоят из замера элементов залегания, видимой длины, густоты и ширины (раскрытости) трещин. Кроме этого фиксируются минерализация и морфология трещин. Документация трещиноватости проводится в журнале, форма которого приведена ниже.

Ориентировка и длина плоскости наблюдения	Порода	Номер (индекс) трещин	Элементы залегания, град.		Интенсивность	Характеристика трещин			Дополнительные сведения
			Угол падения	Азимут линии паден.		заполнение, минерализ, ширина	морфол. протяженность	генезис	
280°		1	80	175	10см	кварц 0,5 мм	волнист. 0,8 м		
8 м	уголь	2	82	170		- " -	ровная, 0,5 м	скол	

Генезис трещин устанавливается по морфологическим признакам и иногда по пространственному положению относительно структурных элементов. Прямые и выдержанные по протяженности трещины с ровными и гладкими поверхностями, иногда со следами скольжения, как правило, являются сколовыми. Отрывные трещины - чаще с неровными, бугристыми, в угле - глазковыми поверхностями, невыдержанны и ветвятся по простиранию. Если при наблюдениях нельзя непосредственно установить генезис, то в соответствующей графе ставится знак (?).

Данные замеров элементов залегания трещин можно наносить непосредственно на круговые диаграммы. Условными знаками следует отображать генезис и особенности заполнения трещин.

При изучении трещиноватости по естественным обнажениям и нерабочим бортам необходимо учитывать искажающее влияние выветривания, выражающегося в расширении трещин, в выщелачивании заполняющего материала и т.д.

О б р а б о т к а н а б л ю д е н и й проводится для определения количественных показателей выявления систем трещин и их ориентировки, а также для графического изображения трещиноватости.

При предварительной обработке материалов уточняется тектоническое положение пунктов замера. Для этого при сложном строении карьерного поля пункты замеров наносятся на геологический план. Такой чертеж дает также представление о степени изученности трещиноватости.

Определение действительной интенсивности трещиноватости и среднего размера образуемого ею блока отдельности имеет большое значение в оценке устойчивости. В зависимости от характера трещиноватости и количества систем можно рекомендовать следующие способы определения действительного количества трещин на участке наблюдения:

I случай. Системы трещин выделяются визуально и их частота не превышает 20-50 см. Нормальное расстояние между трещинами измеряет-

ся непосредственно в уступе.

При значительном расстоянии между трещинами удобнее измерять расстояние между их следами по поверхности борта. Нормальное расстояние при этом просто определяется с помощью номограммы, см./94/.

2 случай. Системы трещин непосредственными наблюдениями не выделяются. В этом случае можно использовать простой косвенный способ, в основе которого лежит зависимость между нормальным (m) и видимым косым (m_1) расстояниями между параллельными плоскостями:

$$m = m_1 \cdot \cos\varphi$$

где: φ - угол в пространстве между косым (m_1) и нормальным (m) направлением к плоскостям трещин.

По нанесенным на точечную диаграмму полюсам можно подсчитать их количество в группе, соотьетствующей каждой системе, и, разделив длину участка замера на это количество, получить видимую интенсивность ($\frac{1}{m} = n_1$). Дествительная интенсивность (n) равна:

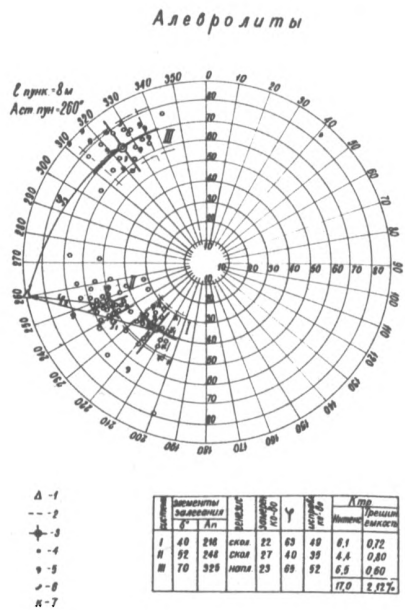
$$\frac{1}{m} = \frac{1}{m_1 \cdot \cos\varphi}$$

Для решения вопроса, отражает ли нечеткая группа полюсов систему трещин, пересекаемую под острым углом плоскостью замера, необходимо проводить контрольные осмотры, а если возможно, то и замеры таких систем по обнажениям с другой ориентировкой.

Угол φ между средними значениями группы полюсов и направлением замера (рис.36) определяется с помощью экваториальной стереографической сетки с диаметром, равным диаметру диаграммы трещиноватости. Эти углы можно определять построениями в проекциях с числовыми отметками, а также непосредственно на полярной сетке диаграммы трещиноватости, см.работу /94/.

Для наиболее полной характеристики трещин и степени разбитости ими пород можно количественную оценку трещиноватости давать двумя показателями; интенсивностью и трещинной емкостью.

Под интенсивностью понимается суммарное количество трещин в 1 м, определяемое для каждой системы в нормальном к трещинам нап-



Группы	Элементы залегания		Породы	Угловой коэф.			Густота трещ.	Ктр	
	δ°	Ап						Извлеч.	Трещин. емкость
I	40	216	скол.	22	63	49	8,1	0,72
II	92	248	скол.	27	40	35	4,4	0,80
III	70	326	напл.	23	69	52	6,5	0,60
							17,0	2,12%

Рис.36. Обработка замеров трещиноватости на круговой точечной диаграмме.
1 - ориентировка плоскости обнажения (поверхности борта);
2 - границы системы трещин - групп полюсов;
3 - среднее значение ориентировки системы;
4 - Трещины незаполненные; 5 - трещины с налетами глинистого материала; 6 - примазки хлорита; 7 - корочки и прожилки кварца.

равлении. Трещинная емкость - это относительный объем трещин в 1 м^3 породы; она вычисляется по системам, для которых непосредственными наблюдениями определены раскрытость и видимая протяженность трещин. Раскрытость ("мощность") трещины, равная расстоянию между стенками трещин, определяется независимо от вида заполнения и минерализации трещин. Для каждой системы вычисляются средние значения раскрытости и протяженности. Площадь поверхности трещин, как правило, будет не меньше квадрата ее видимой протяженности. Отсюда объем трещин всех систем (n) в пределах 1 м^3 равен:

$$E = \frac{l_{cp.i} \cdot m_{cp.i} \cdot n_i}{10^3} \cdot 100\%$$

где: n_i - интенсивность различных систем;

$m_{cp.i}$ - средняя раскрытость трещин системы i,в мм;

$l_{cp.i}$ - средняя протяженность трещин системы i,в м.

Трещины, протяженностью до 1 м измеряются с точностью до 0,01 м протяженностью более 1 м, отмечаются в журнале как "значительные" или $>$ 1 м.

Посистемное вычисление показателей трещиноватости дает возможность дифференцированно оценивать роль различных систем в тех или иных процессах, например, в фильтрации воды, в сдвижении бортов. Вычисления ведутся на одном листе с диаграммой, отображающей качественные особенности, сгруппированность трещин в системы и их ориентировку. При этом получается полная характеристика, своеобразный паспорт трещиноватости,рис.36.

Некоторые исследователи /3/,/37/,/50/ для характеристики интенсивности трещиноватости используют понятия "модуля трещиноватости", "удельной трещиноватости" и т.д.

И з о б р а ж е н и е т р е щ и н о в а т о с т и . Трещиноватость можно изображать в виде графиков, на планах и блок-диаграммах.

Г р а ф и к и т р е щ и н о в а т о с т и строятся в пря-

моугольных координатах, рис.37; в виде роз-диаграмм,лучевых диаграмм, рис.38 и диаграмм с изолиниями относительной густоты полюсов трещин на разных участках диаграммы, рис.39.

Для решения комплекса горно-технических и геологических вопросов эксплуатации диаграммы трещиноватости должны: 1) отображать все элементы пространственной ориентировки; 2) быть наглядными и характеризовать качественные особенности; 3) обеспечивать получение достоверных средних значений ориентировки и угловых взаимоотношений. Наиболее полно этим требованиям отвечают круговые точечные диаграммы на условной полярной равнопромежуточной сетке. Эти диаграммы трещиноватости можно составлять непосредственно при замерах, а также использовать для построения сводных диаграмм и для определения "исправленного" количества трещин в системе.

Рекомендуемая сетка (рис.36), по сравнению с другими круговыми диаграммами более проста в построении. Концентрические окружности, проведенные через I см отвечают 10^{0} угла падения; радиусы, проведенные через 10^{0} - азимуту направления падения (простирания).

Трещины на диаграмме изображаются в виде их полюсов-точек, отвечающих углу падения и азимуту направления падения. Если преобладает пологая трещиноватость, то "нулевой" следует считать наружную окружность диаграммы.

Среднее значение ориентировки систем определяется графически, как центр группы сближенных полюсов (рис.36). Границы площади сгущения, определяемые точностью исходных данных , как правило, не должны превышать 30^{0} углового интервала. Поэтому системой трещин следует считать совокупность трещин одного генезиса с колебаниями элементов залегания от среднего $\pm$ 15^{0}.

Сводные диаграммы строятся для участков с одной геологотектонической характеристикой. Достоверное среднее значение ориентировки на сводных диаграммах можно определять графически или вычис-

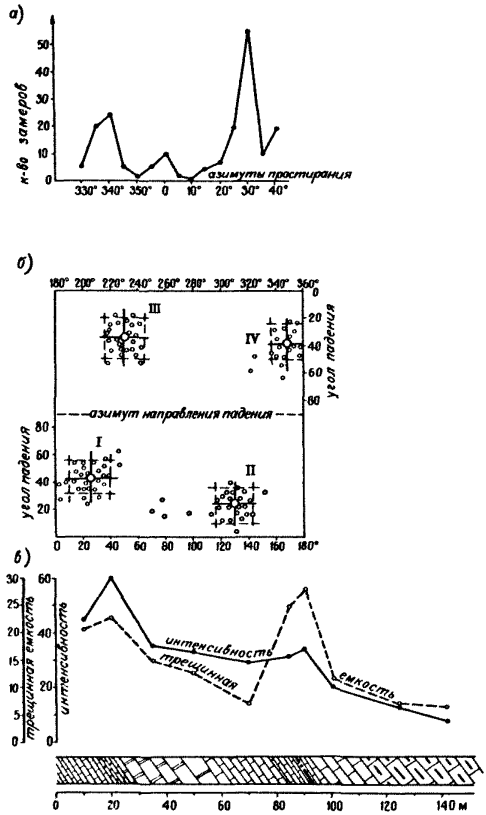


Рис.37. Графики трещиноватости в прямоугольных координатах.

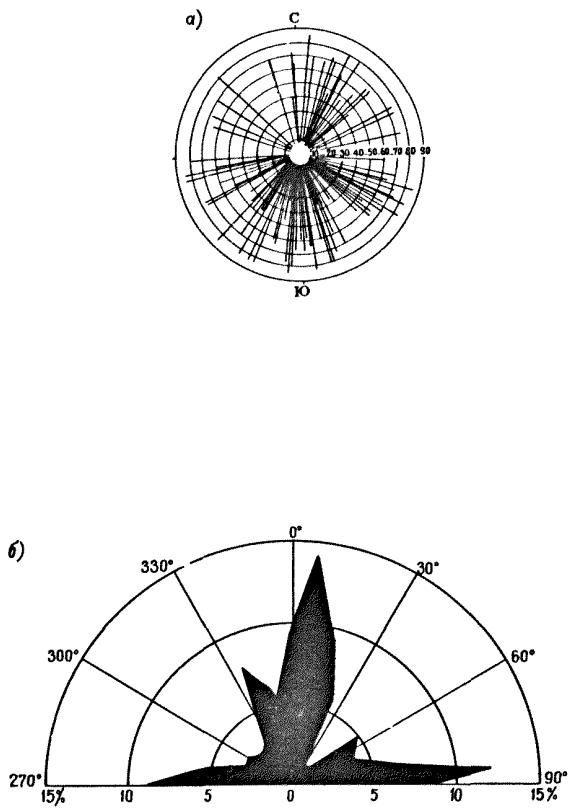


Рис.38. Лучевая диаграмма (а) и роза-диаграмма (б) трещиноватости.

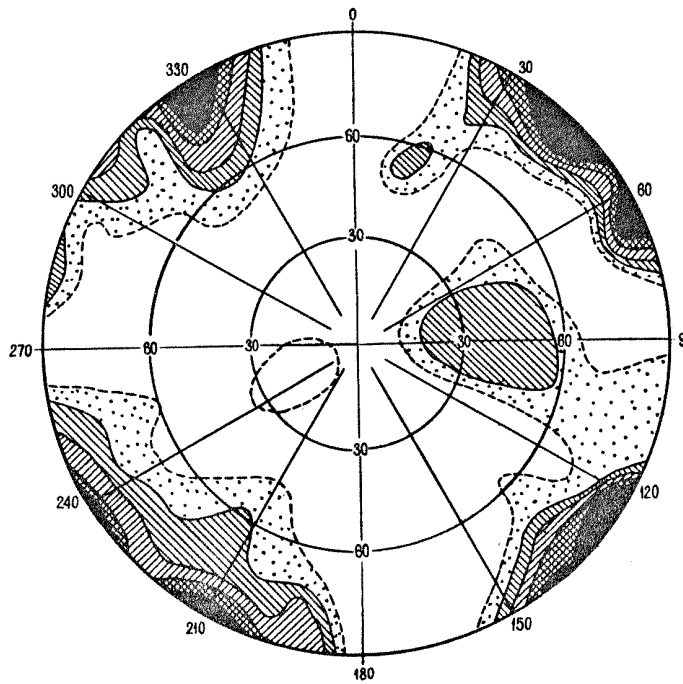


Рис.39. Диаграмма трещиноватости в изолиниях относительной густоты полюсов; 205 замеров, >0,5-1,0-2,0-3,0-4,0%.

лять аналитически как среднее взвешенное, когда в качестве "веса" используется количество замеров для системы на каждом пункте.

Обработку трещиноватости лучше вести на кальке, что упрощает определение необходимых угловых величин, составление сводных диаграмм и т.д.

Практическое значение имеет изображение трещиноватости в виде плана или карты.

П л а н ы т р е щ и н о в а т о с т и масштаба 1:2000 и 1;5000 целесообразно строить следующим образом:

1. Решетку (сетку трещиноватости, построенную в масштабе интенсивности для каждой системы параллельных линий, дополняют условными знаками (см.гл.У1) или уменьшенной диаграммой, предложенной И.Н.Ушаковым /99/. Пересекающиеся системы трещин разной степени выраженности изображаются соответствующими линиями различной толщины.

Условные знаки выраженности и четкости трещин выбираются по трехбальной шкале: 1) весьма четкие и выраженные; 2) четкие; 3) не четкие и слабо выраженные.

2. По данным изучения и количественной оценки трещиноватости на различных пунктах строятся изолинии одинаковых показателей трещиноватости. Изолинии интенсивности и трещинной емкости на проекциях пласта вычерчиваются разным знаком или цветом.

На планы трещиноватости целесообразно наносить основные элементы складчатых и разрывных структур. Погоризонтные планы трещиноватости необходимы для оценки устойчивости пород в уступах.

При построении сетки трещиноватости на вертикальных разрезах или проекциях (рис.40), необходимо учитывать поправку за"косое"сечение последних относительно элементов залегания систем. Поправка вводится по формулам или путем графических построений, изложенных в учебнике И.Н.Ушакова/98/.

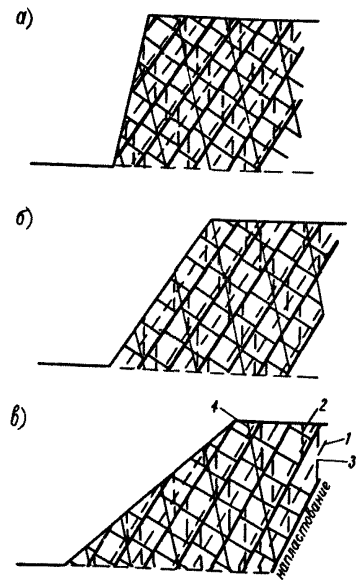


Рис.40. Решетка трещиноватости пород уступа, образованная системами параллельных напластованию (1), нормальносекущих продольных (2) и поперечных (3); кососекущих диагональных (4) трещин.
а, б, в – разные углы заотноски бортов относительно основных систем трещин.

Блок-диаграммы трещин составляются для наиболее полного представления о пространственном взаимном расположении систем и бортов. Наиболее простой в построении является плановая изометрическая аксонометрия (рис.41). Одинаковый масштаб по осям, неискаженное изображение на верхней горизонтальной грани и ориентированность блок-диаграммы дают возможность оценить размеры блоков, а также использовать сетки трещиноватости в горизонтальном и вертикальном сечениях.

На верхней горизонтальной грани решетка строится по данным простирания и интенсивности систем. Взаимоотношение и выраженность систем корректируется по данным непосредственных наблюдений.

Следы трещин на вертикальных гранях блок-диаграммы строятся с учетом их "косого" пересечения и аксонометрического искажения.

Микроскопическое изучение трещин необходимо для оценки трещиноватости разного масштаба с целью, установления ее влияния, например, на физико-механические свойства пород и угля. Изучение микротрещин чаще всего проводится по шлифам и пришлифованными поверхностями уступов путем измерения средней мощности (раскрытости) и протяженности трещин с последующим вычислением показателей микротрещиноватости.

§ 3. Геологическая съемка на карьерах

Геологическая съемка приурочивается обычно к периоду проведения маркшейдерских замеров в конце месяца, квартала или года, когда производится учет объемов добычи и вскрыши. Геологической съемкой охватываются все участки, отработанные за период, истекший со времени последней съемки.

Сроки проведения съемки определяются, в первую очередь, производственной необходимостью и сложностью геологического строения. Например, на Экибастузском и Коркинском карьерах съемка производит-

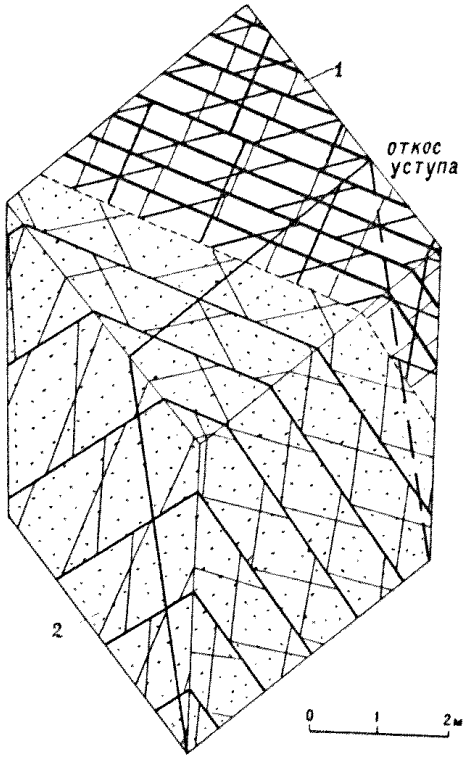


Рис.41. Блок-диаграмма трещиноватости.
I - алевролит, 2 - песчаник.

ся ежемесячно, а на Назаровском - через 6-12 месяцев.

Методы проведения съемки зависят также от геологического строения месторождения и ,частично, от системы и технологии их разработки. Выделенные группы по сложности условий проведения и однотипности методики геологической съемки отвечают горно-геологическим типам угольных месторождений, разрабатываемых открытым способом (см.I главу, табл.18).

Геологическая съемка на карьерах с простыми горно-геологическими условиями

Методика геологической съемки на карьерах, разрабатывающих месторождения этой группы, практически одинакова и усложняется от первой подгруппы (А) к третьей (В).

Месторождения подгруппы (А) (см.табл.18) представлены мощными горизонтально залегающими пластами (10-50 м) простого строения. Уголь бурый, вмещающие породы слабосцементированы. К этой группе относятся месторождения типа юрских буроугольных месторождений Канско-Ачинского бассейна, разрабатываемых Ирша-Бородинским и Назаровским карьерами.

Система разработки бестранспортная и комбинированная с применением экскаваторов типа прямая лопата, драглайн и частично роторных.Высота уступов: добычных (угольных) - 8-10м; вскрышных-10-15м.

Подгруппа Б характеризуется месторождениями с пластами сложного строения мощностью до 10 м, залегающими горизонтально и слабонаклонно. Уголь и сцементированные вмещающие породы требуют при добывании предварительного рыхления. К этой группе относятся месторождения, подобные месторождениям Черемховского каменноугольного района, разрабатываемых Храмцовскими карьерами № 1 и 3, Ново-Гришевским, Сафроновским, Южным, Северным и Восточным карьерами.

Система разработки бестранспортная и комбинированная с исполь-

зованием экскаваторов типа прямая лопата и драглайн. Высота уступов: добычных 5-10 м; вскрышных 10-15 м (до 20 м).

Подгруппа В характеризуется месторождениями с мощными пластами (10-40 и более м),в общем залегающими горизонтально.Вследствие различных причин мощность и морфология пластов невыдержанные. Пласты иногда сложного строения. Угольный бурый, вмещающие породы несцементированы или слабосцементированны.К этой группе относятся месторождения типа третичных буроугольных месторождений Днепровского и Южноуральского бассейнов, разрабатываемых Коростышевским, Юрковским, Семеновско-Головковским, Байдаковским, Бандуровским, Балаховским и Ермалаевским карьерами.

Месторождения разрабатываются, в основном, по бестранспортной системе с применением транспортно-отвальных мостов и многочерпаковых экскаваторов. Высота уступов: добычных - 5-15: м,вскрышных-10-20 м.

Подгруппа 1-А. Геологическую съемку на карьерах этой группы целесообразно проводить ежеквартально (как исключение - через полгода для Назаровского карьера). Документация при съемке должна осуществляться путем составления бортовой прерывистой зарисовки в масштабе 1:200.

Зарисовка ведется путем составления нормальных геологических колонок через 100 м по геолого-маркшейдерским поперечникам. Зарисовка участков между колонками составляется путем графической интерполяции с корректировкой геологического строения промежуточных интервалов по визуальной оценке.

Определения мощности производится по данным маркшейдерских съемок полного угольного уступа и рулеточными замерами на вскрышных смешанных уступах.

Участки нарушения угольного пласта, например, размывы и плойчатость , рис.26, 34,необходимо документировать путем сплошной за-

рисовки в масштабе 1:100 или применять фотодокументацию.

Фотодокументацию целесообразно применять и для документации вскрышных уступов в связи с высокой фотогеничностью вмещающих пород. Объекты изучения при документации вмещающих пород известны, см.§2 этой главы. Кроме этого следует подчеркнуть, что значительный практический и научный интерес, особенно с точек зрения устойчивости бортов и условий формирования угленосных толщ, имеет документация кластических инъекций, явлений размыва и т.д.

Привязка участков документации осуществляется от створа поперечных геолого-маркшейдерских разрезов.

Пример описания: для угля - "уголь полуматовый, местами перемят. Зоны снятия угля ориентированы по азимуту 230° и наклонены под ∠ 60°. В этих зонах наблюдается повышенное скопление глинистого вещества (заполнение трещин)"; Для вмещающих пород- "алевриты серого цвета с линзообразными скоплениями песчаного сред незернистого материала, мощностью до 0,2 м, длиной 0,5-1,0 м. Породы относительно устойчивые, слабообводненны".

Черновые первичные данные представлены, в основном, колонками и описанием пород и структурных элементов промежуточных интервалов между колонками.

Опыт геологической документации показывает, что первичные чистовые зарисовки можно оформлять в виде совмещенного геологического разреза по всем уступам в масштабе 1:1000. Вертикальный масштаб можно принять равным 1:500, при уменьшении горизонтального до 1: 2000, см.рис42.

Подгруппа 1-Б. Геологическая съемка проводится ежемесячно в период маркшейдерских замеров. В отдельных случаях для производственных нужд ее следует проводить чаще. Съемку достаточно проводить прерывисто путем составления детальных геологических колонок угольного пласта по каждой заходке через 50 м. В редких случаях выдержан

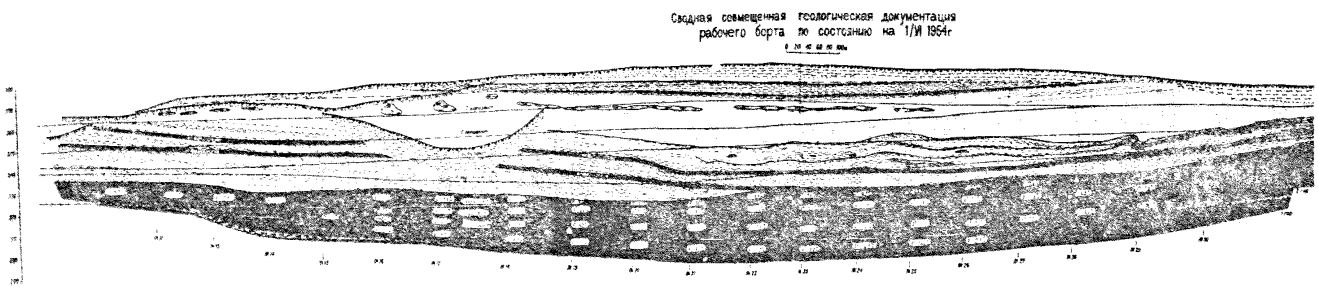


Рис.42. Совмещенная геологическая документация добычных и вскрышных уступов карьеров подгруппы I-А, Ирша-Бородинский карьер.

ного геологического строения эти расстояния можно увеличить до 75-100 м. По вскрышным уступам нормальные колонки составляются через 100 м.

Зарисовка строения угольного пласта ведется в полевом дневнике в масштабе 1:100 (1:500); вмещающих пород - 1:200 (1:500). Замеры мощности можно осуществлять рулеткой, опущенной с верхней площадки уступа или с лестницы, пристаьленной к борту. Точность измерения мощности 1 см. Промежуточные интервалы достаточно характеризовать в описании.

В связи с относительно простыми условиями залегания и незначительной нарушенностью пластов основными объектами геологической документации являются состав и строение пластов и частично показатели добываемости.

Встречаемые иногда мелкие тектонические нарушения, размывы и инъекции следует документировать сплошной зарисовкой в масштабе 1:100. Фотодокументация этих геологических объектов имеет значительные преимущества перед глазомерной их зарисовкой.

Привязка участков документации ведется геологом от створных линий поперечных маркшейдерских профилей, закрепленных в натуре штырями.

Отбор образцов в период полного развития горно-добычных работ рекомендуется с целью уточнения паспорта буро-взрывных работ, для установления силикозоопасности и определения объемного веса угля и пород.

Пример описания: 1) "уголь полублестящий, штриховатый, сильно трещиноватый (размер блока отдельности 10х5х5 см), по трещинам налеты каолинита и корочки кальцита, уголь средней крепости"; 2) "углистый аргиллит, полосчатый с линзами угля, плотный, с ярко выраженной плитчатой отдельностью (5х15х20)см. В почве переходит в полуматовый уголь".

В чистовом виде колонки вычерчиваются в масштабе 1:100 (для пластов относительно простого строения) и 1:50 для пластов сложного строения. Сводные геологические разрезы по вскрышным и добычным уступам целесообразно составлять не менее, чем два раза в год в масштабах: горизонтальный 1:2000, вертикальный - 1:500 (рис.43).

Подгруппа I-В . Геологическую съемку на месторождениях этой группы целесообразно проводить ежемесячно одновременно с маркшейдерскими замерами. В виде исключения, на месторождениях с пластом угля простого строения(например, на Стрижевском карьере) - ежеквартально.

Документацию можно осуществлять путем составления зарисовок по верхним угольным и вскрышным уступам и вертикальных разрезов по скважинам эксплуатационной разведки, которыми разбуривается нижний угольный уступ.

Полевую документацию бортов и скважин целесообразно проводить в масштабе 1:50 - 1:100. В чистовом виде результаты документации необходимо оформлять в виде бортовых зарисовок в масштабах: горизонтальный 1:1000 (1:2000); вертикальный 1:100 (1:200). Для непротяженных участков простого строения полевые и чистовые построения можно вести в масштабе 1:500.

Результаты визуального разделения пачек угля и углистых пород уточняются по данным опробования.

Привязка пунктов документации осуществляется относительно створов поперечных маркшейдерских профилей.

Нормальные геологические колонки по вскрышным уступам следует составлять через 100 м, по добычным - через 50 м (при простом строении пласта - через 100м). В необходимых случаях сеть составления колонок сгущается до 25 м и зарисовка становится сплошной (примеры сгущения пунктов детального изучения пласта приведены на рис.44).

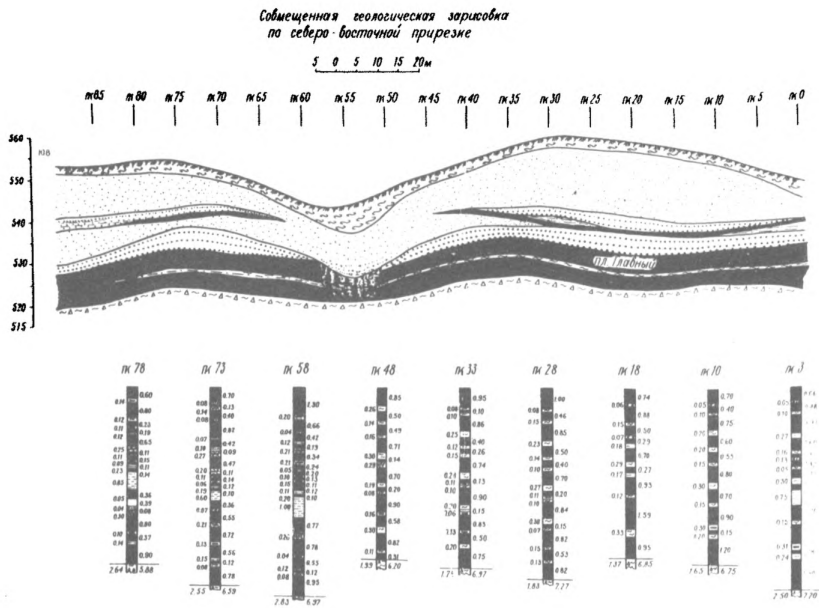


Рис.43. Совмещенная геологическая документация вскрышных и добычных уступов карьеров подгруппы 1-Б, Северный карьер, Черемхово.

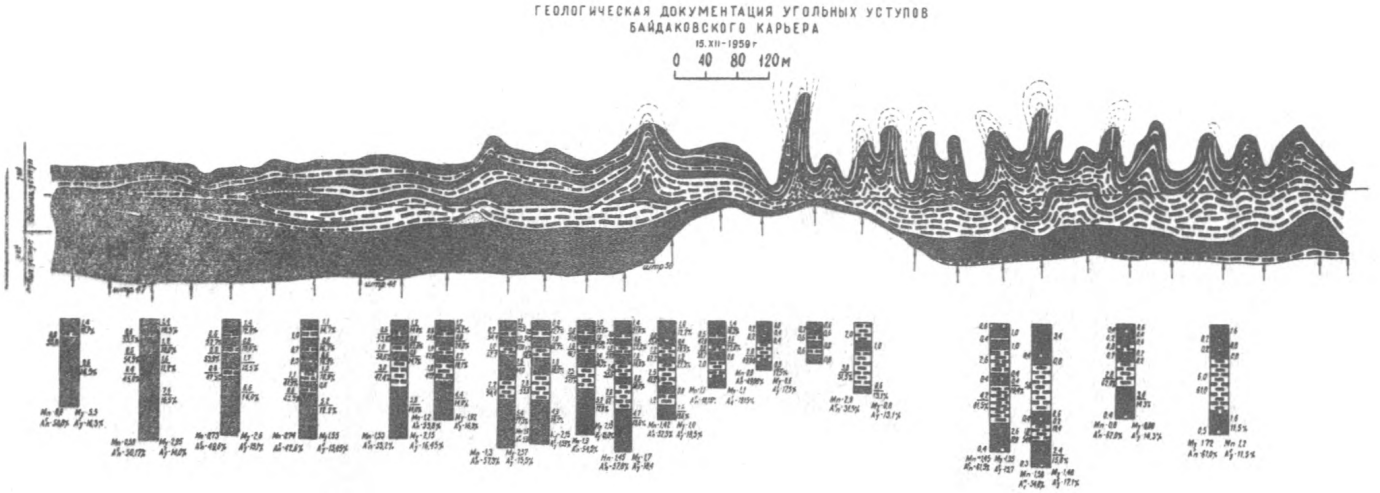


Рис.44. Пример сети детального изучения строения и опробования пласта (см.стрелки) при документации добычных уступов карьеров подгруппы I-В.

Сплошная зарисовка необходима также и для документации разрывных нарушений.

Вертикальные разрезы для нижних добычных уступов строятся по результатам документации скважин чаще всего буримых через 50 м. На участках простого строения скважины достаточно бурить через 100 м. Способы составления колонок и документации скважин описаны далее в § 5 этой главы. В пунктах составления колонок целесообразно измерять элементы залегания, поскольку разный масштаб чистовых зарисовок искажает наглядность условий залегания пластов угля и пород.

Примерный объем и детальность описания: "уголь бурого цвета, землистого облика. В прослоях более зольного и прочного угля серовато-бурого цвета хорошо выражены две системы нормальносекущих трещин, образующих с плоскостями напластования блоки размером 10х5х2 см"; "песок серый, среднезернистый с косой слоистостью, обуглившимися остатками растений. В подошве пласта наблюдается увеличение глинистого материала и скоплений растительных остатков. Песок обводнен, малоустойчив, наблюдается просачивание воды".

При документации вмещающих пород кроме общих объектов изучения необходимо обращать внимание на степень сцементированности, и обводненности пород, особенно песчаных пород, а также на наличие зон и поверхностей ослабления массива. Для документации хороший результат дает геологическая фотодокументация.

Черновые зарисовки представлены обычно колонками, составляемыми по скважинам и по борту уступа. Основными чистовыми чертежами являются совмещенные вертикальные разрезы по добычным уступам в масштабе: горизонтальный 1:1000 (1:2000), вертикальный 1:100 (1:200), рис. 23, 44.

Геологическая съемка на карьерах с горно-геологическими условиями средней сложности.

Месторождения этой группы (Ангренское, Коркинское, Богословское, Волчанское, Веселовское, Экибастузкое и др.) представлены мощными пластами сложного строения с невыдержанным пологим и наклонным залеганием, с наличием мелкой разрывной и складчатой тектоники. Уголь каменный и бурый, высокой степени углефикации. Вмещающие породы крепкие и требуют предварительного рыхления.

На Ангренском, Коркинском и Экибастузком карьерах, а также на карьерах трестов "Вахрушевуголь" и "Волчанскуголь", применяются транспортные и комбинированные системы разработки. Используются одноковшевые экскаваторы различного типа и производительности. Высота уступов: добычных 10-15 (до 30 м), вскрышных 10-20 м.

Особенности геологической съемки на карьерах, разрабатывающих месторождения этой группы, определяются условиями залегания и складками. При наклонном залегании структура пласта и качество угля целесообразнее изучать на горизонтальных площадках уступов путем создания расчисток и прокладкой канав. При этом использование бульдозеров и специальных пробоотборников, внедряемых на Экибастузком карьере (см.далее) значительно повышают производительность и качество съемочных работ. Пологозалегающие пласты документируются в бортах (откосах) уступов.

Один из основных объектов геологической съемки - разрабатываемый угольный пласт, его строение и качество угля можно изучать, во-первых, по опорным геологическим разрезам (сечениям) путем составления сводных колонок всего пласта; во-вторых, путем составления по наиболее густой сети поуступных колонок части пласта, обнаженного на данном горизонте. Сводные структурные колонки составляются путем непрерывной документации по нескольким уступам от кровли до почвы пласта, через 250 м, на Экибастузком карьере, через 100 м

на карьерах треста "Волчанскуголь". На Коркинском карьере сводные колонки составляются по данным поуступных колонок, тяготеющих к данному геологическому разрезу.

В случае сложного строения угольного пласта и наличия складчатых и разрывных нарушений прерывистая геологическая съемка пласта в откосах заменяется сплошной документацией. (Ангренский и Коркинский карьеры). Сплошную документацию, часто с использованием упрощенной фотогеологической документации целесообразно вести для решения специальных вопросов, например, для геологического обоснования списания части запасов, что практикуется на карьерах трестов "Вахрушевуголь" и "Волчанскуголь".

Методы проведения геологической съемки на карьерах, разрабатывающих месторождения, по горно-геологическим условиям выделяемым в подгруппы П-А, П-Б и П-В (табл.18), имеют некоторые особенности.

Подгруппа П-А. Геологическую съемку на карьерах, разрабатывающих полого залегающие месторождения, рекомендуется проводить ежемесячно. Съемка проводится путем прерывистой и сплошной документации бортов и забоев.

Бортовые зарисовки добычных уступов по опыту документации на Ангренском карьере следует составлять сплошными с детальным изучением строения пласта через 10-50 м (в среднем 25 м, см.рис.45). То же самое относится и к съемке нарушенных участков и выходов под наносы.

Сеть детального изучения пласта при прерывистой документации зависит от геологического строения и в среднем должна быть равной 50-75 м. Колонки по вскрышным уступам при полном развитии работ составляются через 100 м, при строительстве - через 50 м.

Масштаб составления колонок по углю 1:50 - 1:100 , по породам - 1:200. Точность замера мощности угля - 1 см, пород вскрыши - 10 см. Замеры ориентировки достаточно проводить в пунктах детального

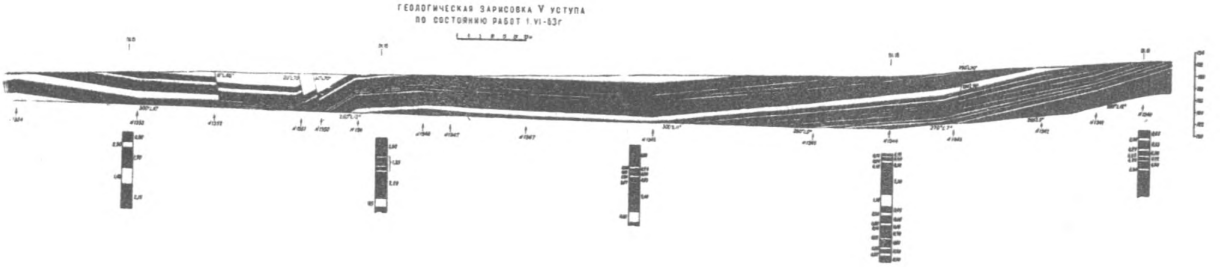


Рис.45. Пример сплошной зарисовки добычного уступа карьеров подгруппы П-А, Ангренский карьер.

изучения строения пласта угля и пород.

Для осуществления привязки целесообразно на некоторых участках совместно с маркшейдерами закрепить створы поперечных профилей рядами ярко раскрашенных столбиков или вех.(см.§ 2, гл.П). При сложных горно-технических условиях и неблагеприятности рельефа привязку необходимо производить инструментальным путем. Для самостоятельной привязки, осуществляемой геологом, можно использовать характерные точки, скважины буро-взрывных работ и другие точки карьера, координаты которых известны.

При документации пород, необходимо оценивать устойчивость угля и породы.

При полном развитии эксплуатационных работ отбор образцов достаточно проводить только для уточнения объемного веса пород и угля, а также их добываемости.

Примерный объем описания при документации: "уголь полублестящий с прослоями блестящего, разбит 2-мя системами нормальносекущих трещин, интенсивностью 10 см"; "алевролит серый с известковым цементом, плотный, слаботрещиноватый, устойчивый. Ярко выражена косая слоистость, под углом 15^{0} к напластованию. В кровле - переходит в алевролитовый песчаник".

Черновые материалы представлены в виде сплошной зарисовки или структурных колонок, вычерченных на одном листе, а описание, схема привязки - на другом.

Чистовые зарисовки следует оформлять в масштабах: для колонок по породам 1:200 и 1:500, по пластам угля 1:100. В масштабе 1:500 целесообразно составлять совмещенные зарисовки по нескольким уступам или бортам капитальных траншей. Сплошные зарисовки, составленные в поле в масштабе 1:100 и 1:200 в чистовом виде, как исключение, можно изображать в разных масштабах: горизонтальный 1:500 (1:1000), вертикальный 1:200.

Отбор образцов при съемке на всех карьерах определяется необходимостью уточнения пород и пополнения эталонной коллекции.

Подгруппа П-Б. представлена месторождениями Челябинского бассейна и Серовского угольного района и характеризуется угольными пластами сложного строения, невыдержанными по мощности и условиям залегания.

Геологическая съемка на карьерах, разрабатывающих эти месторождения, должна проводиться ежемесячно, одновременно с маркшейдерскими замерами. Это упрощает определение объемов добычи и привязку участков документации.

К ранее рассмотренным общим положениям методики геологической съемки в таких горно-геологических условиях добавляется следующее.

Геологическая съемка состоит в документации строения угольного пласта в масштабе 1:100 (1:50) в створе геологических разрезов или маркшейдерских поперечников, отстоящих друг от друга в среднем, через 100 м. При более сложном геологическом строении пласта изучения проводятся через 50 м или путем сплошной документации. Исследования авторов и опыт геологов карьеров комбината Свердловскуголь позволяют рекомендовать более широкое использование в этом случае фотогеологическую документацию.

При относительно простом геологическом строении структурные колонки целесообразно составлять на всю мощность пласта и на 5-10 м за его предел во вмещающие породы. Используя опыт геологов Волчанских карьеров, такие колонки можно составлять путем непрерывной документации на горизонтальных площадках уступов по канавам (зачисткам) при угле наклона пласта более 30^{0} или по закопушкам (шурфам) - при угле наклона менее 30^{0}, а также по откосам уступов.

При сложном геологическом строении, имеющем место, например, на Коркинском месторождении, сплошная документация проводится следующим образом. Документируемый участок разбивается на 10(20)-мет-

ровые интервалы, по которым изучается строение пласта, условия залегания и качество угля. Промежуточные участки документируются путем интерполяции и глазомерной оценки геологического строения (при простом строении) и путем детальной зарисовки (при наличии складчатых и разрывных нарушений). Детали строения пласта, например, петрографические типы угля и др., уточняются при документации проб. Точность замеров мощности 1 см. В случае, когда нельзя замерить нормальную мощность, замеряется видимая с последующим пересчетом. Пример детальной зарисовки изображен на рис.46.

Пункты составления колонок и детального изучения пласта и отдельных геологических элементов привязываются инструментально с составлением схемы привязки.

Документацию строения угольного пласта целесообразно совмещать с изучением качества угля, поэтому геологическая съемка, как правило, сопровождается опробованием. Причем, в качестве предварительной оценки качества можно практиковать глазомерную характеристику зольности на основе знания закономерностей ее связи с петрографическими типами угля. Угли разной зольности изображаются специальными условными знаками (см.гл.VI).

Съемку вскрышных уступов при простых условиях достаточно производить один раз в год. Нормальные структурные колонки составляются в масштабе 1:100 (1:200) через 100 м. Детально изучается состав, строение и условия залегания пород. Точность замера мощностей 0,1м.

При необходимости более детальной характеристики пород требуется более частая и детальная съемка пород вскрышных уступов. Это позволит установить закономерности фациальных изменений состава и строения, тектонической нарушенности и условий залегания вмещающих пород. Детальное изучение условий залегания способствует также оценке устойчивости пород, особенно по контактам и тектоническим нарушениям, падающим в сторону выработанного пространства.

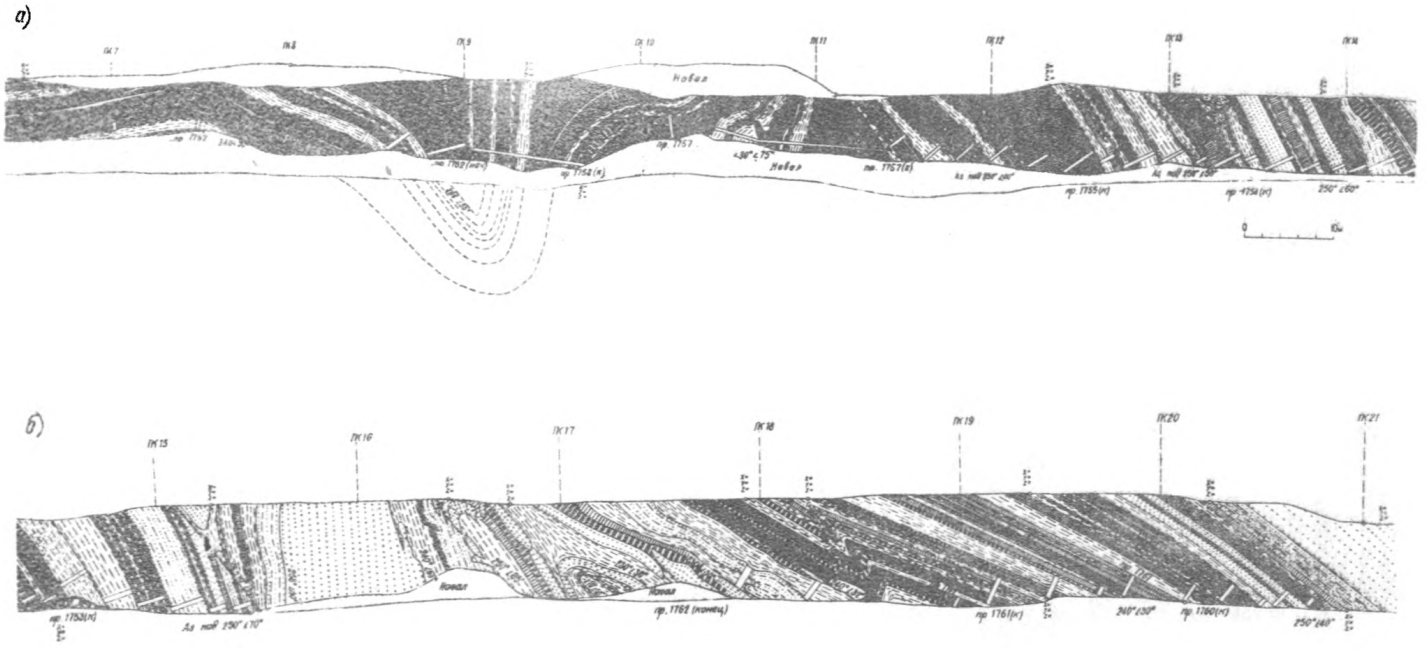


Рис.46. Пример сплошной документации угольного пласта с глазомерной оценкой зольности. Бортовая зарисовка добычного уступа карьера подгруппы П-Б, Коркинский карьер: участок пикетов 7-13 (а) и 15-21 (б).

Съемку смешанных уступов, как на Коркинском карьере, можно производить путем составления колонок в масштабе 1:100 (1:200) через 10–20 м с визуальной оценкой зольности. Для участков нарушения пласта составляется сплошная зарисовка. Точность замера 0,05 м, привязка участка инструментальная.

Детальную документацию строения пласта на участках попутной добычи целесообразно сопровождать составлением схемы привязки и своеобразной структурной съемкой. Для этого на выкопировку с плана горных работ масштаба 1:2000 (1:1000) наносится положение пласта на нескольких уступах, определяемое инструметальным путем. (Допустима привязка с помощью компаса и рулетки от близко расположенных маркшейдерских точек).

Составление такой схемы структуры участка на инструментальной основе является частью крупномасштабной структурной съемки карьера, проводимой, например, на Коркинском карьере. Структурная съемка целесообразна и на значительных площадях с систематической инструментальной привязкой контактов основных угольных пластов или опорных горизонтов, разрывных и складчатых нарушений на уступах.

Съемочные точки необходимо располагать на расстоянии, в среднем, 20 м по простиранию, и 10 м – по падению фиксируемого контакта или структуры. Для уточнения положения контакта необходимо проходить небольшие закопушки. По съемочным точкам производится геологическая документация: отмечается характер контакта и контактируемых пород, условия их залегания и т.д.

Черновые геологические материалы представлены колонками, составленными по бортам, канавам или шурфам, сплошными зарисовками бортов или отдельных структур, схемами привязки, полевыми журналами структурной съемки и замеров элементов залегания.

Все зарисовки оформляются, как правило, в том же масштабе. Условные обозначения зольности при визуальной ее оценке уточняются

по результатам анализа проб.При секционном опробовании разных частей пласта на разных уступах составляется сводная структурно-качественная колонка на всю мощность пласта в масштабе 1:200. При этом используются пробы (секции), тяготеющие к геологическим разрезам или маркшейдерским поперечникам.

Подгруппа П-В. представлена месторождениями с относительно простыми - горно-геологическими условиями разработки (Экибастузское месторождение). В связи с применяемой технологией разработки и использованием угля Экибастузского месторождения важное значение при съемке приобретает совместное изучение строения пласта и качества угля. Поэтому при съемке должны быть получены соответствующие геологические данные прежде всего необходимые для оперативного учета объема и качества добываемого угля и их планирования. В связи с этим геологическую съемку необходимо совмещать с опробованием и маркшейдерскими замерами. Отсюда учитывая существующую методику геологической съемки, геолого-структурные колонки угольного пласта в пределах уступов на Экибастузких карьерах целесообразно составлять в масштабе 1:100 через 100 м. Сгущение сети детального изучения строения пласта до 50-25 м проводится в нарушенных участках.

Съемкой предусматривается также составление сводных нормальных колонок для всей мощности пласта через 200-250 м по геолого-разведочным разрезам. Кроме того участки развития разрывных нарушений могут документироваться путем сплошной зарисовки участка борта или бульдозерной расчистки рабочей площадки уступа.

В связи с тем, что угол падения пластов чаще превышает 30^{0}, колонки составляются по бороздовым пробам, отбираемым на горизонтальных площадках уступов механизированным путем с помощью пробоотборника. Пример документации строения пласта при опробовании приведен на рис.47.

Привязку проб и участков документации, обычно проводимую инстру-

Зарисовка № 124

горизонт 163 пласт 3 пикет 14+90

масштаб 1:100

17 марта 1966 года

Угол пад.	Интер. от	до	Литол. колонка	Мощн. проб	№ № проб	Зола (Ас)	Геологическое описание
	0.00	2.80		2.80	1	31.52	Уголь полуматовый хорошего качества
	2.80	3.80		1.00	2	79.04	Аргиллит серый, слабый (разделяющие пл. 2 и 3)
	3.80	5.20		1.40	3	35.09	Уголь полуматовый хорошего качества
46°	5.20	8.80		3.60	4	43.61	Уголь матовый, зольный с прослоями угля полуматового до 20 см
	8.80	10.00		1.20	5	29.16	Уголь полуматовый с двумя прослоями алевролита мощностью 2 см
	10.00	10.70		0.70	6	53.34	Углистый сланец, близкий к слабо углистому аргиллиту
	10.70	11.50		0.80	7	26.38	Уголь полуматовый хорошего качества
	11.50	13.60		2.10	8	47.30	Уголь матовый, зольный близкий к углистому сланцу
	13.60	16.00		2.40	9	55.71	Углистый сланец, темно-серый, однородный
	16.00	18.30		2.30	10	36.05	Уголь полуматовый переходит в матовый
	18.30	19.30		1.00	11	63.18	Углистый сланец темносерого цвета
	19.30	23.70		4.40	12	30.61	Уголь выветрелый слоистый с кусочками угля полуматового и матового
	23.70	24.60		0.90	13	70.79	Слабо углистый аргиллит темносерого цвета
	24.60	25.80		1.20	14	48.96	Уголь матовый с редкими прослоями полуматового угля, мощн. 10-15 см

геолог

Рис.47. Структурная колонка, составляемая при опробовании наклонозалегающего пласта на карьерах подгруппы П-В, Экибастузский карьер.

ментально, можно осуществлять относительно маркшейдерских точек с помощью компаса и рулетки.

Черновые зарисовки колонок по пробам или бортам, а также сплошные зарисовки оформляются в чистовом виде, на которые выносятся результаты определения зольности.

Геологическая съемка на карьерах со сложными горно-геологическими условиями.

Типичными для этой группы являются месторождения Томусинского, Кедровского и Прокопьевско-Киселевского районов Кузбасса, условия эксплуатации которых осложнены тем, что разработке подлежит не один, а свита пластов, часто имеющих небольшую мощность и наклонное или крутое залегание. Значительные затруднения возникают при выемке пластов мощностью до 5 м. Месторождения этой группы сформированы в геосинклинальных условиях и отличаются повышенной крепостью пород, требующих предварительного рыхления. На Томусинских, Кедровском, Бачатском, Новосергеевском и других карьерах Кузбасса среднее значение коэффициента вскрыши составляет 5-8 $м^3$/тонну, т.е. в 2 и более раз больше, чем на карьерах других групп. На карьерах применяются, в основном, сложные транспортные системы разработки и одноковшовые экскаваторы типа прямая лопата и драглайн.

Высота вскрышных уступов 10-15 и более м, добычных-зависит от мощности угольных пластов и не превышает 10-12 м.

Характерной чертой методики геологической съемки на рассмотренных карьерах является преобладание сплошного способа документации бортов. Особенности проведения геологической съемки определяются, в основном, условиями залегания угольных пластов и соответствуют типам, выделенным в горно-геологической классификации (см.табл.18).

Группа Ш-А. Геологическая съемка ведется путем составления нормальных структурных колонок для каждой заходки через 100 м по фронту борта в масштабе 1:100. Сплошную документацию следует проводить

на участках выветривания, смещений и изменения мощности угольного пласта, а также пород междупластья. Междупластье с такой тщательностью документируется в случае сближенных угольных пластов с целью установления границ кондиционной мощности для совместной или селективной выемки таких пластов угля. Например, междупластье пластов УI и УIа на карьерах Томусинского района измеряется через 10 м; детальное строение пластов документируется через 100 (200) м в масштабе 1:50. Точность замера угольных пачек (прослоев) 0,01 м.

Съемка пород вскрыши проводится путем составления колонок в масштабе 1:200 (1:100) через 100 м при точности измерения мощности 0.1 м. Более точные измерения мощности необходимо проводить при документации пород междупластья, мощностью менее 3-5 м. Сводная нормальная колонка может быть составлена по всем уступам вскрыши в масштабе 1:100 (1:200) по направлению основных поперечных разрезов.

Съемку смешанных уступов, следует проводить путем составления сплошной зарисовки. Исходя из опыта документации на Томусинских карьерах, детальное изучение строения, условий залегания пластов и замеры мощности можно проводить, в среднем, через 20 м, рис.48.

Тщательному изучению (кроме общих геологических факторов) подлежат участки развития магматических инъекций (дайки, силлы и т.д) В контакте с дайками изучается развитие естественного кокса и развития разрывных нарушений, связанных с внедрением магмы. Документация этих участков необходима для решения практических вопросов, связанных с установлением целесообразности и способа отработки таких участков.

Привязку документируемых участков может осуществлять геолог от ближайших закоординированных маркшейдерских и характерных точек элементов горных работ, а также инструментальным путем при маркшейдерских съемках.

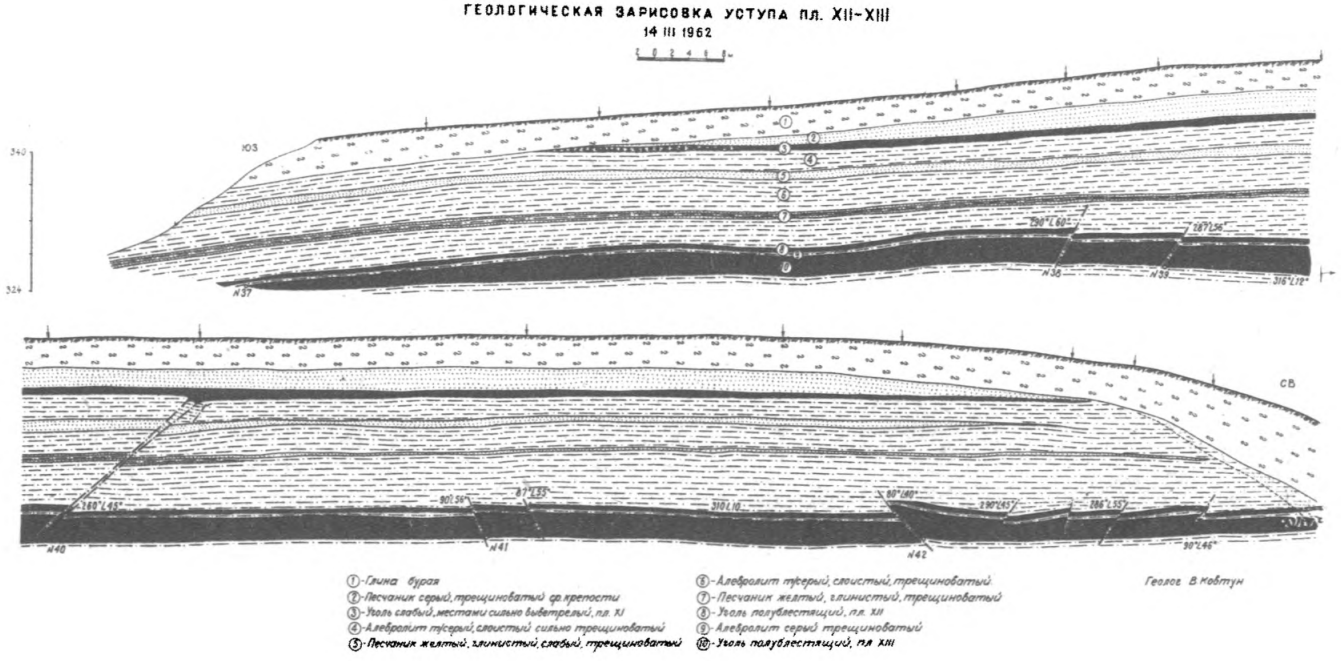


Рис.48. Пример сплошной зарисовки смешанного уступа карьеров подгруппы Ш-А, карьер Томусинский 3-4.

Примерный объем сокращенного геологического описания колонки приведен на рис.38.

Образцы отбираются для уточнения объемного и удельного весов пород и для пополнения эталонной коллекции. (Объемный и удельный вес угля определяются при техническом анализе проб.)

Черновые полевые книжки целесообразно заполнять масштабированным изображением документируемого участка с описанием геологических элементов, изображение которых затруднительно. На обратной стороне листа составляется схема расположения участка и данные о его привязке, а также дополнительные сведения и измерения, проводимые геологом (например, замеры трещиноватости, данные о категории крепости или добываемости пород, заметки о необходимости более глубокой зачистки и т.д.)

Чистовые материалы оформляются в виде альбома колонок в масштабе I:100 для угольного пласта; I:200 - для пород вскрыши. Сплошные зарисовки вычерчиваются в масштабе I:100 - I:500.

Подгруппа Ш-Б. Съемку на карьерах, подобных Кедровскому, целесообразно вести путем ежемесячных сплошных зарисовок экскаваторных забоев в масштабе I:100 (I:200 при простом строении). При сложном строении участка зарисовки ведутся 2 раза в месяц.

Описание пород и структурных элементов проводится в полном объеме при сложном строении участка.

Детали строения угольного пласта изучаются путем составления нормальных колонок в масштабе I:50. Точность замеров мощности 0,0I (0,05) м.

Пространственное положение забоев и основных геологических структур определяется при маркшейдерской съемке.

В альбоме чистовых материалов на одной стороне листа целесообразно вычерчивать забойные зарисовки, а на другой стороне - колонки, описание и т.д.

Подгруппа Ш-В. Геологическая съемка на карьерах, разрабатывающих крутопадающие пласты (Бачатский, Новосергеевский, Краснобродский), производится путем составления сплошных зарисовок забоев в масштабе 1:100 и 1:200. Расстояние между зарисовками по мере отработки пласта по простиранию определяется производственной необходимостью и сложностью геологического строения. Например, пласт Горелый на Бачатском карьере на нарушенных участках документировался ежедневно. При простом геологическом строении расстояние между зарисовками должно быть не более 100 м.

Привязку документируемых участков можно осуществлять как самостоятельно, так и с привлечением маркшейдеров.

Пример документации забоев при разработке пластов по простиранию приведен на рис.49, которым также иллюстрируется форма оформления чистовой зарисовки.

При съемке вскрышных уступов, разрабатываемых гидромониторным способом, изучение пород, слагающих эти уступы, ведется по программе изучения вмещающих пород, изложенной в гл.П. Документация производится по сети 50х100 (100х100) м и сопровождается оценкой пород на гидравлическую разрушаемость (например, по методике, изложенной в главе У).

Результаты проведенных авторами предварительных исследований, а также опыт геологов карьеров дают основания считать перспективным применение метода геологической фотодокументации.

§ 4. Усовершенствование геологической документации

Глазомерные способы ведения документации являются субъективными и в значительной степени зависят от навыка и квалификации геолога. Кроме того, при этом способе документации необходимо находиться непосредственно под откосом или на краю верхней бровки уступа, что является нарушением правил безопасности. Наиболее рас-

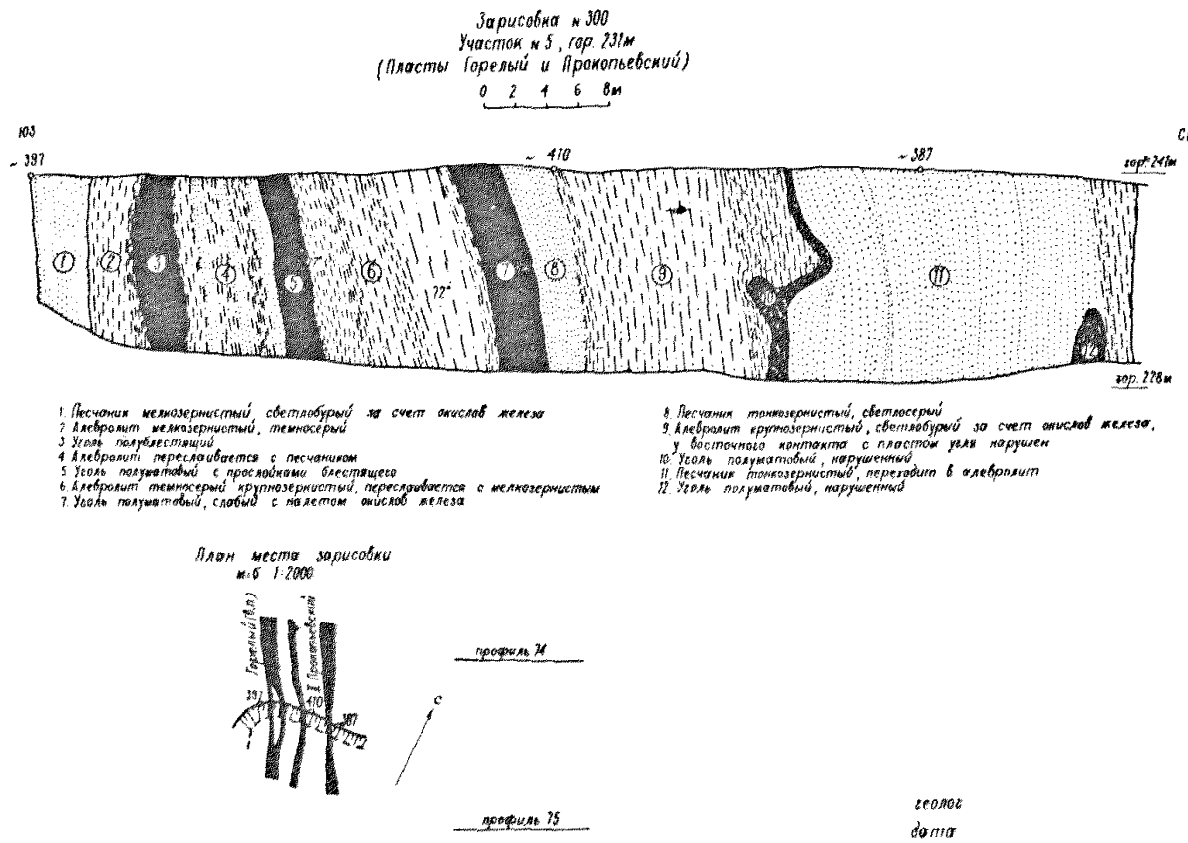


Рис.49. Пример сплошной зарисовки уступа карьера, разрабатывающего крутопадающие пласты, подгруппа Ш-В, Бачатский карьер.

пространенный метод документации путем замера мощности в отдельных удаленных друг от друга пунктах и глазомерная зарисовка промежуточных интервалов не всегда удовлетворяют запросам высокомеханизированного производства, а также требованиям изучения закономерностей геологического строения угольных месторождений. Поэтому вопросы усовершенствования геологической документации являются актуальными.

Устранить отмеченные недостатки документации можно путем использования дальномерных инструментов и фотометода, позволяющих вести документацию на некотором расстоянии от борта. С этой целью авторами была изучена возможность ведения геологической документации с помощью дальномерных геодезических инструментов, упрощенного фотограмметрического метода и с использованием специально сконструированного рисовального аппарата. Опытные работы проводились также с целью определения возможности инструментального способа геологической документации высоких бортов (высотой более 15-20 м).

Исследования проводились на угольных карьерах, разрабатывающих месторождения различного типа (Канско-Ачинский, Днепровский, Иркутский, Кузнецкий бассейны). Месторождения отличаются по составу и строению угольных пластов и вмещающих пород, по условиям залегания и общей структуре . С горно-технической точки зрения исследуемые карьеры характеризуются разными системами разработки и разной технологией отработки уступов. По макроскопической и фотографической выразительности и условиям обнаженности в уступах изученные породы являются наиболее типичными для угольных месторождений, разрабатываемых открытым способом.

Геологическими предпосылками применения указанных способов усовершенствования геологической документации является визуальное разделение различных пород и пачек угольного пласта. Такие усло-

ния имеются на многих месторождениях: Ангренском, Черемховском, Богословском, Волчанском, томусинском и др. Проведенная обработка материалов исследований указывает на возможность применения инструментальных методов документации бортов, а также на улучшение качества и объективности геологических материалов.

Геологическая документация с помощью "Телетопа".

В основе геологической документации с использованием дальномера лежит полярный способ графического построения разреза борта и структуры пласта по данным измерения углов наклона и расстояний до намечаемых точек в кровле и подошве пропластков. Наиболее подходящими для этих целей инструментами являются дальномеры двойного изображения с базисом при инструменте: "телетоп" Цейса (топографический дальномер), базисно-редукционный тахеометр (БРТ-006) Эти приборы просты в обращении и в благоприятных условиях визирования обеспечивают высокую точность (до 0,5% для расстояния 70 м).

Телетоп, общий вид которого изображен на рис.50, используется как на штативе, так и с помощью рукоятки (5) (вес прибора с рукояткой - 1,0 кг). Инструмент, установленный напротив намеченного сечения борта, горизонтируется по уровням (4). Перед визированием поворотом окулятора (3) устанавливается резкость разделительной горизонтальной линии, видимой в поле зрения трубы. При небольшом расстоянии на резкость наводят только на визируемое изображение Короткий вертикальный штрих в поле зрения должен совпадать с изображением объекта наводки (четкой трещиной, гранью блока отдельности). После грубой наводки на предмет по прицелу и на резкость, перемещением подвижной пентапризмы (1) добиваются совмещения раздвоенного по горизонтали изображения объекта наводки. Совмещения изображение добиваются при попеременном движении пентапризмы то налево,то направо.Среднее значение измеряемого расстояния берется

из 2-х отсчетов по базисной рейке (Б).

Угол наклона определяется по вертикальному кругу (7), точность которого 1^0 (таблица, прикрепленная к инструменту дает пересчет наклона в %).

При горизонтально и полого залегающих пластах, когда в качестве объекта (точки) наводки используется кровля и почва пласта, инструмент необходимо повернуть на 90^0, (рис.50, б).

Конструкция телетопа позволяет непосредственно измерять мощность пропластков до 60 см.

Для измерения мощности пропластков до 30 см оптический клин (2) вывинчивается. Значение мощности равно перемещению пентапризмы, когда раздвоенное изображение пласта будет таким, что плоскости кровли и почвы совместятся. Отсчет по базисной рейке в мм отвечает измеряемой мощности.

Для измерения мощности пропластков от 30 до 60 см поступают следующим образом. Отходят от борта на расстояние, примерно, 30 м (но не более 30 м). При первом положении клина (стрелка на оправе клина направлена в сторону базисной рейки) после совмещения раздвоенного изображения пласта берется отсчет по базисной рейке. Переставив клин на 180^0, наводят на пласт и, совместив кровлю и почву раздвоенного изображения пласта, берут второй отсчет. Сумма двух отсчетов в делениях шкалы базисной рейки равна мощности пропластка (при измерении такой мощности вертикально залегающих и крутопадающих пропластков инструмент должен занимать обычное положение (рис.50, а).

Опытные работы по применению "Телетопа" для геологической документации проводились на Семеновско-Головковском карьере комбината "Александрияуголь". Горно-геологические условия на карьере простые: почти горизонтально залегающие пласты, достаточно четкие контакты между углем и прослойками пород. В связи с отработкой

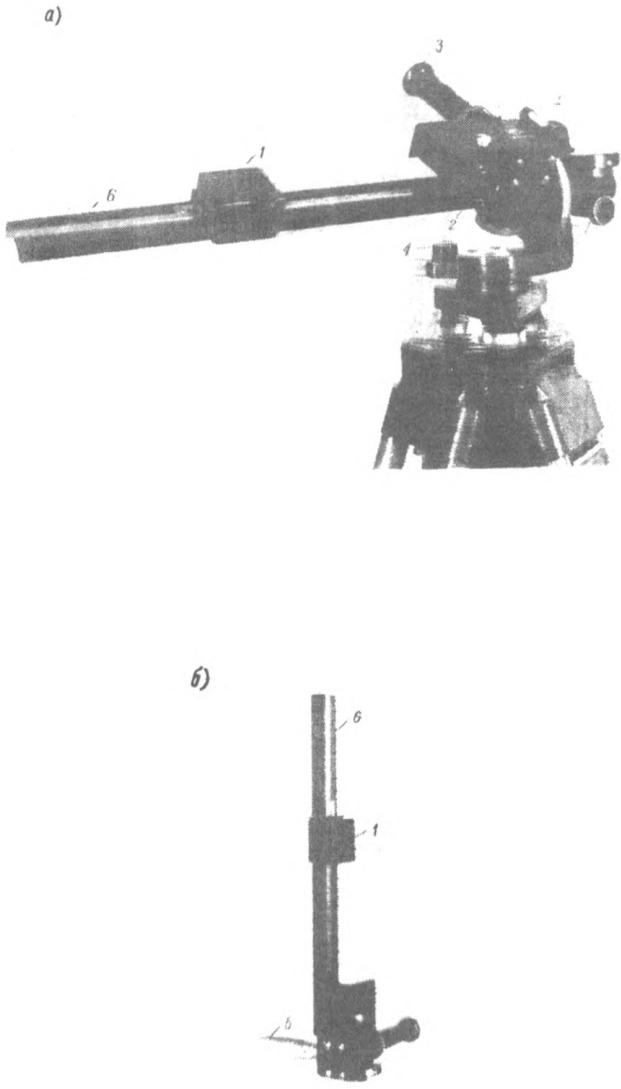


Рис.50. Общий вид "Телетопа": а - со штативом; б - с рукояткой. 1 - подвижная пентапризма, 2 - оптический клин, 3 - окуляр, 4 - уровни, 5 - рукоятка, 6 - базисная рейка, 7 - вертикальный круг.

многочерпаковыми и роторными экскаваторами поверхность уступов довольно ровная. В таких условиях на участке длиной 350 м по профилям через 50-м IO м прибором измерялись мощности пропластков. Определение мощности велось по построенным графически профилям. Маломощные пропластки (до 60 см) измерялись также непосредственно инструментом. Перед измерением мощности составляются схематические колонки (разрезы) борта в намеченных участках. На этих колонках условными знаками наносятся элементы строения пласта и отмечаются точки наводки. По нумерации точек наводки ведутся записи замеряемых расстояний и углов. Построение профиля и геологического разреза борта (рис.5I) велось полярным способом по измеренным "Телетопом" углам наклона и расстояниям до выбранных точек наводки. Все эти данные и макроскопическая диагностика пород используются при вычерчивании геологической зарисовки документируемого участка борта (рис.52).

В качестве контроля определений мощности с помощью "Телетопа" по тем же профилям проводились рулеточные замеры. Совпадение значений мощности, полученных различными способами, удовлетворительное (см.рис.5I и табл.22).

Из рис.52 видно, что две зарисовки геологического строения участка, построенные по данным, контрольных зарисовок и с помощью "Телетопа", почти полностью совпадают.

Такие же значения отклонения в измерениях мощностей "Телетопом" и контрольным способом получены при опытной документации на Томусинских карьерах Кузбасса (табл.22).

Таблица 22.

Условия залегания пластов. Район.	Способы замера	Отклонения от контрольных замеров, %%
Горизонтальное, пологое (Днепробасс, Кузбасс)	"Телетопом"	IO,7 - 4,8
	Рисовальным прибором	I8,6 - II,8
	Фотометодом	9,3 - 5,8
Крутое (Кузбасс)	Рисовальным прибором	I3,8 - I0,7
	Фотометодом	8,I - 5,5

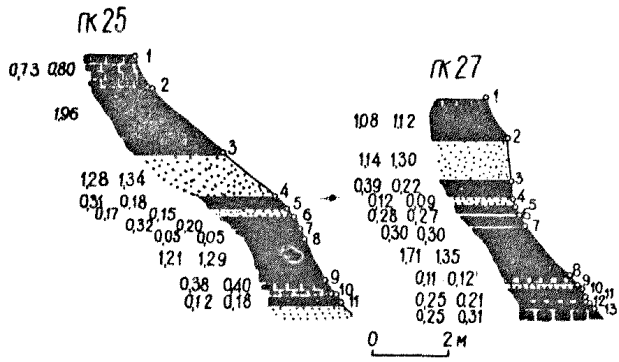


Рис.51. Профиль и геологическое строение борта Семеновско-Головковского карьера на пикетах 27 и 25. (Справа номера точек наводки; слева - мощности пластов, полученные с помощью "Телетопа" и замеров рулеткой).

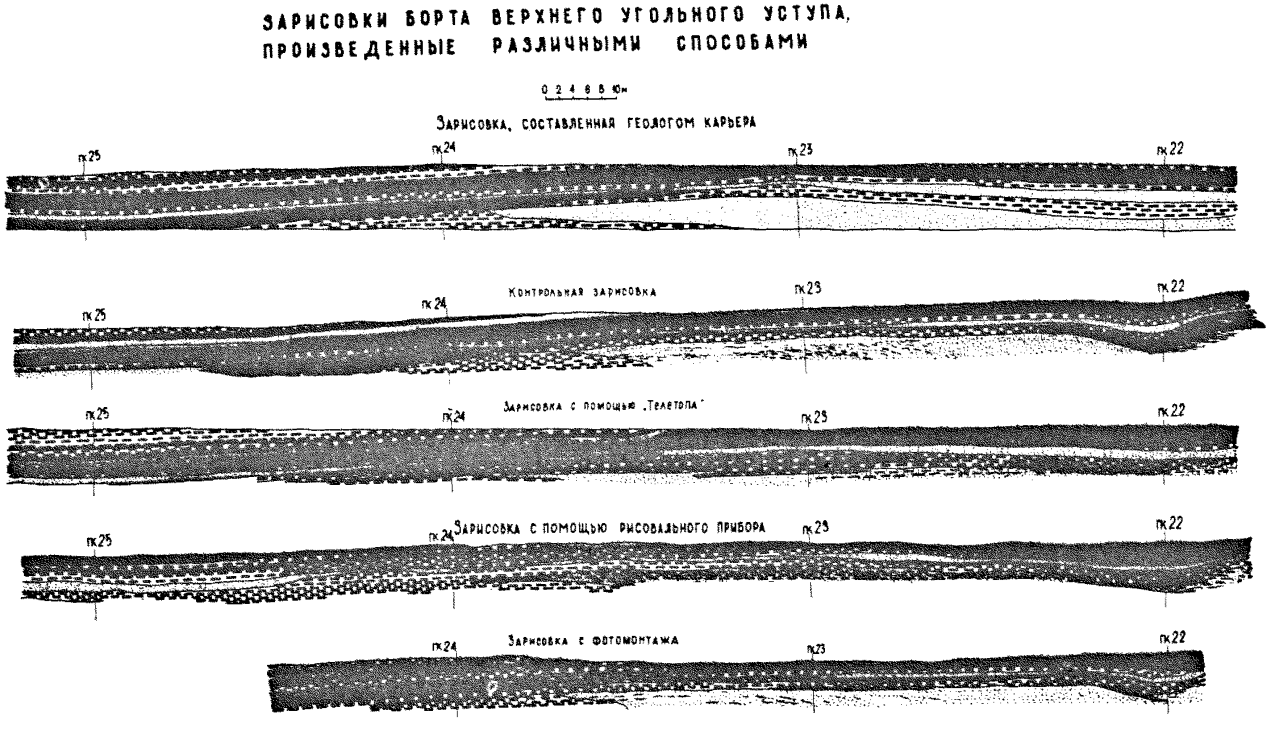


Рис.52. Сопоставление геологических зарисовок, составленных геологом карьера, при контрольной документации и различными инструментальными способами. Семеновско-Головновский карьер.

Недостатки документации в описанных условиях с использованием дальномера данного типа связаны с плохими условиями визирования, косвенным способом определения мощности в камеральных условиях и конструктивными недостатками инструмента (короткая базисная рейка и др.). С целью возможного усовершенствования использования геодезических инструментов при геологической документации недоступных бортов во ВНИМИ разрабатывается стереоскопический дальномер безреечного типа, предназначенный для измерения мощностей в откосах уступов.

Геологическая документация с помощью рисовального прибора

Рисовальный прибор, сконструированный Забродиным А.С. и Аствацатуровым Е.Л., представляет из себя камеру, подобную фотографической (рис.53), только изображение предмета не фотографируется, а зарисовывается. Используемый объектив Р-29 является широкоугольным (поле зрения 120^0), фокусное расстояние 70 мм. Прибор с помощью теодолитного трегера устанавливается на штатив и горизонтируется по круговому уровню. Задняя стенка камеры застеклена (4) и имеет прижимную крышку с окном для кадра (1). Крышкой к стеклу прижимается калька (2), на которую проектируется изображение документируемого участка. Чтобы вести зарисовку протяженного участка, имеются специальные барабаны для перемотки ленты (3). На кальке, играющей роль матового стекла, фокусировкой добываются резкого изображения пород. Это изображение закрепляется карандашом с использованием условных знаков.

Периферийные по горизонтали части экрана (по 2-3 см с каждой стороны) не используются для зарисовки во избежание значительных искажений.

Близко к границе задокументированного участка борта выделяют хорошо заметный предмет, геологический элемент или специально выс-

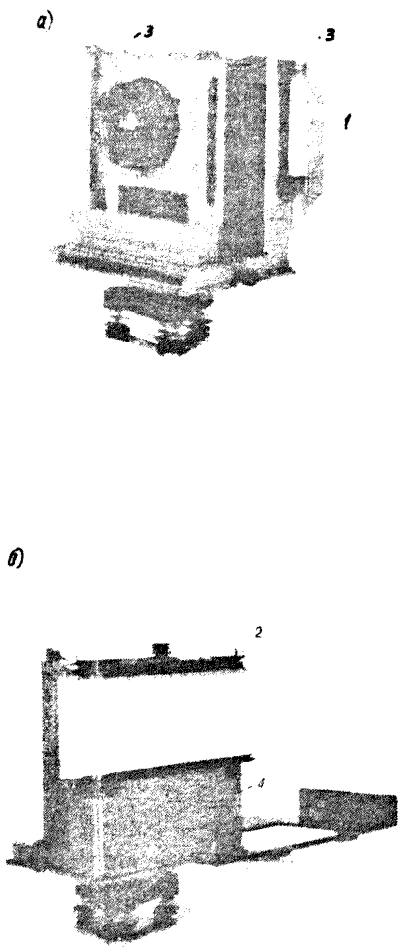


Рис.53. Общий вид рисовального прибора: а)-вид спереди; б - вид сзади.
1 - прижимная рамка с кадровым окном, 2 - калька, 3 - винты барабанов для намотки кальки, 4 - задняя стенка прибора.

тавленную рейку и отмечают его на зарисовке. Эту отметку используют потом для совмещения с соседней зарисовкой, полученной на следующей точке стояния. Таким образом, полученная сплошная зарисовка является первичным геологическим документом, отражающим геологическое строение участков в определенном масштабе.

Для документации рисовальным аппаратом в определенном масштабе можно использовать величину изображения рейки, выставленной у борта, а также соотношение расстояния от инструмента до борта с фокусным расстоянием объектива. Масштаб 1:100 получается при отстоянии инструмента 7 м; 1:200 - 14 м и т.д.

При документации в условиях хорошей освещенности борта и макроскопического различия угля и пород удается задокументировать пропластки мощностью в несколько см. Для документации трудно различимых пород требуется дополнительное их визуальное уточнение, а на доступных участках и специальное маркирование контактов.

На рис.52 и 54 изображены два участка, задокументированные с помощью рисовального прибора в разных масштабах. Детальность такой зарисовки не уступает визуальным способам, а по объективности превосходит их. Эти преимущества особенно заметны, если сравнивать данные зарисовки с зарисовками текущей документации, выполненной геологом карьера (рис.52).

Вопросы оценки точности данного метода решались сопоставлением результатов определения мощности прибором с непосредственными замерами рулеткой. (см.табл.22). При документации в масштабе 1:200 эти расхождения более значительны. При повышении навыка и улучшении условий зарисовки на приборе точность документации должна повыситься.

Недостатками метода является зависимость возможности документации рисовальным прибором от освещенности борта и малая светосила объектива. Недостатком прибора является неудобство обводки изо-

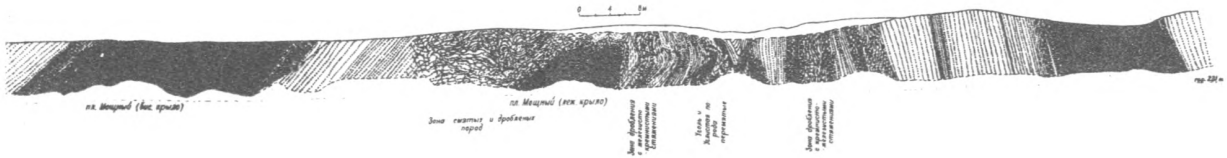


Рис.54. Зарисовка борта с помощью рисовального прибора. Бачатский карьер.

бражения на вертикальной стенке и перевернутое изображение объекта.

Геологическая фотодокументация

Одним из способов усовершенствования геологической документации бортов является использование фотограмметрического способа. Этот способ разработан во ВНИМИ для подземных условий (документация в масштабе 1:100 - 1:50) и для открытых работ (масштаб 1:2000 и мельче). См."Методические указания по наземной стереофотограмметрической съемке карьеров", Углетехиздат, 1957 г. Для крупномасштабной документации геологического строения бортов карьеров достаточно использовать упрощенный фотограмметрический способ, который требует специальной полевой и камеральной аппаратуры, а также сложных приемов по обработке снимков, их координированию и т.д.

Геологическая фотодокументация проводится с использованием фотоаппаратов типа "ФЭД" и "Зенит". Параллельность плоскостей борта и пленки оценивается визуально или по $3^{м}$ рейкам, выставляемым на равном расстоянии друг от друга в центре и по краям фотографируемого участка. В кадровом окне видоискателя они должны занимать такое же положение. Перекрытие снимков должно составлять около 25%.

Съемка проводится "с рук" и со штатива. Сейчас авторами разрабатывается метод съемки со штанги, что позволяет получать снимки с одинаковым масштабом изображения верхней и нижней части наклонного борта.

При определении экспозиции без экспонометра для съемки угольного уступа необходимо увеличивать продолжительность выдержки. Для ликвидации бликов от блестящих разностей углей используются поляризационные фильтры. Правильность положения фильтра на объективе контролируется наблюдением в зеркальном видоискателе наибольшего "погасания" бликов при повороте фильтра.

Для повышения возможностей камерального дешифрирования целе-

сообразно при съемке делать краткие пояснения и схематические зарисовки геологического строения. Кроме того необходимо избегать косого освещения борта, приводящего к затемнению отдельных участков и искажению цветопередачи пород.

Масштабирование съемков производится при печати по изображению рейки.

Проведенными исследованиями установлено, что искажения на краю снимка из-за неровности поверхности откоса, например, равной 0,1-0,2 м, составляют в среднем 0,2 м. Поэтому при соблюдении отмеченных условий съемки, центральная часть снимка на площади 50-75%, по точности не уступает зарисовке, полученной обычным путем, а по объективности и детальности превосходит ее.

Отпечатанные в требуемом масштабе снимки монтируются в сплошное фотоизображение участка борта. При монтаже соседние снимки обрезаются с края на 25% и с учетом совпадения контуров обрезаются и склеиваются. Качество дешифрирования полученного фотомонтажа зависит от знания геологического строения участка.

Дешифрирование фотоснимков основано на цвете, тональности и фактуре изображения, которые определяются макродиагностическими признаками пород. Дешифрированию способствуют эталонные фотоснимки пород и угля, отмеченные схемы и дополнительные записи, а также знание строения и навык диагностики пород, слагающих месторождения.

Примеры геологической фотодокументации и результатов дешифрирования приведены на рис.52. Из этих рисунков видно, что в данных условиях наиболее полная картина геологического строения получена путем геологической фотодокументации.

Недостатки этого метода определяются тем, что он наиболее эффективен только в условиях достаточного макроскопического различия пород и угля. Но при наличии определенного навыка дешифрирования, знания геологии месторождения, а также при использовании полевого

способа дешифрирования возможности фотограметрического метода документации на угольных месторождениях расширяются.

Из изложенного можно сделать вывод, что на большой группе угольных месторождений, разрабатываемых открытым способом, можно успешно внедрять инструментальные методы документации бортов, что значительно повысит качество и объективность геологических материалов и будет соответствовать высокопроизводительному производству на карьерах, а также улучшению безопасности труда геолога.

§ 5. Геологическая документация скважин

Скважины, буримые в пределах карьерного поля, разделяются на разведочные и технические.

Основной объем технического бурения связан с ведением осушительных и буро-взрывных работ. Методика геологического изучения технических скважин зависит от технологии их проходки. Ударно-канавное бурение, как наиболее распространенный вид проходки скважины, мало пригодно для изучения геологических особенностей строения участка. Применяемое на простых месторождениях со слабыми породами вращательное бескерновое бурение может быть использовано для изучения качества угля по штыбу (см.гл.Ш), а при ограниченной длине рейса - для уточнения положения контактов.

Скважины колонкового бурения являются основным видом эксплуатационной разведки и доразведки.

Доразведка проводится с целью уточнения границ карьерного поля и расширения запасов, а также для уточнения геологического строения на плохо разведанных участках со сложным геологическим строением. Доразведка ведется в местах заложения стволов гидрошахт и при проходке капитальных траншей.

Эксплуатационное разведочное бурение в значительной мере связано с решением текущих задач эксплуатации: I) с уточнением геологи-

ческих показателей (мощности и строения пласта, зольности угля и т.д.) на текущий планируемый период; 2) для определения потерь; 3) для определения качества, мощности и условий залегания пласта в пределах готовых к выемке запасов, с цель планирования объема и качества добываемого угля.

Документация колонковых скважин

Все виды разведочного бурения, проводимые на карьерном поле, осуществляются либо под непосредственным руководством геолога карьера, или при его контроле. Геолог карьера составляет проект на геолго-разведочное бурение. В проекте излагаются следующие вопросы: обосновывается необходимость бурения; цели разведки; места заложения скважин; объем бурения; технология бурения; технико-экономичнские затраты; ожидаемый результат с точки зрения уточнения запасов, границ и геологического строения.

На каждую скважину составляется паспорт, который состоит из предполагаемого геологического разреза по скважине; из конструкции скважины (диаметр бурения, глубина обсадки и т.д.); указаний по технологии бурения: скорости бурения, длины рейса, расходу промывочной жидкости и т.д. Перед началом бурения этот паспорт выдается буровому мастеру, а также составляется акт о закладке скважины.

Результаты отмечаются в 2-х первичных документах: в буровом и в геологическом журнале. При ведении откачек гидрогеологические данные заносятся в специальный журнал либо в геологический.

В буровом журнале, который ведется буровым мастером, отмечаются вопросы техники и технологии бурения: 1) крепления скважины; 2) оборудования скважины фильтрами; 3) данные о величине проходки и выходе керна; 4) о мероприятиях для повышения выхода керна и по борьбе с потерями промывочной жидкости и ликвидацией аварий и т.д.

Поднятый керн укладывается в специальные керновые ящики с соблюдением последовательности начала и конца пробуренных интервалов. После укладки и замера длины керна буровым мастером выписывается этикетка с указанием: номера скважины; глубины начала и конца интервала бурения, величины уходки и процента выхода керна. Выход керна определяется как частное от деления дины керна на длину пробуренного интервала (уходку). Этикетка делается из фанеры и кладется в ящик в конце всего поднятого керна.

Геологический журнал ведется геологом. В журнале отмечается высотная отметка или глубина начала и конца интервала бурения, общая его длина и выход керна; дается описание пробуренных пород по керну с измерением видимой мощности слоев и составлением геологической колонки. Документация керна ведется путем составления колонки в масштабе 1:50 - 1:200 в единых условных знаках с описанием особенностей строения, состава, текстурно-структурных элементов. Указываются место отбора образцов и данные о физико-механических свойствах, отмечается категория буримости.

При закрытии скважины составляется акт о закрытии, где отмечается глубина скважины, дата, причина закрытия.

Чистовой документацией скважины является геологический разрез. Рядом с разрезом дается описание пород, указываются мощности, выход керна, отмечаются номера проб и образцов и результаты опробования. Здесь же проставляются результаты замера искривления оси скважины, уровня воды и данные каротажа.

По керну скважины можно давать качественную характеристику трещиноватости. Количество трещин, приходящихся на I п.м.керна, является весьма приближенной характеристикой истинного количества трещин в данном интервале. Зная пространственное положение плоскостей напластования и слоистости, можно относительно их определить угловое взаимоотношение с трещинами, а затем вычислить ориен-

тировку видимых в керне трещин. С этой целью можно использовать палетку И.А.Очеретенко /73/.

Трещиноватость по скважинам изучается с помощью геофизических исследований, фотографирования стенок фотобуроскопом, путем визуального осмотра стенок неглубоких скважин с помощью специальных перископических приборов /7/, /27/ и др.

Геофизические методы документации основаны на разной электрической проводимости и сопротивлении пород и на их радиактивности. Поскольку одни и те же породы угольных месторождений могут иметь разные показатели каротажа, то геофизические методы должны применяться комплексно. Например, аномалии кажущегося сопротивления, обусловленные наличием угля, хорошо контролируются результатами гамма-каротажа.

Метод кажущегося сопротивления (КС) наиболее распространен при каротаже скважин с целью выделения угольных пластов в скважинах, заполненных буровым раствором и незакрепленных трубами. При помощи трехэлектродной измерительной установки измеряется сопротивление пересекаемых пород, отличающихся от удельного сопротивления однородной среды и называемое кажущимся сопротивлением. Кривая (КС) зависит от типа применяемого зонда, мощности пласта и степени метаморфизма угля. Для антрацитов электрическое сопротивление изменяется в пределах 0,001-10 ом.м; для бурых углей - 20-10 ом.м.

Инклинометрия. Для измерения пространственного положения оси скважины проводится инклинометрическая съемка. Наибольшее отклонение по геологическим и технологическим причинам происходит у наклонных скважин. Для характеристики положения оси скважины измеряется угол ее наклона и азимут.

Инклинометры, которые позволяют измерить только угол наклона, основаны на свойствах отвеса или жидкости. В качестве жидкости используется плавиковая кислота или электролит (приборы Петросяна,

ГБС-Я-1 и др.). Эти жидкости оставляют след на стенках специального измерительного патрона, который дает возможность по соответствующим измерениям вычислять угол наклона интервала скважины, где был установлен прибор.

Измерения азимута и угла наклона осуществляется одновременно в приборах с помощью маятниковой системы, имеющей отвес, в гироскопических и в электроимпульсных приборах. Наибольшее распространение получили электроимпульсные приборы типа ИШ. Положение магнитной стрелки и отвеса фиксируется с помощью специальной электромагнитной системы, позволяющей все измерения производить с поверхности на специальной панели. Точность определения азимута $\pm 5^{0}$, угла наклона $\pm 15^{0}$. Гироскопические приборы в углеразведке мало применяются из-за небольшого диаметра бурения.

Инклинометрическая съемка проводится по интервалам через 10-20 м. По результатам съемки по величине интервала, углу наклона и азимуту оси строится горизонтальная и вертикальная проекции положения оси скважины (масштаб 1:100 и 1:200). Данные инклинометрии необходимы для определения истинной мощности пласта, а также для задания направленных скважин.

Документация скважин ручного бурения

Скважины ручного бурения на карьерах чаще всего проходятся как зондировочные для уточнения положения подошвы пласта с целью определения потерь, уточнения выходов пласта под наносы, а также с гидрогеологическими целями. Бурение в слабосцементированных породах осуществляется змеевиком или винтовой ложкой.

Документация осуществляется по интервалам проходки, величина которых выбирается на каждом конкретном месторождении в зависимости от перемежаемости и крепости пород. Обычно разовая уходка по углю составляет 10-20 см. При бурении по пустым породам величина уходки

определяется возможностями ручного бурения. В неустойчивых породах стенки скважин обсаживаются трубами.

По результатам интервального определения пород и их описания составляется геологическая колонка по всей скважине в масштабе 1:50 - 1:100 (рис.55). На месторождениях с постепенным переходом угля в породы границы устанавливаются по данным опробования.

§ 6. Прогнозирование элементов геологического строения

Обоснованное и надежное геологическое прогнозирование в условиях современной технической вооруженности и темпов ведения вскрышных и добычных работ является насущной производственной необходимостью и тесно связано с планированием технико-экономических показателей работы угольного карьера.

Прогнозирование геологического строения основывается на результатах обобщения и анализа данных о генетических особенностях данного типа месторождения, особенно данных о выдержанности мощности, элементов залегания, строения и нарушенности угольных пластов, а также состава и строения толщи вмещающих пород.

Известно, что месторождения, образовавшиеся в условиях прибрежных низменных равнин, отличаются более устойчивыми по мощности и площади распространения угольных пластов, чем месторождения, например, внутриконтинентальных и межгорных областей.

Общей закономерностью является наибольшая изменчивость мощности и строения у пластов сложного строения, чем у пластов простого строения. Для более устойчивых угольных пластов характерны резкие контакты с вмещающими породами, неустойчивым пластам свойственны линзообразная и беспорядочная форма переслаивания угля и пород, наличие расщепления и т.п. На выдержанность мощности оказывает влияние эпигенетические явления такие, как размывы и тектонические нарушения.

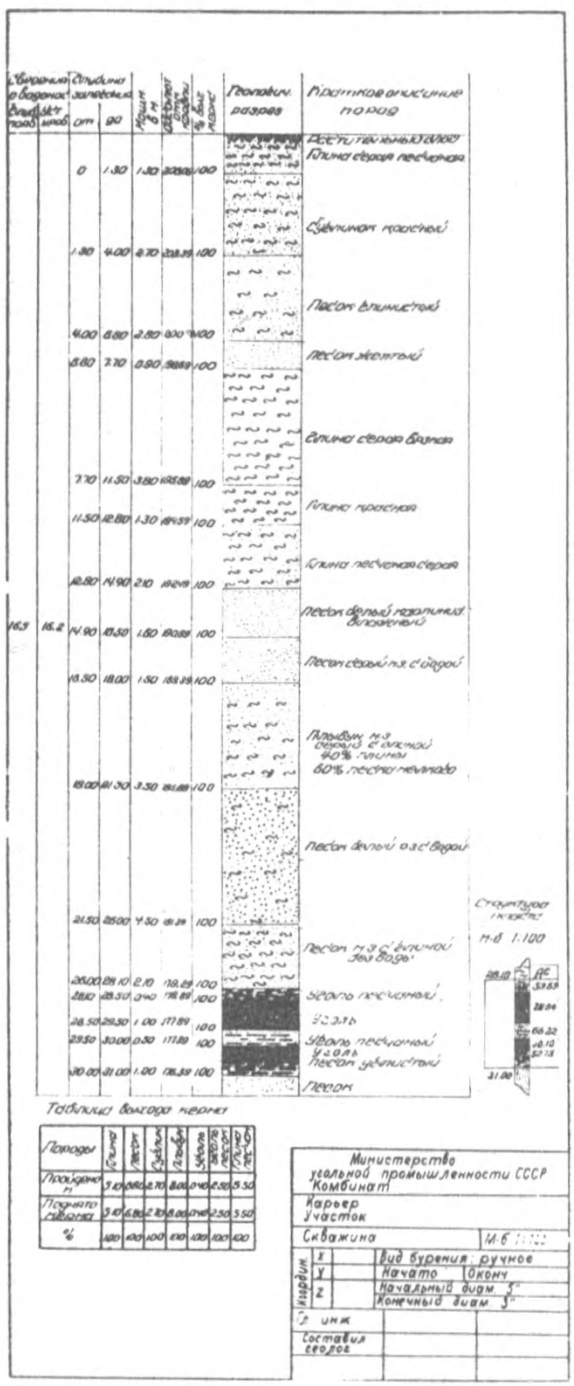


Рис.55. Чистовая документация скважины ручного бурения.

Прогнозные построения ведутся путем экстра- и интерполяции данных, установленных в ближайших выработках (обнажениях), а также путем аналогии с соседними участками. Необходимым элементом при прогнозировании по аналогии является корректировка переносимых закономерностей, установленных по достоверным данным в выработках, ближайших к прогнозируемому участку. Все прогнозные построения ведутся с учетом правил и приемов горной геометрии.

Прогнозированию в значительной мере способствуют также горно-геометрические графики, как планы изомощности пласта, пород междупластья и т.д., а также результаты специального сравнительного анализа данных разведки и эксплуатации.

В условиях эксплуатируемого месторождения прогнозирование, как правило, ведется внутри оконтуренной площади между двумя соседними выработками. При этом важное значение имеет прогнозирование возможных размывов и других мелких изменений мощности и строения пласта (раздувов, пережимов, инъекций и т.д.). Данные об этих явлениях по разведочным скважинам чаще всего нельзя получить. Для установления закономерностей этих явлений требуется систематическая документация сплошных протяженных обнажений, в достаточном количестве имеющихся на карьерах.

Таким образом, данные систематического изучения и документации при эксплуатации месторождения дают возможность установить не только дополнительные, но подчас и основные закономерности, необходимые для геологических прогнозных построений.

Материалы полевого изучения геологического строения после обработки и чистового оформления являются основой для анализа с целью установления геологических закономерностей и прогнозирования. Обязательной систематизации, обобщению и анализу для установления соответствующих закономерностей должны подвергаться данные о мощности, условиях залегания и строений пластов, о структуре и

нарушенности месторождения, а также о качестве угля, гидрогеологических и инженерно-геологических условиях ведения горных работ. Необходимые обобщения и их результаты по этим вопросам обычно излагаются в ежегодных геологических отчетах, в специальных отчетах и пояснительных записках о горно-геологических условиях проектируемых горных работ. Основными графическими материалами, на которых изображаются прогнозные построения, являются планы горных работ,геологические разрезы, планы изолиний мощности, зольности и т.п.(см.гл.УI).

Г Л А В А III

ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВА УГЛЯ

§ 1. Опробование угля

Задачи и виды опробования

На действующих угольных карьерах в задачу опробования входит получение материалов для организации добычных работ с учетом шихтования и селективности выемки угля, а также получение исходных данных для составления проекта стандартов, планирования качества угля и корректировки промышленных запасов. Результаты опробования используются при определении полноты потерь и засорения угля.

При опробовании устанавливаются: 1) качество угля в массиве путем п л а с т о в о г о опробования; 2) ситовой состав и качество по фракциям угля при принятой системе эксплуатации путем э к с п л у а т а ц и о н н о г о опробования; 3) качество добытого угля путем т о в а р н о г о опробования; 4) технологические свойства угля путем т е х н о л о г и ч е с к о г о опробования.

Опробование подразделяется:

1) по методу испытания и анализа проб-на химическое, заводское (технологическое), петрографическое и геофизическое;

2) по назначению-на пластовое, эксплуатационное, товарное и технологическое;

3) по способу отбора-на бороздовое, горстьевое, штуфное и опробование скважин по керну и шламу.

По методу и с п ы т а н и й основным видом опробования является химическое. Им определяют химический состав угля, а также содержание полезных и вредных компонентов.

В результате заводского опробования выявляется способность

угля к обогащению, коксованию или брикетированию в промышленных масштабах и устанавливаются технико-экономические показатели.

Петрографическое опробование основано на использовании различий в физических свойствах петрографических разностей углей (состав, блеск, цвет, трещиноватость и др.). При эксплуатации оно применяется для визуальной оценки качества топлива.

Геофизическое опробование основано на использовании специальных физических свойств углей (электропроводность, радиоактивность и др.). Оно применяется в опробовании без отбора проб в естественном залегании, а также для определения качественных показателей по отдельным образцам, брикетам и в потоке на конвейерной ленте.

По своему н а з н а ч е н и ю угольные пробы подразделяются на четыре вида.

Пластовые пробы предназначены для промышленной оценки качества угля непосредственно в пласте. Они состоят из пластово-дифференциальной и пластово- промышленных проб.

По пластово-дифференциальной пробе определяют зольность на абсолютно - сухое вещество (A^c) и удельный вес. Эта проба характеризует качество каждой отдельной угольной пачки и каждого породного прослоя, входящих в угольный пласт сложного строения. Породные прослои мощностью менее одного сантиметра рассматриваются как составные части тех угольных пачек, с которыми они имеют более прочный контакт. В пластах простого строения, но состоящих из прослоев различного петрографического состава, также отбираются дифференциальные пробы. Посредством пластово-дифференциальных проб проверяется и точность отбора пластово-промышленных проб.

Пластово-промышленная проба является основной и характеризует качество угольного пласта в совокупности всех составляющих его пачек угля и породных прослоев. В эту пробу включаются все

содержащиеся в пласте пачки и породные прослои, за исключением отдельно вынимаемых при эксплуатации. Пластово-промышленную пробу подвергают полному техническому анализу: определяют влагу на рабочее топливо (W^p), зольность (A^c), серу общую на абсолютно сухое вещество ($S^c_{общ}$), летучие в пересчете на горючую массу (V^2) и теплоту сгорания по бомбе в пересчете на горючую массу (Q^2). Определение теплоты сгорания, как важнейшего показателя качества топлива, производится систематически. Но для некоторых углей (Подмосковного бассейна), в которых устанавливается четкая зависимость теплоты сгорания от зольности, первая определяется как функция от зольности: $Q^2 = 80\ (92-0{,}22A^c)$. Пластометрические показатели определяются только для коксования. В редких случаях (эпизодически) проводится определение элементарного состава угля и выходов продуктов полукоксования.

ГОСТом (9815-61) предусмотрено, что пластово-дифференциальные и пластово-промышленные пробы отбираются одновременно во всех случаях, независимо от количества пачек и прослоев пласта. Но если пласт состоит из одной угольной пачки, то отбирается только пластово-промышленная проба. По данным пластово-дифференциальной пробы, путем пересчета можно определить общую среднюю зольность угольного пласта по формуле:

$$A^c = \frac{A^c_1 M_1 \gamma_1 + A^c_2 M_2 \gamma_2 + \cdots + A^c_n M_n \gamma_n}{M_1 \gamma_1 + M_2 \gamma_2 + \cdots M_n \gamma_n}$$

где: $A^c_1, A^c_2, \ldots A^c_n$ – зольность каждой отдельной пачки угля и каждого отдельного прослоя породы;

$M_1, M_2, \ldots M_n$ – мощность каждой пачки угля и каждого прослоя породы;

$\gamma_1, \gamma_2, \cdots \gamma_n$ – истинный удельный вес каждой пачки угля и каждого прослоя породы.

Если разница в содержании золы между пластово-дифференциаль-

ной и пластово-промышленной пробами превышает 10% (относительных), то вся проба бракуется, а новая проба отбирается на расстоянии 1-2 м от точки предыдущего отбора.

Эксплуатационные пробы отбираются для определения качества угля при нормальных условиях эксплуатации. В отличие от пластовой в эксплуатационную пробу входит порода почвы и кровли, которая засоряет уголь в процессе добычи. Эксплуатационные пробы характеризуют среднее качество продукции, выдаваемой горным предприятием за определенный промежуток времени. Аналитическое исследование этой пробы заключается в производстве ситового и технического анализов угля по фракциям.

Товарные пробы служат для определения качества топлива, отправляемого потребителям. При аналитическом исследовании пробы подвергаются техническому анализу.

Технологические пробы выявляют определенные технологические свойства угля при заводских испытаниях.

Способы отбора проб

Проба представляет собой минимальную часть полезного ископаемого, взятую по определенным правилам, причем эта часть должна качественно характеризовать с допустимой точностью определенный объем исследуемого объекта. Представительность пробы легко достигается при равномерном распределении полезных и вредных компонентов. На пластах с высокой степенью изменчивости качества угля задачи опробования решаются отбором большого числа проб. При опробовании по принятой на месторождении сетке необходимо исключать места отбора проб из зон выветривания, разрушений, внедрения изверженных пород, так как перечисленные явления вызывают местное изменение качества угля. Изменчивость свойств полезного ископаемого, характер залегания и задачи опробования определяют, в конечном счете, выбор способа опробования.

В практике эксплуатации угольных месторождений открытым способом наиболее часто применяется бороздовый способ отбора проб, точечные (горстьевой и штуфной) и отбор проб по скважинам (по керну или по шламу).

Б о р о з д о в ы й способ взятия проб применяется для оценки качества угля в естественном залегании. Он заключается в отборе пластово-промышленной и пластово-дифференциальной проб в виде борозд, проходимых на всю мощность пласта по нормали к его залеганию или по отдельной части угольного пласта (секционные пробы). Перед отбором проб пласт расчленяется на пачки, подробно зарисовывается и детально описывается. Если возможно, то выделяют основные петрографические разности угля; блестящий, полублестящий, матовый, полуматовый,с указанием их процентного соотношения. Устанавливаются интервалы по мощности отдельных пачек дифференцированного опробования. Место отбора проб выравнивается (удаляются выпуклости и впадины). Отбор бороздой производится в соответствии с ГОСТ 9815-61.

Сечение борозды должно быть одинаковым по всей мощности пласта или опробуемого слоя. Прямоугольная форма борозды имеет размер каждой стороны 10 см, треугольная форма - 15 см. Допускаются и другие размеры: более широкая и менее глубокая-для пластов крепкого угля и более узкая и глубокая - для менее крепкого угля. Расстояние между врубами пластово-дифференциальной и пластово-промышленных проб не должно превышать двойную ширину борозды. В пластах с мягкими пачками или трещиноватым углем расстояния между бороздами может быть увеличено до одного метра,а в крепких углях допускается делать два вруба без промежутков Выемка вруба производится сверху вниз таким образом, чтобы не происходило смещение отдельных угольных пачек и прослойков породы.

На крутых бортах и забоях опробование производится с помощью деревянной или веревочной лестницы, надежно закрепленной на верх-

ней бровке уступа. Забой или борт должны быть предварительно очищены от заколов и козырьков, представляющих опасность обрушения. Рабочий непосредственно занятый на отбойке проб должен быть снабжен предохранительным поясом.

На местах отбора проба упаковывается в брезентовый мешок. На этикетках указываются следующие данные: дата отбора пробы, место отбора, номер пробы (пластово-промышленной и пластово-дифференциальной пробе присваивается один номер с соответствующей начальной буквой "П" или "Д"), наименование пласта, номер зарисовки и подпись отобравшего пробу.

Горстевой способ отбора проб применяется при товарном опробовании. Товарную пробу отбирают от каждой партии угля, от каждой марки, класса и сорта, отгружаемых потребителю. Отбор проб производится из потока или неподвижного слоя в зависимости от условий (ГОСТ 10742-64).

По характеру отбора порций эксплуатационное опробование можно также отнести к точечному способу. От каждого пласта (одновременно с отбором пластовых проб) при нормальных условиях добычных работ отбирается эксплуатационная проба. Общий вес ее должен быть не менее 10 т. В течение одной или двух рабочих смен проба отбирается в забое экскаватором, либо с транспортерной ленты лапатой, либо из вагонеток 100 порций по 100 кг каждая (ГОСТ 3249-46). Чтобы приступить к отбору эксплуатационной пробы, нужно установить общую добычу за смену по забою. Порции, составляющие эксплуатационную пробу, отбираются экскаватором равномерно в течение всей рабочей смены. Если отбирается проба в целом с участка, то в пробу должен войти уголь в той пропорции, в которой он выдавался с каждого забоя. При взятии проб с конвейерной ленты движение останавливают и весь слой угля весом 100 кг снимается на ширину ленты. При взятии проб у вагонеток уголь из намеченных вагонеток бе-

ется полностью.

Проба в ящиках или мешках доставляется на площадку для разделки. После грохочения и деления на классы (ГОСТ 2093-59) измельченные и сокращенные пробы отправляются в лабораторию для производства технического анализа.

При штуфном способе в пробу отбирают штуфы характерных петрографических разностей угля по линии, нормальной к залеганию пласта. Определение зольности по штуфам редко применяется в практике геологической службы при эксплуатации угольных месторождений из-за неточных показаний метода (ошибка 5% и более). Тем не менее для оперативного расчета средней золы визуальное определение зольности имеет место на ряде угольных карьеров. Кроме того, при некотором навыке макроскопическое определение средней зольности возможно вести непосредственно в забое.

Опробование скважин (по керну или по шламу) на действующих угольных карьерах производят при эксплуатационной разведке. Недостаток керновых проб заключается в неполном выходе керна. Из угля при бурении обычно выкрашиваются более хрупкие и более слабые разности: витрен, фюзен, сажистые и землистые разности бурого угля, а в керне остаются наиболее прочные его разности: дюрен, матовые многозольные угли, пиритизированные прослои угля, углистые сланцы и прослои породы. В большинстве случаев керновые пробы характеризуются повышенной зольностью и меньшей спекаемостью

Для химического анализа берется весь керн по опробуемой пачке, так как разделить керн, состоящий из отдельных кусочков, коротких столбиков, на две равные и тождественные по качеству части трудно.

Пробы шлама и штыба вследствие их разубоживания, как правило, дают искаженные представления о качестве угля, поэтому пригодны в основном для общего представления о качестве исследуемого угля. Но на месторождениях с угольными пластами простого строения и не-

большой изменчивостью содержания золы опробование ведется по шлыбу скважин, буримых для буровзрывных целей. Практика опробования на Назаровском карьере и опытные работы института КузНИИУглеобогащения на Ирша-Бородинском карьере показали хорошие результаты этого способа определения зольности. На Ирша-Бородинском карьере опробовался шлам скважин, буримых станками БС-110 и СВБ-2. Скважины расположены в шахматном порядке в 2 ряда через 20 м в ряду. На выходах пласта рекомендуется сгущать сеть до 10 м. На буроугольных карьерах Украины проходятся специальные скважины шнекового бурения для опробования и документации геологического строения. Скважины отстоят друг от друга в среднем на 50 м.

Опробованию подвергается каждый метр пробуренного интервала путем отбора 10-12 кг шлыба. Из всего отобранного материала после сокращения оставляется 1/10 часть.

Сотрудниками КузНИИУглеобогащения установлено, что замена пошагового опробования опробованием шлыба буровзрывных скважин для Ирша-Бородинского карьера даст ежегодную экономию 150 тыс.руб.

Для быстрого и успешного решения задач опробования при эксплуатационной разведке в настоящее время внедряется новая буровая техника. Шнековое и колонковое бурение портативными буровыми установками позволит производить в кратчайший срок опробование на глубину 25-40 м. Такие установки легко переносятся одним - двумя рабочими; привод бурового снаряда осуществляется посредством бензинового или электрического двигателя. Установки подобного типа сконструированы в Ленинградском горном институте - ПБУ-25, и СКБ Министерства геологии СССР (УПБ-25,УБР-1,М-1,БУВ-1Б и др.), а Оренбургский завод Министерства геологии РСФСР приступил к серийному выпуску малогабаритных буровых установок. Серийно выпускаются мотобуры МП-1 и МС-1, применяемые для шнекового бурения на глубину до 10м,а для колонкового бурения диаметром 46-59мм на глубину до 15м.

Сеть опробования и изменчивость основных показателей качества угля

По мощности угольные пласты опробуются непрерывно. Расположение проб по площади определяется степенью изменчивости основных показателей качества угля, а также структурными особенностями месторождения. Так более простой выдержанный I-й пласт Экибастузского месторождения опробуется через 250 м, тогда как на 3-м пласте (пласт с частыми фациальными замещениями отдельных пачек) расстояние между пробами равно 50 м, а в некоторых случаях уменьшается до 25 м.

Несмотря на существующую обратную зависимость между степенью изменчивости качества и расстоянием между пробами, строгих расчетов для определения расстояния пока нет. Поэтому до сих пор для определения расстояния между пробами широко используется метод геологической аналогии.

Эмпирически установленные расстояния между пробами нередко приуменьшены. Это подтверждается на примере расчета расстояний между пробами по Назаровскому месторождению, приведенном ниже. Расчет производился по двум методам: методом разряжения проб и аналитическим методам с использованием коэффициента вариации.

Метод разряжения. Результаты опробования с принятыми на месторождении расстояниями между пробами используются для подсчета запасов или определения средней зольности (первый вариант). Затем подсчитывают запасы или определяют среднюю зольность через одно-два-три и т.д.сечений (второй, третий и т.д. варианты), сокращая в каждом последующем варианте число сечений. В каждом варианте, начиная со второго, подсчет производится по нескольким рядам - во втором варианте по двум рядам (четному и нечетному), в третьем-по трем и т.д. По каждому устанавливается погрешность подсчета против исходного варианта. В расчет принимается

только максимальная погрешность. Оптимальные расстояния между пробами определяются с учетом допустимой погрешности опробования или подсчета запасов. Рассмотрим это на примере.

На открытых разработках Назаровского месторождения оценка качества угля производится по сетке скважин 50х100 м (расстояние между профилями 100 м, расстояние между пробами 50м). За 1953-65 г.г. взято 233 пробы на химический анализ, площадь опробования составляет 3000х7000 м.

В настоящее время в литературе отсутствуют полные сведения об относительной погрешности определения среднего содержания золы (m) на угольных месторождениях. Однако, исходя из требований ГОСТ 11022-64 о 10% допустимом расхождении двух определений зольности в точке, можно принять погрешность определения среднего значения зольности равной 5%.

Для расчета оптимальной плотности скважин эксплуатационной разведки методом разряжения вычислим среднеарифметическую зольность по 233 пробам. После первого сокращения числа проб (сеть опробования 100х100 м разность средней зольности по четному и нечетному рядам против исходной средней зольности не превысила 0,6% относительных. После второго сокращения (сеть опробования 150х100 м) разность по трем рядам также не превысила 0,6%. После третьего сокращения (сеть опробования 200х200 м) разность в одном из 8 рядов составляла уже 3,3%. После четвертого сокращения (сеть опробования 400х400 м) разность во многих расчетных рядах стала близкой к 5%, а в одном даже превысила принятую нами допустимую погрешность определения средней зольности. Таким образом, допустимые расстояния между пробами определяются сетью 400х400 м.

Аналитический метод. Расстояние между пробами находится в определенной зависимости от характера распределения зольности. Число проб (n), обеспечивающее надежное определение средних содержаний, может быть вычислено по формуле:

где: V - коэффициент вариации;

m% - допустимая относительная погрешность определения среднего содержания золы.

В то же время $n = \frac{S}{s}$, где

S - площадь, в пределах которой разрабатывается залежь угля (величина в известной степени приближенная);

s - площадь, на которую распространяется одна проба.

Тогда $\frac{S}{s} = \frac{V^2}{m\%^2}$ или $s = \frac{m\%^2 \cdot S}{V^2}$

Аналитический метод определения густоты сети опробования не должен быть использован без учета геологического строения и в отрыве от опыта работ. Хотя многие исследователи считают целесообразным независимое использование формул.

Коэффициент вариации для Назаровского месторождения при среднеквадратичном отклонении от средней зольности 1,04% и средней зольности 10,96% равен 9,5%. Подставив в формулу $s = \frac{m\%^2 \cdot S}{V^2}$ исходные данные, получим:

$$S = \frac{5^2 \times 2100000}{9,5^2} = 581717 \text{ м}^2$$

или квадрат со стороной 746 м.

Учитывая два способа определения, можно принять, что достаточной сетью опробования является сеть 400х400 м.

Документация при опробовании

Отбор проб угля обязательно должен сопровождаться геологической зарисовкой с применением установленных условных обозначений. Зарисовки делаются в полевом журнале опробования в масштабе 1:50, 1:100 или 1:200 в виде структурных колонок с указанием интервала опробования, наименования угля и породы, с кратким описанием. Здесь же указывается место отбора проб, дата и фамилия ответственного за опробование. Результаты химического анализа заносятся в

акт отбора пластовой пробы (Приложение № 10), который вместе с журналом опробования являются основными первичными документами геологической службы предприятия. Каждый геолог может выработать наиболее пригодную для данных условий форму журнала опробования. Привязка пробы осуществляется,как правило, инструментально. Геолог может производить привязку и самостоятельно способами, описанными в главе П. Кроме того составляется каталог проб, в котором содержатся те же графы, что и в акте.

На специальных планах опробования масштаба 1:1000 или 1:2000 у мест отбора проб проставляется номер пробы и средняя зольность по пласту. Зольность для большей наглядности лучше проставлять цветной тушью. По этим данным строятся изолинии зольности. При этом используются также сведения по разведке прошлых лет. На планах опробования проводятся контуры выхода пласта под покровные отложения, границы зон окисления, коксующихся углей и некондиционных углей.

Планы опробования и распределения зольности мощных пластов можно составлять как для отдельных угольных пачек, так и для всего пласта, используя для этого сводные структурно-качественные колонки (способы составления колонок, см.гл.П).

На вертикальных, продольных и поперечных разрезах масштаба 1:1000 или 1:2000 строятся или проектируются колонки с данными опробования. По секционным пробам можно выделить зоны с повышенной зольностью.

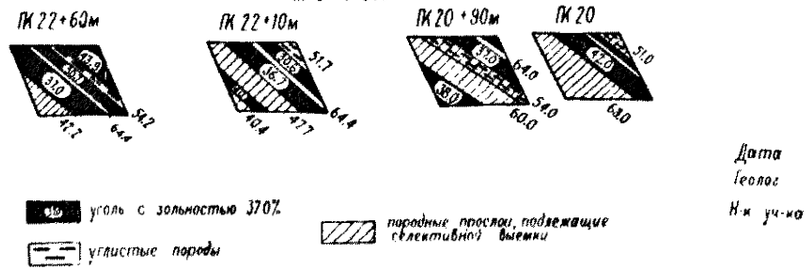
Эти материалы помогают планировать очистные работы. По ним составляют технологические карточки для селективной выемки угля (рис.56).

Технологическая карточка составляется геологом для каждого эксплуатационного участка и работающего экскаватора. По интервалам между пикетами, вынесенными в натуру, составляется геологичес-

Технологическая карточка
Угольный уч-к м
Горизонт + 158 м
Экскаватор м
Высота уступа
Ширина заходки
Угол падения

Район работы	Объем вынимаемого угля по пластам и пачкам						План			Фактически			Примечание
	1пл	2пл	а	б	в	г	Всего угля, т	Объем вынимаемой породы, м³	$A^c_{пл}$	Всего угля, т	Объем вынимаемой породы, м³	$A^c_{ср.}$	
От ПК22+60 до ПК22+10			9.3				9.3	5.3	38.0				
От ПК22+10 до ПК20+95			3.4				3.4	6.4	37.0				
От ПК20+95 до ПК20					13.0		13.0	2.0	39.4				
Итого:													

Разрезы заходки №2
М·б 1:500



уголь с зольностью 37,0%

породные прослои, подлежащие селективной выемки

углистые породы

Дата
Геолог
Н-к уч-ка

Рис.56. Пример геологической документации угольного пласта для проведения селективной выемки. Экибастузский карьер.

кая зарисовка (разрез) участка предстоящей работы экскаватора. На разрезе указаны участки угля и пород подлежащих селективной выемке (рис.56). В таблице указаны предполагаемые объемы выемки угля и пород.

Карточки с данными геологического строения участка заходки и зольности каждого прослоя угля или породы мощностью свыше 50 см выдаются непосредственным исполнителям работы по добыче угля.

Результаты опробования являются также основным материалом для составления проектов стандартов (качественных форм) на добываемый уголь. Проекты стандартов составляются для каждой марки и для каждого сорта углей. Подсчет норм зольности для отдельных участков пласта, намеченных к выемке, производится на основе пластовых проб расположенных в районе будущих очистных работ. Все исходные данные принимаются по результатам технического анализа. Засорение добываемого угля боковыми породами пласта устанавливают путем сопоставления пластово-промышленных и эксплуатационных проб. Разница в зольности определит засорение пласта за счет боковых пород. Анализируя этот материал, можно установить возможное засорение угля в контуре экскаваторной заходки /72/.

Систематическое опробование и анализ его данных с построением планов (проекций) распределения зольности являются необходимыми материалами для прогнозирования качества угля.

Контроль опробования

При опробовании любым методом возникают погрешности. Среди погрешностей выделяют промахи, случайные и систематические ошибки. Промахи обуславливаются путаницей номеров проб, описками, грубыми ошибками при арифметических расчетах содержаний и т.д.Имея данные опробования детальной разведки, промахи можно легко обнаружить и устранить. Когда невозможно установить истину, результаты

анализов бракуют и производят анализ дубликатов проб.

Случайные ошибки опробывания имеют разные знаки. Такие ошибки могут возникать за счет отбора проб в районе нарушения угольных пластов. Частичная потеря материала пробы при ее взятии и обработке, погрешность взвешивания навески - все эти ошибки носят также случайный характер. Случайные ошибки оказывают наибольшее влияние на средние результаты опробования при малом числе проб. Увеличение количества проб уменьшает влияние случайных ошибок.

Систематические ошибки опробования возникают под влиянием постоянно действующих в одном направлении факторов (дефект способа отбора или анализа проб), поэтому они всегда характеризуются одним знаком. Систематическая ошибка при увеличении числа проб не изменяется, а уточняется. В силу своей однозначности систематические ошибки могут привести к серьезным искажениям в общих выводах.

Контроль отбора проб на угольных карьерах осуществляется взятием одновременно пластово-промышленной и пластово-дифференциальной проб, причем пластово-промышленная проба является основной, а пластово-дифференциальная - контрольной. Основные и контрольные пробы обрабатываются и анализируются в тождественных условиях, в противном случае их результаты могут оказаться несопоставимыми.

Сопоставление полученных результатов опробования вскрывает погрешность опробования. Ошибка не должна превышать 10% относительных

Правильность принятого на месторождении способа пробоотбора устанавливается более достоверным способом, например, бороздовый способ контролируется задирковым способом, но при этом нужно учитывать засорение эксплуатационной части пласта боковыми породами. Если выявлена систематическая ошибка в ранее принятом способе, то полученные результаты исправляются путем введения поправочного коэффициента, который вычисляется: $K_п = \frac{C_к}{C_о}$

где: $C_к$ – среднее содержание компонента по контрольным пробам;

$C_о$ – то же по основным пробам.

Достоверность химических анализов устанавливается проведением внутреннего и внешнего контроля. Внутренний контроль производится путем анализа шифрованных проб химической лабораторией, которая исследовала основные пробы. Материалом шифрованной пробы является часть дубликата основной пробы. Сопоставление результатов химических анализов основных и шифрованных проб позволяет установить величину случайной погрешности. Внешний контроль производится повторным анализом дубликата основных проб. Анализ выполняется контрольной лабораторией. Внешний контроль обеспечивает выявление систематической ошибки, которая возникает в основной лаборатории. Внешнему контролю подвергается обычно 5–10% от общего числа рядовых проб.

§ 2. Усовершенствование опробования

Усовершенствование опробования направлено на установление содержания вредных или полезных компонентов без отбора материала в пробу, его обработки и анализа. Преимущество такого опробования бесспорно: увеличивается оперативность опробования, сокращаются затраты труда и средств при эксплуатационном разведочном бурении, появляется возможность бескерновой проходки скважин и т.д.

Геофизические методы опробования

Э л е к т р о к а р о т а ж . Определение зольности углей методом кажущихся сопротивлений (кс) и по данным грунтоносных проб наиболее эффективно для углей с высоким удельным сопротивлением (каменные угли марки Д,Г,Ж,К,ОС, а также бурые угли, близкие по своим свойствам к марке Д), при мощности слоя превышающей 5 см. В зависимости от величины зольности изменяется геофизическая характеристика пласта. Методика определения зольности путем электро-

каротажа отработана в условиях Печорского бассейна /27/, но ее с успехом можно перенести и на другие угольные бассейны.

На каротажных диаграммах локальные прогибы кривой КС (отклонение в сторону увеличения)соответствуют увеличению зольности. Степень прогиба кривой качественно характеризует зольность исследуемого пласта. При неоднородности структуры угольного пласта прогиб кривой КС не всегда соответствует теоритическим расчетам. Эмпирически установлено, что отношение кажущегося сопротивления пачки в слохном пласте к среднему кажущемуся сопротивлению пласта находится в прямой зависимости от зольности (рис.57, а). Данные грунтоносной пробы используются для характеристики опорной пачки.

Удовлетворительные данные получены также при исследовании зависимости зольности от относительной электропроводности отдельной пачки пласта и значения этой величины для всего пласта (рис.57,б).

Для каменных углей Сахалина Н.Б.Дортман также установлена корреляционная связь зольности и истинного электрического сопротивления.

На Эгинсайском и Кызылтальском буроугольных месторождениях Тургайского прогиба в 1958 г. были проведены исследования сотрудниками ВИТР с целью определения зольности угольных пластов по данным каротажа. (Отчет "Разработка методики оценки зольности угольных пластов по данным каротажа" Фриш В.В., Дорота П.П., фонды ВИТР 1958 г.) Исследователи дали отрицательную оценку методу кажущихся сопротивлений применительно к бурым углям. Какой-либо четкой зависимости между изменением зольности пласта по его мощности и кривыми КС на диаграммах им не удалось установить.

Объем работ по методу вызванных потенциалов оказался недостаточным для окончательных выводов. Но результаты подтверждают наличие качественной зависимости между элекрической активностью угольных пластов и их зольностью.

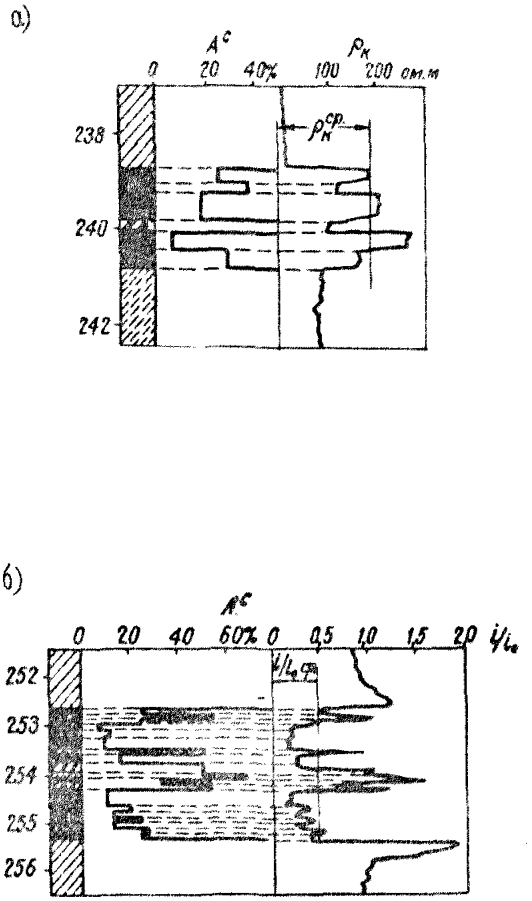


Рис.57. Взаимная связь зольности угля (A^c) и его электрических свойств: кажущегося сопротивления ($\rho_к$) - а; электропроводимости (i/i_o) - б.

Р а д и о а к т и в н ы е м е т о д ы также применяются для определения содержания золы.

I. Метод гамма - гамма каротажа основан на закономерной зависимости между плотностью и зольностью угольных пластов. В.В.Фриш и П.П.Дорота (тот же отчет ВИТР за 1958 г.) провели на Эгинсайском и Кызылтальском месторождениях исследования на девяти скважинах. Метод дает наибольшее отклонение по зольности от среднеарифметического значения ± 5-6% для угольных пластов с зольностью менее 25% и 7-8% для пластов с зольностью 25-40%. Метод плотностного каротажа наиболее перспективен для оценки зольности буроугольных пластов.

2. Метод рассеянного гамма-излучения основан на облучении порошковых проб (размер зерен проб до 0,2 мм) рентгеновскими лучами. Золомер "Сендр-Икс" (Голландия), использующий рентгеновское излучение с длиной волны 1.79 Å, был испытан в течение двух-трех лет на шахтах Голландии и Англии как на конвейерах, так и на единичных пробах. Прибор показал среднюю погрешность не более 0,I-0.3%.

В золомере (ЗАР), созданном в институте УкрНИИуглеобагощения /82/, применена рентгеновская трубка БСВ-2 с кобальтовым анодом и двумя пучками излучения. Вес установки I90 кг, питание от сети переменного тока с напряжением 220 вольт. Время замера 3-4 мин. Погрешность измерения 0,5% для углей с зольностью от 4 до I4% и 0,7% для углей с зольностью от I4 до 24%. На точность измерения влияет минеральный состав (особенно CaO) и увеличение влажности. Градуировка прибора на определенный пласт позволяет снизить искажения, получаемые за счет влияния минеральных примесей. Для бурых углей, где влажность колеблется в широких пределах, измерение можно производить только на предварительно высушенных углях.

Хотя метод рассеянного гамма-излучения и является наиболее перспективным, но задача эта далеко еще не решена.

3. Метод отраженного бета-излучения. Поскольку основу угля составляют элементы с низким атомным номером (C,H,O,N), а золы - с более высоким (Si,Al,Fe,Ca,Mg) можно ожидать, что интенсивность отраженного бета-излучения будет существенно зависеть от зольности угля (см. схему радиоактивного золомера, гл.УI).

Точность определения зольности с помощью Tl^{204} (таллий) - I%, Sr (стронций) - 0,7%. Изменение уплотнения пробы не влияет на показания. Лишь сильное сжатие угля немного снижает показания прибора. После добавки окислов железа и кальция к рядовому углю прибор показал значительное увеличение зольности, т.е. увеличение тяжелых компонентов в золе приводит к завышению результатов зольности Изменение влажности проб рядового угля от I до 5% не оказывает влияние на показание прибора. Время измерения зольности одной пробы не превышает I мин. /26/.

Метод отраженного бета-излучения позволяет производить определение зольности в местах коренных выходов угля. Для этой цели сконструирован переносной радиометр весом 3 кг.

При установлении зольности важно, чтобы отражающая поверхность была плоской. Наличие неровностей приводит к искажению результатов. Поэтому оператору, производящему измерение, необходимо иметь ручную дрель с коронкой, армированной резцами для выравнивания поверхностей участков. Количество замеров будет зависеть от изменчивости качества и мощности пласта.

Прибором можно определить зольность порошковых проб, подготовленных для определения методом сжигания. Из порошка приготавливается ручным прессом таблетки.

Так как минеральный состав углей меняется по каждому месторождению, то градуировку прибора нужно производить по каждому из них. Эталоном может служить таблетка с заранее определенной зольностью

методом сжигания.

Зольность порошковых проб определяется с погрешностью в среднем 0,1-0,4%, а в массиве - 0,4% /100/.

Активационный метод определения зольности угля испытывается Г.С.Возженниковым и др.применительно к условиям Коркинского карьера

Определение зольности по объемному (удельному) весу угля

Плотность углей зависит от минеральных примесей, определяющих зольность углей. Это объясняется значительным различием удельных весов органического вещества угля (1,2-1,6 г/см^3) и его минеральных примесей, представленных обломками пород осадочного комплекса (2,4-3,0 г/см^3), пирита (5,0 г/см^3) и т.д. При незначительном колебании марок углей и состава минеральных примесей зола увеличивается на 1% при увеличении плотности на 0,01 г/см^3. Различие в в плотностях чистого угля и его золы позволяет установить для некоторых угольных месторождений четкую зависимость между плотностью (или удельным весом) и зольностью угля /46/, /103/. Такую зависимость, изображенную, например, на рис.58, можно использовать для определения зольности.

Опытные определения, проведенные на Коркинском карьере, подтвердили хорошую стабильность связи зольности и объемного (удельного) веса угля, установленные Г.Л.Фисенко /103/, и показали практическую целесообразность использования этих закономерных связей для оперативного учета качества угля. При этом использование гидростатических весов(производство Венгрия) позволяет, по данным А.П.Косякова, в 3 раза ускорить определение золы и значительно сократить трудоемкие операции по отбору и обработке проб. Эти весы успешно используются для определения зольности на буроугольных карьерах ГДР.

Определение объемного веса можно также быстро вести на спе-

циальном приборе - денситометре, шкала которого градуируется по значениям зольности, соответствующим объемному весу по установленной их взаимной зависимости. Такое полуавтоматическое определение зольности по объемному весу дает достаточную точность - 0,5%, см. журнал "Глюкауф", № 23, 1965 г.

Зольность можно определять по формулам Д.А,Казаковского, предложенным для аналитического определения объемного веса по зольности угля/98/.

Механизированный отбор проб

Второй путь усовершенствования опробования является механизация процессов пробоотбора и обработки проб, ведущая к увеличению производительности опробования, к значительному экономическому эффекту и повышению безопасности труда.

1. Применение электрических угольных пил для производства вруба при бороздовом опробовании, особенно каменных углей, облегчает наиболее трудоемкие процессы опробования и улучшает качество пробоотбора. Скорость резания такой пилы по углю средней крепости 10 см/мин. Привод пилы осуществляется посредством гибкого вала от электродвигателя. Общий вес с электродвигателем 30 кг. При отборе проб бар пилы ставится под углом 60^0 к плоскости забоя, вруб имеет треугольную форму (см.гл.У1).

2. В 1965 г. производили производственные испытания Уступного пробоотборника УП-2 для опробования углей на карьерах с крутыми и наклонными пластами. Бороздовое опробование производилось по почве уступа. Механизм обеспечивает полностью механизированное выполнение всех операций по отбору, дроблению и сокращению пластово-промышленных проб угля. Применение пробоотборника УП-2 наиболее рационально при разработке открытым способом угольных пластов с углом падения более 30^0.

Уступный пробоотборник (рис.8I) создан на базе трактора Т-I00 МГП. Спереди трактор оборудован отвальным ножом для зачистки почвы уступа от навала и специальными зубьями - рыхлителями, позволяющими перед зачисткой в зимнее время рыхлить замерзший слой. На зачищенном участке производится геологическая документация, после которой геолог дает указания трактористу-опробщику об отборе пробы секционно или на полную мощность пласта.

На тракторе смонтирован пробоотбирающий рабочий орган и механизм для разделки и сокращения веса пробы (см.гл.УI).

Представительность такой пробы была оценена путем сравнения ее с пластово-дифференциальной пробой, отобранной вручную со стенок борозды, проделанной УП-2. Данные по золе показали незначительные расхождения (+I,73) ÷ (-2,23)%, /55/.

Состав бригады на пробоотборнике - 2 человека. Управление рабочим органом - гидравлическое. Вращение передается посредством кардана.

Экономический эффект в результате промышленного испытания уступного пробоотборника в тресте "Иртышуголь" составляет I6.000 руб в год. УП-2 заменяет труд от 8-до I0 человек.

§ 3. Определение зоны окисленных углей

Окисление (выветривание) углей проявляется на глубину до 20-I00м от дневной поверхности. Агентами процессов окисления является кислород воздуха и кислород, содержащийся в нисходящих подземных водах. В начальной стадии окисления (в сравнительно глубоко залегающих слоях) в углях происходят преимущественно химические изменения (содержание кислорода увеличивается, содержание углерода и водорода снижается) без заметного изменения физических свойств угля. Ближе к поверхности, где процесс выветривания идет более интенсивно, происходят значительные изменения химического состава и физических свойств углей, заметные простым глазом: снижается

твердость и крепость, уменьшается удельный вес. В углях средней и высокой стадий метаморфизма повышается выход летучих, увеличивается содержание CO_2 и CO. Спекающиеся каменные угли становятся непригодными для коксования. Уменьшается теплота сгорания, повышается влажность, как правило, увеличивается зольность угля за счет разрушения органической части. Угли могут настолько окислиться, что превращаются в рыхлые сажистые разности, непригодные для энергетического использования.

Наиболее подвержены выветриванию гумусовые угли с преобладанием компонентов группы витринита. Фюзинит почти не окисляется.

Так как выветривание углей изменяет их химический состав, то оно может быть определено по данным технического анализа. Методика отбора проб на окисленность та же, что и при взятии пластовых проб. Окисленность устанавливается путем сравнения показателей качества на различных горизонтах одного пласта по ГОСТу 8930-58.

Химический метод (основной) определения окисленности предусматривает вычисление по аналитическим пробам: а) теплоты сгорания летучих веществ (при окислении уменьшается) ; б)содержание фенольных и карбоксильных гидроокислов (при окислении увеличивается); в) содержание гигроскопической влаги также увеличивается. В результате анализа проб устанавливают нижнюю границу зоны выветрелых углей.

В настоящее время известен комплекс внешних признаков, позволяющий непосредственно в горных выработках достаточно надежно устанавливать границу зоны окисления. Метод определения окисленности связанный с техническим анализом, из-за неравномерности окисления угольного пласта дает иногда искаженные показания.

Относительная окисленность угля оценивается по петрографическим признакам. И.В.Еремин к таким макроскопическим признакам относит следующие:

I) Крепость угля и наличие глинистых образований. Эти признаки позволяют выделить в зоне окисления наиболее окисленную часть (пылевидный уголь - сажа; слабый - легко разламывающийся; довольно крепкий - легко разламывающийся по трещинам; крепкий). Глинистые образования - продукт разложения широко развит в верхних частях зоны окисления.

2) Соотношение в блеске по плоскостям отдельности и в свежем изломе. Блеск на поверхности трещин меньше, чем на свежем изломе, так как трещины являются путепроводом кислорода. Этот признак является наиболее показательным.

3) Наличие и характер гидроокислов железа. За счет железосодержащих минералов в угле и во вмещающих породах в зоне окисления образуются ярко окрашенные гидроокислы. Количество их тесно связано с глубиной процессов окисления.

4) Карбонаты кальция и железа наблюдаются в виде включений в угле или в трещинах отдельности. Из зоны окисления они выносятся растворами или остаются в виде пятен в средней части зоны окисления.

По степени окисленности зону окисления можно подразделить на две части: I) зона негодного угля и 2) зона окисленного угля.

I) Мощность первой верхней зоны - до 5-10 м. Основная часть угля превращена в пылевидную массу - сажу с отдельными легко рассыпающимися кусочками угля иногда сцементированными глинистым веществом. Порошок выветрелых каменных углей приобретает вид землистых бурых углей. Книзу сажистый уголь переходит в более плотные разности. Гидроокислы железа в большинстве случаев приурочены к нижней части зоны. Встречаются пленки карбонатов с корродированной поверхностью.

2) Зона окисленного угля иногда прослеживается на глубину до 100 м. Крепость угля книзу увеличивается. Блеск по трещинам отдель-

ности меньше, чем в свежем изломе. Гидроокислы железа наблюдаются в виде тончайших пленок. Промышленная ценность углей зоны окисления определяется технологическим опробованием. Чаще всего окисленные угли используются как энергетическое топливо.

Кроме химического и петрографического методов окисленность угля определяется: I) по соотношению окисленных и неокисленных участков путем подсчета в аншлифах; 2) по оптической плотности и по изменчивости цвета вытяжек битумов.

Наиболее чувствительными показателями окисленности углей являются их спекающиеся свойства, которые сильно падают даже при незначительном окислении.

§ 4. Изучение самовозгорания угля

Самовозгорание угля изучается путем оценки его химической активности окисляться и склонности самовозгораться. Изучение самовозгорания угля в массиве сводится к установлению возможных очагов горящего угля.

Склонность угля к самовозгоранию оценивается по образцам (пробам) в специальных лабораториях по количеству и скорости поглощения кислорода углем, по температуре воспламенения и другими методами (см.работы А.А.Скочинского, В.С.Веселовского /I8/ и др.).

Склонность к самовозгоранию угольного пласта сложного строения оценивается по пропластку, наиболее активному к окислению.

Для проведения лабораторных анализов отбираются, как правило, штуфные или точечные пробы, весом около 1 кг каждая. Отбор проб из пласта сложного строения ведется дифференциальным путем по правилам опробования для технического анализа качества. По этим правилам ведется и документация опробования. При отборе проб и их обработке, чтобы избежать окисления угля, необходимо стремиться к максимальному сокращению времени с момента отбора и до анализа пробы. Пробы отбираются только из свежих забоев. Если забой про-

стоял более суток, то его зачищают. Например,в бурых трещиноватых углях глубина отбора проб должна составлять 10–15 см. Если пробы будут анализировать не сразу, то их необходимо упаковывать в металлические банки (бюксы).

О наличии очага начавшегося горения угля в массиве указывают запах гари, выделения водяных паров и газов из трещин, повышение температуры пород и воздуха и т.д. Точные методы распознания и оконтуривания скрытых очагов пожаров основаны на газотермическом анализе, проводимом чаще всего по скважинам, пробуренным через 20–50 м в районе предполагаемого очага горения. Газотермический анализ состоит в определении количества и соотношения O_2, CO,CO_2, и CH_4 и температуры воздуха и угля.

Критерием начавшегося горения является превышение количества CO более 0,01% или уменьшение O_2. (Методика определения CO стандартизирована ГОСТом 5612-50 и проводится,как правило,в специальных лабораториях, например, в лабораториях ВГСЧ и горного надзора.

Измерения температуры проводятся различными типами термометров (жидкостными, электрическими) и по их результатам строятся изотермы. По планам изотерм с учетом газового анализа оконтуривают очаги начавшегося пожара. Наблюдения в этом случае необходимо проводить не реже 2-3 раза в месяц.

§ 5. Контроль за полнотой выемки

В обязанности геолога карьера входит контроль за правильным использованием недр. С целью изучения влияния геологических факторов на правильность выбора системы разработки данного месторождения с учетом максимального извлечения угля геолог должен совместно с маркшейдерами изучать и достоверно фиксировать и классифицировать фактические потери угля.

Потери – это часть балансовых запасов безвозвратно потерянных

в недрах по соображениям технологии разработки (эксплуатационные потери); потери в охранных и барьерных целиках (общекарьерные потери); потери по геологическим и гидрогеологическим причинам, препятствующим выемке угля. Геологу в большей мере приходится иметь дело с эксплуатационными потерями и потерями по геологическим причинам.

Эксплуатационные потери - это потери в кровле пласта, связанные с отработкой вскрышных уступов и участков и с зачисткой; потери в подошве, связанные с выемкой пласта не на полную мощность в связи с наклонным падением пласта и необходимостью оставлять защитную пачку; потери при селективной выемки; потери при отбойке и транспортировке; потери от завалов и пожаров, (Последние относятся к потерям от неправильного ведения работ).

Потери по геологическим причинам связаны со сложной морфологией угольного пласта в связи с пережимами и раздувами, с размывами, с расщеплением и т.д.; в связи с тектонической нарушенностью мелкими складками и разрывами со смещением, в связи с инъекциями кластического и магматического материала и с другими геологическими причинами. Потери, связанные с отмеченными геологическими факторами имеют место на Ирша-Бородинском и Назаровском карьерах (потери в участках размыва и инъекции кластического материала); на карьерах буроугольных месторождений Украины и Башкирии (потери в диапировых образованиях, в участках расщепления и изменения морфологии кровли и почвы); на карьерах Кузбасса (потери в участках тектонических нарушений и инъекций магматических пород) и т.д.

Потери отработанных участков уступов или пластов в общем виде определяются косвенным путем как разность балансовых запасов участка и фактической добычи угля с этого участка по данным маркшейдерских замеров. Промышленные запасы равны балансовым, за исключением плановых (проектных) потерь. Плановые потери составляют ежегодно на

последующее годовое развитие горных работ с учетом текущих фактических потерь и нормативов Госгортехнадзора на каждую систему разработки. При этом учитывается технико-экономическая целесообразность потерь иных, чем в предыдущий период, определяемых дополнительными затратами, необходимыми для извлечения теряемого угля.

Геолог карьера должен принимать участие в определении фактических потерь. Наиболее надежным способом определения потерь являются непосредственное их определение путем инструментальных съемок. Потери в кровле по мощности определяются нивелировкой по определенной сети до зачистки и после зачистки. Например, на Назаровском карьере принята сеть 50х20 м; в других случаях пункты замера (пикетные точки) можно располагать вдоль бровок или в центре верхней площадки уступа через 50-100м (в зависимости от морфологии и угля падения пласта и сети профильных поперечных разрезов). Место установки рейки на контакт "порода-уголь" определяется геологом. Для определения этого контакта в необходимых случаях проходятся закопушки. По среднему значению разницы высот кровли или соответствующей точки верхней площадки после зачистки определяется среднее значение потерь по мощности в кровле.

В подошве пласта потери определяются непосредственными замерами по закопушкам или скважинам, проходимым по сети с учетом расположения геологических и маркшейдерских поперечных разрезов и при предполагаемом изменении морфологии подошвы. Например, сеть определения мощности теряемого угля в почве на Назаровском карьере 100х50(30) м на буроугольных карьерах Украины в связи с постепенным переходом угольного пласта в подстилающие породы, мощность теряемого угля определяется по результатам секционного опробования скважин ручного бурения.

Потери в треугольниках под нижними площадками уступов на наклонно залегающих пластах и в гребешках между заходками определяют

ся непосредственными замерами треугольников от фиксированного положения контакта. Фактическое положение контакта определяется геологом по зондировочным скважинам или закопушкам, а также задиркой экскаватором.

Потери рассыпанного отбитого угля определяются взвешиванием собранных на определенной площади кусков угля. Такие определения проводятся в нескольких пунктах отработанной площади.

Потери при селективной выемки и при породовыборке устанавливаются непосредственными замерами. Мощность спаянного с породой и теряемого угля определяется систематическими замерами. Такие потери имеют место на некоторых карьерах зимой и связаны с окремненными углистыми прослоями (Черемхово).

Проектные потери при селективной выемке роторными экскаваторами можно определять по рекомендованным УкрНИИпроектом /29/ формулам, зависящим, в основном, от соотношения мощности вынимаемого слоя и диаметра ротора.

Потери в весовом выражении определяются с учетом объемного веса и результатов маркшейдерских съемок и графических построений на чертежах масштаба не менее 1:1000.

Участки потерь по геологическим причинам документируются геологом путем зарисовки (чаще сплошной зарисовки масштаба 1:100) и детального описания геологического фактора - причины потерь (размыва, внедрения и т.д.). На зарисовке изображаются границы потерянного угля. Иногда можно составлять крупномасштабные разрезы с использованием результатов горных работ и эксплуатационной разведки. На карьерах Черемховского района потери, связанные с плотным срастанием угольных пачек с "плитой", залегающей в почве угольного пласта, определяются путем прерывистой документации, путем составления детальных геологических колонок масштаба 1:100-1:50 по закопушкам, проводимым экскаватором в нижней площадке добычного ус-

тупа. Расстояние между закопушками 50-100 м.

Учет состояния и движения запасов угля ведется по форме 5-ГР и 26-ТП; учет потерь по форме II-ШРП. Эти формы, утвержденные ЦСУ при СМ СССР, являются сводным балансовым отчетом, дополняющими друг друга. Форма IIШРП обязательно сопровождается пояснительной запиской, в которой дается интерпретация потерь, а также мероприятия по их снижению.

Основным условием снижения потерь является непосредственный контроль геолого-маркшейдерской службы и технического надзора за работой добычных механизмов, а также усовершенствование технологии разработки в зависимости от выявленных геологом особенностей геологического строения отдельных участков и угольных пластов.

Методы учета и нормирования потерь предусмотрены в специальных инструктивных документах, разработанных лабораторией охраны недр ВНИМИ для различных бассейнов или комбинатов и утвержденных Госгортехнадзором.

Г Л А В А IУ

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

§ I. Методика гидрогеологических наблюдений

Проект осушения карьерных полей предусматривает экономически целесообразный комплекс мероприятий по уменьшению притока воды в карьер. В процессе эксплуатации месторождения выявляются гидрогеологические особенности, которые должны быть учтены при дренаже данного поля и ведении горных работ.

Наблюдение и систематизация гидрогеологических данных в ходе отработки карьерного поля необходимы для учета возможного водопритока при производстве дальнейших горных работ на более глубоких горизонтах и на соседних участках.

Настоящее руководство предусматривает рекомендации по гидрогеологическим работам для слабообводненных карьеров. Постановка гидрогеологических наблюдений на обводненных карьерах требует специального наставления.

Геологическая служба на угольных карьерах производит следующие гидрогеологические наблюдения: I) замер притоков воды; 2) наблюдение за уровнем подземных вод; 3) наблюдение за работой водопонизительных установок; 4) режимные наблюдения; 5) изучение физико-химических свойств воды.

Замер притоков воды

Одним из простейших видов гидрогеологических наблюдений является замер притоков воды в карьер. Общий приток слагается из расходов воды в нагорных канавах и суммарной величины водоотлива из водосборников карьера и водопонизительных скважин.

В нагорных и водоотводных канавах определение расхода можно

производить одним из следующих способов:

1) по скорости и сечению потока

$$Q = 0{,}5 \div 0{,}8\, F V$$

где: Q – расход потока, $м^3/сек$;

F – средняя площадь поперечного сечения потока, $м^2$;

V – средняя скорость движения потока, м/сек, с учетом поправочного коэффициента неравномерности скорости потока по сечению (0,5–0,8), предварительно определяемом опытным путем;

2) с помощью прямоугольного водослива, который позволяет определить расход до 800 л/сек (рис.59,а). При расчетах с достаточной для практики точностью можно пользоваться формулой

$$Q = 1{,}8\, b h \sqrt{h}$$

где: Q – расход потока, $м^3/сек$;

b – ширина порога водослива, м;

h – напор, м, замеряемый вверх по течению от водослива на расстоянии, равном четырехкратной величине наибольшего напора (см. рис.59);

3) треугольным водосливом, которым определяют расход до 60 л/сек (рис.59,б) $Q = 1{,}4\, h^2 \sqrt{h}$

где обозначения те же, что и в предыдущей формуле;

4) переносной водосливной рамкой (рис.60), который можно измерять расходы воды до 30 л/сек. Рамка изготовляется из листового железа толщиной 1,5–2 мм; для большей жесткости к ней приклепываются железные полоски. Прямоугольный вырез размером 0,2х0,2 м имеет острые края. Вдоль вертикальных ребер нанесены деления в мм. Рамка должна плотно вставляться между стенками канавы, а щели замазываются глиной. Расчет расхода воды производится по формуле:

$$Q = 0{,}87 \cdot m \cdot H^{\frac{3}{2}}$$

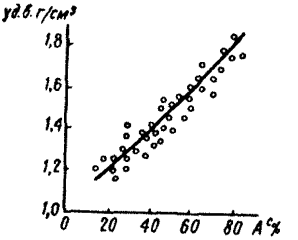


Рис.58. Зависимость зольности и удельного веса угля Подмосковного бассейна.

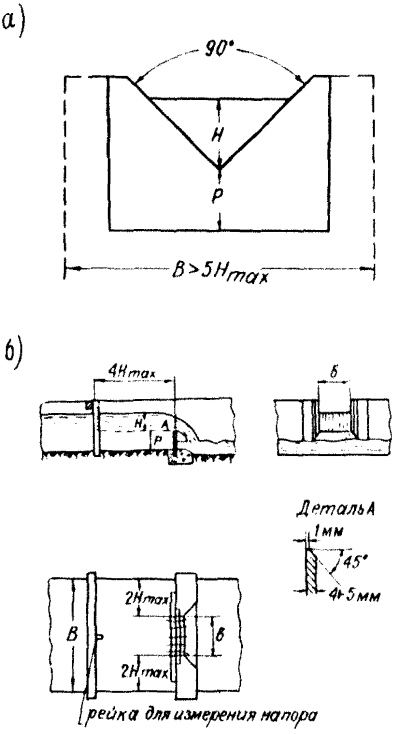


Рис.59. Водосливы: а – треугольный водослив Томсона, б – прямоугольный водослив Этли-Базена.

где: Q - расход воды, $м^3$/сек;

H - напор воды над ребром рамки, м;

m - коэффициент расхода при длине ребра 0,2 м.

Значение коэффициента *m* в зависимости от H находят по таблице 23.

Таблица 23.

H	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,14	0,18	0,20
m	0,417	0,0407	0,401	0,397	0,395	0,393	0,392	0,390

Расход воды можно определить по графику (рис.61).

Для водосливов различных конструкций составляют таблицы зависимости расхода воды от величины напора над ребром водослива. Такие таблицы позволяют определить водоприток непосредственно на месте замеров (приложение II) /91/

В практике замера притоков на угольных карьерах широко применяется объемный способ. Он заключается в учете времени заполнения водой сосуда с известной емкостью или зумпфа с заранее вычисленным объемов при отключенных откачивающих устройствах.

Для определения притоков можно пользоваться менее точным способом, заключающимся в учете времени работы водоотлива по журналам наносных станций.

Часто откачка воды из водосборника производится с перерывами, т.е.насосы включаются по мере накопления воды в зумпфе. Иногда один насос работает непрерывно, а второй включается периодически, иногда работа насосов чередуется. Во всех таких случаях необходимо определять приток по фактической производительности насосов и по времени их работы. Приток воды в дренажные шахты и в водопонизительные скважины определяется также по фактической производительности и времени работы насосов (Формулы журналов определения при-

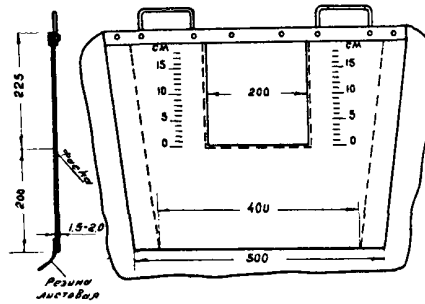


Рис.60. Переносная водосливная рамка.

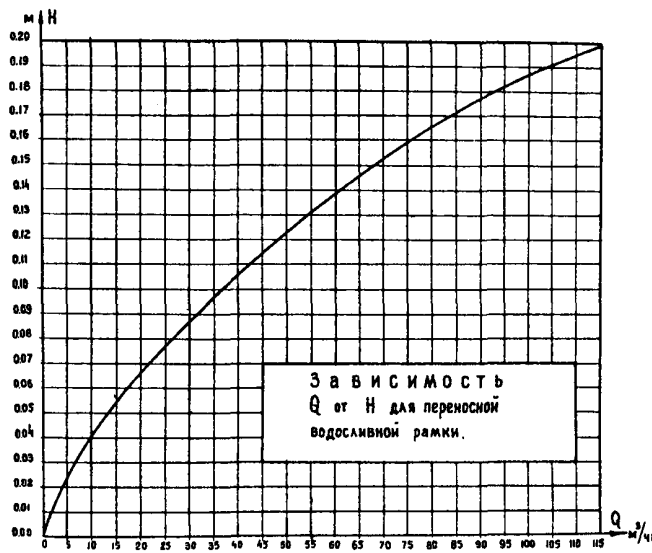


Рис.61. График зависимости расхода воды (Q) от напора над ребром водосливной рамки (H).

тока, см.приложения 12-14). Этот способ замера расхода контролируется с помощью водослива или объемным способом. Кроме того, контроль общего притока по дренажным шахтам осуществляется балансированием его с суммой замеренных притоков по всем сквозным и забивным фильтрам и водопонижающим колодцам с учетом всех выходов воды (струйчатый, капеж, просачивания и др.).

Приток воды в карьер, дренажные шахты и водопонизительные скважины определяется ежемесячно. Замер притока воды в нагорных и водоотводных канавах производится в период пропуска ливневых и паводковых вод.

В случае прорыва подземных вод со дна или с бортов карьера замер притока производится ежедневно. На каждый случай прорыва воды составляется акт (приложение 15), ведется подробное описание величины, длительности и характера водопритоков, наличие и размеры выноса песка.

Наблюдения за уровнем подземных вод

Уровень подземных вод понижается в процессе отработки карьерного поля и работы дренажных сооружений. По изменению установившегося уровня можно судить о правильности расположения и эффективности водопонижающих устройств, отсюда - необходимость систематического и тщательного замера уровней.

Измерение уровня подземных вод производят в наблюдательных скважинах. По данным замера строят депрессионную кривую, характеризующую понижение первоначального уровня.

Периодичность замера, как правило,-один раз в декаду, реже замер уровней производится непрерывно при помощи самопишущих приборов. Часть наблюдательных скважин выносится за границу карьерного поля, с тем, чтобы вести наблюдения у границ карьера.

Уровень воды обычно замеряют от края направляющей трубы, аб-

солютная отметка которого определена инструментально. Раз в год производится проверка отметки устья скважины. Наблюдательные скважины должны иметь ограждение и крышку на устье.Наиболее простым и распространенным прибором для замера уровня воды в скважине является "хлопушка". Хлопушка опускается в скважину на нескручивающемся шнуре, помеченном через один-два метра медными или алюминиевыми кольцами. Когда "хлопушка" доходит до поверхности воды, она издает хорошо различимый звук. При глубоких скважинах применяются электроуровнемеры, которые более надежно фиксируют момент соприкосновения прибора с поверхностью воды (см.гл.УI "Приборы для гидрогеологических и инженерно-геологических наблюдений").

Для выявления развития депрессионной воронки во времени производят режимные наблюдения, которые включают в себя замер уровня подземных вод, температурные измерения и отбор проб на химический анализ воды. Режимные наблюдения проводятся обычно ежедекадно. Один раз в декаду замеряются также дебит и температура постоянных выходов воды в карьере. Пробы на химический анализ отбираются четыре раза в год: в конце зимы, после весеннего паводка, летом и осенью.

В поверхностных водоемах (реках, ручьях, озерах), находящихся вблизи карьера по инструкции ВСЕГИНГЕО /22/, должны измеряться уровень воды и температура и 4 раза в год отбираться пробы воды на химанализ.

Необходимо также иметь сведения об осадках, влажности и температуре воздуха для сопоставления этих данных с колебаниями уровня и температуры подземных вод.

Пробные откачки

Для уточнения данных по водопроницаемости пород и водообильности водоносных горизонтов иногда на действующих карьерах прово-

дят простейшие опытные работы - кратковременные пробные откачки по скважинам.

Применение того или иного способа откачки зависит от глубины уровня подземных вод, от водообильности пород и от наличия технических средств /39/.

При неглубоком залегании уровня (до 5 м) и небольшом притоке (около 1,5 л/сек) пробная откачка может быть произведена буровым насосом. Если приток большой (5-6 л/сек), можно использовать пожарную помпу или центробежный насос, производительностью 10-12 л/сек. При более глубоком уровне (более 8 м) откачку воды из скважин производят желонкой или эрлифтом.

Откачка воды желонкой применяется в случае небольших притоков воды в скважину. Желонирование ведут при опускании желонки в скважину на одну и ту же глубину (на 5-10 м ниже уровня воды). После того, как установился постоянный уровень воды производят собственно откачку с учетом времени и количества поднятых желонок с водой. Дебит скважины определяют по формуле:

$$Q = \frac{V}{t},$$

где: Q - дебит, л/сек;,

n - число желонок;

V - объем желонки, л;

t - время откачки, сек.

В случае очень малого притока, замеряют статический уровень, и откачку до максимального падения уровня. После чего отмечают время восстановления статического уровня. Приближенный дебит скважины рассчитывается по предыдущей формуле, где все обозначения остаются прежними, кроме "t", которое определяется как время от конца откачки до восстановления уровня в сек.

Для эрлифтного способа откачки необходим небольшой передвижной компрессор. Замер дебита при этом производят мерным сосудом

или водосливом.

Если есть необходимость в определении водопритока из каждого водоносного горизонта, то после замера общего дебита тампонируют нижний горизонт глиной и опробуют скважину без него, затем выключают следующий горизонт и т.д.

Полученные в результате опытных работ дебиты скважин используют для расчета коэффициента фильтрации по формуле Дюпюи для напорных вод:

$$K = \frac{0{,}366 \cdot Q \lg \frac{R}{r_0}}{m S_0},$$

где: m – мощность напорного водоносного пласта, м;

Q – дебит скважины, $м^3$/час;

S_0 – понижение уровня воды в скважине, м;

r_0 – радиус фильтра в скважине, м;

R – радиус влияния, м, определяемый по кусту скважин.

Для безнапорных вод:

$$K = \frac{0{,}73 \cdot Q \cdot \lg \frac{R}{r_0}}{S_0(2H - S_0)},$$

где: H – мощность безнапорного водоносного горизонта до начала откачки, м /39/;

Практическое значение коэффициента фильтрации заключается в использовании его для расчета предполагаемого притока воды в карьер /41/. Суммарный приток воды в карьер (Q) складывается из притока за счет аккумуляции атмосферных осадков на площади карьера (Q_I) и общих притоков в карьер подземных вод (Q_{II}) $Q = Q_I + Q_{II}$.

$$Q_I = \frac{A \cdot F}{8760}$$

где: Q_I – приток за счет аккумуляции атмосферных осадков на площади карьера, $м^3$/час;

A – среднегодовое количество осадков, м/год;

F – площадь карьера, $м^2$;

$$Q_{II} = \pi K H^2 \left(\frac{L + b}{R} + \frac{at}{R} + \frac{1{,}36}{\lg R} \right)$$

где: Q – общий водоприток в карьер подземных вод с учетом продвижения фронта горных работ, $м^3$/час;

K - коэффициент фильтрации;

H - мощность водоносного горизонта, м;

L - длина фронта рабочего борта, м;

b - ширина карьера, м;

R - радиус влияния, м;

t - время осушения, час.

Этой формулой рекомендуется пользоваться в случае безнапорных вод (Абрамов С.К., Скиргелло О.Б. "Осушение шахтных и карьерных полей", " Недра ", 1968).

Для определения общего водопритока в карьер при вскрытии напорных горизонтов расчет производится по более сложной формуле, приведенной в книге"Фильтрационные расчеты осушения карьерных полей" Из-во ВНИМИ,1965 г.

Прогнозирование водопритоков на нижележащие горизонты и соседние участки можно производить по рассмотренным формулам с учетом корректировки расчетных результатов данными об общем притоке воды в карьер, полученными в процессе эксплуатации.

Изучение физико-химических свойств воды

Вода из дренажных сооружений может использоваться для технического водоснабжения, а из водопонизительных скважин для питьевого водоснабжения. Возможность такого использования отводимой с карьерного поля воды определяется ее составом. По солевому составу воды судят также о ее агрессивности. Агрессивная вода быстро выводит из строя металлические фильтры, насосное оборудование, уменьшает срок службы ходовых узлов экскаватором при подтоплении Кроме того, по данным анализов устанавливают принадлежность подземных вод к соответствующему водоносному горизонту и их связь с поверхностными водами. Температурные наблюдения помогают решить вопрос о взаимной связи водоносных горизонтов.

Изучение физико-химических свойств воды осуществляет служба шахтной геологии. Отбор проб на химический анализ и замер температур производится по наблюдательной сети. Температура воды замеряется ежедекадно родниковыми термометрами. Пробы воды на химанализ объемом I,0-I,5 л отбираются раз в квартал. Из источников, водоотводных канав и открытых водосборников отбор проб производится бутылью, а из скважин - пробоотборником Е.В.Симонова или другим. Химический анализ воды производят в специализированных лабораториях, где определяют сухой остаток, концентрацию водородных ионов (pH), $Na^{\cdot} + K^{\cdot}$, $Ca^{\cdot\cdot}$, $Mg^{\cdot\cdot}$, $Fe^{\cdot\cdot}$, Cl^{-}, SO_4^{--}, HCO_3^{-}, жесткость общую и постоянную /39/.

Оценка качества воды и возможность использования ее для питья и в технических целях производится на основании норм и стандартов. Питьевая вода должна быть бесцветной, прозрачной, иметь температуру от 4 до 15°, не иметь неприятного вкуса или запаха, не содержать солей тяжелых металлов. По действующим ГОСТ сухой остаток в воде не должен превышать I г-л, содержание сульфатов не более 0,5 г/л , хлоридов - не более 0,35 г/л и общая жесткость не более 7 мг/экв. Вода, применяемая для промышленных целей, должна быть, как правило, прозрачной, безцветной, без запаха, без железа и по возможности мягкой. Но каждое производство предъявляет свои требования к воде. Например, вода, идущая на питание котлов, оценивается накипеобразованием и вспениванием. Вода, соприкасающаяся с бетоном, не должна иметь ионов SO_4^{--} более 250 мг/л. Агрессивность воды по отношению к железу определяется в случае $pH < 5$.

§ 2. Гидрогеологическая документация горных выработок

Гидрогеологическая документация на карьерах производится геологической службой карьера. Зарисовки и записи ведутся в полевых журналах стандартного образца, в графах которых отмечается дата,

время замера или наблюдения, местонахождения объекта, дебит, отметка уровня и описание наблюдений.

При документации бортов и почвы карьера, а также подземных горных выработок (дренажные шахты, шурфы и колодцы) дается геологическое описание горных пород, из которых наблюдаются водопритоки. В описании указывается гранулометрический состав, пористость цементация, трещиноватость пород; особое внимание должно быть уделено тектоническим нарушениям; отмечается характер проявления воды (поток, струи, капеж), приуроченность к определенным водоносным горизонтам. Источники водопритоков должны быть инструментально привязаны. По каждому вскрытому источнику замеряется приток воды, температура, вынос песка, описывается цвет, запах, вкус, прозрачность воды, отбираются пробы на химический анализ. Тщательно задокументированы должны быть места внезапных прорывов воды. Если геологическая документация данных участков составлялась ранее, то на копии зарисовок в условных знаках наносятся гидрогеологические объекты и делаются необходимые описания.

К гидрогеологическим явлениям, подлежащим документации, относится также суффозия - высачивание воды и разжиженного песка из борта карьера, образование полости выноса и, вследствие этого, оседание вышележащих пород. Суффозия может проявляться только при наличии несцементированных или слабосцементированных песков и гидродинамического давления. Так как с приближением к подошве откоса гидравлический уклон возрастает, то процесс суффозии начинает проявляться, в первую очередь, у основания борта карьера. Наиболее ярко суффозии проявляются в бортах карьеров и дренажных выработок, которыми "подрезаны" водоносные пески с мульдообразным залеганием и значительным напором. Так в надугольных песках на Бандуровском, Балаховском и других карьерах Днепровского бассейна в местах понижения между диапировыми поднятиями угольного пласта

и углистых глин скапливаются подземные воды. При подрезке уступами таких участков на откосе по контакту углистых глин с песками происходит суффозия, сопровождающаяся обрушением непосредственно налегающих пород и сдвижением вышележащей толщи.

При документации суффозионного процесса отмечаются размеры образовавшейся полости, а в аварийных случаях составляются акты, где дается полная геологическая характеристика участка, причины возникновения суффозии и последствия этого явления.

Кроме непосредственных наблюдений и документации суффозионных процессов, необходимо проводить анализ рельефа водоупора. Установление закономерностей проявления суффозии и последующий прогноз в значительной мере может облегчиться при совмещении планов с гипсометрией водоносного горизонта и гидростатических напоров с планами горных работ.

Задокументированные участки обильного высачивания воды с песком указываются на гидрогеологических и инженерно-геологических сводных материалах в виде специальных безмасштабных условных знаков (см.глава УI).

При описании водопонизительных и наблюдательных скважин, сквозных и забивных фильтров указывается конструкция скважин, характеристика и параметры фильтров; приводится стратиграфическая колонка по скважине, отмечается уровень воды.

Все данные, полученные по мере продвижения фронта горных работ и развития дренажной сети, при камеральной обработке заносятся в чистовые журналы, а затем пополняются соответствующие планы и разрезы.По замеренным в наблюдательных скважинах уровням составляют карту гидроизогипс в масштабе 1:5000 и определяют направление движения подземных вод. Изменения динамических уровней наносятся на продольные и поперечные гидрогеологические разрезы по состоянию на первое января каждого года.

По данным о расходах воды во всех поверхностных водотоках определяется количество отводимой воды и потери на инфильтрацию. Выявляются также потери в карьерных водоводах по замеренным расходам во всех водоотливах, как в общем карьерном водосборнике, так и в отдельных шахтах.

Должны фиксироваться и изучаться также все случаи поглощения воды, заиление дренажей и размыва канав.

§ 3. Гидрогеологическая съемка

Гидрогеологическая съемка производится путем единовременной документации по всему карьерному полю, а также на прилегающей к нему площади на расстоянии не менее I км по периферии. Приурачивается она к сезонным изменениям режима поверхносных водотоков.

Основой для гидрогеологической съемки служит геологический план масштаба не мельче 1:10000, на котором нанесены контуры горных работ и выходы угольных пластов на данном этапе разработки, тектонические нарушения, выделены водоносные и водоупорные горизонты и трещиноватые зоны.

Предварительно на эту основу наносятся все постоянные выходы подземных вод, водоемы и скопления застойных вод с указанием водопритоков или уровней воды карстовые и суффозионные полости, дренажные шахты и канавы, водопонижающие и наблюдательные скважины, забивные и сквозные фильтры, колодцы, действующие насосы, трубопроводы, водосборники и др. водоотливные устройства.

В результате гидрогеологической съемки должны быть зафиксированы расходы поверхностых водотоков, дебиты источников и водопонизительных установок, уровни воды в наблюдательных скважинах и температура подземных вод. Одновременно отмечаются расходы всех водоотливных установок. Описание и зарисовки гидрогеологических факторов производятся в полевом журнале. Затем все эти данные в

условных обозначениях наносятся на план.

В результате гидрогеологической съемки пополняются и уточняются гидрогеологические планы и планы гидроизогипс выявляется общая обводненность карьерного поля (суммарный водоприток, изменение уровня подземных вод, дренаж и др.) в меженный и паводковый периоды

Г Л А В А У

ИЗУЧЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Условия открытой разработки с инженерно-геологической точки зрения определяются главным образом устойчивостью пород в бортах и отвалах, а также добываемостью горных пород.

§ I. Изучение устойчивости бортов

Доступными геологу карьера способами изучения устойчивости бортов являются инженерно-геологическая документация и натурные наблюдения за деформациями, а также рекомендованные дальше испытания пород в массиве и в образцах. В специально оборудованных лабораториях устойчивость изучается также на моделях.

Из геологических факторов, в наибольшей степени влияющих на устойчивость бортов, такие как петрографическая характеристика, условия залегания и нарушенность пород изучаются при общей геологической документации по методике, изложенной в главе П.

С точки зрения инженерно-геологического изучения, особого внимания заслуживают:

I) переслаивание пород разного состава, особенно - наличие прослоев глинистых и слабосцементированных пород;

2) наличие древних размывов, оползней и других фациальных нарушений;

3) положение поверхностей напластования, трещин и тектонических нарушений относительно бортов карьера;

4) состав и строение подугольных пород и их обводненность;

5) слои пород со слабой водоотдачей, являющиеся одной из причин оползней;

6) граница распространения выветрелых пород и горелого угля.

Инженерно-геологическая документация

Инженерно-геологическая документация, как правило, проводится на основе общей геологической документации. Последняя имеет наибольшую ценность для инженерно-геологических целей, если структурные элементы такие, как плоскости напластования, крупные трещины, а также поверхности древних размывов и других зон ослабления массива, имеют пространственную характеристику.

Инженерно-геологическая документация при наличии полноценной геологической основы сводится к систематическим наблюдениям за устойчивостью бортов и отвалов с зарисовками деформированных участков и отбором необходимых проб и образцов.

При простом геологическом строении, например, на месторождениях типа Назаровского (Канско-Ачинский бассейн), инженерно-геологическую документацию можно непосредственно совмещать с общей геологической документацией или проводить один раз в год как самостоятельную инженерно-геологическую съемку. В таких условиях при комплексной документации достаточно в журнале отмечать степень устойчивости пород, а также задокументировать вывалы, осыпания и оползни. Место деформации отмечается на бортовой геологической зарисовке и детально документируется на отдельном листе полевого журнала. Детальная документация чаще всего осуществляется составлением геологического разреза в масштабе 1:100 - 1:200 поперек борта. Изображаются поверхностные деформации (трещины заколов, плоскости оползания и др.); структурные элементы пород, напластование и трещиноватость. Приближенно на основе визуальной оценки устанавливается тип (группа) устойчивости по классификации, рассмотренной в I главе. На разрезе отображается положение профиля борта до и после деформации.

При сложных горно-геологических условиях производится самостоятельная инженерно-геологическая съемка, а отдельные зарисовки

проводятся по мере необходимости.

Целью инженерно-геологической съемки является выявление закономерностей деформации и расположения ослабленных участков. Материалы съемки используются для выбора средств, планирования и осуществления мероприятий по борьбе с деформациями бортов и отвалов.

Съемка проводится 1-2 раза в год на основе маркшейдерских и геологических планов масштаба 1:1000 и 1:2000. На эти планы по результатам привязки наносятся пункты наблюдений и зарисовок. Инструментальной привязке подлежат крупные тектонические трещины, зоны дробления пород и другие поверхности и структурные элементы, являющиеся зонами и поверхностями ослабления массива. Положение остальных элементов определяется разбивкой участка зарисовки на интервалы или привязкой с помощью компаса и рулетки относительно маркшейдерских точек и характерных точек уступов.

Съемке подлежат участки существующих и возможных деформаций. При этом учитывается, что возникновение деформаций связано с наличием глинистых прослоев, с трещиноватостью и напластованием, падающими в сторону выработанного пространства, с наличием водоносных песков, выветрелых пород и т.д., а также с отклонениями параметров системы разработки от проектных. При съемке фиксируется также состояние дна карьера и нижних площадок уступов (застои и скопления воды, грифоны, бугры пучения), а также состояние дренажной сети и инженерно-геологических сооружений (дамбы, подпор и т.д.).

Крупномасштабной (1:100 - 1:200) зарисовке подлежат обычно деформированные участки. На зарисовке в условных знаках изображается геологическое строение участка, непосредственно примыкающего к месту деформации. При этом фиксируется состав, перемежаемость и условия залегания пород. Тщательно изучаются и документируются поверхности и зоны ослабления массива (кроме ориентировки и размеров описываются морфологические особенности, заполнение, минерализация и обводненность, а для трещиноватости - густота или ин-

тенсивность). Изучение трещиноватости желательно основывать на массовых замерах. При документации необходимо обращать внимание на изменение условий залегания, возможные появления прослоев глинистых пород, суффозии, изменение обводенности и других факторов, явившихся причиной потери устойчивости. В описании отмечается тип (группа) устойчивости пород и физико-механические свойства, определяемые одним их описанных далее экспресс-методов.

На зарисовку наносится контур деформированных пород, трещины заколов и отрыва, поверхности скольжения. В направлениях, наиболее характерных для деформированного массива, строятся разрезы. На них изображаются элементы деформации массива (контур деформированных пород, трещины и поверхности перемещения, участки проседания, смятия и надвигания, бугры и валы выпирания). В журнал заносятся размеры отдельных "языков" оползания и общего перемещения основной массы. Характеризуются особенности деформации и состояния пород (консистенция, обводенность) в различных точках деформированного массива.

Изучение трещин, возникших в результате деформации бортов, ведется по полной программе изучения естественной трещиноватости с замерами ориентировки, мощности раскрытия, протяженности, описанием формы трещин по простиранию и падению и морфологии их стенок.

Периодическими замерами ступенчатости и величины раскрытия трещин определяются изменения амплитуды перемещения и раскрытости в процессе деформации.

В некоторых случаях, когда процесс деформации прекратился, с целью подсечения и изучения поверхности скольжения, а также для подсчета объема обрушения проходят выработки легкого типа или скважины ручного бурения. Объем деформированных пород подсчитывается по масштабированному изображению на разрезе и бортовой зарисовке и по результатам документации поверхностей смещения. При

этом можно использовать данные маркшейдеской съемки формы поверхности дефомированного массива.

Инструментальная съемка формы деформированного массива способствует также установлению вида (типа) деформации. С этой целью можно проводить фотодокументацию по методике, изложенной в главе П. Характер деформации пород хорошо наблюдается в расчистках и других специально пройденных выработках по изменению первоначального положения структурных элементов и полосчатости пород.

Обрушения (оползни) объемом более 5000 м^3 документируются особо с составлением специального паспорта. "Методическими указаниями по наблюдениям за деформациями бортов карьеров и отвалов", ВНИМИ предусматривается при этом отображать следующее: I)место деформации, 2) размер по высоте и длине, 3) тип деформации (см.гл.I) 4) инженерно-геологическую характеристику участка,5) характеристику горных работ, 6) начало и конец (скорость) процесса деформации, 7) причины деформации, 8) ущерб от деформации, 9) наблюдения, организованные на участке, IO) мероприятия по предупреждению и ликвидации последствий деформации. В паспорт входят:I) выкопировка с плана горных работ с нанесенным участком деформации, 2) инженерно-геологические разрезы, 3) данные маркшейдерских инструментальных наблюдений за деформацией, Паспорт подписывается геологом и маркшейдером и утверждается главных инженером карьера.

При ведении документации участков деформированных пород необходимо соблюдать меры предосторожности.

Отбор проб и образцов для лабораторных исследований осуществляется по методике, описанной далее.

Съемка завершается составлением сводного инженерно-геологического плана, в масштабе основного плана горных работ. Она отображает состояние устойчивости пород на определенный период (рис.62).

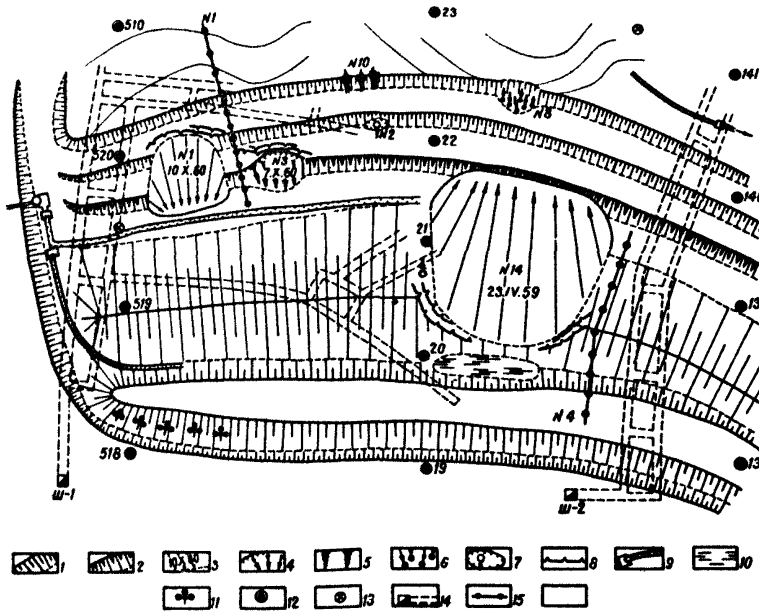


Рис.62. Сводный инженерно-геологический план участка карьера:
1, 2 - вскрышные и добычные уступы, 3 - оползень и дата его возникновения, 4 - обрушение, 5 - промоины, 6 - осыпи, 7 - суффозии с воронкой, 8 - трещины обрушения и заколы, 9 - водосливные канавы и замерные пункты, 10 - скопления воды, 11 - задернованность, 12, 13 - разведочные и гидрогеологические скважины, 14 - вертикальные и горизонтальные дренажные выработки, 15 - реперы и створы наблюдательных станций.

Данные документации используются для корректировки сводной инженерно-геологической колонки, рис.63.

Результаты полевой документации оформляются в чистовом виде в специальных альбомах. Кроме копии зарисовки и описания помещаются результаты лабораторных определений и изучения состава и физико-механических свойств пород, например, данные о количестве глинистых частиц, гранулометрическом составе, прочности и т.д. В чистовых бортовых зарисовках и разрезах изображаются контуры уступа, данные привязки со схемой планового расположения задокументированного участка.

Деформации разного типа изображаются различными условными знаками (см.гл.У1).

Для увеличения графической изобразительности, особенно при вычерчивании тонких пропластков и придания компактности чертежу, вертикальный масштаб зарисовок берется равным, например, 1:200 (1:100); а горизонтальный - 1:1000 (1:500).

Рассмотренная методика документации используется не только при инженерно-геологической съемке, но и в случае документации отдельных участков деформации пород, особенно в периоды снеготаяния и интенсивных дождей.

Случаи аварийных деформаций уступов, задокументированные по описанной методике, рекомендуется заносить (регистрировать) в специальные журналы. В этих журналах должны вестись страницы или графы для письменных указаний - предписаний геолога техническому надзору о возможных деформациях и оползнеопасных участках на карьере.

Кроме систематической документации, возникает необходимость в проведении дополнительных наблюдений в связи с изучением:

1) возможного появления плывунов и быстрого разжижения водоносных песков с суффозией;

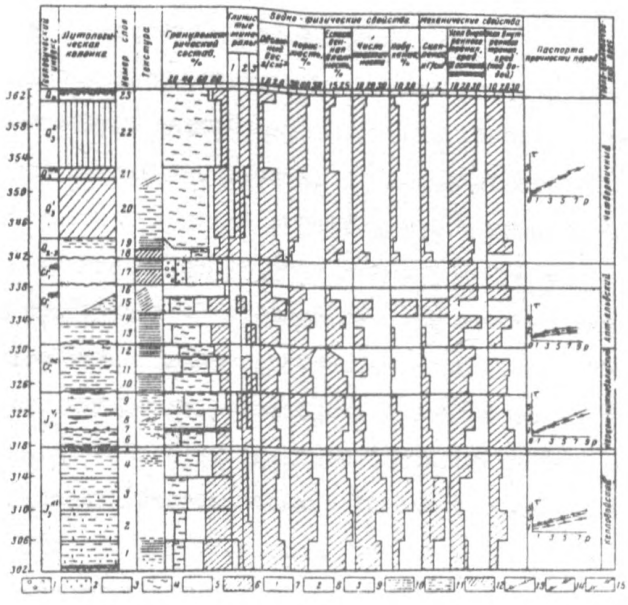


Рис.63. Сводная инженерно-геологическая колонка:

I - гранулометрический состав пород, размеры частиц более 0,5 мм; 2 - то же, от 0,5 мм до 0,25 мм; 3 - то же, от 0,25 мм до 0,1 мм; 4 - то же глинистая фракция, размеры частиц от 0,1 мм до 0,01 мм; 5 - то же от 0,01 мм до 0,001 мм; 6 - то же, размеры частиц менее 0,001 мм; 7 - монтмориллонит; 8 - гидрослюда; 9 - каолинит; 10 - текстура горизонтально-слоистая; II - то же, неясно слоистая; I2 - то же, косослоистая; 13,14,15 - прочностные свойства пород.

2) склонности пород к пучению и выдавливанию в основании уступов,

3) стойкости пород относительно выветривания.

Первые два вопроса решаются по данным детальной и эксплуатационной разведки, а также путем изучения минералогического и гранулометрического состава, водообильности, фильтрации, мощности, взаимной связи водоносных горизонтов и режима подземных вод. Методы изучения этих вопросов излагаются в работах, специально посвященных гидрогеологическим условиям на месторождениях, разрабатываемых открытым способом /45/, /65/.

Изучение пучения. Первым этапом в изучении и прогнозировании пучения рабочих площадок является обобщение геолого-разведочных данных для уточнения состава, количества глинистого материала, глубины, мощности и элементов залегания глинистых пород. По этим материалам в масштабе основных маркшейдерских чертежей составляются планы гипсометрии и изомощностей пластов глинистых пород.

Изучение пучения на карьере сводится к уже рассмотренной крупномасштабной документации и наблюдениям за изменением пространственного положения реперов наблюдательных станций, заложенных на участках пучения. При документации следует обращать внимание на минералогический состав, структурно-текстурные особенности, степень литификации, условия залегания и нарушенность пучащих пород, а также на свойства непосредственно контактирующих с ними пород. Наблюдения за перемещением реперов, проводимые геодезическим путем, позволяют получить данные о показателях процесса пучения (об интенсивности и скорости, продолжительности и объеме пучащих пород).

В лабораторных условиях микроскопически в иммерсионных жидкостях, термическим способом и т.д.изучаются минералогический и

гранулометрический состав, а также тонкие текстурно-структурные особенности пород. Изучению последних способствует пропитка образцов красителями. Доступные геологу карьера лабораторные способы определения пористости и плотности, а также некоторых механических свойств изложены далее.

Для оценки склонности пород к пучению можно использовать показатели сопротивления сдвигу, коэффициент набухания и время размокания образцов. Например, пучащие глинистые породы Подмосковья и Донбасса размокают в воде в течние первых часов, алевритовые аргиллиты и аргиллиты - в течение первых суток. Непучащие породы практически не размокают и после суточного насыщения на воздухе быстро приобретают естественную влажность. Коэффициент набухания определяется как увеличение объема или веса при насыщении. По этому показателю можно выделить типы пучащих пород. Например, в Подмосковье пластические интенсивно пучащие глины имеют коэффициент набухания 15-20%; плотные углистые и сланцевые глины - 2-15%; глины песчаные-3-15%; пески глинистые - 0,5%.

Изучение зон и поверхностей ослабления, которыми в первую очередь являются крупные тектонические трещины, четкие контакты пород и плоскости напластования, отдельные прослои и зоны повышенной трещиноватости и т.д.,производится на различных стадиях освоения месторождения как при разведке, так и при эксплуатации. Изучение производится, в основном, общеизвестными приемами геологической документации.

При ведении документации необходимо, кроме фиксирования геологических характеристик и закономерностей пространственного расположения, определять генетический тип зон и поверхностей ослабления. Для этого можно использовать классификацию Н.И.Комарницкого, выделяющего литогенетические, тектонические, экзодинамические, статические,динамические и качественные группы (см./49/.При инженер-

но-геологической документации, например, зон слоевого литологического типа, обязательным является отбор образцов для изучения физико-механических свойств, минерального и гранулометрического состава, пластичности и других свойств горных пород. Из поверхностей контактового типа особого внимания заслуживают палеморфологические поверхности (древние русла, долины, размывы и т.д.), а также поверхности седловидных понижений (прогибов) между возвышениями фундамента и диапировых образований. Эти погребенные элементы, заполненные песчано-гравийным материалом, являются коллекторами и путями выхода подземных вод, что приводит к значительному уменьшению устойчивости. Такие явления особенно часты в условиях слабосцементированных пород буроугольных месторождений на карьерах Башкирии и Украины. Поэтому документация таких элементов должна отражать также состав и характер заполняющих и налегающих пород, а также степень их обводненности.

В ряде случаев /49/ слабо выраженную изменчивость условий залегания устанавливают по результатам геодезической съемки видимой на большом протяжении в борте поверхности и путем построения изогипс поверхности по данным скважин.

Систематизация данных документации различных видов деформаций, происходящих по различным типам ослабления горного массива, позволяет установить закономерности влияния геологических факторов на устойчивость, а также способствует обоснованному прогнозу деформаций и выработке мероприятий по борьбе с ними.

Полевые методы изучения рассматриваемых явлений необходимо сопровождать также горногеометрическими построениями (планы распространения и изогипсы поверхностей, изомощности зон ослабления). Анализируя узор изолиний и характер рельефа скрытой топоповерхности, а также используя данные непосредственной документации бортов, можно установить наличие и распределение по площади карьерно-

ного поля погребенных морфологических элементов. На этих чертежах отображаются также гидрогеологические сведения: положение области питания, направление подземного потока, участки напорных вод и др. Указанные чертежи можно совмещать с гидрогеологическими чертежами того же масштаба. Для этих целей лучше использовать планы обводненности, где на гипсометрической основе водоупора изображены участки с различными показателями остаточных слоев воды для безнапорных и остаточных напоров для напорных водоносных горизонтов.

Для изображения всей налегающей толщи и выделения в ней ослабленных поверхностей и зон целесообразно составлять объемные графики в виде аксонометрических проекций или блок-диаграмм.

Натурное изучение массива

Эти работы, как правило, проводятся совместно с маркшейдерской службой карьера.

1. Одним из методов изучения закономерностей и причин деформации бортов и отвалов является проведение наблюдений за смещением реперов через 5-20 м в виде створных линий, ориентированных поперек бортов и предполагаемого смещения. Часть реперов должна располагаться за пределами смещения (оползня) на расстоянии 50-150м.

В качестве реперов используются железные штыри длиной 50-70 см и диаметром 2-3 см. Для наблюдательных станций на отвалах можно использовать деревянные колья. Конструкция репера (см.гл.У1) должна обеспечивать прочную связь с боковыми породами. Пространственное положение реперов периодически определяется геодезическим путем.

Для наблюдательной станции составляется схема расположения реперов и производится геологическая документация бортов с обязательным фиксированием крупных структурных элементов и массовыми

замерами трещиноватости. На основе документации по створу станции составляется геологический разрез, дополненный гидрогеологическими данными. На таких разрезах отмечается смещенное положение реперов, контуров деформированных уступов, поверхность скольжения, трещины и т.д.

По данным наблюдения за реперами строятся графики скорости перемещения, векторов перемещения и др.

Для изучения смещения на глубине используются различной конструкции глубинные реперы.

2. Условия устойчивости массива изучается путем натурных испытаний с помощью специальных домкратов по методике ВНИМИ (см."Методические указания по производству натурных испытаний сопротивления сдвигу неоднородных, слоистых и трещиноватых пород", издан.ВНИМИ, 1965). В массиве для больших призм определяется сопротивление сдвигу. Призмы оконтуриваются щелями и имеют связь с массивом только по одной поверхности, произвольно ориентированной относительно структуры пород. По этой поверхности по одной из схем, приведенных на рис.64, производится срез.

При оконтуривании призмы щелями необходимо сохранить естественное состояние пород, чего можно достичь путем обуривания электросверлом, см.работу /102/.

Величина сцепления плоскости среза определяется по формуле:

$$c_n = \frac{P}{S_o}\left(\cos\alpha - \sin\alpha \operatorname{tg}\rho\right),$$

где: S_o, S – площади среза и домкрата;

α – угол между плоскостью среза и направлением давления;

ρ – угол внутреннего трения;

P – наибольшее давление вичисляемое по формуле:

$$P = Д S t + \Delta P$$

$Д$ – удельное давление жидкости в домкрате, взятое по манометру;

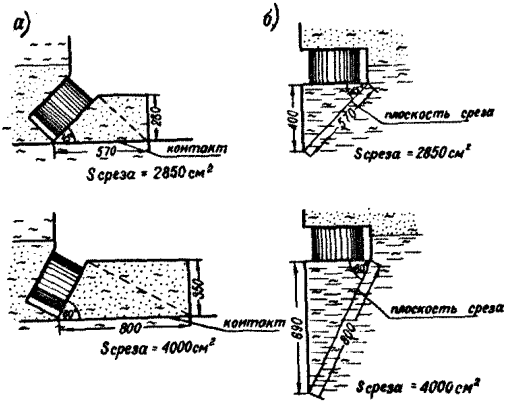


Рис.64. Схемы натурных испытаний с помощью домкрата: а - по контакту пород; б - вскрест слоистости.

t – коэффициент передачи давления, устанавливаемый при тарировке;

ΔP – вес призмы и домкрата.

В сильно трещиноватом массиве сцепление $C_м$ зависит от соотношения размеров деформируемого массива и размера блоков, ограниченных трещинами. Вычисление $C_м$ ведется по формуле, приведенной в гл. I данного руководства.

Полевые методы определения физико-механических свойств пород

Для изучения устойчивости и других инженерно-геологических факторов необходимо знание многих показателей свойств горных пород многие из которых определяются в лабораторных условиях с использованием специального оборудования. Геологу карьера доступны для использования, в том числе и в натурных условиях карьера, только простые и экспресс-методы.

Массовое определение основных инженерно-геологических показателей песчано-глинистых слабосцементированных пород можно производить с помощью полевой лаборатории ПЛВ-I, созданной в институте ВСЕГИНГЕО. Лаборатория расчитана на определение несколькими способами следующих показателей: I) влажности (весовым или пикнометрическим способом); 2) объемного веса с помощью режущих колец, мензурки и парафинированием; 3) предела пластичности глинистых пород балансированным конусом и микроэлектрометром; 4) набухание и размокание глинистых грунтов; 5) коэффициента фильтрации; 6) угла естественного откоса по углу откоса свободно отсеваемого песчаного конуса; 7) гранулометрического состава (ситовым и ареометрическим методом).

Точность определения этих показателей в полевых условиях и вычисления по ним других показателей отвечает требованиям ГОСТов.

Существуют специально разработанные геофизические методы определения инженерно-геологических показателей пород в естественном их залегании.

Влажность определяется электроемкостным методом, в основе которого лежит зависимость диэлектрической проницаемости от содержания воды в породе. Для песчаных и слабо глинистых пород применяется влагомер РВ-6. По емкости конденсатора зонда и вычисленной диэлектрической проницаемости определяется естественная объемная влажность.

При радиоактивном методе измеряется рассеивание, потеря скорости и энергии излучения нейтронов и γ- лучей в зависимости от количества влаги, в частности, от количества атомов водорода. При гамма-лучевом способе в один из шпуров опускается источник изотопом кобальта (Со-60):, в другой шпур, отстоящий на расстоянии 30-60см, счетчик.

Гамма-излучение используется также для определения плотности пород (плотностной γ-γ- каратаж). Периодические измерения плотности дают возможность изучать процесс лучения глинистых пород. В ЛГИ на базе серийного радиометра СРП-2к создан зонд и калибровочное устройство, позволяющие определять плотность по скважинам стандартного диаметра (подробнее см.работу /5/).

Экспресс-методы определения механических свойств основаны на применении разлиных методов и приборов.

1. Методы, основанные на зависимости глубины и площади внедрения наконечников разной формы от твердости и прочности пород. С помощью микропенетрометра типа МВ-2 конструкции ВСЕГИНГЕО и Новочеркасского политехнического института (рис.93, гл.УI) можно определить прочность слабосцементированных пород и угля в массиве. По глубине внедрения стальной пики и показаниям счетчика определяется численная характеристика сопротивления пород пенетрации (вне-

дрению конуса), которая коррелирует с коэффициентом крепости (см.гл.УI).

Аналогичный прибор создан во ВНИМИ /I02/. По усилию внедрения конуса (наконечника) постоянной длины и установленным эмпирически корреляциям определяется сопротивление пород сжатию (см.график рис.65). Этот прибор имеет две модели: в одной - внедрение осуществляется давлением через рычаг; в другой- через динамометр непосредственно на наконечник.

По величине внедрения относительная механическая прочность пород оценивается с использованием пробника Ю.Д.Белова /I0/. По пробнику наносится I0 ударов молотком, весом в I кг, с рукояткой длиной 30 см. (При внедрении стержня на всю длину фиксируется количество ударов). Штанген-циркулем измеряется глубина внедрения. Относительная механическая прочность пород в кг определяется по формуле:

$$q = \frac{n \cdot A}{l}$$

где: n - число ударов;

l - глубина внедрения;см;

A - работа одного удара в кг/см^2, в среднем равная I60 $\pm$ 35 кг/см^2.

Зависимость между временным сопротивлением сжатию и относительной прочностью приведена на рис.66. Эти графики для различных пород требуют проверки и корректировки. Каждый пласт должен опробоваться не менее, чем в 5 точках.

Другие методы /23/, /I07/ основаны на измерении глубины или площади отпечатка наконечника илистального шара, внедряемых механическим путем или с помощью выстрела.

В приборе КУЗНИУИ РПК-2 внедрение наконечника осуществляется с помощью пружины. Глубина внедрения определяется с точностью 0,0I мм по стрелке индекатора часового типа. По этой величине и графику рис.67 определяется величина f (см."Уголь", №2, I968).

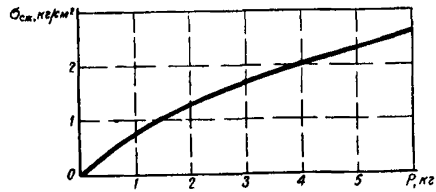


Рис.65. Зависимость усилия вдавливания $\left(\frac{P}{\sigma_{сж.}}\right)$ наконечника прибора ВНИМИ от прочности на сжатие $\left(\frac{P}{\sigma_{сж.}}\right)$ слабосцементированных пород.

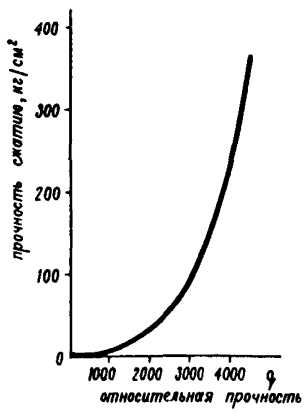


Рис.66. Зависимость между прочностью на сжатие и относительной прочностью q_y, определяемой по методу Ю.Д.Белова.

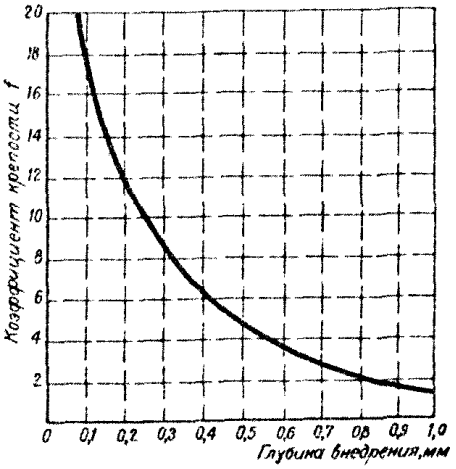


Рис.67. График зависимости коэффициента крепости (f) и глубины внедрения наконечника прибора РПК-2.

В строительстве широко распространен метод Бринелля, основанный на внедрении стального шарика под действием статической или ударной нагрузки. (Конструкции шариковых молотков приведены в гл. УI). Испытываемая поверхность зачищается карборундовым камнем. Штанген-циркулем или специальными масштабными линейками, описанным в гл.УI, по 6-10 лункам замеряется средний диаметр. Диаметр замеряется по двум направлениям с точностью 0,1 мм.

При использовании молотка с контрольным металлическим стержнем (гл.УI, рис.96) оценку прочности пород можно вести также и в относительных величинах, равных отношению диаметров лунки в породе к диаметру в стержне.

Опытным путем устанавливается зависимость между диаметром лунки и прочностью пород. Для бетона такая зависимость изображена на рис.68 при колебаниях от среднего не более, чем на 25%. Эти кривые по данным ЛГИ пригодны и для пород в этих же пределах прочности.

Определение прочности с помощью пружинного молотка и пистолета, схемы которых даны на рис.95, производится по такой же методике.

2. Методы раскалывания, разработанные в институтах НИГРИ и ДонУГИ /96,35/ применимы в условиях карьеров. Прибор (рис.69), напоминающий кусачки с манометром, позволяет "раскусывать" образцы пластинчатой формы и толщиной 10 мм. Усилие раскалывания фиксируется с помощью манометра (ГОСТ 8625-59) с пределом измерения 40 атм слабых пород ($f < 4$) и 160 атм при $f > 4$.

В одной точке отбирается на менее 5 образцов, из которых с помощью молотка и зубила изготовляются пластины для описанных испытаний.

Для пород Донбасса установлена эмпирическая зависимость между показаниями манометра (P) и прочностью пород на одноосное сжатие

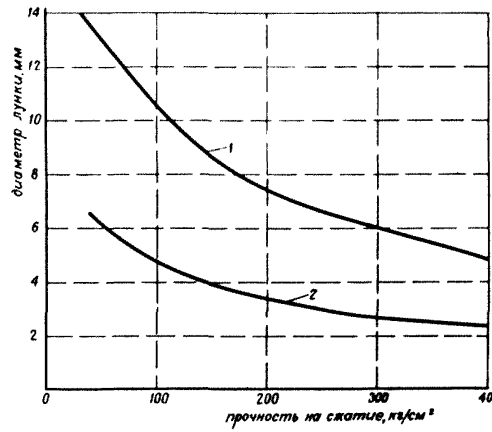


Рис.68. Зависимость диаметра лунки, полученной шариковым молотком (1) и пружинным пистолетом (2), от прочности бетона.

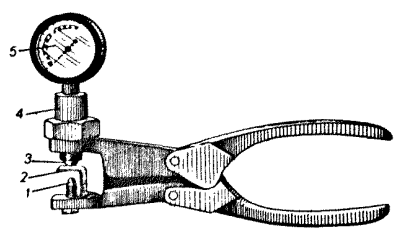


Рис.69. Прибор НИГРИ.

($\sigma_{сж}$), рис.70; аналитическое выражение кривой дано в работе /35/.

Показания прибора НИГРИ в кг/см^2 связаны с прочностью пород зависимостью : $f = 0{,}15\,P$

Прочность на разрыв можно определять путем раскалывания или одноосного растяжения кернов /52, 53/. М.И.Койфман предлагает использовать также отдельные обломки горных пород и грубо подготовленные пластины. На установке, изображенной на рис.71, а, раскалывание кернов стандартных диаметров производится вдавливанием клиньев как по монолитной части, так и по поверхностям ослабления. *Временное сопротивление разрыву в кг/см^2 определяется по формуле:*

$$\sigma_p = \frac{P}{S} \cdot K$$

где: P – усилие разрушения образца, кг;

S – площадь разрыва, см^2;

K – коэффициент, зависящий от угла породного клина раскалывания, характеризующего физико-механические свойства.

Для аргиллитов к=0,85, для песчаников к=0.91.

Для одноосного разрыва используется прибор, изображенный на рис.71, б. Длина керна должна превышать диаметр в 1,5–2,0 раза. Керн с обоймой скрепляется сплавом Вуда или другим склеивающим материалом. Разрывающее усилие, создаваемое с помощью винта и рукоятки, измеряется манометром. Измерив площадь и усилие разрыва, определяют прочность разрыву. Изучая поверхности деформации керна, можно судить о наличии участков ослабления породы и о их прочности.

Технически и методически несложны также и испытания образцов неправильной формы (подробнее см.далее).

3. Методы определения прочности пород по удельной работе измельчения, доступные для применения в условиях карьеров, описаны в § 5 настоящего руководства.

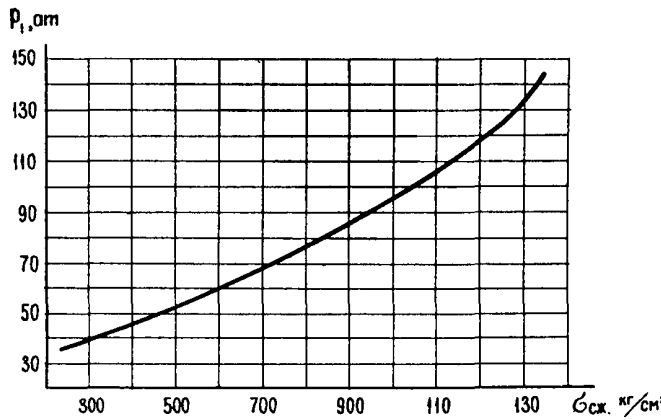
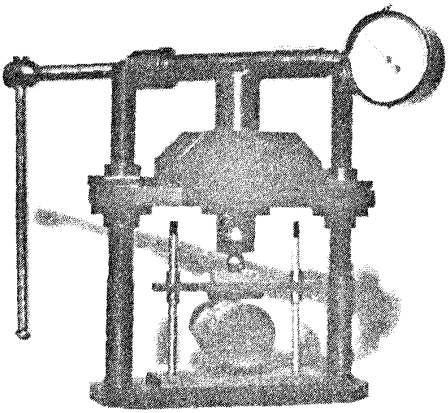


Рис.70. Зависимость показаний манометра (P) прибора НИГРИ от прочности на сжатие испытуемых пород ($\sigma_{сж}$).

а)



б)

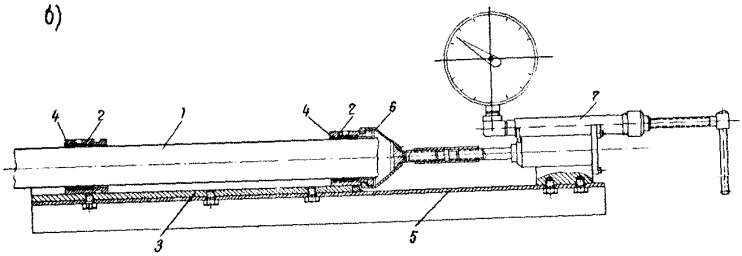


Рис.71. Приборы для испытания кернов методом раскалывания (а) и растяжения (б).

4. Прочность углей зависит от состава, степени метаморфизма, микротвердости и т.д. Наибольшая прочность характерна для плотных дюрен-клареновых углей и антрацитов. Н.Х.Платоновым /74/ и Л.Г. Семеновым /87/ получены корреляционные зависимости крепости угля от выхода летучих, которые можно использовать для оценки крепости угля (подробнее см.работу /74/).

Прочность отрыву в массиве можно определять путем выдергивания заделаных в шпур штанг или отрывом конуса породы специальными приспособлениями, вставленными в шпур. Эти методы (см.работу /9/), достаточно трудоемки и требуют специально сконструированных домкратов.

§ 2. Изучение выветривания пород

Изучение степени выветривания пород дает возможность правильнее определять параметры уступов, особенно для нерабочих вскрышных бортов, а также способствует решению других практических вопросов, связанных с изменением физико-механических свойств пород.

Признаки и свойства выветрелых пород

Внешние признаки такие, как цвет, степень и характер раздробленности, а также состав и механическая прочность пород, являются основными показателями выветрелости.

Процессы выветривания приводят к изменению состава пород и образованию новых минералов глинистого, сульфатного, и др.состава. Это отражается прежде всего на окраске пород. Выветрелым породам свойственны желтые, красные, бурые, сизые, серые и белые цвета и оттенки, особенно яркие по трещинам.

Образование трещин выветривания, увеличение раскрытости и протяженности имеющихся трещин, увеличение раздробленности пород вплоть до образования щебенки и песка - все эти явления характеризуют степень выветрелости. В различных типах пород при выветрива-

нии образуются обломки разных размеров: в известняках (Богословское месторождение) - 5х5х6 (4) см; в алевролитах (Коркино) - 2х2х2 (I) см; алевролитах (Джезказган) - 0,5хIх2 см.

Степень выветрелости характеризуется на только размерами, но и формой обломков и кусков, в значительной степени определяемых трещиноватостью. К собственным трещинам выветривания следует относить: вертикальную трещиноватость в лессах; трещины, усиливающие плитчатость в известняках, тонкую плитчатость (до листоватости) в аргиллитах с характерным рисунком трещин усыхания и шелушения на поверхности напластования; скорлуповатость в опоках и карбонатизированных глинах (иногда в песчаниках), приводящую к образованию шаровой отдельности.

Трещины выветривания часто заполняются продуктами выветривания боковых пород или гипергенными новообразованиями.

Менее прочные составляющие пород, особенно глинистый и карбонатный цемент, выветриваются в первую очередь, образуя каверны и пустоты, особенно по стенкам трещин и на поверхности обнажения. Бесструктурные слабосцементированные породы в результате попеременного смачивания и высыхания образуют комковую стуктуру.

При выветривании изменяются в первую очередь алюмосиликатные миенералы (полевой шпат, роговая обманка и др.), переходящие во вторичные (каолинит, монтмориллонит и др.). Это придает раздробленной и выветрелой породе глинистый облик. Выносимые из породы щелочные металлы образуют новые минералы (гипс, гидрослюды, известь и другие карбонаты). В большом количестве образуются гидроокисные соединения железа, меди, марганца и других металлов. Выветрелость глинистых пород можно оценивать по насыщенности их гипсом и гидроокислами.

Для выветрелых пород характерно образование прожилков и разных стяжений, а также примазок, налетов, натеков.

Прочность пород, как правило, снижается с увеличением их выветрелости. Прочность известняков Богословского карьера уменьшается от 1100 кг/см^2 до 700 кг/см^2. Сцепление невыветрелых алевролитов Коркинского карьера, в среднем, равно 6-8 кг/см^2, а выветрелых: после 4-6 месяцев выветривания- 1,5 кг/см^2, после 48 месяцев - 0,7 -0,5 кг/см^2. Уменьшение прочности пород Никольского карьера после 2-х лет выветривания умешьшается для песчаников на 35%, алевролитов - на 80%.

Изменение прочности пород значительно в результате действия мерзлотных процессов. В условиях Крайнего Севера даже крепкие метаморфические породы в течение I года разрушаются на глубину I0см.

По данным ИГЕМ, ВНИМИ и др., разрушение образцов под влиянием процесса замораживания - оттаивания в лабораторных условиях происходит в известняках через 100 и более циклов, в глинистых известняках - 40-50 циклов, в каолинизированных песчаниках - 15 циклов. Значительное влияние на разрушаемость в этом случае имеет пористость и водонасыщенность. При этом отношение прочности мерзлых и талых пород пропорционально их влажности. Уменьшение прочности при оттаивании особенно велико для пород из зоны вечной мерзлоты. По данным лаборатории устойчивости бортов карьеров ВНИМИ, прочность образцов таких пород на сжатие снижается для глинистых пород на 20%, для мергелей в 4,5 раза; прочность на растяжение известняков уменьшается в 2,5 раза, песчаников в 3,2 раза. Устойчивость промерзшего массива по данным натурных испытаний ВНИМИ на карьерах треста "Якуталмаз" выше устойчивости массива талых пород в 3 и более раз.

Степень мерзлостойкости пород увеличивается в следующей последовательности: суглинки, глины, мергели, алевролиты, песчаники,

известняки.

Методика изучения выветривания.

При изучении выветривания пород в бортах карьеров наибольшее значение имеют: I) критическая прочность пород на поверхности откосов, при которой начинается осыпание; 2) измерение прочности во времени, например, в течение года; 3) скорость осыпания и объем осыпавшихся пород, что позволяет, например, уточнить ширину бермы обрушения верхней бровки и ширину полосы, засыпаемой обрушившейся породой. Для получения указанных характеристик можно совместить определения физико-механических свойств с наблюдениями на специально заложенных станциях.

Натурные исследования состоят из наблюдений за реперами наблюдательных станций и из геологической документации выветрелых пород по специально пройденным выработкам.

I. Наблюдательная станция представляет из себя ряд реперов, отстоящих друг от друга в среднем на I м и расположенных на откосе борта в 2-х взаимно перпендикулярных направлениях. В предварительно очищенный от выветрелых пород участок борта по нормали к откосу забиваются металлические стержни длиной 0,5 м. Стержни забиваются в подошву уступа у нижней очищенной от осыпи бровки с целью определения объема осыпавшейся породы.

Наблюдения проводятся путем замера превышений головок стержней-реперов над откосом. В промежутках между реперами измеряются расстояния от откоса до рейки, положенной на два соседних репера.

Мощность осыпавшегося слоя, определяемая переодическими промерами превышений реперов над откосом, позволяет установить скорость выветривания и объем осыпавшихся пород. Объем осыпавшейся породы можно определить также непосредственно по замерам от реперов-стержней, забитых в подошве уступа у нижней бровки борта.

Измерения превышений по створным направлениям реперов позволяют иметь данные об изменении профиля борта в процессе выветривания.

Определяя прочность породы на разной глубине от поверхности борта по истечению определенного срока, устанавливают глубину и скорость выветривания. В районах вечной мерзлоты таким способом устанавливается глубина оттаивания и постоянной прочности пород.

Прочность выветрелых пород поверхностного слоя, при которой происходит осыпание, называется критической прочностью.

Систематические определения прочности выветрелых пород вплоть до их обрушения позволяет, построив график изменения прочности со временем, определить соответствующее критической прочности время начала осыпания. Эти определения дают возможность получить данные об изменении механических показателей по истечению определенного срока, например, одного года.

2. При закладке наблюдательных станций на карьерах, а также при изучении новых участков проводится детальная геологическая документация выветрелости пород по специально пройденным выработкам легкого типа (расчисткам, закопушкам и т.д.).

Геологической документацией на наблюдательной станции предусмотрено изучение состава, условий залегания, трещиноватости и основных физико-механических свойств пород. Фиксируется высота и пространственное положение уступа (глубина залегания от поверхности и ориентировка).

При реконструкции карьеров встает вопрос об изучении инженерно-геологических свойств пород на новых участках, например, по направлению предполагаемой проходки капитальной или въездной траншеи. В этих случаях возникает необходимость уточнить свойства вскрышных пород по добываемости и устойчивости, а также свойства и качество выветрелого угля (о изучении выветривания угля - см.гл.Ш).

Проходимые выработки (закопушки, шурфы и т.д.) лучше докумен-

тировать по форме, приведенной на рис.72. В связи с плавностью изменения степени выветрелости пород целесообразно применять сплошную зарисовку, выполняемую в виде колонки составляемой по одной наиболее характерной стенке.

На основе сопоставления интенсивности трещиноватости и ее морфологических признаков, а также формы и размера ограниченных трещинами блоков, выделяют обычно 4 зоны выветрелости: 1) зона тонкого дробления, представленная раздробленными и измененными зернами первичных пород. При легком прикосновении порода рассыпается, а от избытка воды быстро набухает; 2) зона мелкообломочноная, состоит из мелких обломков первичной породы с большим количеством продуктов выветривания. Порода разламывается пальцами; 3) зона глыбовая, характеризуется расширенными первичными и собственными трещинами выветривания, которые разбивают породу на отдельные глыбы. Порода разламывается руками; 4) монолитная зона не подверженная выветриванию. Сцементированные породы раскалываются молотком.

Целесообразно для выделения степени выветрелости изучать на разной глубине изменение интенсивности раскрытости и ориентировки трещиноватости.

При изучении трещиноватости, если морфологических или других прямых признаком для выделения трещин выветривания надостаточно, то можно воспользоваться сопоставлением систем трещин, полученных в результате массовых замеров в выветрелых и невыветрелых однотипных породах, находящихся в одинаковых тектонических условиях.

При изучении минеральных новообразований необходимо уделить внимание на количественное соотношение вторичных и первичных, главным образом глинистых новообразований, а также на образование гипса, кальцита и др. Для вторичных образований отмечается форма, размер и характер скоплений (корочки, пятна, прожилки и т.д.). Если в полевых условиях трудно дать название выветрелой породе или

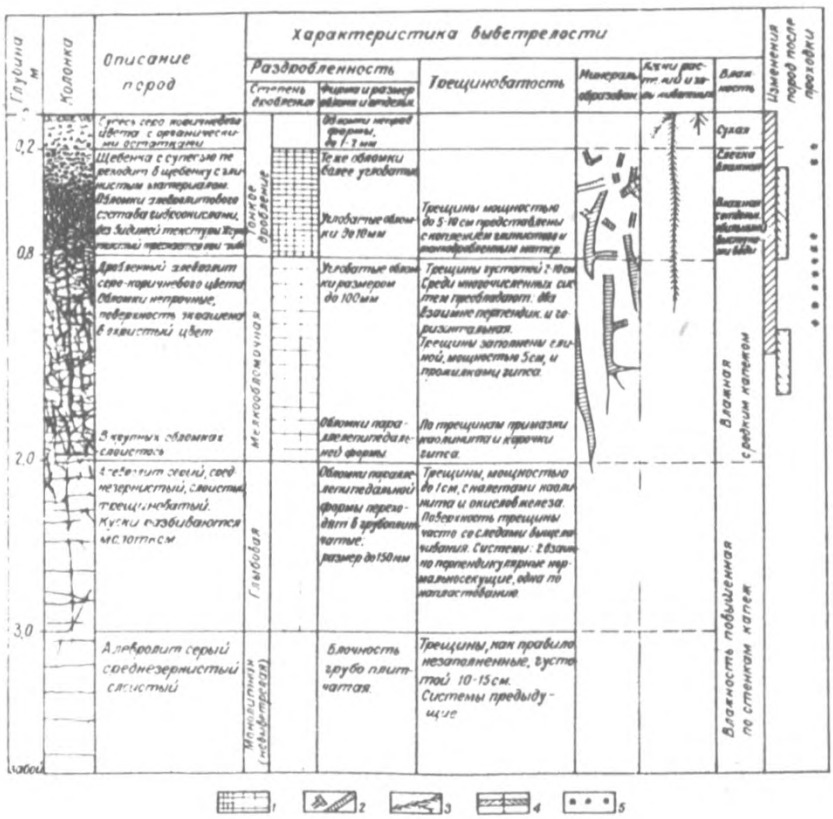


Рис.72. Пример документации при изучении выветривания пород в горных выработках.
1 – степень дробления пород; 2 – минеральные образования; 3 – корни растений; 4 и 5 – участки изменения пород после проходки выработки.

минеральным скоплениям, то ограничиваются описанием цвета, беска, излома, твердости и других признаков.

Кроме основных признаков выветривания, можно использовать дополнительные, например, липкость и пластичность пород. По ним можно выделить также 4 стадии: 1) породы в жгут не раскатываются; 2) порода раскатывается в толстый жгут; 3) жгут при сгибании трескается; 4) жгут сгибается без трещин .

Лабораторные исследования проводятся по образцам, отобранным с разных глубин с интервалом 10-20 см. Отбор проб производится в специально пройденных расчистках в соответствии с зональностью выветрелости пород и сопровождается геологической документацией. При отборе проб в выветрелых породах необходимы специальные приемы обработки, упаковки и хранения, чтобы сохранить их целостность и естественное состояние.

Методика макро- и микроизучения выветрелых пород общепринятая.

При механических испытаниях в связи с трудностью обработки образцов (особенно из зон выветривания) необходимо шире использовать метод толчения М.М.Протодьяконова /78/ и испытания образцов неправильной формы.

Стойкость к разрушению и долговечность пород в результате действия процессов замораживания и оттаивания (морозостойкость) изучается не только в натурных условиях, но и в лабораторных условиях Характеристикой морозостойкости является число циклов замораживания - оттаивания, после которого наступает разрушение или изменение прочности на определенную величину. По результатам таких испытаний, когда определяется прочность пород после разного количества циклов, строится график данной зависимости.

Для изучения морозостойкости пород, сильно зависящей от их водонасыщенности, по рекомендации ИГЕМ /81/ испытания необходимо производить с образцами, подвергнутыми максимальному водонасыщению

Наилучшее водонасыщение происходит в форвакууме, что позволяет, по данным Ю.А.Розанова и др./81/, ограничиваться 25 циклами замораживания - оттаивания вместо 100 циклов при свободном водонасыщении образцов.

В связи с тем, что в лаборатории нарушается естественная скорость процесса, влажность пород и т.д., изучение влияния этого процесса, особенно для пород районов вечной мерзлоты, лучше проводить в натурных условиях, на открытом воздухе. Для этого используется керн только что пробуренных скважин, который подвергается механическим испытаниям и детальному геологическому описанию. Мелкие структурно-текстурные элементы просматриваются в лупу или даже под микроскопом. Оставленный на открытом воздухе керн, повергшийся действию мороза и тепла, вновь описывается и испытывается после определенного времени. Итак вплоть до установления критической прочности и времени разрушения. Эти данные дают возможность оценивать устойчивость бортов карьеров, расположенных в районах вечной мерзлоты.

§ 3. Определение показателей добываемости пород

Обобщающим относительным показателем сопротивления горных пород при добывании является коэффициент крепости f, предложенный М.М.Протодьяконовым (см.в приложение 2).

Этот интегральный показатель характеризует в целом сопротивляемость пород добыванию, зависящую от многих свойств, оцениваемых показателями дробимости, буримости, прочности на сжатие и др., которые являются частными характеристиками свойств пород. Поэтому между показателями сжимаемости, дробимости, буримости и др.и коэффициентом крепости f по шкале М.М.Протодьяконова существует корреляция, см.рис.15. Простые методы определения f рассмотрены в § 1 этой главы.

Добываемость можно характеризовать показателями: I) сопротивляемости разрушению (дроблению); 2) взрываемости; 3) резанию и трудности экскавации; 4) абразивности; 5) буримости. Определение этих показателей связано с проведением довольно сложных испытаний, требующих специального оборудования и приборов. Поэтому рассмотрим только общие принципы определения указанных показателей.

Сопротивляемость разрушению определяется по удельной работе дробления, вычисляемой по гранулометрическому составу разрушенной породы, полученной при испытании в лабораторных условиях методами: I) сбрасывания определенного количества (объема) породы с заданной высоты на плиту; 2) размола пробы в специальных мельницах с определенными техническими показателями; 3) падающего на испытываемый образец груза; 4) раздавливания в замкнутом сосуде. Многие из этих испытаний предусмотрены ГОСТ или описаны в работах /9/, /105/. В производственных условиях сопротивление разрушению определяется по удельной затрате энергии, времени или инструмента на разрушение единицы объема.

По результатам ситового анализа для отдельных фракций и для всей смеси вычисляются средний размер частиц и их суммарная поверхность, а также относительный выход кусков разной фракции. Метод ситового анализа и вычислений по его результатам показателей дробимости даны в работе Л.И.Барона и др./9/. В этой же работе и в некоторых ГОСТах (ГОСТ 7714-55; 8269-56 и др.) описаны и другие методы определения дробимости. Например, удельную энергии дробимости для угля можно определить по результатам взвешивания кусков до сбрасывания (P_i) и после него ($P_к$). Куски весом до 2кг сбрасываются 10-20 раз в высоты h =I,25 м на металлическую плиту. Показатель $R=\frac{h\Sigma P_i}{P_o-P_к}$ вычисляется по результатам испытаний ~20 кусков (P_o - первоначальный вес куска).

Гидравлическая разрушаемость. Для внедрения гидравлического

способа разработки угля от геолога карьера требуются данные о гидравлической разрушаемости пород (или сопротивляемость пород гидравлическому разрушению напорной струей воды). Это дает возможность определить основные параметры гидродобычи: наиболее эффективный напор воды, удельный расход воды, производительность гидромонитора и т.д.

В институте горного дела МЧМ СССР разработан простой экспресс-метод определения гидравлической разрушаемости, применимый в натурных условиях для пород с различными физико-механическими свойствами. Метод основан на измерении величины и формы воронки, образуемой в породе импульсной струей воды определенного объема и напора

Импульсная водяная струя с давлением в несколько десятков атмосфер получается с помощью специального гидропистолета, изготовляемого из обычной ракетницы, рис.73. В ствол ракетницы вставляется дополнительный стальной ствол. Казенная часть рассчитана на охотничий патрон 16 калибра, дульная часть имеет конусное сужение до 10 мм. (Детальное описание и размеры приведены в работе /83/). Патрон снаряжается обычно капсюлем, 1-3 граммами дымного пороха и закрывается промасленным войлочных пыжом. Для испытания песчано-глинистых пород на карьерах Кузбасса и Красноярского края, разрабатываемых гидромониторами, применялся заряд пороха в 1,3 г, что обеспечило напор струи в 56 атмосфер.

Вода в объеме 25 $см^3$ заливается в ствол, выходное отверстие закрывается легкой диафрагмой из полиэтиленовой пленки или фольги, удерживаемой накидной гайкой.

Выстрелы производятся с руки по нормали к поверхности и на расстоянии от откоса в 0,5 м. Диаметр импульсной струи в этом случае равен 17 мм. Во время выстрела лицо необходимо защищать от осколков породы.

В слабо связанных песчаных породах, разрушаемых путем размыва,

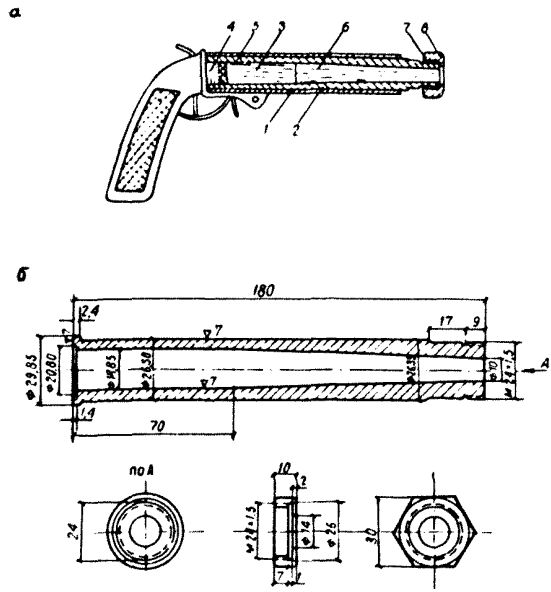


Рис.73. Схема (а) и детали гидропистолета.

воронка имеет значительный наружный и внутренний диаметры и небольшую глубину. В глинистых породах гидроразмыв сочетается с гидрорезанием, и воронка суживается и вытягивается в глубину. Показатель гидравлической разрушаемости определяется по следующей формуле:

$$f_1 = 0{,}81 \frac{Д^2 - 300}{h} \cdot e^{\frac{V-10}{V}},$$

где: Д – наружный диаметр воронки, мм;

h – глубина воронки, мм;

V – объем воронки, $см^3$;

e – основание натуральных логарифмов.

Приближенное значение показателя для песчаных пород можно вычислить по формуле: $f = 0{,}81 \cdot \frac{Д^2 - 300}{h}$.

В таблице приведены наиболее характерные размеры воронок и показатели гидравлической разрушаемости пород Бачатского, Красногорского и Назаровского угольных карьеров.

Таблица 21.

Породы	Д мм	d мм	h мм	$V_з$ $см^3$	$f_г$
Песок мелкозернистый сухой	92	24	42	120	400,0
Песок мелкозернистый увлажненный	88	40	120	362	157,0
Супесь	38	19	50	33	37,7
Песок глауконитовый	36	17	51	30	32,2
Суглинок желтый	34	14	47	23	27,5
Суглинок желтый лессовидный	33	13	105	46	13,5
Суглинок бурый	28	15	75	28	10,0
Глина чеганская влажная	31	17	133	62	9,5
Глина темносерая	28	15	115	43	7,5
Глина пестроцветная, влажная	31	14	179	77	7,3
Глина светлокоричневая	22	11	73	16	3,2
Глина красная	20	7	70	11	1,7

Для однородных пород достаточно производить 3-5 определений, для неоднородных необходимо опробовать наиболее характерные слои и участки, увеличивая число определений не менее, чем в 2 раза.

Взрываемость, как сопротивление горных пород разрушению взрывом, оценивается величиной удельного расхода ВВ или суммарной длиной шпуров на единицу объема породы. Зависимость между крепостью скальных пород и удельным расходом ВВ, установленная Л.И.Бароном /9/ приведена на рис.15. Классификация пород по взрываемости приведена в приложении.

Сопротивляемость резанию (скалыванию) определяется путем определения затраченной работы и количества разрушенной породы. Например, показатель сопротивления угля скалыванию (строганию) определяется по формуле: $R = \frac{P_{ск}}{S_{стр}}$,

где: $S_{стр}$ - площадь сечения скалываемой стружки, $см^2$;

$P_{ск}$ - усилие скалывания, кг.

По величине удельного сопротивления резанию (R) В.П.Горячкин выделяет следующие группы несцементированных пород (грунтов),см. табл.25

Таблица 25.

№ № групп	Характеристика групп	R кг/см^2
I	Очень слабые	до 0,5
II	Слабые	0,5-1,0
III	Средние	1,0-2,0
IУ	Твердые	2,0-3,0
У	Особо твердые	3,0-4,0

В связи с линейным характером зависимости R от толщины стружки (глубина резания) - h сопротивляемость резанию можно характеризовать величиной резания, приходящегося на единицу толщины стружки(глубины резания) $A = \frac{P_{ск}}{h}$. Среднее значение показателя A для некоторых углей даны в таблице 25а.

Таблица 25а.

Район	Марки угля	А кг/см
Донбасс	Ж	25 - 50
	ОС	100
	Д	130
	Г	85 - 200
	А	90 - 330
Караганда	Ж	95
	ПС	160 - 290
	ПЖ	180

Удельное сопротивление резанию для некоторых пород приведено в приложении 4. Зависимость показателя сопротивления резанию от коэффициента крепости f показана на рис.15. Коэффициенты разрушаемости горных пород при экскавации приведены в приложении 3.

Абразивность - способность пород изнашивать металлы и другие твердые тела при трении их о породу. Отношение объема (веса) изношенной стали к объему (весу) изношенной породы является показателем относительного износа. Коэффициент абразивности определяется по формуле: $K_{абр.} = \frac{\Delta V_c}{P}$

где: ΔV_c - объем изношенной породы за единицу пути вращения;

P - нагрузка.

По методике, разработанной Л.А.Шрейнером /105/, требующей специального оборудования и подготовки образцов, определяются коэффициенты абразивности, показатель относительного износа и др.

По методу Л.И.Барона /8/ используются штурфы или керн весом 0,1-3,0 кг, о которые на настольном сверлильном станке истираются стальные стержни.

Показатель относительной абразивности определяется взвешивани-

ем на точных весах. Условия испытаний: скорость вращения 400 об/мин осевое давление 15 кг, длительность испытаний 10 мин; стержни из стали-серебрянки (ГОСТ-2588-44) диаметром 8 мм.

Шкала абразивности пород приведена в приложении.

Буримость, как степень сопротивления разрушению в процессе бурения, изучается по скорости чистого бурения при постоянных условиях бурения. Для различных видов бурения и буровых инструментов существуют различные методы определения буримости и соответствующие им шкалы, см.приложение 5 и рис.74.

§ 4. Отбор проб и образцов

Образцы и пробы должны отбираться в соответствии с изменчивостью изучаемого признака. Сеть геолого-разведочных выработок примерно отвечает изменчивости основных характеристик месторождений. Поэтому расстояние между пунктами отбора проб для инженерно-геологических исследований не должны превышать расстояние между выработками детальной разведки. При простом и устойчивом геологическом строении эти расстояния составляют 600-800 м; на относительно выдержанных месторождениях - 300-400 м; при сложном строении - 200 м.

Для первой стадии освоения карьерных полей ВНИМИ рекомендует /61/ иметь для разных типов изменчивости и сложности геологического строения следующее количество опробования:

1) простое и выдержанное геологическое строение - от 2-3 до 4-6 пунктов на карьерное поле;

2) относительное простое геологическое строение с изменчивыми показателями - от 0,5 до 2-3 пунктов на 1 кв.км;

3) сложное геологическое строение и значительная изменчивость показателей - от 2 до 8 пунктов на I кв.км.

При этом надо иметь в виду, что граница изучения инженерно-

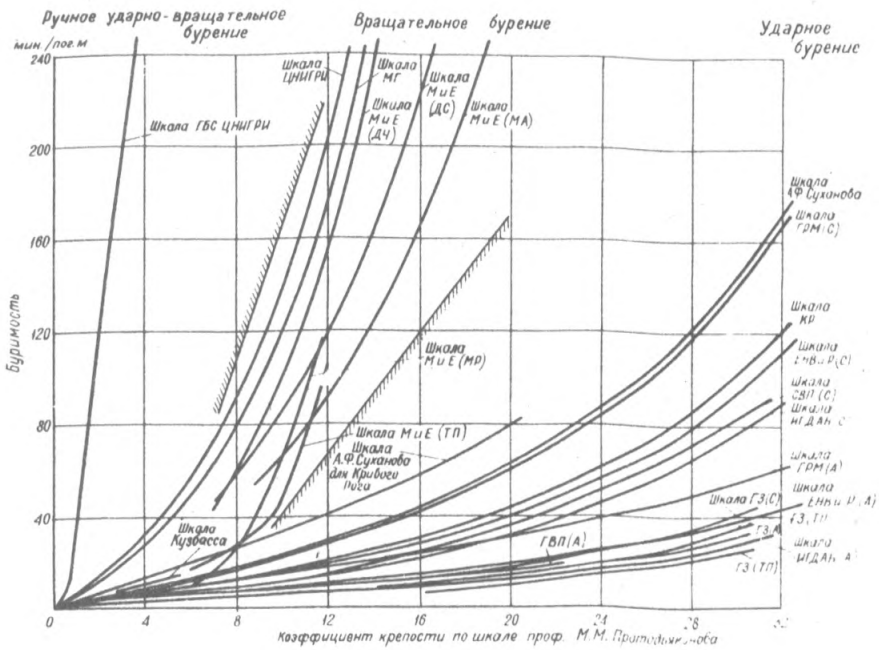


Рис.74. Зависимость между коэффициентом крепости f по шкале М.М.Протодьяконова и показателями буримости В по различным шкалам:
ГБС ЦНИГРИ – горно-бурового сектора ЦНИГРИ; МГ – Министерства геологии; М и Е – В.И.Морозова и А.М.Ермакова (ДЧ – дробь чугунная, ДС – дробь стальная, МА – мелкоалмазные коронки, МР – мелкорезцовые коронки, ТП – самозатачивающиеся коронки); ГРМ – Гиредмета; КР – Главруды Кривбасса; ЕНВ и Р – нормативно-исследовательского отдела Гипроцветмета МЦМ; СВП – Союзвзрывпрома; ГЗ – Главзолота.

геологических показателей должна выходить за контуры подсчета запасов (пределы карьерного поля) на величину:

$$L = H \operatorname{ctg} \alpha + a ,$$

где: H – предельная глубина карьера;

α – предельный угол откоса карьера;

a – ширина призмы возможного обрушения, в среднем, равна (0,5-0,35)H.

В пробе однородных пород должно быть не менее 5 образцов; для неоднородных слоев - не менее 7-10 образцов. Объем опробования неоднородного массива определяется количеством литологических разностей с мощностью 0,5-5,0м, а также изменчивостью одного из основных показателей устойчивости - сопротивления сдвигу. Глинистые породы, залегающие непосредственно над угольным пластом, в значительной степени снижающие устойчивость, опробуются и при меньшей их мощности. Общее количество проб определяется необходимостью надежной характеристики каждого вида испытаний, см.табл.26.

Пробы отбираются из монолитов размером примерно 200x200x200 мм и из керна скважин, имеющих выход керна не менее 80%. Для скальных пород диаметр керна не должен быть меньше 40 мм, высота - 15 см; для слабосцементированных: диаметр - 69 мм, высота - 10 см. такие размеры необходимы для того, чтобы при испытании образцы цилиндрической формы имели соотношение высоты к диаметру не менее 2:1

Для отбора проб в слабосцементированных, особенно в обводненных породах, применяются грунтоносы забивного, вибрационного и обуриваемого типов. Чтобы не нарушать структуру и естественную влажность несвязанных пород образцы отбираются в металлические режущие кольца с последующим парафинированием. Пробы в слабосцементированных породах на карьере лучше отбирать в виде монолитов.

При использовании керна с целью сохранения естественного строения породы бурение скважин необходимо производить по специальной

технологии: скорость бурения 120-180 обор./мин; промывка - густым глинистым раствором с удельным весом 1,2 г/см^3 при сниженной подаче раствора; снаряд желательно иметь с двойной колонковой. Перед упаковкой керн необходимо очистить от глинистого раствора. Все образцы (керн, монолиты) парафинируются не более, чем через 3 часа после их отделения от массива. Для длительного хранения парафинирование производится в несколько слоев с марлей и гудроновым покрытием. Для сохранения влажности образцы можно упаковывать в бюксы.

Примерный вес, размеры и упаковка образцов различных пород для основных инженерно-геологических испытаний приведены в табл.27.

Для лабораторных исследований геологу карьера чаще всего приходится пересылать образцы в организации, имеющие специально оборудованные лаборатории. Поэтому ящики с пересылаемыми образцами должны быть плотными с толевым внутренним покрытием и ручками для переноски. Керновые образцы желательно укладывать в ящики с с перегородками - ячейками. Монолиты в ящике отгораживаются друг от друга доской или фанерой. Все образцы укладываются в опилки или стружки. Каждый ящик должен сопровождаться этикетками с указанием номеров пересылаемых проб.

Все образцы и пробы должны иметь этикетки с указанием номера, места отбора, краткого описания породы и даты отбора.

§ 5. Лабораторные исследования

Основной объем лабораторных работ при решении горно-геологических задач на карьерах (не считая показателей качества угля) связаны с определением инженерно-геологических показателей (см. табл.26) и частично с исследованиями петрографического характера.

П р о ч н о с т ь пород является основной сравнительной характеристикой пород и основным параметром горнотехнических расчетов.

Определение предела прочности на сжатие ($\sigma_{сж}$), а также упру-

Таблица 26.

Основные виды и объем лабораторных работ при изучении инженерно-геологических условий на угольных карьерах

№№ пп	Инженерно-геологические показатели	Породы	Метод испытаний	Количество образцов в пробе
1	Сопротивление сдвигу	слабосцементированные и несвязанные	быстрый срез на срезных приборах, стабилометре	10 и более
2	Сцепление и коэффициент внутреннего трения	крепкие, средней и малой прочности	объемное сжатие в стабилометре, косой срез в матрицах	8-12
3	Предел прочности при трехосном сжатии	слабые, средней прочности	испытания на стабилометре при боковом давлении, равном 0,4 от основного давления	3- 5
4.	Предел прочности на сжатие	крепкие, средней прочности	одноосное сжатие на прессах, соосные пуансоны, на образцах неправильной формы	5- 8 (до 10)
5	Предел прочности на растяжение	крепкие, средней прочности	одноосное растяжение, раскалывание	4-6 (6-10)
6	Деформируемость	крепкие, средней прочности	сжатие	2-3
7	Угол естественного откоса	сыпучие	в сухом состоянии и под водой	4-6
8	Стойкость к выветриванию	крепкие, средней малой прочности	сравнение прочности после многократного увлажнения и высушивания, замораживания и оттаивания	1-2
9	Набухание и размокание	глинистые	свободное водонасыщение	4-5 (до 10)
10	Предел ползучести	глинистые и слабо сцементированные	на стабилометре и на срезном приборе	3-5
11	Компрессия и водопроницаемость	глинистые	компрессионные приборы	2-4
12	Предел пластичности	глинистые	раскатыванием в жгут; балансирным конусом и др.	2-4
13	Капиллярная и максимальная влажность	глинистые и несвязанные	метод влагоемких сред и высоких колонн	2-3
14	Естественная влажность	все породы	весовым способом при высушивании до 110^0	все образцы по п.п.1,2,3,4,5,6
15	Пористость	все породы	водонасыщением, по объему и удельному весу	все образцы по п.п.1,2,3,4,5,6
16	Объемный вес	все породы	гидростатическое взвешивание, взвешивание образцов правильной формы и др.	все образцы по п.п.1,2,3,4,5,6
17	Удельный вес	все породы	пикнометрическим способом	более 50% образцов по п.п. 1-6
18	Гранулометрический состав	слабосцементированные глинистые	визуальным, ситовым пипеточным и др.методами	10-15% от образцов по п.п.1-6
19	Минеральный состав	все породы	визуальным, люминисцентным и др. методами	2-3

Показатели свойств пород	Породы	Характеристика образца и упаковки	Вес, размеры образца
Объемный вес	Глины, суглинки, супеси, пески	Образец с естественной влажностью отбирается в виде монолита, грунтоносами или режущими кольцами и парафинируется	500 (до 1000) $см^3$ не менее 20 г.
	Полускальные (мергили, алевролиты, аргиллиты и т.п.) скальные	Образец с естественной влажностью парафинируется Чаще используются образцы отобранные для механических испытаний	200 г
Удельный вес	Рыхлые и глинистые породы. Полускальные и скальные	Используются образцы, отобранные для определения объемного веса и гранулометрии	не менее 20-30 г
Гранулометрический состав	Пески, гравий, щебень и т.п. глины	Насыпаются в мешочки Отбираются в мешочек. Образец парафинируется	200-500$м^3$ (до I кг) 500 $м^3$ (до 2 кг) 50-200 $м^3$ (до 0,5 кг)
Естественная влажность	Супеси, пески, глины, илы, суглинки, аргиллиты. Полускальные и скальные	Образец упаковывается в бюкс	20-50 г.
Сопротивление сжатию	Глинистые и полускальные	Образец парафинируется Монолиты и образцы парафинируются	до 200 г Образцы 10x10x10 см высотой в 2 раза большей диаметра
	Скальные	Монолиты и керн	монолиты 20x20x20 см, керн высотой в 2 раза большей диаметра
Сопротивление сдвигу (срезу)	Все породы	Монолиты и керн как для испытаний на сжатие	
Компрессионные свойства	Глинистые, песчанистые	Монолит, керн скважин	10x10x10 см (до 4-6 кг)
Пластичность	Глинистые	Образцы упаковываются в бумагу и в мешочки	200-500 г
Размокание, набухание	Глинистые, полускальные	Образец парафинируется (чаще используются образцы предыдущих испытаний)	до 2 кг (10x10x10см)
Коэффициент фильтрации	Глинистые, песчанистые	Образцы отбираются в мешочек	10x10x10 см (до 1-2 кг)
Угол естественного откоса	Песчаные	Насыпаются в мешочек	1-2 кг
Минералогический состав	Все породы	Чаще используются образцы отобранные для других испытаний	200 г

гих показателей (коэффициента Пуассона μ и модуля Юнга E) производится обычно путем сжатия на прессах образцов правильной, чаще цилиндрической формы со строго параллельными основаниями. Показатель $\sigma_{сж}$ определяется также методом соосных пуансонов, который разработан во ВНИМИ Б.В.Матвеевым, /60/. Для этого плоские диски, изготовленные из керна разведочных скважин или специально выбуренных из монолитов образцов, раздавливаются соосно направленными пуансонами.

Методика определения прочности некоторых пород регламентируется ГОСТами (5219-50, 8462-57 и др.).

В связи с трудностью подготовки образцов правильной формы и невозможностью их изготовления из сильно трещиноватых пород, например, из некоторых типов углей, предложено несколько методов определения механических показателей на образцах неправильной формы /47/, /79/. Образцы пород, объемом примерно 100см^3 без острых углов и размерами по 3-м взаимно перпендикулярным направлениям, отличающимся не более, чем в 1,5 раза, раздавливаются на прессе. Предел прочности такого образца:

$$\sigma'_{сж} = P\left(\frac{\gamma}{q}\right)^{a}$$

где: P - усилие раздавливания, кг;

γ - объемный вес породы, г/см^3;

q - вес образца, г.

Русаков Н.Г. и Онищенко Ю.А. /85/ установили, что степенной показатель a в этой формуле для пород Донбасса имеет следующую величину: аргиллиты - 0,78; алевролиты - 0,68; песчаники - 0,70; известняки - 0,66.

В большинстве случаев прочность пород, установленная на образцах правильной формы больше $\sigma_{сж}$ в 5,3 раза ($\sigma_{сж} = 5,3\ \sigma'_{сж}$).

Поскольку природа деформации образцов неправильной формы близка разрывной, то величину показателя прочности ($\sigma'_{сж}$) можно считать условной прочностью на разрыв.

В связи с отсутствием возможности иметь на карьере специальное оборудование, для механических испытаний можно использовать достаточно надежный и простой метод толчения, разработанный М.М.Протодьяконовым и др./78/. Необходимое оборудование для испытаний можно изготовить в механических мастерских на карьере (конструкция описана в гл.УI). Прибор представляет из себя металлический стакан с подвешенным над ним на блоке грузом-гирей весом 2,4 кг. Этот груз с высоты 0,6 м сбрасывается на насыпанную в стакан пробу, измельченную предварительно до 20-30 мм (не менее 10 мм). Испытывается 5 проб, из которых отбираются навески весом около 100 г. Производится от 5 до 20 ударов в зависимости от крепости пород и из расчета, чтобы полученная мелочь составляла около 25% от навески. После дробления пробу просеивают через сито с ячейкой 0,5 мм. Просеянная мелочь ссыпается в специальный объемометр (см.рис.99 б) Высота столба мелочи (l) измеряется с помощью плотно входящей в объемометр проградуированной пробки.

Коэффициент крепости вычисляется по формуле: $f = \frac{20n}{l}$

где: n - число ударов сбрасываемой гири.

Прочность на разрыв опеределяется на образцах стержнеобразной формы, концы которых зажаты в приспособлениях разрывной машины, а также по специально разработанной во ВНИМИ методике /60/.

Коэффициент внутреннего трения и сцепления определяется путем испытания образцов на срез. Срез производится в специальных срезающих матрицах прессов под углом 30^0, 45^0 и 60^0. По результатам испытаний строится паспорт прочности, по которому определяется угол внутреннего трения и сцепление (см.гл.I).

При испытаниях трещиноватых углей, когда трудно изготовить образец правильной формы, образец заливают в бетонную оболочку, в которой под разными углами наклона (α) делается щель. По усилию

разрушения (P) и площади разрушения (F) вычисляются возникшие на ней нормальные ($\sigma = \frac{P \cdot \cos\alpha}{F}$) и касательные ($\tau = \frac{P \cdot \sin\alpha}{F}$) напряжения. Таким же путем можно определить σ и τ по трещинам и поверхностям напластования, что в свою очередь дает возможность вычислить показатели внутреннего трения и сцепления по поверхностям ослабления.

Сцепление можно получить также при испытаниях образцов на сжатие, при этом высота образца должна быть не менее:

$$h = d\,ctg(45 - \rho/2),$$

где: d - диаметр образца;

ρ - угол внутреннего трения (среднее значение для данной породы берется из табл., см.приложение).

Разрушение такого образца произойдет в виде среза по плоскости, наклоненной к оси сжатия под углом ($45 - \rho/2$). По величине прочности $\sigma_{сж.}$ можно вычислить сцепление: $K = \frac{\sigma_{сж.}}{2} tg(45 - \rho/2)$.

По результатам лабораторных испытаний образцов, используя эмпирическую формулу, предложенную Г.Л.Фисенко (см.гл.1), можно вычислить сцепление в массиве горных пород.

Показатели ослабления массива трещиноватостью, вычисляемые как отношение сцеплений трещиноватого и монолитного массивов, приведены в табл.I4,гл.I.

Методика проведения испытания слабосцементированных и глинистых пород излагается в методическом пособии, составленном во ВНИМИ /6I/ и в других работах по грунтоведению и инженерной геологии.

Лабораторные испытания свойств отвальных пород производятся в следующей последовательности:

1. Дробленые до 3-5 мм образцы вскрышных пород уплотняются нагрузками в 1, 3, 5 и 7 кг/см^2 и т.д. (до появления высачивающейся воды в глинистых породах). Если при данной нормальной нагрузке происходит высачивание воды, то сопротивление при предыдущей нагрузке считается максимальным.

2. Срез производится при нагрузках, меньших в 1,5 раза, чем уплотняющие нагрузки. По этим данным вычисляется предел ползучести (см.работу /61/).

3. Отдельно испытываются наиболее слабые породы,идущие в отвал

Упругие показатели (E и μ) определяются по соотношению деформаций образца и вызвавшим их напряжениям. Измерение дефораций при испытаниях, часто проводимых путем одноосного сжатия, производится с помощью тензометров зеркального, часового, струнного и др.типов. Этот статический способ определения трудоемок и проводится в специально оборудованных лабораториях.

Определение упругости свойств горных пород с помощью ультразвука доступно геологу карьера т.к.оно производится по несложной методике на серийно выпускаемой аппаратуре с использованием керна колонковых скважин. Затруднения связаны с изготовлением пришлифовок, нормальных оси керна. В мастерских карьерах на базе небольшого электромотора и металлического диска можно изготовить шлифовальный станок, подобный план-шайбе, применяемой для изговления шлифов Вместо вращающего диска с абразивным порошком для некоторых пород можно использовать обычные дисковые наждачные круги.

В лаборатории шахтной геологии ВНИМИ разработана методика определения упругих показателей скальных пород путем измерения и сопоставления скорости прохождения импульса высокочастотных колебаний через образец (скорости продольных волн V_p) и по его поверхности (скорости поверхностных волн V_R) /95/. Время прохождения импульса между датчиками (излучателем -И и приемником -П) измеряется с помощью сейсмоскопа ИПА (Киевского завода) на экране электронно-лучевой трубки (ЭЛТ), рис.75. Датчики прижимаются к образцу специальным кернодержателем, входящим в комплект аппаратуры.

Длина цилиндрического образца должна быть больше длины волны ультразвуковых колебаний, примерно в 2 и более раза, а радиус -

в I и более раз. При работе с датчиками из сегнетовой соли размером 6x6x6 мм и IOxIOxIOмм пригодны керны стандартных диаметров разведочного бурения, начиная с 36 мм и с наименьшей длиной изготовленных из них цилиндров в 80-70 мм.

При определении продольной скорости датчики располагаются по оси цилиндрического образца. Скорость V_P равна частному от деления длины образца (длины пробега импульса) на время пробега от момента входа до момента выхода импульса из образца (точки O и P), рис.76. Длина цилиндра измеряется штанген-циркулем по нескольким образующим с точностью 0,05 мм.

Для определения скорости поверхностных колебаний датчики смещаются по основаниям цилиндра до тех пор, пока не будут выступать на половину своего сечения над боковой поверхностью образца. Момент выхода поверхностной (релеевской) волны (точка R, рис.76) фиксируется перегибом синусоиды, после которого увеличивается амплитуда кривой, см.рис.76, б, на которых показаны наиболее характерные формы перегибов осциллограмм. Время поверхностных колебаний t_R должно быть примерно в 1.75 раза больше времени продольных колебаний t_P. Длина образца и t_R позволяют вычислить V_R.

Отсчеты времени t_P и t_R берутся как среднее при нескольких установках датчиков, а также должны быть исправлены на время задержки импульса в корпусе датчиков, определяемого для каждой пары датчиков и обычно не превышающих 2-4 мксек.

Упругие показатели пород определяются по формулам:

$$\mu = \frac{Q^2 - 2}{2(Q^2 - 1)},$$

$$E = V_P^2 \gamma \frac{1 - \mu - 2\mu^2}{(1 - \mu) \cdot g},$$

где: μ - коэффициент Пуассона;

E - модуль Юнга;

γ - объемный вес;

g - ускорение силы тяжести;

$$Q = \frac{V_P}{V_-};$$

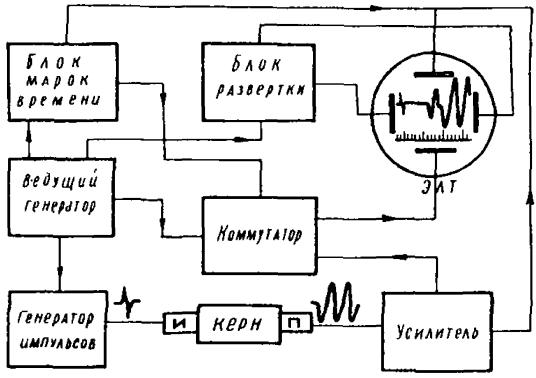


Рис.75. Блок-схема ультразвукового прибора КПА.

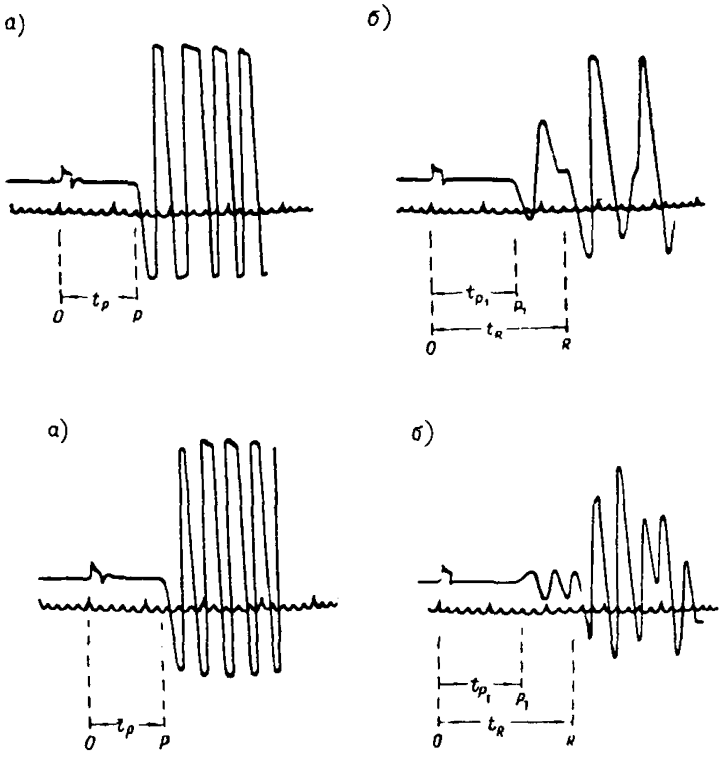


Рис.76. Типичные осциллограммы при определении времени продольных (P) и поверхностных (R) колебаний при 1 положении (а) и 2 положении (б) датчиков.

Объемный вес легко определить, исходя из веса и объема образца цилиндрической формы.

Для определения "а" необходимо использовать зависимость Л.Бергмана: $\frac{V_R}{V_S} = \frac{0{,}37 + 1{,}12\mu}{1+\mu}$;

и в среднем равную 0,90-0,94.

Для упрощения определения коэффициента Пуассона можно использовать кривые его зависимости от отношения скоростей $\frac{V_P}{V_R}$ или $\frac{V_P}{V_S}$, рис.77.

Ошибка определения упругих показателей с помощью ультразвука для скальных пород равна 10-15%.

С помощью ультразвука определяются динамические значения E и μ , которые для большинства пород превышают E и μ , определенные статическим путем на 5-15% (до 30%).

Для слабосцементированных и неплотных пород использование описанной аппаратуры затруднено.

Поскольку упругие и прочностные свойства пород, как правило, взаимно связаны, то скорость распространения упругих колебаний должна коррелировать с показателями прочности. Такая зависимость, установленная для пород Кузбасса В.А.Сигаевым /88/, изображена на рис.78. Поэтому по скорости прохождения ультразвука можно по установленным закономерностям определять прочностные показатели.

Физические свойства. Объемный и удельный вес, пористость и влажность необходимы для решения многих практических вопросов и расчетов.

Удельный вес (γ_0) определяется пикнометрическим методом, согласно ГОСТам 6427-52 и 2160-52. Навеска пробы, измельченная до 0,2 мм и весом 10-20 г, засыпается в предварительно взвешенный пикнометр (мерная колба с точным объемом). Взвешенный пикнометр с пробой и залитый на 2/3 объема дисциллированной водой, нагревается в водяной или песчаной бане в течение 20-30 минут с целью удаления воз-

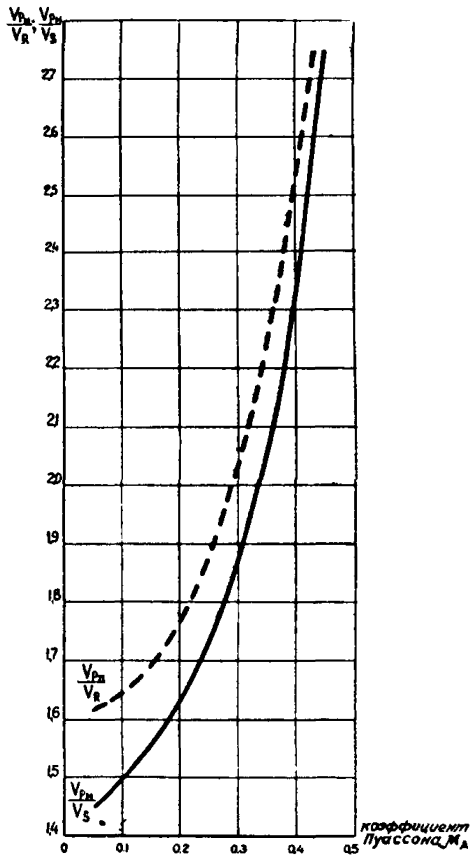


Рис.77. Номограмма Кнопова для определения динамического значения коэффициента Пуассона.

духа из навески. Воздух можно удалить также специальными насосами типа Комовского и др. В охлажденный до 20°С пикнометр до отметки заливается вода и производится взвешивание

$$\gamma_0 = \frac{P}{P_2 + P - P_1},$$

где: P – вес сухой навески;

P_1 – вес пикнометра с навеской и водой;

P_2 – вес пикнометра с водой.

Объемный вес (γ) рекомендуется определять путем гидростатического взвешивания. Образцы весом 300–400 г, высушенные при 110°С до постоянного веса, или с естественной влажностью взвешиваются с точностью 0,01 г – (P_1). После парафинирования снова взвешиваются в воздухе (P_2) и в воде (P_3)

$$\gamma = \frac{P_1}{(P_2 - P_3) + K(P_2 - P_1)},$$

где: $K = \frac{1}{\gamma_n - 1}$ – постоянная величина, зависящая от объемного веса парафина (γ_n), определяемого из таблицы или по формуле:

$$\gamma_n = \frac{P_1'}{P_1' - (P_3' - P_r)},$$

где: P_1' – вес кусочка парафина в воздухе;

P_3' – вес кусочка парафина с грузом в воде;

P_r – вес груза.

Для плотных пород $\gamma = \frac{P_1}{P_1 - P_3}$ определяется без парафинирования.

Для образцов неправильной формы используется метод измерения с помощью объемомера (волюменометрический метод), см. ГОСТ 6427-52.

Количество определений должно быть не менее 5.

Объемный вес в массиве определяется по объему и весу породы из пробной вырубки, проходимой в массиве объемом не менее 1 м^3. Объемный вес породы в отвалах определяется по объему ящика и весу заполняющих его пород, взятых из разных точек отвала.

Пористость характеризуется коэффициентом пористости, определяемым по объемному и удельному весу по формуле:

$$П = \frac{\gamma_0 - \gamma}{\gamma_0} \cdot 100$$

Величина открытой пористости, являющейся частью общей пористости, определяется по объему жидкости, заполнившей поровое пространство. Образец высушивают в сушильном шкафу и взвешивают (P_1). Затем насыщают под вакуумом чистым керосином в течение 30 минут и взвешивают в керосине (P_2). Насыщенный образец взвешивают в воздухе (P_3). Значение открытой пористости вычисляется по формуле:

$$П_о = \frac{P_2 - P_1}{P_3 - P_2} .$$

Насыщение можно проводить также и путем свободного насыщения. Период полного насыщения для различных пород устанавливается опытным путем.

Влажность определяется взвешиванием влажного (P_1) и высушенного (P_2) образца и вычисляется по формуле:

$$W = \frac{P_1 - P_2}{P_2} \cdot 100\%$$

Часто эту величину называют весовой влажностью.

Состав и структура пород изучается в основном под микроскопом. В шлифах определяются состав зерен и цемента, а также тип цементации. Особое внимание следует уделять определению объема глинистых минералов, ослабляющих прочность пород. (Подробно о методике микроскопических исследований осадочных пород излагается в работе по петрографии /63/).

Для изучения структурных особенностей пород лучше использовать стереоскопический микроскоп типа МБС с окуляр-микрометром, конструкция которого позволяет также работать и с образцами. Структуру слабосцементированных пород А.К.Ларионов предлагает изучать также по характеру размокания при капельном смачивании образцов. Небольшой образец (3x3x3 мм) устанавливается под микроскопом и смачивается с помощью пипетки пятью каплями дисциллированной воды. Тип структуры устанавливается по комплексу признаков, наблюдаемых в микроскоп, и по реакции намокшего образца, сбрасываемого с предметного столика микроскопа на жесткий предмет (см.табл.28).

Таблица 28.

Лабораторные признаки разных типов структур

Тип структуры	Признаки			
	микроскопические	характер размокания	продукты размокания	реакция на удар
Раздельно-зернистая	Все поле зрения сложено песчаными и пылеватыми частицами. Глинистые участки не наблюдаются.			
Зернисто-пленчатая	Наблюдаются блестящие поверхности крупных зерен и на отдельных зернах - налипшие мелкие частицы	образец быстро оплывает	зерна и песчано-пылеватые агрегаты	оплывает при 5-15 ударах
Агрегативная	В поле зрения - сплошные агрегаты. Редкие включения крупных зерен как бы плавают в тонкозернистой массе. Часто наблюдаются участки и пленки тонкодисперсного (глинистого) материала. Агрегаты имеют уплотненные поверхности и часто остроребрны	образец сохраняет свои очертания, слабо оплывная	пылевато-глинистые агрегаты	оплывает при 30-90 ударах
Слитная	Плотная тонкодисперсная "глинистая" поверхность, часто с жирным блеском. Резкие ступенчатые уступы. Зерна песчано-пылеватые - в виде редких включений	образец сохраняет свои очертания или распадается на блоки	глинистые агрегаты, коллоидная муть, крупные глинистые блоки	оплывает только при 100 и более ударах. Иногда не оплывает.

Лабораторное изучение цемента крепких образований, состава включений, стяжений и конкреции резко отличающихся от окружающих пород, способствует решению практических вопросов, связанных с дроблением и экскавацией таких крепких образований. Это имеет место, например, на Ирша-Бородинском карьере. На свежий излом образца конкреции или на порошок цемента породы наносится капля 5% раствора соляной кислоты, сначала холодной, затем рядом - горячей. После окончания реакции добавляют каплю водного раствора аммиака. Состав конкреции и цемента пород определяется по интенсивности и результату реакций, характеристика которых приведена в таблице 29.

Таблица 29.

Состав конкреции и цемента пород	Реакция соляной кислоты		Осадок при воздействии аммиака
	холодной	горячей	
Известковый	интенсивн.	весьма интенсивн.	незначительный
Известковисто-железистый	слабая	весьма интенсивн.	средний
Сидеритовый	отсутствует	интенсивн.	значительный
Доломитовый	отсутствует	интенсивн.	отсутствует

Г Л А В А У1.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ДОКУМЕНТЫ

Для проведения полевых работ по геологической документации, опробованию, гидрогеологическим и инженерно-геологическим наблюдениям геологу приходится использовать специальные приборы, инструменты и вспомогательное оборудование и материалы. В камеральных условиях для простых петрографических и инженерно-геологических исследований геологу карьера также необходимы соответствующие приборы и лабораторное оборудование.

При обработке и обобщении данных полевых наблюдений, а также для решения практических задач геологу приходится иметь дело с многочисленными графическими и отчетными материалами. Успеху выполнения камеральных работ способствуют условия работы и оснащенность геологического кабинета.

§ 1. Приборы и приспособления для отбора проб, гидрогеологических и инженерно-геологических наблюдений

Инструменты и приспособления, используемые при опробовании

Для отбора проб угля бороздовым способом необходимы следующие простейшие приспособления: кайло для мягких углей, зубило и молоток для крепких углей, лестница веревочная или деревянная /до 10м/, предохранительный пояс, брезент 3х3 м, брезентовые мешочки 0,3х0,2 м. При отборе образцов и проб угля штуфным способом в крепких углях применяют клинья, кувалды; при отборе проб по скважинам в мягких углях применяют ручные буры (змеевики, винтовые ложки и др.).

Для опробования и учета потерь можно использовать серийно выпускаемые Оренбургским заводом ручные мотобуры (МП-1, МС-1, М-1).

Ими можно бурить с помощью снаряда шнекового, ложкового и колон-

кового типа. Глубина скважин до 5-10 м. Для бурения до 30-40 м лучше использовать станок 4ПБ-25 завода им.Воровского. Станок установлен на шасси и имеет общий вес 80 кг (легко разбирается на узлы весом до 25 кг). Такие же технические показатели имеет буровая установка ЦКБ БСК4-25 с двигателем "Дружба".

Механизированный отбор проб из массива может осуществляться при помощи электрической пилы /рис.79/, смонтированной совместно с подъемным лифтом /ри.80/. Лифт изготовляется в виде каркаса из тонкостенных труб. Верхняя часть лифта имеет крышу из листового железа для защиты пробоотборщика от осыпающихся кусков. Подъем осуществляется стальным тросом. Лебедка для троса, редуктор и кулачки, обеспечивающие самоторможение лифта,размещены в нижней части каркаса. Общий вес лифта с угольной пилой 85 кг. Длина троса - 30 м. Механизация процессов отбора проб, дробление и сокращение на наклонно и крутозалегающих пластах угля осуществляется с помощью уступного пробоотборника УП-2 /рис.81/. Подрезной диск /4/ служит для окончательной зачистки поверхности уступа. Коронка /5/ производит разрушение пласта и подает разрушенный материал на шнек /3/, транспортирующий его в конусную дробилку, где происходит дробление пробы до класса 0-3 мм. Из дробилки проба ссыпается в три коробки/2/ с устройством для сокращения пробы до веса 0,5 кг.

Для экспресс-анализа угля в порошке может быть использован золомер /рис.82/ с радиактивным источником облучения пробы.

При доработке переносного радиометра /100/, в котором используется метод отраженного бета-излучения, и при градуировке его по определенному месторождению он может быть применен для оперативного определения зольности непосредственно в забое.

Для отбора проб и монолитов /штуфов/ в породах для инженерно-геологических исследований необходимо сохранить естественное состояние пород. Поэтому кроме упомянутых инструментов приходится ис-

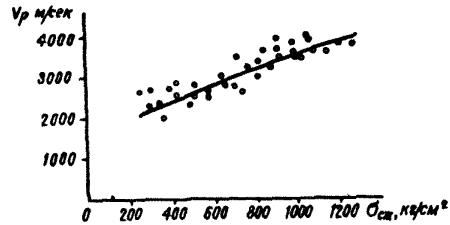


Рис.78. Зависимость скорости распространения ультразвука от прочности на сжатие для пород Кузбасса.

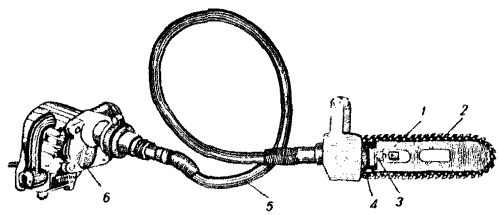


Рис.79. Электрическая угольная пила КузНИУИ:
1 - бар; 2 - режущая цепь; 3 - натяжная вилка; 4 - редуктор; 5 - гибкий вал, 6 - электродвигатель.

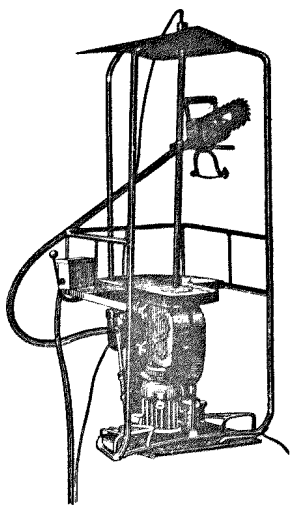


Рис.8I. Электрическая угольная пила с подъемным лифтом.

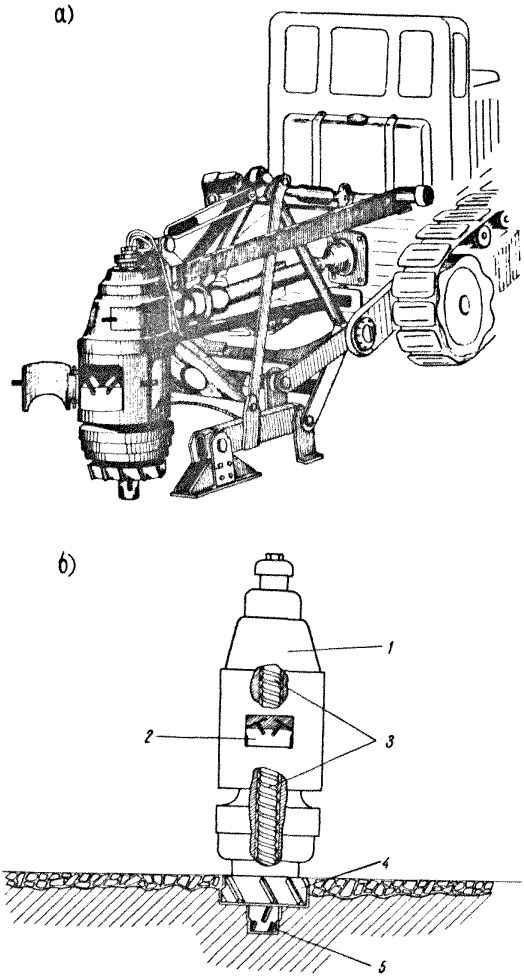


Рис.81. Уступный пробоотборник УП-2:
а - общий вид; б - схема рабочего органа;
1 - конусная дробилка, 2 - коробка для квартования, 3 - шнек, 4 - подрезной диск, 5 - коронка.

пользовать для твердых пород электробуры для обуривания в массиве монолита, а в мягких породах - грунтоносы и режущие кольца. Грунтоносы бывают обуривающего, режущего и вдавливающего типов /рис.83/. Для сохранения влажности применяются бюксы, парафин, гудрон.

Приборы и приспособления для гидрогеологических наблюдений

С целью предохранения устьевой части наблюдательной скважины от засорения и умышленной порчи необходимо предусматривать соответствующий надежный оголовок. Рекомендуется патрубок обсадной трубы оборудовать крышкой системы А.Н.Шевченко. Эта крышка извлекается только магнитом. На рис.84 представлен оголовок наблюдательной скважины с внутренним замком на крышке и постоянным приспособлением для измерения уровня.

Для автоматического фиксирования уровня подземных вод применяется лимниграф /рис.85/. Он состоит из барабана /1/ с часовым механизмом и каретки с откидывающейся рамкой и пером /2/. Система блоков и канатов передает колебания уровня на самописец. Все скважины, вскрывшие самоизливающиеся воды должны быть оборудованы вентилями и приспособлениями для замера напора /рис.86/.

Применение электроуровнемера типа ЭВ-I /рис.87/ позволяет замерять уровень подземных вод на глубине до 400 м. Момент соприкосновения датчика с водой фиксируется индикатором. Наконечник с датчиком опускается на стальном изолированном троссе. Глубина замеряется мерным роликом, соединенным со счетчиком. Прибор выпускается Рязанским заводом тепловых приборов.

Для замера уровня подземных вод световой указатель уровня /рис. 88/ удобен тем, что не нужно создавать длинной электрической цепи. При частичном погружении прибора в воду пластмассовый шарик всплывает и замыкает контакт. Наблюдатель фиксирует световой сиг-

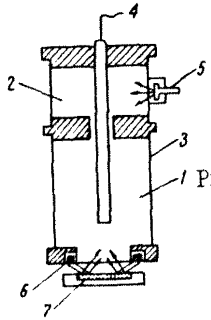


Рис.82. Схема радиоактивного золомера:
I - ионизационная камера, 2 - компенсационная камера, 3 - стенки камеры, являющиеся внешним электродом, 4 - центральный электрод, 5 - источник бета-лучей, 6 - источник радиоактивного излучения, 7 - порошок угля.

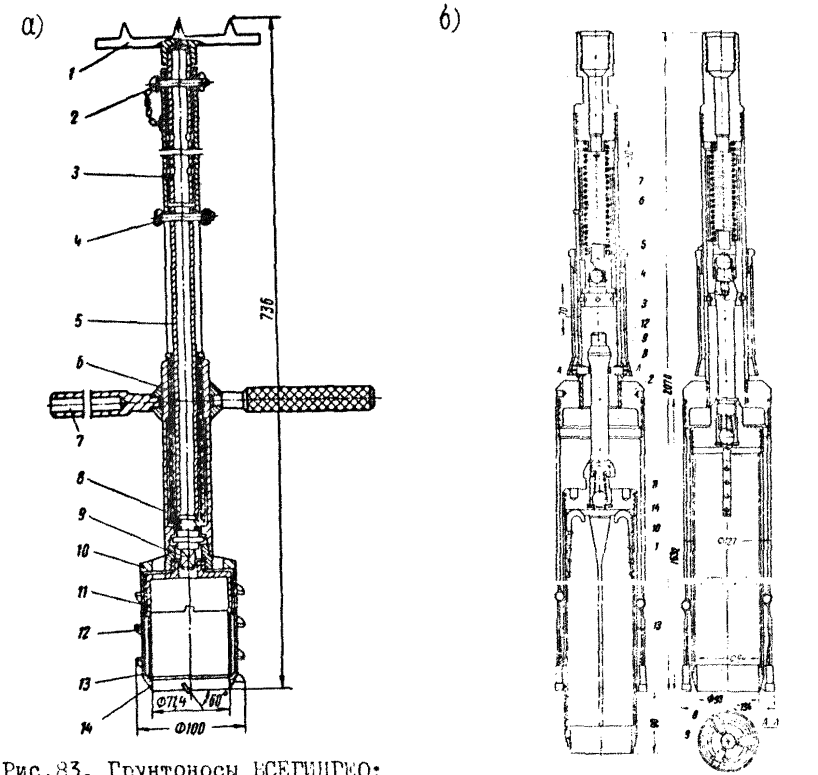


Рис.83. Грунтоносы ВСЕГИНГЕО:
а - универсальный ручной грунтонос УРГВ-2
1 - опора; 2 - стопор; 3 - распорная трубка; 4 - штифт; 5 - центральная трубка; 6 - штанга; 7 - ручка; 8 - гайка подачи; 9 - хвостовик; 10 - головка; 11 - крышка; 12 - кольцо (стакан); 13 - шайба; 14 - коронка
б - обуривающий грунтонос (конструкции Е.Б.Симонова)
1 - обуривающая труба; 2 - переходник; 3 - патрубок; 4 - кольцо; 5 - втулка; 6 - пружина; 7 - распорная трубка; 8 - выдвижные пальцы; 9 - запорная трубка; 10 - разъемный стакан; 11 - пробка; 12 - подлятник; 13 - разъемная гильза; 14 - крючки.

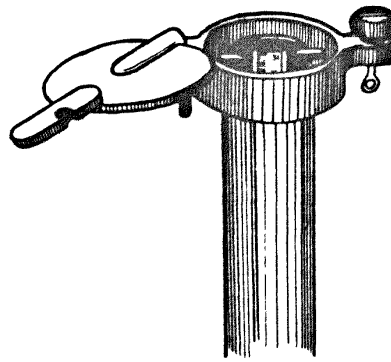


Рис.84. Оборудование устья наблюдательной скважины для замера уровня воды.

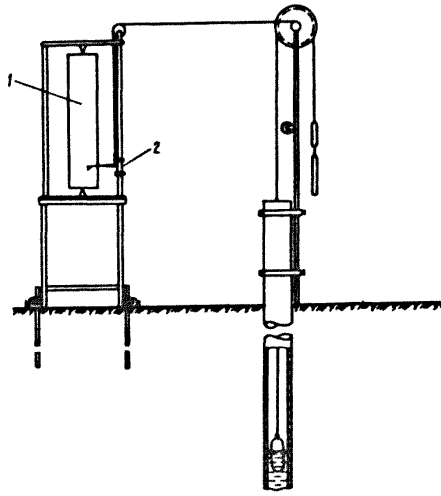


Рис.85. Лимниграф.

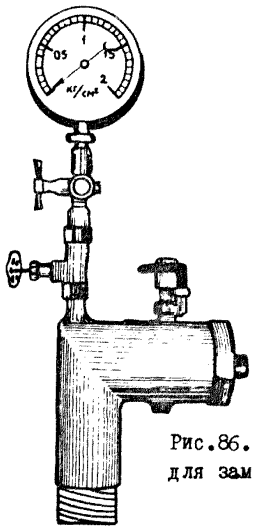


Рис.86. Оборудование устья скважины для замера гидростатического напора.

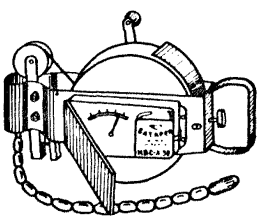
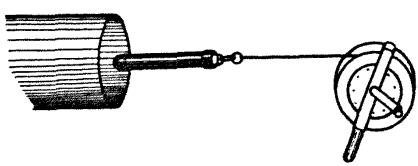


Рис.87. Электроуровнемер ЭВ-1.



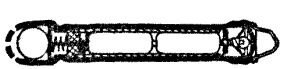


Рис.88. Световой указатель уровня воды.

нал. Прибор серийно не изготовляется. Гидрогеологическая рулетка Остроумова /рис.89/ со съемными наконечниками зарекомендовала себя как надежный переносной измерительный прибор, способный выполнять несколько функций:

1. Наконечник с типовой хлопушкой и свистком /рис.90/ позволяет измерить уровень подземных вод с точностью до 1 см.

2. Наконечник со скважинным термометром для замера температуры подземных вод.

3. Наконечник с пробоотборником для отбора проб воды в скважинах.

Для оперативного замера примерного расхода в открытых водотоках применяются гидрометрические вертушки различных конструкций.

Приборы и приспособления для инженерно-геологических исследований

А. Для изучения инженерно-геологических свойств пород и горного массива используются следующие приборы и приспособления.

1. Реперы, используемые для наблюдательных станций при изучении выветривания, пучения и сдвижения, должны отвечать следующим требованиям: 1) обеспечивать прочную связь с породой; 2) быть долговечными; 3) иметь метку для проведения точных замеров. Поэтому большинство типов реперов изготовлены из металла. Опорные реперы станций длительного наблюдения должны иметь конструкцию, предложенную Г.Л. Фисенко /102/ и приведенную на рис.91,а. Реперы конструкции "б" и "г" предназначены для крепких пород; деревянный репер "в" - для рыхлых.

П. Гидравлические домкраты для натурных испытаний устойчивости массива. Для этих целей используются домкраты, развивающие давление до 400 и более тонн, серийные домкраты ДГ-100 и ДГ-200, например, а также домкраты конструкции А.М.Мочалова и Я.А.Бича /рис.92/. Гидроподушки Я.Л.Бича шГП-1,2,3 состоят из стальных пластин, толщиной 8-10 мм, соединенных листом меди толщиной 2 мм. Допустимая

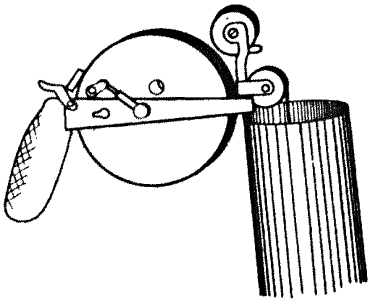


Рис.89. Рулетка Остроумова для замера гидростатического уровня.

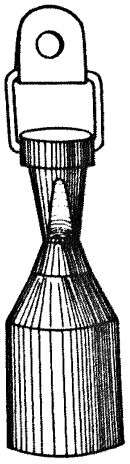


Рис.90 Хлопушка со свистком.

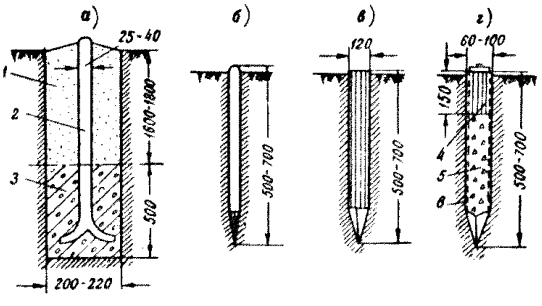


Рис.91. Реперы наблюдательных станций.
а - опорные реперы;
б, в, г - рабочие реперы для пород, соответственно, скальных, рыхлых и слабосцементированных;
1 - сухой песок, 2 - железный штырь, 3 - бетон, 4 - деревянная пробка, 5 - шлак, 6 - железная трубка.

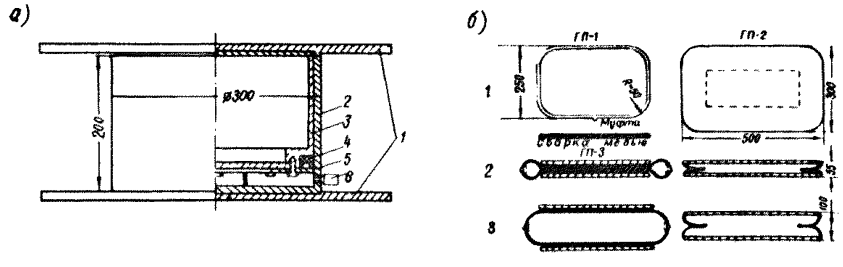


Рис.92. Гидравлические домкраты для натурных испытаний:
а - домкрат А.М.Мочалова; 1 - плиты, 2 - внешний цилиндр, 3 - поршень, 4 - манжета, 5 - кольцо, 6 - штуцер;
б - гидравлические подушки (ГП-1, ГП-2, ГП-3);
1 - вид сверху, 2,3 - в разрезе (в сжатом и раздутом состоянии).

величина раздува 600 мм. При тарировке у домкратов устанавливается величина трения между внешним цилиндром и поршнем; у гидроподушек устанавливается зависимость давления от величины раздува.

В комплект для испытаний входит также гидравлический насос, соединительные трубки, манометры и инструменты для нарезки в пассе призм /сверло, долота, кайло и т.п./.

Ш. Приборы определения механических свойств пород экспресс-методами. Эти приборы можно объединить в две группы: 1) приборы, основанные на зависимости глубины внедрения наконечника или площади отпечатка шарика от прочности пород. /Первые применяются чаще для слабосцементированных пород и действуют от мускульной силы; вторые - для крепких пород/; 2) приборы, основанные на зависимости измельчения породы от ее прочности.

а/ Прибор Новочеркассого политехнического института рекомендуется применять для определения прочности угля, рис.93. В комплект прибора входят 6 однотипных конусных пик длиной 2,4,6,12 и 15 см. Вдавливание осуществляется нажимом плеча на приклад прибора и по манометру фиксируется усилие внедрения пики на всю длину. Коэффициент крепости определяется по формуле $f = 0{,}1R$, где R - удельное сопротивление вдавливанию /кг/см/, определяемое по номограмме /рис,93,б/ по максимальному усилию внедрения Р /кг/ и по длине использованной пики /l = 2,4,6 и т.д./.

б/ Полевой конусный прибор ВНИМИ (рис.94) состоит из рычага, опорной части и конуса, в стойке которого вмонтирован пружинный динамометр. Опорная часть закрепляется в массиве ввинчиванием винта. Конус /наконечник/ заострен под углом 30^0 и имеет длину 10 мм. По измеренному динамометром усилию с помощью графика, см.рис.65, определяется прочность слабосцементированных пород.

в/ Пробник Ю.Д.Белова представляет из себя обушок со съемным стальным стержнем длиной 50 мм, диаметром 11,2 мм и углом заостре-

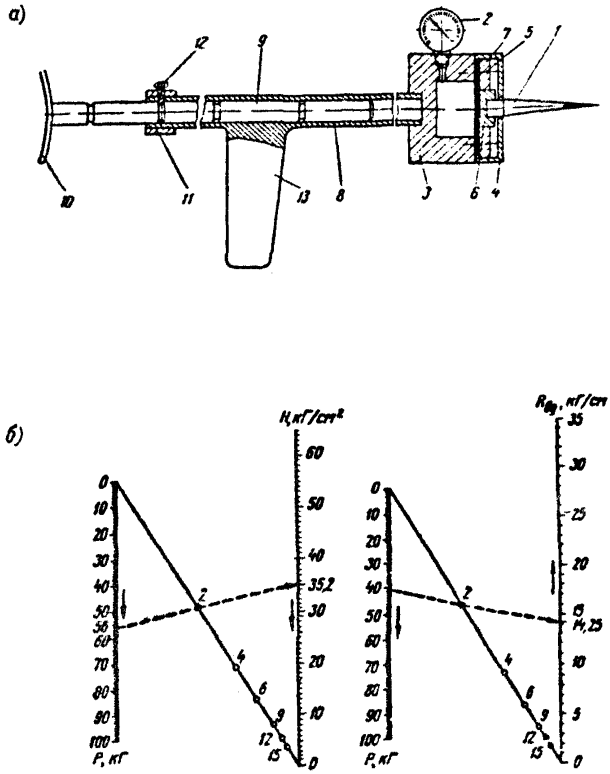


Рис.93. Прибор Новочеркасского политехнического института – (а) и номограмма для показателя твердости Н и удельного сопротивления вдавливанию – (б).
I – пика, 2 – манометр, 3 – корпус месдозы, 4 – крышка, 5 – фланец, 6 – поршень, 7 – диафрагма, 8 – трубчатое ложе, 9 – стержень приклада, 10 – приклад, II – кольцо, 12 – винт, 13 – рукоятка.

ния 60^{0}. По числу ударов молотком по пробнику и по глубине внедрения стержня определяется показатель прочности пород. В приборе РПК-2, сконструированном в КузНИУИ, внедрение победитового наконечника осуществляется с помощью специального пружинного механизма.

г/ Шариковые молотки ручного или механического действия широко распространены в строительстве для испытания бетона.

Молоток, изображенный на рис.95, а, весит 250 г и изготовляется из стали У-7/8/. Шарик, завальцованный в ударной части, калится до твердости 62-66. Пружинные шариковые молотки изображены на рис.95,б Сила удара регулируется углом поворота оттягивающей стойки или дополнительным сжатием пружины.

Шариковые молотки, в которых используется принцип Польди /рис. 96/, исключают влияние силы удара на точность определения прочности. Шарик одновременно вдавливается в породу и в контрольный металлический стержень. Прочность породы можно определить аналитически по соотношению размера отпечатков и прочности контрольного стержня. Проще прочность определяется по тарировочной кривой, подобной кривой рис.97.

Диаметры отпечатков для всех рассмотренных видов испытаний удобнее и точнее измерять с помощью углового масштаба или линейки с лупой /рис.98/. Замеры с помощью штанген-циркуля менее точные. Для зачистки поверхности породы необходимо иметь карборундовый круг, насаженный на ручную дрель.

д/ С помощью приборов, изображенных на рис.99,прочность определяется по результатам дробления предварительно измельченной навески породы. Груз весом 2,4 кг сбрасывается с высоты 60 см на навеску, засыпанную в стальной стакан (рис.99, а). Объем мелочи, полученный после дробления и прошедший через сито с ячейкой 0,5 мм, измеряется по шкале, нанесенной на поршень объемометра, рис.100, б.

е/ Приборы раскалывания /см.рис.69, 71/ имеют соосно расположен-

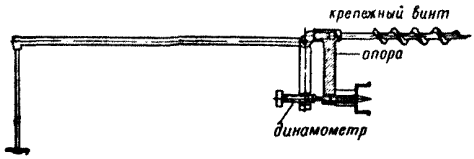


Рис.94. Конусный прибор ВНИМИ.

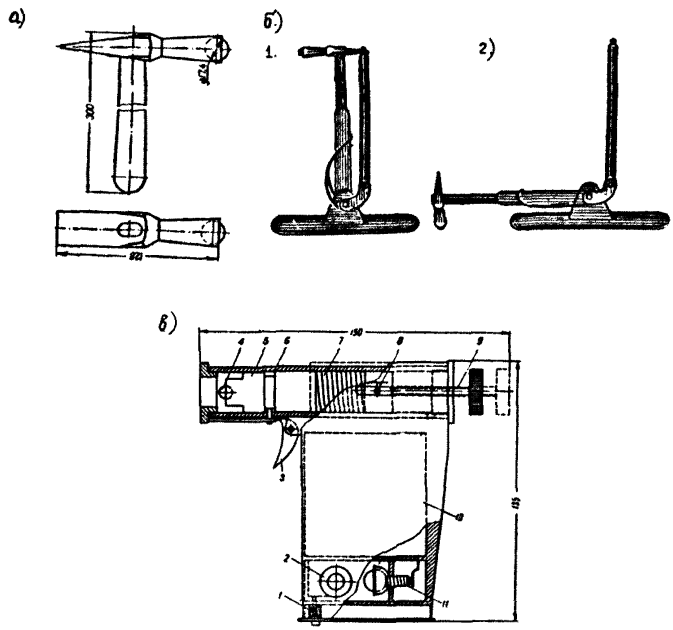


Рис.95. Шариковые приборы:
а - ручной молоток; б - пружинный молоток (до удара - I, после удара - 2); в - прибор-пистолет Вильямса, I - выключатель, 2 - микрошкала, 3 - спусковой крючок, 4 - шарик, 5 - боек, 6 - ствол, 7 - пружина, 8 - указатель, 9 - винт, 10 - батарея, II - электрическая лампочка.

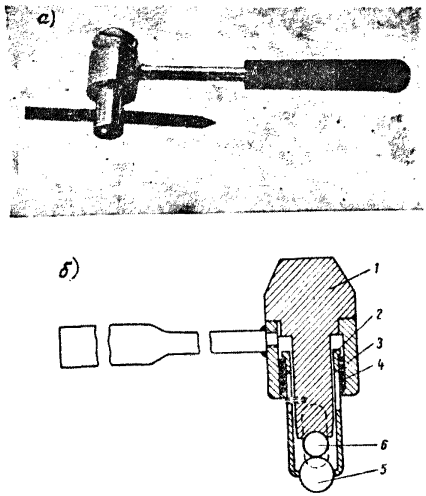


Рис.96. Эталонный шариковый молоток (прибор Польди);
а - общий вид, б - схема: 1 - головка, 2 - стакан, 3 - корпус, 4 - пружина, 5 - шарик, 6 - эталонный стержень.

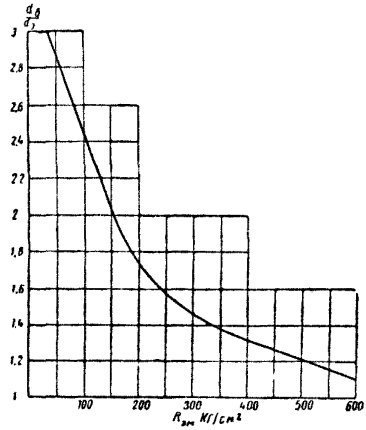


Рис.97. Тарировочная кривая для определения предела прочности (σ) по отношению диаметра отпечатка на образце (d_o) и на стержне ($d_э$).

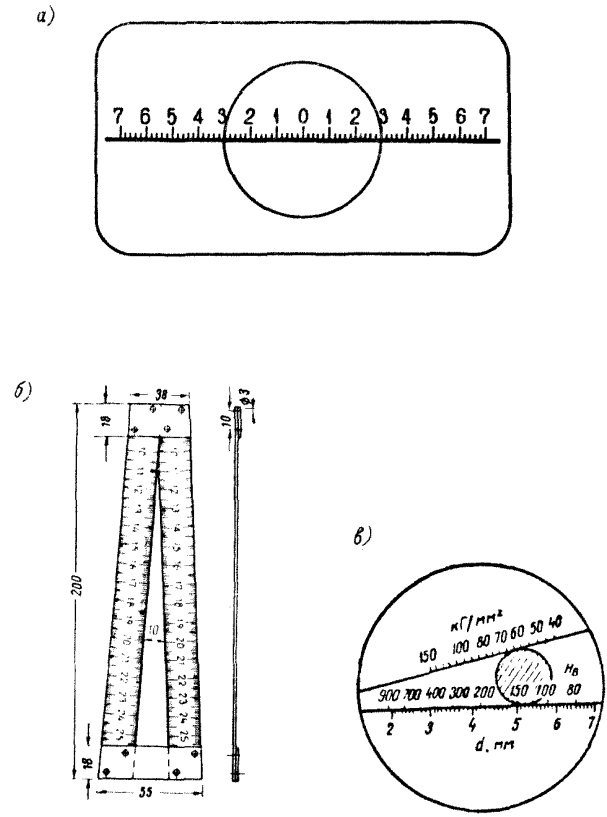


Рис.98. Приспособления для измерения диаметра лунок:
а – прозрачная шкала, б – угловой металлическии масштаб, в – прозрачный угловой масштаб.

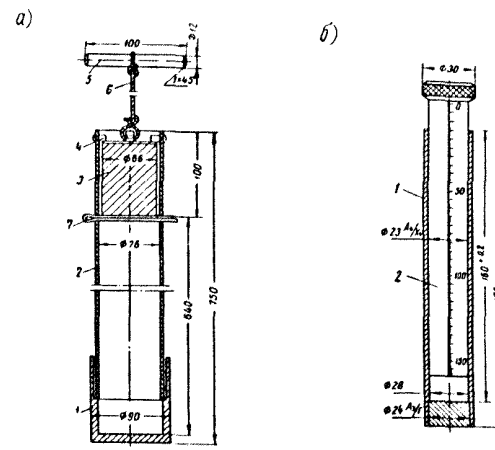


Рис.99. Прибор для испытания пород методом толчения (а)
1 - стакан-ступа, 2 - направляющая труба, 3 - груз,
4 - упор, 5 - ручка, 6 - тросик, 7 - удерживающий
шплинт;
объемомер (б): 1 - цилиндр, 2-поршень со шкалой.

ные резцы, армированные сплавом ВК-15 и др., заточенные под углом 45^{0} или 60^{0}. Раскол осуществляется вручную. По такому же принципу действуют приборы, сконструированные во ВНИИМИ /52/.

1У. Для определения в полевых условиях экспресс-методами основных инженерно-геологических показателей слабосцементированных пород, можно использовать лаборатории ПЛВ-1, конструкции ВСЕГИНГЕО и выпускаемую заводом геологоразведочного оборудования - ЛИГП-1. Эти лаборатории состоят из 4-х комплектов /ящиков/: в 1-ом ящике располагаются все необходимые для определения инженерно-геологических свойств в песчаных породах; во 2-ом ящике - приборы для определения гранулометрического состава глинистых пород; в 3-ем ящике - приборы и приспособления для отбора образцов и проб; в 4-ом ящике - подсобное снаряжение и материалы.

В лаборатории в частности имеются: технические весы, режущие кольца разного объема, прибор для определения угла естественного откоса, ареометры, набор сит, микропенетрометр, грунтоносы разной конструкции.

Б. Приборы и оборудование, необходимые геологу карьера для лабораторного определения физико-механических свойств /удельного и объемного веса, пористости, гранулометрии, упругих свойств и др./.

а/ Физические свойства определяются с использованием следующего оборудования: весы и разновесы с точностью взвешивания 0,01 г, шкаф сушильный, насос Комовского и форвакуумный насос, вакуумные эксикаторы, толстостенная колба с двумя отводами и кранами, вакуумная резина круглого сечения и смазка Рамзая, набор сит, ступы с песком, мерные стеклянные стаканы, пикнометры и другая химическая посуда. Необходимы небольшой шлифовальный станок типа план-шайбы или наждачный круг для обработки образцов, используемых для водонасыщения и создания пришлифовок, используемых для изучения микротрещиноватости и прохождения скорости ультразвука. Объемный вес /плотность/

можно быстро определять с точностью 0,01 г/см^2 с помощью денситометра типа ИИ-С завода "Геологоразведка". Для гранулометрических и петрографических исследований необходим микроскоп.

Все это оборудование можно использовать совместно с работниками химической лаборатории карьера.

б/Упругие свойства достаточно просто определяются с помощью сейсмоскопа ИПА /импульсной переносной аппаратуры/, выпускаемого Киевским заводом геофизического приборостроения. Комплект аппаратуры состоит из 2-х блоков /осциллографический индикатор и генератор/, кернодержателя, фотоприставки и набора пьезоэлектрических датчиков из кристаллов сегнетовой соли размером 20x20x20 мм, 10x10x10 мм, 6x6x6 мм. Генератор имеет вес 18 кг и размеры 400x210x290 мм; им возбуждаются электрические импульсы, преобразуемые датчиком-излучателем в ультразвуковые колебания, скорость распространения которых зависит от плотности и упругих свойств пород. Датчик - приемник подает преобразованные импульсы на осциллографический индикатор, на экране которого визуально наблюдаются сигналы, которые можно фотографировать. Цена деления марок времени 2 и 10 мксек. Вес осциллографа 37 кг, габариты 565x325x440 мм. Питание аппаратуры от сети переменного тока, напряжением 127 в и 220 в, потребляемая мощность 200 в.

§ 2. Геологические документы

Основные геологические документы можно объединить в две группы: 1) графические материалы; 2) отчеты.

Графические материалы

Геологические документы разделяются на первичные и сводные. Первичные материалы включают в себя исходные данные непосредственных наблюдений, оформленных в виде зарисовок и описаний геологического строения в бортах и забоях уступов, в подземных и наземных дренаж-

ных выработках, в скважинах, а также первичные данные опробования и лабораторных определений.

Материалы, полученные непосредственно в поле при докуметации обнажений, а также при лабораторных определениях носят название черновых первичных материалов. Такими материалами считаются полевые книжки, буровые журналы, журналы гидрогеологических и инженерно-геологических наблюдений, журналы замера положения реперов наблюдательных станций, журналы результатов физико-механических испытаний и определения качества угля.

К чистовым первичным материалам относятся геологические зарисовки, вычерченные с соблюдением правил черчения и оформления геолого-маркшейдерской графической документации. Эти зарисовки являются, в основном, копией черновых. В некоторых случаях изменяется масштаб и добавляются результаты лабораторных определений, например, зольность угля.

К первичным чистовым геологическим материалам относятся отдешифрированные фотомонтажи и отдельные фотографии.

Сводные геологические материалы, получаемые в результате обобщения первичных данных, представлены следующими чертежами:

1) Геологические чертежи: геологический план (карта) масштаба 1:2000 - 1: 5000; карта выходов пластов под наносы масштаба 1:5000-1:10000; вертикальные геологические разрезы по карьерному полю масштаба 1:1000 - 1: 5000; планы показателей качества угля масштаба 1:2000, планы изолиний мощности и гипсометрии почвы и кровли пластов масштаба 1:1000 - 1:5000; нормальная стратиграфическая колонка масштаба 1:200 - 1:500, проекции пласта для подсчета запасов и учета их движения масштаба 1:1000 - 1:2000, план геологической изученности карьерного поля масштаба I:I000 - I:5000, планы трещиноватости и нарушенности пласта масштаба 1:1000 - 1:5000.

2. Гидрогеологические и инженерно-геологические чертежи: карта

обводненности масштаба 1:2000 - 1:10000; планы гидроизопьез и гидроизогипс масштаба 1:2000 - 1:5000, гидрогеологические разрезы масштаба 1:1000 - 1:5000.

Необходимые геологические сведения наносятся на основные горно-маркшейдерские чертежи: сводный план горных работ масштаба 1:2000 - 1:5000; план поверхности масштаба 1:5000; планы горных работ по добычным и вскрышным уступам масштаба 1:1000; профили горных работ масштаба I:I000.В зависимости от масштаба и назначения на чертежах изображаются разведочные и дренажные выработки,выход пласта под наносы,граница годного или окисленного угля,граница расщепления пласта, граница участков некондиционного и потерянного угля; нормальные геологические колонки угольного пласта и налегающей толщи в условных знаках или усредненные для участка разработки различные виды мощности и зольности пласта, выписываемые в виде цифр; тектонические нарушения и основные системы трещин, элементы залегания пласта, изолинии мощности пласта, участки развития деформаций бортов (оползней и т.д.) и других инженерно- и гидрогеологических явлений (суффозий).

При составлении сводных графических материалов геолог карьера должен вносить коррективы в чертежи, составленные геолого-разведочными организациями. Например, в результате разработки и эксплуатационной разведки уточняются планы качества, геологические разрезы и другие чертежи, отражающие строение угольного пласта, его морфологию и нарушенность.

Отчеты

Для геологического обслуживания открытой разработки угля необходимы следующие отчетные материалы. 1) Геологический отчет о результатах детальной разведки и подсчета запасов в пределах карьерного поля со всеми графическими и текстовыми материалами, а также копией протокола заседания ГКЗ об утверждении запасов. Отчет должен

иметь том фактических материалов (результаты документации скважин, подземных выработок, гидрогеологических наблюдений, определения качества и технологических свойств угля и т.д.). 2) Геологический отчет по доразведке и пересчету запасов. 3) Геологические отчеты о специальных тематический исследованиях.

Геологом карьера составляются следующие отчеты: 1) годовой отчет о результатах эксплуатационной разведки, изучения и документации геологического строения в обнажениях карьера; 2) отчет о движении и состоянии запасов по специальной форме с пояснительной запиской, предусмотренный специальной инструкцией (списание запасов также, как и отчетный баланс запасов ведется совместно с маркшейдерской службой карьера в утвержденные сроки); 3) геологические заключения на проведение капитальных горных выработок и отработку определенных участков (или прекращение работ);

Геологом составляются проекты по геологическому обслуживанию планируемых горных работ. В проекте дается обоснование назначения и объемов всех видов геологических работ по документации, гидрогеологическим и инженерно-геологическим наблюдениям и опробованию, а также по эксплуатационной разведке. При этом особо выделяются работы, выполняемые другими организациями.

Для составления текущих и перспективных планов развития горных работ геологом на планах и разрезах изображается геологическое строение участков, на которых проектируются горные работы. Особое внимание уделяется изображению тех геологических элементов (тектонических нарушений, измененения мощности и т.д.), которые влияют на способ и технологию разработки. В некоторых особо сложных случаях геолог составляет заключение о предполагаемых горно-геологических условиях горных работ.

Все геологические документы (графические и текстовые) должны быть зарегестрированы в инвентаризационной книге.

Условные знаки

Предлагаемые условные обозначения горных пород и структурных элементов предназначены для оформления, главным образом, чистовых геологических чертежей и зарисовок. Они являются дополнением к существующим "Единым условным обозначениям для маркшейдерских планов и геологических разрезов" и составлены с целью устранить недостатки последних применительно к условиям открытых разработок угля.

Условные знаки составлены для основных пород угленосных отложений, объединяемых большинством исследователей (Ю.А.Жемчужников, Г.А.Иванов и др.) в 4 генетические группы. Эти группы определяются соответствующими типами геотектонических условий формирования угленосных бассейнов и преобразования пород, имеющих разный характер на платформах и геосинклиналях.

На платформах угленосные отложения формируются в устойчивых, собственно платформенных условиях и на подвижных участках, переходных к геосинклиналям или являющихся молодыми платформами. Породы собственно платформенных бассейнов (Днепровского, Южно-Уральского и др.) часто сложены рыхлыми, слабосцементированными породами, которые по внешним признакам подобны нелицифицированным четвертичным отложениям. Угли бурые, часто землистого торфовидного облика.

В породах, сформированных в условиях подвижных и молодых платформ, наблюдается достаточно большой объем вторичных изменений, свойственных стадии диагенеза и катагенеза. Такие породы сцементированы (иногда полностью) и уплотнены . Вмещаемые угли, как правило, бурые. Такой комплекс пород характерен для юрских угольных месторождений Урала, Средней Азии и других районов.

Породам месторождений переходного типа в целом характерны изменения стадии катагенеза.

Угленосные породы, сформированные в геосинклинальных областях, отличаются проявлением процессов катагенеза и метаморфизма (метагенеза, по Н.В.Логвиненко). Причем, наиболее метаморфизованные породы свойственны центральным, собственно геосинклинальным областям. Примером являются месторождения восточного склона Южного Урала, сложенные сланцами, антрацитами и графитизированными углями. Породы, сформированные в условиях передовых (краевых) прогибов, в результате процессов стадии катагенеза и начального метаморфизма становятся плотными, полностью литифицированными и даже сланцеподобными. Вмещаемые угли каменные (до марок Т,ПА,А). Такие породы и угли слагают месторождения Донбасса и Кузбасса.

Для этих 4 основных типов пород, слагающих основные типы угольных месторождений, предложены самостоятельные 4 группы условных знаков.Характерные особенности этих типов и их взаимная связь отражены в условных знаках, составленных на основе единого методического и изобразительного принципа.

В основу графического изображения горной породы с помощью условного знака положен принцип его подобия основным диагностическим признакам.

1.Условный знак должен наиболее полно отображать характерные, в первую очередь, бросающиеся в глаза, признаки изображаемой породы. Например,"кирпичная кладка" условного знака для известняков подобна выразительному внешнему признаку карбонатных пород - параллелепипедальной и плитчатой форме отдельности.

Эти основные и наиболее просто определяемые признаки,изображаемые в виде значков, являются основными элементами условных обозначений. При этом однотипные породы имеют общий элемент условных знаков. Например, фигурка обломка является основным и общим значком условных обозначений обломочных пород (значки 1-24, рис.100).

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

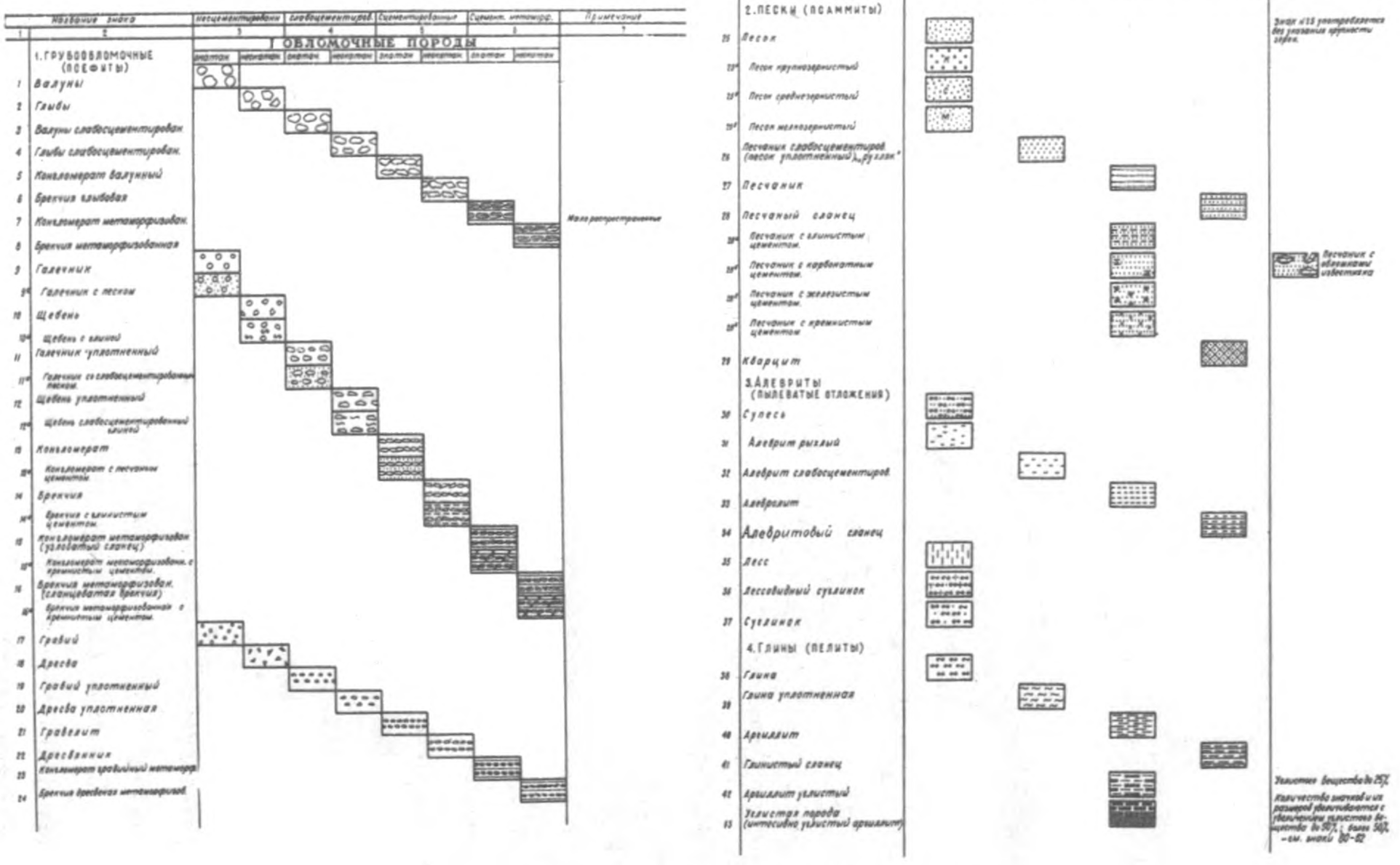
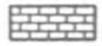
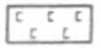
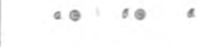
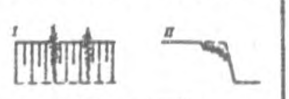


Рис. 100. Условные обозначения.

№	Название знака	Знак	Примечание
1	2	3	4
	II. ПРОЧИЕ ПОРОДЫ		
44	Известняки		
45	Доломит		
46	Мергель		
47	Опока (кремнистая глина)		
48	Интрузивные породы кислого состава		
49	Интрузивные породы основного состава		
50	Эффузивные породы		
51	Горелые породы.		Выполняется коричневым цветом
	III. ПРИМЕСИ И ВКЛЮЧЕНИЯ		
52	Пиритизация в виде: а) стяжений и скоплений;	а. 	
	б) рассеянной минерализации.	б. 	
53	Включение фосфорита		
54	Железистость в виде: а) сферосидерита;	а. 	
	б) рассеянного ожелезнения	б. 	
55	Слюдистость		
56	Кремнистость в виде: а) желваков, стяжений, конкреций,	а. 	
	б) вторичной вещей минерализации и цемента	б. 	
57	Скопления и включения глауконита		
58	Фауна		
59	Флора		
60	Скопления углистого материала		

1	2	3	4
	IV. ТВЕРДЫЕ ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ		
61	Уголь (бурый, каменный, антрацит)		
62	Малозольный уголь	1. Мощные 2. Средней мощности 3. Тонкие 	Знаки 62-64 применяются для: 1-мощных пластов и крутопадающих горизонтов, 2-пластов средней мощности, 3-пластов тонких и весьма тонких.
63	Зольный уголь		
64	Интенсивно зольный (некондиционный) уголь		
65	Кокс природный		
66	Горючий сланец		
67	Торф		
68	Уголь трещиноватый		
69	Уголь перемятый, интенсивно фрезленый		
70	Уголь выветрелый (сажистый)		Пустоты нормальны к дневной поверхности
	V. СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ		
71	Элементы залегания Залегание напластования трещиноватости пород и угля	340°∠45° I II III IV 	Азимут направления падения (340°) и угол падения (45°) I-горизонтальное, II-наклонное (с углом падения) III-вертикальное, IV-опрокинутое
72	Оси складок синклинали антиклинали		40°-угол падения осевой поверхности 10°-угол погружения (падения) оси складки
73	Разрывные нарушения достоверные-а, предполагаемые-б с зоной дробления	а. б. 	Знаки 73-75 выполняются красным цветом
74	Линии сечения сместителя с почвой пласта при взбросе-а, при перекрытии-б	а. б. 	Для вертикальных и горизонтальных проекций. При смещении с взбросом тоже между линиями сечения штрихуется.
75	Относительное положение крыла опущенного-а, поднятого-б, сдвинутого-в	а. б. в. 	
76	Сетка (решетка) трещиноватости		Для проекций и разрезов

1	2	3	4
	VI. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ		
77	Промоины		I - горизонтальные, вертикальные проекции II - вертикальные разрезы мелкого масштаба, схемы
78	Оплывины		
79	Оползень		
80	Обрушение		
81	Осыпание		
82	Трещины отрыва и обрушения (заколы)		Зубцы направлены в сторону падения трещины
	VII. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЗНАКИ		
83	Стволы дренажных шахт		Знаки 83-84 белое поле тр-ка заливается синим цветом
84	Водоотливной шурф		
85	Водопонижающий колодец	К4	Знаки 85-96 выполняются синим цветом
86	Скважной фильтр	Ср	
87	Иглофильтры	Иф	
88	Забивной фильтр	Зф	
89	Водопонижающие скважины	Вп4	
90	Гидронаблюдательные скважины		
91	Гидрометрический пункт (водослив)		
92	Источники		
93	Высачивание		
94	Суффозия		
95	Обводненность (1) застойные воды (2)	1 2	
96	Направление потока вод поверхностных подземных		

а) Форма и относительный размер основных элементов составных частей условных знаков характеризуют определенные свойства пород, например, окатанность и величину обломков - основных породообразующих частиц грубообломочных пород (знаки 1-24). Точками изображаются песчинки, штихами - чешуйчатые глинистые минералы и т.д.

б) Цемент осадочных пород обозначается своими значками, подобными основному элементу условных обозначений одноименных пород или минерализации. Например, знак карбонатного цемента (знак 28-б) включает в себя элементы обозначений карбонатных пород или карбонатной минерализации (знак 44); знак глинистого цемента (знаки 14-а, 28-а; 12-а; 6-а) - обозначений глинистых пород (знаки 38-41) и т.д.

в) Взаимное расположение отдельных знаков обозначает структурно текстурные особенности пород, являющиеся хорошим внешним признаком, связанным с процессом преобразования осадков в горную породу. Беспорядочное расположение значков (знаки 1,2,9,10,17 и др.) соответствует несцементированным и рыхлым породам, галечнику, песку и т.п; систематическое расположение по одной линии (знаки 5-8, 15-16 и др.) сцементированным породам,подвергавшимся значительному давлению налегающих толщ и другим процессам диагенеза и метаморфизма, приводящим к усилению слоистости и напластования за счет уплотнения, переориентировки и вытянутости длинных сторон породообразующих частиц (см. расположение значков в условных знаках несцементированных и сцементированных обломочных пород). При интенсивном метаморфизме грубообломочных пород в обломках наблюдается вторичная сланцеватость, параллельная напластованию. Поэтому в знаках 7,8,15 и др.в обломках показаны штрихи, параллельные общей сланцеватости и напластованию, обозначенных сплошной линией.

Степень литификации и метаморфизма подчеркивается также некоторым изменением формы значков. Наиболее уплотненные, наиболее диаге-

незированные метаморфизованные породы отличаются ориентированным расположением по напластованию наибольшей стороны одних и сплющиванием других частиц. Поэтому соответствующие условные знаки таких пород состоят из вытянутых по форме значков. Отмеченные процессы особенно ярко проявляются в глинистых породах, в связи с этим изменяется форма значка глины (знаки 38-41).(Процессы деформации составляющих частиц в мелкозернистых породах подчеркиваются ориентированным ростом минералов). В глинах, по М.С.Швецову /105/, преобладает спутанно-волокнистое и спутанно-хлопьевидное строение. Глинистые частицы наряду с общей чешуйчатостью, часто образуют сростки червеобразной формы. Поэтому значок глин изображен тильдой (знак 38). По мере уплотнения и литификации глинистые частицы постепенно переориентируются и распрямляются (см.знак 39, - диагенезированные глины; знак 40 - аргиллиты).

Сланцеватость - признак метаморфизованных глинистых пород, связанная с ориентированным расположением увеличенных по размеру чешуйчатых и листоватых минералов, являющихся уже вторичными, обозначается *увеличенными до слияния в линию штрихами* (см.знак 41 для глинистых сланцев).

Таким образом, составные части условных знаков - знаки по своей форме, относительному размеру и взаимному положению изображают наиболее типичные диагностические признаки пород, отличающихся изменениями,связанными с диагенезом,катагенезом и начальным метаморфизмом.

2. Другой методический прием построения условных знаков связан с необходимостью изображения относительного содержания минерализации, включений и примесей. Например, с помощью сгущения значков, обозначающих скопления углистого материала (знак 68), можно изображать относительное обогащение пород углистым материалом (знак 43)и уменьшение зольности угля (знаки 60-62).

Кроме того сочетанием значков можно обозначить породы, состоящие из тех породообразующих частиц, условные значки которых изображены совместно, а также породы с разным цементом. Например, сочетанием значков частиц песка и глинистых пород обозначается песчано-глинистые породы, см.условные знаки 30, 31, 37; сочетанием значка глин и части значка кремнистости (знак 54) - опоки (знак 47)(кремнистые глины). Причем преобладание тех или иных знаков отвечает соответствующему составу пород; если преобладает по количеству знак песка, то это супесь; знак глины - суглинок.

Чтобы отличить условное обозначение цемента, например, карбонатного (знак 28-б), обозначенного частью знака карбонатных пород, от обломков пород, последние обозначаются контурами обломков этих пород (см.знак 28-б, примечание).

Отсутствие значков для отдельных элементов пород, например, значка состава цемента, указывает на его недостаточную изученность или незначительную роль (см.условные знаки 1-8).

Условные обозначения слабосцементированных и рыхлых пылеватых и иловатых отложений или грунтов, согласно классификаций геологического и океанографического институтов АН СССР, МГРИ, М.С.Швецова и др., объединены в одну группу с алевритами.

Условные обозначения алевритов отображают их промежуточное положение между песками и глинами и наибольшее родство этих пород с песками.

Преимуществом условных знаков, основанных на подобии внешних признаков, является легкая запоминаемость, простое начертание и возможность использования в неизменном виде для крупно- и мелкомасштабных чертежей и при изображении тонких пластов. Кроме того, при составлении этих знаков учитывались обозначения, используемые на угольных карьерах СССР, а также рекомендуемые в учебниках, справочни-

ках и методических работах по шахтной геологии, литологии и петрографии осадочных пород.

При использовании условных знаков группы I можно использовать цветную раскраску как дополнение к штриховым и как самостоятельные условные знаки (особенно при обозначениях пород на планах горных работ). Песчаник изображается светлокоричневыми и желтыми цветами, алевролит - зеленым, аргиллит - голубым, углистые породы - фиолетовым, уголь - серым цветом.

Горелые породы в связи с преобладанием в их цвете красных и коричневых оттенков и повышенной пустотностью выгорания, в первую очередь по трещинам, изображаются коричневой тушью в виде взаимно пересекающихся извилистых линий (знак 51).

Фауна (знак 53) обозначается в виде наиболее распространенного в геологии спиралевидного знака, изображающего спириферы.

В знаке "трещиноватый уголь" (знак 68) не залитыми оставлены трещины. Знак "перемятого угля" (знак 69) отличается от знака выветрелого угля (знаки 69 и 70).

Выветрелый уголь характеризуется повышенной пористостью и пустотностью, вытянутыми по нормали к дневной поверхности с типичными для выщелачивания неровными стенками (знак 70). Близкие по начертанию знаки изображены на рис.101, где в замках складки изображен выветрелый и трещиноватый уголь, у тектонического нарушения - дробленый уголь. Предполагаемые пласты обозначены на участках, не разведанных скважинами.

При изображении трещиноватости сетка (знак 76) дополняется значками элементов залегания (знак 71).

Предлагаемые инженерно-геологические знаки могут быть использованы на любых чертежах. При крупномасштабном изображении деформаций на зарисовках условный знак типа разрушения проставляется возле фактического изображения деформированного массива. Действующие оползни, обрушения и т.д.обозначаются красным цветом.

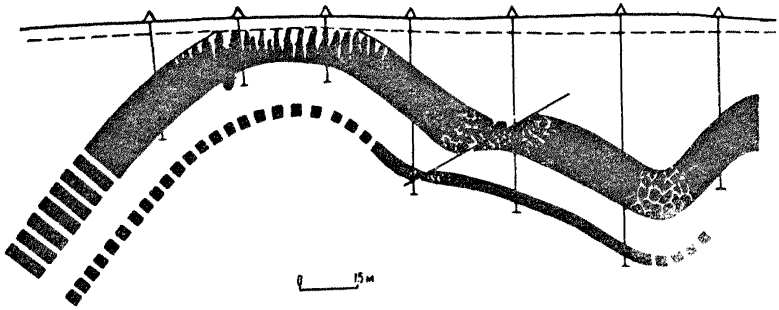


Рис. 101. Пример изображения выветрелого, дробленного и трещиноватого угля и предполагаемого угольного пласта.

§ 3. Оборудование геологического кабинета

Кабинет геолога карьера и его помощников должен отвечать всем требованиям, предъявляемым к помещениям, в котором проводятся камеральные работы, связанные с проведением вычислений, чертежных работ, а также с микроскопическими и другими лабораторными исследованиями Поэтому геологический кабинет должен быть светлым, отапливаемым и иметь размеры не менее 15-20 $м^2$. Желательно, чтобы он непосредственно сообщался с маркшейдерским кабинетом.

В кабинете должен находиться шкаф несгораемый для хранения рабочих геологических чертежей, черновой и чистовой первичной документации. Основные геологические сводные чертежи и отчеты хранятся в соответствии с требованиями специальных инструкций.

В кабинете должен быть письменный стол,и стол для работы с микроскопом (который желательно располагать у окна), шкаф или стеллаж для хранения микроскопа, шлифов и образцов. Оснащение необходимым оборудованием для трансформации и копирования чертежей проводится совместно с маркшейдерским отделом.

Совместно с маркшейдерами оборудуется кладовое помещение, где на специальном стеллаже хранятся приборы и инструменты, материалы и оборудование, используемые при отборе проб, гидрогеологических и инженерно-геологических наблюдениях.

Лабораторное оборудование и помещение для проведения простейших определений физико-механических свойств целесообразно использовать совместно с работниками ОТК и химической лаборатории.

Фотолаборатория

Геолог карьера должен иметь небольшую фотолабораторию, особенно необходимую при проведении систематической геологической фотодокументации.

Для фотолаборатории отводится затемненное и теплое помещение,

площадью 5-10 $м^2$. Вход должен быть дополнительно завершен светонепроницаемой шторой. В используемом помещении должны быть водопровод-ный кран, раковина и электрические розетки.

Фотолаборатория должна быть оборудована следующим образом.

1. Стол с фотоувеличителем или станком для контактной печати фотоснимков.

2. Стол с кюветами для проявителя, воды и закрепителя. Стол желательно покрыть клеенкой или пластиком. Над столом укрепляется красный фонарь. Для полоскания отпечатков в химических растворах необходимы специальные пинцеты. Для окончательной промывки закрепленных отпечатков нужен четвертый большой кювет. Лучше для этих целей оборудовать специальную ванночку размером 1x1x0,5 м с отводом для непрерывной циркуляции воды, подаваемой из водопроводного крана шлангом.

3. Шкаф с отделениями для хранения фотобумаги, пленок, фотопластинок и химической посуды, используемой для разведения фотореактивов (колбы, мерные стаканы, воронки и т.д.).

4. Тумбочка для хранения химических реактивов. (Хранение в фотолаборатории растворов аммиака, разлагающего фотоматериалы, недопустимо).

5. Весы и набор разновесов для взвешивания с точностью 0,1 гр. термометр 0-50°С с точностью 0,2°.

6. Фотобачки для проявления пленок, фоторамка для удерживания фотобумаги при проекционной печати, реле-времени, станочек для сушки фотопластинок, электроплитка для кипячения воды.

7. Софиты и экран для съемки штуфов и репродукционной съемки в камеральных условиях. Для съемок образцов (штуфов) серийно выпускаются установки типа ФМН и МФА; для фотосъемки шлифов - микрофотонасадка типа МФН.

8. Станок-стеллаж для сушки отпечатков, представляющий из себя

стойки с вставляемыми в их пазы рамками, на которые натянута марля.

Рецепты для проведения фотолабораторных работ по обработке пленок и снимков приведены в приложении 16.

Эталонная коллекция

Эталонная коллекция предназначена для контрольного сопоставления образцов пород, определение которых затруднено. Кроме того она используется для эталонирования пород данного месторождения по показателям добываемости, что способствует нормированию и оценке горных работ. Часть коллекции может быть использована для обучения среднетехнического персонала, машинистов экскаваторов, контролеров ОТК и др.работников по программам техминимума.

Эталонная коллекция должна характеризовать все породы месторождения и состоять из образцов размером, примерно 10х10х20 см. Образцы должны быть выразительными и наиболее типичными для характеризуемой породы, в первую очередь, по составу и текстурно-структурным особенностям. Желательно, чтобы эталонные образцы характеризовали дополнительные диагностические признаки пород: форму блока отдельности, излом и т.д. Для представления вторичных процессов изменения пород, например, в результате выветривания, необходимо отбирать дополнительные образцы.

Для угольного пласта эталонные образцы должны отражать каждый петрографический тип, а также наиболее характерные группы угля по качественным показателям.

Коллекцию образцов следует располагать на стеллажах или полках шкафа, лучше всего в стратиграфической последовательности.

Каждый образец должен иметь этикетку, где дается определение и описание пород и указывается место отбора образца. На этикетке должен стоять порядковый номер по журналу описаний эталонных образцов. В журнале дается подробное описание данной породы, отмечаются харак-

терные макродиагностические признаки и условия залегания, наблюдаемые на карьере. (Наличие шлифа и его подробное описание для эталонных образцов весьма желательно).

На этикетке кроме геологических данных необходимо указать крепость породы по шкале М.М.Протодьяконова, основные физические свойства такие, как объемный (удельный) вес; для углей - среднюю зольность.

Коллекцию необходимо переодически пополнять новыми и обновлять старые, особенно образцы слабосцементированных пород. (В случае затруднения в определениям вновь встреченных пород необходимо получить их определение в специализированных геологических организациях).

Коллекция может иметь подразделы, отражающие встречаемые на месторождении палеонтологические остатки, минералы, а также изменения физико-механических свойств пород. Цель подразделов отобразить на образцах горных пород влияния основных геологических факторов, в первую очередь - состава и строения, на добываемость и устойчивость пород.

Приложение I

Физико-механические свойства пород некоторых месторождений, разрабатываемых открытым способом

№ № п/п	Породы	объемный вес г/см^3	влажность %	прочность, кг/см^2 на сжатие	прочность, кг/см^2 на раст.	сцепление кг/см^2	угол внутрен. трения градус	коэффициент Пуассона	модуль Юнга 10^{-5} кг/см^2	Примечание
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II
	карьеры Красногорский, Томусинский 3-4 и 7-8									
I	песчаник	2,49		I040	55	230	29	0,20	5,27	
2	алевролит	2,4I		370	30	200	30		5,03	
3	аргиллит			I30		45	40	0,23	I,20	
4	конгломерат	2,50		7I0	35	I80	30			
5	уголь	I,30	2,0	220	I0	48	30	0,36	4,80	
	Кедровский карьер									
6	глина	2,I8	I8			0,7	25			
7	глина углистая	I,83	I7			2,0	24			
8	песок глинистый	2,00	I8			I,6	22			
9	уголь	I,26	4,5			9,0	2I			
I0	песчаник	2,27	8,5			29,0	35			
II	алевролит	2,50	4,8			35,0	30			
I2	аргиллит	2,24	I2,0			7,0	23			

Продолжение приложения I

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II
				Бачатский карьер						
I3	песчаник	2,48	7,0	650	30	200	32			
I4	алевролит	2,25	7,5		34	I50	34			
I5	аргиллит	2,44	5,5			I50	26			
I6	уголь	I,30	3,7			240	35			
				Краснобродский карьер						
I7	глина	2,I	20,0			0,5	22			
I8	суглинок	I,9	25,0			0,7	22			
I9	песчаник	2,60	I,2			I55,0	35			
20	алевролит	2,60	2,9			85,0	34			
2I	уголь	I,35				23	20			
				Коркинский карьер						
22	суглинок	2,I0	I4,0	3,0		8,5	30			
23	глина	I,95	I8,0	20,0		6,5	30			
24	опока	I,60				6,5	25			
25	песчаник	2,30	4,5	I70		38,0	36			
26	алевролит	2,33	6,0	85		37,0	33			
27	аргиллит	2,30	9,0	75		35	28			
28	уголь	I,45				I0	36			

Продолжение приложения I

I	2	3	4	5	6	7	8	9	IO	II
				Ангренский карьер						
29	суглинок	2,17	I3,0	I40		7,5	45	0,30	4,30	
30	глина	2,30	I2,0	I00		7,5	47	0,32	3,90	
3I	алевролит	2,27	I0,0	II0		I0,0	40	0,26	6,60	
32	песчаник слабосцементированный	230	II,0	50		8,0	47	0,3I	6,60	
33	галечник	2,I0	4,6	200		7,3	3I			
34	уголь	I,30	57,0	II0		5,2	43	0,20	2,70	
				Ирма-Бородинский карьер						
35	суглинок	I,70	I9,5			0,4	26			
36	суглинок лёссовидный	I,95	27,0			0,I	35			
37	песчаник слабосцементир.	I,95	II,0			I,0	32			
38	аргиллит	2,00	I8,0			3,6	30			
39	алевролит	2,20	I5,0			8,0	30			
40	песчаник крепкий	2,50	I5,0			65,0	40			
4I	переслаивание песчаника, аргиллита, алевролита	2,I0	I5,0			2,0	3I			
42	уголь	I,25				I3,0	33			
				Назаровский карьер						
43	суглинок	I,85	25,0			0,2	28			
44	глина	I,80	26,0				22			
45	аргиллит					0,8	25			
46	песчаник	2,02	20,0	2,0		0,8	33			
47	песчаник трещиноват.	2,00	I8,0			0,3	23			

Продолжение приложения I

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II
				Карьеры Черемховского района						
48	глина	I,85		90		3,0	I6			
49	суглинок	I,80		I00						
50	алеврит	2,I0				5,0	23			
5I	аргиллит	2,22		I60	70	I7,0	30			
52	алевролит	2,26		200		20,0	33			
53	песчаник глинистый	2,22		I80	50	I6,0	36			
54	песчаник с извест. цементом	2,45		400	70	65,0	36			
55	уголь	I,33		200		22,0	35			
				Карьеры комбината "Александрияуголь"						
56	суглинки	I,94	19,0			I,0	22			
57	глины	I,85	30,0			I,3	20			
58	каолин первичный	I,95	25,0			0,9	24			
59	пески	I,85	22			I,0	28			
60	уголь бурый	I,I9				I,2	26			

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
			карьеры комбината "Александрияуголь"							
56	суглинки	1,94	19,0			1,0	22			
57	глины	1,85	30,0			1,3	20			
58	каолин первичный	1,95	25,0			0,9	24			
59	пески	1,85	22			1,0	28			
60	уголь бурый	1,19				1,2	26			

Приложение 2

Классификация горных пород (по проф.М.М.Протодьяконову)

Категория	Степень крепости	Породы	Коэффициент крепости
1	2	3	4
I	В высшей степени крепкие породы	Наиболее крепкие, плотные и вязкие кварциты и базальты. Исключительные по крепости другие породы	20
II	Очень крепкие породы	Очень крепкие гранитовые породы. Кварцевый порфир, очень крепкий гранит, кремнистый сланец. Менее крепкие, чем указанные выше, кварциты. Самые крепкие песчаники и известняки	15
III	Крепкие породы	Гранит (плотный) и гранитовые породы. Очень крепкие песчаники и известняки.Кварцевые рудные жилы. Крепкий конгломерат.Очень крепкие железные руды.	10
IIIа	То же	Известняки(крепкие).Некрепкий гранит. Крепкие песчаники.Крепкий мрамор. Доломит. Колчеданы	7
IV	Довольно крепкие породы	Обыкновенный песчаник; железные руды	6
IVа	Довольно крепкие породы	Песчанистые сланцы; сланцевые песчаники	5
V	Породы средней крепости	Крепкий глинистый сланец.Некрепкий песчаник и известняк,мягкий конгломерат.	4
Va	То же	Разнообразные сланцы (некрепкие). Плотный мергель	3
V1	Довольно мягкие породы	Мягкий сланец. Очень мягкий известняк, мел, каменная соль,гипс. Мерзлый грунт, антрацит. Обыкновенный мергель. Разрушенный песчаник, сцементированные галька и хрящ, каменистый грунт	2
V1a	То же	Щебенистый грунт. Разрушенный сланец, слежавшаяся галька и щебень, крепкий каменный уголь.Отвердевшая глина	1,5
VI	Мягкие породы	Глина(плотная). Мягкий каменный уголь Крепкий нанос, глинистый грунт	1,0
VIa	То же	Легкая песчаная глина, лесс, гравий	0,8
VII	Землистые породы	Растительная земля. Торф.Легкий суглинок, сырой песок	0,6
IX	Сыпучие породы	Песок,осыпи, мелкий гравий, насыпная земля, добытый уголь	0,5
X	Плывучие породы	Плывуны, болотистый грунт, разжиженный лёсс и другие разжиженные грунты	0,3

Классификация пород по трудности экскавации и сравнение шкал крепости

Характеристика пород по условиям экскавации	Порода	Средний объемный вес, т/м³	Соответствующая категория крепости пород по			
			Нормам и расценкам на буровзрывные работы Союзвзрывпрома 1955 г	классификации проф. М.М.Протодьяконова		шкале СН и П (1959)
				категория крепости	коэффициент крепости f	
1	2	3	4	5	6	7
I группа Мягкие и плотные породы, допускающие экскавацию непосредственно из целика без буровзрывных работ	Песок	1,5	I	IX	0,3–0,5	I
	Супесок	1,6				
	Растительный грунт	1,2				
	Торф	0,6				
	Легкий лёссовидный суглинок	1,5	II	IX	0,3–0,5	II
	Влажный рыхлый лёсс	1,6				
	Песок, гравий	1,7				
	Плотный растительный грунт	1,4				
	Торф	1,1				
	Жирная мягкая и легкая глина	1,8	III	VIII	0,5–0,8	II
	Тяжелый суглинок	1,75				
	Гравий крупный	1,75				
	Лёсс, смешанный с гравием или галькой	1,8				
	Растительная земля или торф	1,4				
	Суглинок, смешанный с щебнем или с галькой и строительным мусором	1,9				
II группа Подускальные породы, требующие применения буровзрывных работ для облегчения экскавации	Тяжелая ломовая глина	1,95	IV	VIIa	0,8–1,0	III
	Моренная глина с валунами	2,0				
	Сланцевая глина	2,0				
	Крупная галька	1,95				

I	2	3	4	5	6	7
	Плотный отвердевший лёсс и отвердевший солончак	I,8				
	Сцементированный строительный мусор	I,85				
	Металлургические невыветрившиеся шлаки	I,5	У	УIа-УП	I,0-I,5	IУ
	Мергель мягкий и опоки	I,9				
	Дресва	I,8				
	Бурый уголь	I,2				
	Мягкий каменный уголь	I,3				
	Трепел и мягкие меловые породы	I,4				
	Твердая карбонная глина	I,95	У	УIа-УП	I,0-I,5	IУ
	Конгломерат слабосцементированный	2,0				
	Сланцы разные некрепкие	2,0				
	Г и п с	2,2				
	Туф и пемза, опока крепкая	I,1				
	Известняк мягкий, пористый, сильнотрещиноватый и ракушечник	I,2				
	Мел плотный	2,6	УI	У1	I,5-2,0	У
	Антрацит, крепкий бурый уголь	I,5				
	Сланцы средней крепости	2,7				
	Мергель средней крепости	2,3				
Ш группа Скальные породы, экскавация которых возможна только после буровзрывных работ	Конгломерат с галькой, песчаник, глинистый, доломиты, известняки	2,2				
	Сланец глинистый крепкий	2,8	УП	У-Уа	2-4	УI
	Мергель крепкий	2,5				
	Гранит дресвяный	2,3				
	Известняки мергелистые	2,3				
	Песчаники глинистые	2,2	УШ	IУа	4-5	УП
	Сланцы слюдяные и песчаные	2,3				
	Ангидрит, доломит	2,3				

Продолжение приложения 3

I	2	3	4	5	6	7
III группа						
Скальные породы, экскавация которых возможна только после буровзрывных работ	Известняк плотный	2,5	IX	IУ	5-6	УП
	Конгломерат с галькой из осадочных пород на кремнистом цементе	2,5				
	Песчаник	2,5				
	Сидерит	2,7				
	Сланцы песчано-известковые	2,5				
	Магнезит	3,0	X	IIIа	6-8	УШ
	Доломит	2,7				
	Известняк крепкий	2,7				
	Мрамор	2,7				
	Песчаник плотный на известковом цементе	2,6				
	Сланец песчаный, крепкий	2,6				
	Доломит весьма крепкий	2,9	XI	III	8-I2	УШ
	Конгломерат с галькой изверженных пород на известковом цементе	2,8				
	Песчаник крепкий на кварцевом цементе	2,7				
	Известняк весьма крепкий	2,9	XII	III	8-I2	IX
	Конгломерат с галькой изверженных пород на кремнистом цементе	2,9				
	Магматические и метаморфические породы		XI-XУI	III-I	8-20	УШ-X

СНиП - строительные нормы и правила на горнопроходческие работы (Госстройиздат, I959 г.) утверждены по поручению Совета Министров СССР Госстроем СССР для обязательного применения с I июля I959 г.

Приложение 4

Показатели сопротивления резанию

Породы	Удельное сопротивление резанию, кг/см^2
Пески с примесью гравия и гальки до 20% по объему, супески, растительный грунт без корней, лёсс естественной влажности, торф без корней	0,3–0,6
Легкие лёссовидные суглинки, влажный рыхлый лёсс, мелкий солончак, гравий мелкий и средний размером до 20 мм, плотный растительный грунт с корнями трав, торф и растительный грунт с корнями кустарника, песок и строительный грунт, смешанный с щебнем или галькой и щепой, насыпной слежавшийся грунт с примесью щебня или гальки и пр.	0,6–I,0
Жирная чистая глина, тяжелые суглинки, гравий, щебень размером I5–40 мм, сухой и естественной влажности лёсс, смешанный с галькой или гравием, растительная земля или торф с корнями деревьев, суглинки, смешанные с галькой, щебнем или строительным мусором	I,2–I,8
Тяжелая ломовая глина, жирная глина и тяжелые суглинки с примесью щебня, гальки, строительного мусора и булыжника в количестве до I0% по объему, сланцевая глина, мергель, отвердевший лёсс, или солончак, щебень размером до I50 мм, трепел слабый, меловые породы, сцементированный мусор и пр.	2,0–3,0

Приложение 5

Классификация пород по удельной работе бурения ударо-канатными станками

Категория пород	Породы	Удельная работа кг/см^3
I - рыхлые	Растительный грунт, суглинки, легкие глины, полностью каолинизированные изверженные и метаморфические породы	5
II - мягкие	Плотные глины, некрепкие глинистые и песчанистые сланцы, некрепкий мел, мергель, сильно каолинизированные и выветренные изверженные и метаморфические породы, каменный и бурый уголь	7
III - ниже средней крепости	Плотные глинистые сланцы, песчаники на глинистом цементе, мел, мергель, мягкие известняки, средне-каолинизированные и выветренные и метаморфические породы, глинистые железные руды	10
IУ - средней крепости	Песчаники на известковом цементе, крепкий мергель, разрушенные известняки и доломиты с глиной, змеевики, слабовыветренные изверженные и метаморфические породы и железные руды	14
У - выше средней крепости	Песчаники на кварцевом цементе, известняки и доломиты, изверженные и метаморфические породы средней крепости, плотные железные руды, некрепкие кварциты	20
УI - довольно крепкие	Крепкие известняки, доломиты, магнезиты и мраморы, довольно крепкие изверженные и метаморфические породы, кварциты средней мощности	27
УII - крепкие	Очень крепкие окремненные известняки и доломиты, крепкие изверженные и окремненные изверженные и метаморфические породы, довольно крепкие кварциты	35
УIII - очень крепкие	Очень крепкие изверженные породы, крепкие кварциты	50
IX - исключительно крепкие	Исключительно крепкие изверженные породы, очень крепкие кварциты	70
X - крепчайшие	Крепчайшие изверженные породы и кварциты	100

Приложение 6

Шкала абразивности горных пород (по Л.И.Барону и А.В.Кузнецову)

Класс абразивности	Наименование класса	Показатель абразивности, мг	Характерные породы
I	Весьма малоабразивные породы	до 5	Известняки, мраморы, мягкие сульфиды без кварца (галенит, сфалерит, пирротин), апатит, каменная соль.
II	Малоабразивные породы	5-10	Сульфидные руды, барито-сульфидные руды; аргиллиты, мягкие сланцы: углистые, глинистые, хлоритовые, хлорито-аспидные
III	Породы ниже средней абразивности	10-18	Джеспилиты, роговики (рудные и нерудные), кварцево-сульфидные руды, магматические тонкозернистые породы, песчаники кварцевые и аркозовые тонкозернистые, руды железные, известняки окремненные.
IIУ	Среднеабразивные породы	18-30	Песчаники кварцевые и аркозовые, мелкозернистые диабазы, плавленый базальт, крупнозернистый пирит, арсенопирит, жильный кварц, кварцевосульфидные руды, мелкозернистые магматические породы, окварцованные известняки, джаспероиды.
У	Породы выше средней абразивности	30-45	Песчаники кварцевые и аркозовые, средне- и крупозернистые, плагиограниты, нефелиновые сиениты, мелкозернистые граниты, мелкозернистые диориты, порфириты, грейзены, лампрофиры, габбро, гнейсы, скарны (рудные и нерудные)
УI	Породы повышенной абразивности	45-65	Породы магматические, средне- и крупнозернистые граниты, диориты, гранодиориты, порфириты, нефелиновые сиениты, сиениты, кератофиры, пироксениты, монцониты, амфиболиты, сланцы кварцевые и окварцованные, гнейсы
УII	Высокоабразивные породы	65-90	Порфириты, диориты, граниты, гранитоидные нефелиновые сиениты
УIII	В высшей степени абразивные	более 90	Корундосодержащие породы

Приложение 7

Шкала горных пород Союзвзрывпрома

Категория породы	Название породы
I	Песок Супесь Растительная земля Торф
II	Легкий лёссовидный суглинок Влажный, рыхлый лёсс, мягкий солончак и солонец Гравий мелкий и средний (до 15 мм) Плотный растительный грунт с корнями травы Торф с корнями диаметром до 30 мм Песок, растительный грунт, смешанный с тальком, щепой и щебнем Насыпной слежавшийся грунт с примесью щебня или гальки Супесь с примесью щебня, гальки и строительного мусора
III	Жирная мягкая глина, в том числе юрская и моренная Тяжелый суглинок Гравий крупный, галька и щебень размером от 15 до 40 мм Сухой лёсс и лёсс естеств. влажности, смешанный с гравием или галькой Растительная земля или торф с корнями диаметром более 30 мм Суглинок смешанный со щебнем или галькой и строительным мусором
IV	Тяжелая ломовая глина, в том числе твердая юрская и мягкая карбонная
IV	Жирная глина и тяжелый суглинок с примесью щебня, гальки строительного мусора и камней весом до 25 кг с содержанием камней до 10% по объему Моренная глина с валунами весом до 50 кг при содержании валунов до 10% по объему Сланцевая глина Крупная галька размером до 90 мм, чистая или с примесью камней весом до 10 кг
V	Плотный отвердевший лёсс и отвердевший солончак Сцементировавшийся строительный мусор Мергель мягкий и опоки Дресва Морена с валунами весом до 50 кг при содержании валунов не более 30% по объему Бурый уголь Мягкий каменный уголь Трепел и мягкие меловые породы Твердая карбонная глина Конгломерат слабосцементированный Сланцы разные, некрепкие Гипс
VI	Туф и пемза Известняк мягкий пористый, сильно трещиноватый и ракушечник Мел плотный Антрацит Сланцы средней крепости Мергель средней крепости
VII	Конгломерат с галькой из осадочных пород на известковом цементе Песчаник глинистый, выветренный, сильно трещиноватый Сланец глинистый крепкий Мергель крепкий

Продолжение приложения 7

Категория породы	Название породы
УШ	Гранит дресвяный Известняк мергелистый Песчаник глинистый Сланцы слюдяные и песчаные Ангидрит
IX	Граниты, гнейсы, сиениты мягкие, сильно выветренные Змеевик отальк ованный Известняк плотный Конгломерат с галькой из осадочных пород на кремнистом цементе Песчаник Сидерит Сланцы песчано-известковые Магнезит
X	Доломит Известняк крепкий Мрамор Песчаник плотный на известковом цементе Сланец песчаный крепкий
XI	Гранит крупнозернистый Доломит весьма крепкий Змеевик Конгломерат с галькой из изверженных пород на известковом цементе Песчаник крепкий на кварцевом цементе Сиенит крупнозернистый
XII	Андезит и базальт со следами выветривания Гнейс Известняк весьма крепкий Конгломерат с галькой из изверженных пород на кремнистом цементе Трахит
XIII	Гранит среднезернистый Гнейс крепкий Диабаз Порфирит Трахит крепкий
XIУ	Сиенит среднезернистый Гранит мелкозернистый весьма крепкий Гранито-гнейс Диорит Кварц Известняк высшей прочности Порфир крепкий
XУ	Андезит, базальт, роговик крепкие Диабаз, диорит высшей крепости Габбро и кварцит крепкие
XУI	Базальт лабрадоритовый и оливиновый Габбро-диабаз, кварцит и порфирит исключительно крепкие

Приложение 7а

Удельный расход ВВ для аммонита № 9 (по данным Союзвзрывпрома)

Порода	Категория крепости породы по ЕНВ и Р, 1955 г.	Значение удельного расхода, кг/м³	
		для зарядов рыхления	для зарядов выброса
Песок	I	-	I,8-2,0
Песок плотный или влажный	-	-	I,4-I,5
Суглинок тяжелый	III	0,4-0,45	I,2-I,35
Глина крепкая	IУ	0,4-0,5	I,2-I,5
Лёсс	IУ-У	0,35-0,45	I,I-I,5
Мел	У	0,3-0,35	0,9-I,I
Гипс, опока, мергель	У-УI	0,4-0,5	-
Туфы трещиноватые, тяжелая пемза	УI	0,5-0,6	I,5-I,8
Известняк-ракушечник	УI-УII	0,6-0,7	I,8-2,I
Конгломерат и брекчии на известковом цементе	УI-УII	0,45-0,55	I,35-I,65
Песчаник на глинистом цементе, сланец глинистый, мергель	УII-УIII	0,45-0,55	I,35-I,65
Песчаник на известковом цементе, доломит, магнезит	УIII-IX	0,5-0,65	I,5-I,95
Известняк, песчаник	УIII-XII	0,5-0,8	I,5-2,4
Гранит	IX-XУ	0,6-0,85	I,8-2,22
Базальт, андезит	XII-XIУ	0,7-0,9	2,I-2,7
Кварцит	XIУ-XУ	0,8-0,85	2,4-2,55

Примечания: I. В случае совместного взрывания пород различной крепости значение удельного расхода ВВ определяется как средневзвешенное по объему.

2. При использовании различных сортов ВВ следует пользоваться переводными коэффициентами: аммонит № 6 - 0,85; аммонит № IO - I; водоустойчивый аммонит В-3 - 0,9; аммиачная селитра - I,45.

Приложение 8

Коэффициент разрыхления пород $K_р$ (по ЕНиР 1960 г.)

Породы	Первоначальное увеличение объема, %	Остаточное разрыхление породы, %
Чистые пески и супески	8-17	1-2,5
Лёсс, суглинки и солонцы	14-28	1,5-5
Растительный слой без корней	20-30	3-4
Жирная глина, тяжелый суглинок	24-30	4-7
Галька, щебень, гравий, ломовая глина	26-32	6-9
Мергель и опоки	33-37	11-15
Разборная скала	30-45	10-20
Скальные разрыхленные грунты	45-50	20-30

Коэффициент разрыхления горных пород при экскаваторных работах

Горные породы	Объемный вес породы в целике, т/м³	Коэффициент разрыхления		
		в ковше экскаватора	в вагоне	в отвале (насыпь)
Мягкие	1,5-1,7	1,2	1,15	1,1
Плотные	1,8	1,5	1,8	1,15
Тяжелые	1,9-2,8	1,9	1,15	1,25
Уголь	1,15	1,5	1,4	–

Приложение 9

Классификация пород, разрабатываемых гидромониторным способом

Породы	Категория пород
Предварительно разрыхленные, не слежавшиеся	I
Пески мелкозернистые	II
Пески пылеватые	
Супески легкие	
Лёсс рыхлый	
Торф разложившийся	
Пески среднезернистые и разнозернистые	III
Супески тяжелые	
Суглинки легкие	
Лёсс плотный	
Пески крупнозернистые	IV
Супески тяжелые	
Суглинки средние и тяжелые	
Глина тощая (песчаная)	
Песчано-гравелистые	V
Глина полужирная	
Песчано-гравийные	VI
Глина полужирная	

Приложение 10

А К Т №____

отбора пластово-дифференциальной пробы /Д/

От . . . . . .

1. Наименование карьера . . . . . .
. . . . . .

2. Место отбора пробы . . . . . .
. . . . . .
. . . . . .

3. **Наименование пласта** . . . . . .

4. Падение пласта . . . . . .

5. Мощность пласта в м.и зольность A^c по уравненным пробам:
   а) мощность общая-. . . . . A^c. . . . . .
   б) мощность эксплуатационной части-. . . . . A^c. . . . . .
   в) мощность угольных пачек-. . . . . A^c. . . . . .

6. Структура пласта: . . . . . .

№№ п/п	Мощность пачек	Наименование пачек и их характеристика	Уд. вес	Зола Ас %	Произв. мощн. на уд. вес	Произв A^c на данные гр. № 6
1	2	3	4	5	6	7

7. Особые мнения: . . . . . .

Главный инженер карьера — Начальник ОТК
Контролер — Зав. химлабораторией
Геолог — Мастер ОТК

Приложение 10

А К Т №____

отбора пластово-промышленной пробы /П/

1. Наименование карьера . . . . . .

2. Характеристика забоя: кровля - . . . . . .
. . . . . почва - . . . . . .
. . . . . приток воды - . . . . . .

3. Способ выемки пласта . . . . . .
. . . . . .
. . . . . .

4. Устоичивость забоя . . . . . .
. . . . . .
. . . . . .

5. Способ зачистки пласта . . . . . .
. . . . . .
. . . . . .

6. Номера пачек, вошедших в промышленную пробу . . . . . .
. . . . . .
. . . . . .

7. Результаты анализа . . . . . .

Влага W р %	Зола Ас %	Сера Sc (б%)	Летучие Vг	Калорийность

8. Особые мнения . . . . . .

Главный инженер карьера
Начальник ОТК
Контролер
Зав.химлабораторией
Геолог
Мастер ОТК

Удельные расходы через трапецеидальный незатопленный водослив в зависимости от напора H (на 1 м длины ребра водослива)

H, м	Тысячные доли метра				
	0,000	0,002	0,004	0,006	0,008
0,05	0,0208	0,0221	0,0233	0,0247	0,0260
0,06	0,0273	0,0287	0,0302	0,0316	0,0330
0,07	0,0344	0,0360	0,0375	0,0391	0,0405
0,08	0,0421	0,0438	0,0454	0,0470	0,0486
0,09	0,0502	0,0520	0,0537	0,0554	0,0571
0,10	0,0588	0,0605	0,0624	0,0641	0,0659
0,11	0,0676	0,0696	0,0715	0,0735	0,0754
0,12	0,0773	0,0793	0,0814	0,0834	0,0854
0,13	0,0874	0,0894	0,0915	0,0935	0,0955
0,14	0,0975	0,0996	0,1017	0,1038	0,1059
0,15	0,1080	0,1102	0,1124	0,1146	0,1168
0,16	0,1190	0,1213	0,1236	0,1259	0,1282
0,17	0,1305	0,1328	0,1351	0,1374	0,1397
0,18	0,1420	0,1444	0,1468	0,1492	0,1516
0,19	0,1541	0,1566	0,1591	0,1616	0,1641
0,20	0,1666	0,1691	0,1716	0,1741	0,1766
0,21	0,1791	0,1817	0,1843	0,1869	0,1895
0,22	0,1921	0,1947	0,1973	0,1999	0,2026
0,23	0,2052	0,2079	0,2106	0,2133	0,2160
0,24	0,2187	0,2214	0,2241	0,2269	0,2297
0,25	0,2325	0,2353	0,2381	0,2409	0,2437
0,26	0,2465	0,2494	0,2523	0,2552	0,2581
0,27	0,2610	0,2639	0,2668	0,2697	0,2726
0,28	0,2756	0,2786	0,2816	0,2846	0,2876
0,29	0,2906	0,2936	0,2966	0,2997	0,3027
0,30	0,3057	0,3088	0,3119	0,3150	0,3181
0,31	0,3212	0,3243	0,3274	0,3305	0,3336
0,32	0,3368	0,3400	0,3432	0,3464	0,3496
0,33	0,3528	0,3560	0,3592	0,3624	0,3626
0,34	0,3688	0,3721	0,3754	0,3787	0,3820
0,35	0,3853	0,3886	0,3919	0,3952	0,3985
0,36	0,4019	0,4053	0,4087	0,4121	0,4155
0,37	0,4189	0,4223	0,4257	0,4291	0,4325
0,38	0,4359	0,4393	0,4427	0,4461	0,4495
0,39	0,4530	0,4565	0,4600	0,4635	0,4670

Расходы через прямоугольный водослив, л/сек

Высота напора, см	Ширина водослива, см								
	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1	0,4	0,62	0,84	1,06	1,28	1,50	1,72	1,94	2,16
2	1,1	1,69	2,28	2,87	3,46	4,05	1,64	5,23	5,82
3	1,9	2,96	4,02	5,08	6,14	7,20	8,26	9,32	10,38
4	2,9	4,49	6,08	7,67	9,26	10,85	12,44	14,03	15,62
5	5,1	6,29	8,48	10,67	12,86	15,05	17,24	19,43	21,62
6	5,3	8,14	10,98	13,82	16,66	19,50	22,34	25,18	28,02
7	6,6	10,17	13,74	17,31	20,88	24,45	28,02	31,59	35,16
8	8,1	12,45	16,80	21,15	25,50	29,85	34,20	38,55	42,90
9	9,6	14,79	19,98	25,17	30,36	35,55	40,74	45,93	51,12
10	11,2	17,28	23,36	29,44	35,52	41,60	47,68	53,76	59,84
11	12,8	19,81	26,82	35,05	40,84	47,85	54,86	61,87	68,88
12	14,6	22,59	30,58	38,57	46,56	54,65	62,54	70,53	78,52
13	16,4	25,41	34,42	43,43	52,44	61,45	70,46	79,47	88,48
14	18,3	28,37	38,44	48,51	58,58	68,65	78,72	88,79	98,86
15	20,3	31,44	42,58	53,72	64,86	76,00	87,14	98,28	109,42
16	22,3	34,58	46,86	59,14	71,42	83,70	95,98	108,26	120,54
17	24,5	37,91	51,32	64,73	78,14	91,55	104,96	118,37	131,78
18	26,6	41,21	55,82	70,43	85,04	99,65	114,26	128,87	143,48
19	28,8	44,65	60,50	76,35	92,20	108,05	123,90	139,75	155,60
20	30,9	48,01	65,12	82,23	99,34	116,44	133,55	150,66	167,77
21	33,2	51,37	69,94	88,31	106,88	125,05	143,42	161,79	180,16
22	35,6	55,25	74,90	94,55	114,20	133,85	153,50	173,15	192,80
23	37,0	58,76	77,72	100,68	121,64	142,60	163,56	184,32	205,48
24	40,1	52,39	84,68	106,97	129,26	151,55	173,84	196,13	218,42
25	42,4	66,10	89,80	113,50	137,20	160,90	194,60	208,30	232,00
26	44,7	69,79	94,88	119,97	145,06	170,15	195,24	220,33	245,42
27	47,2	73,67	100,14	126,61	153,08	179,55	206,02	232,49	258,96
28	49,6	77,49	105,38	133,27	161,16	189,05	216,94	244,83	272,72
29	52,2	81,53	110,86	140,19	169,52	198,85	228,28	257,51	286,84
30	54,6	85,46	116,32	147,18	178,04	208,90	239,76	270,62	301,48

Продолжение приложения IIа

H, м	0,000	0,005	H, м	0,000	0,005
0,40	0,470	0,479	0,75	1,208	1,220
0,41	0,488	0,497	0,76	1,232	1,244
0,42	0,506	0,515	0,77	1,256	1,268
0,43	0,524	0,533	0,78	1,280	1,292
0,44	0,542	0,551	0,79	1,304	1,316
0,45	0,560	0,569	0,80	1,329	1,342
0,46	0,578	0,587	0,81	1,355	1,368
0,47	0,597	0,607	0,82	1,381	1,394
0,48	0,617	0,627	0,83	1,407	1,420
0,49	0,637	0,647	0,84	1,433	1,446
0,50	0,657	0,667	0,85	1,459	1,472
0,51	0,677	0,687	0,86	1,485	1,498
0,52	0,697	0,707	0,87	1,511	1,524
0,53	0,717	0,727	0,88	1,537	1,550
0,54	0,737	0,747	0,89	1,563	1,576
0,55	0,757	0,767	0,90	1,589	1,602
0,56	0,777	0,788	0,91	1,615	1,628
0,57	0,799	0,810	0,92	1,641	1,654
0,58	0,821	0,832	0,93	1,667	1,680
0,59	0,843	0,854	0,94	1,693	1,706
0,60	0,865	0,876	0,95	1,720	1,734
0,61	0,887	0,898	0,96	1,748	1,762
0,62	0,909	0,920	0,97	1,776	1,790
0,63	0,931	0,942	0,98	1,804	1,818
0,64	0,953	0,964	0,99	1,832	1,846
0,65	0,975	0,986	1,00	1,860	—
0,66	0,997	1,008	1,01	1,888	—
0,67	1,019	1,030	1,02	1,917	—
0,68	1,041	1,052	1,03	1,945	—
0,69	1,064	1,076	1,04	1,973	—
0,70	1,088	1,100	1,05	2,001	—
0,71	1,112	1,124	1,06	2,030	—
0,72	1,136	1,148	1,07	2,059	—
0,73	1,166	1,172	1,08	2,088	—
0,74	1,184	1,196	1,09	2,117	—

Приложение 12

ЖУРНАЛ

работы водоотлива за _____ месяц 19 года

по шахте (карьеру) _____ рудоуправления (шахтоуправления) _____

№ п/п	Наименование водоотлива (главного, участкового, погоризонтного)	Марка насоса	Производительность насоса по паспорту, м³/час	Фактическая производительность насоса, м³/час	Водосборник		Фактическая работа насосов, маш./смен				Откачено воды, м³				Среднечасовой водоотлив за месяц, м³	Контрольные замеры			Примечания
					объем, м³	% заиленности	I декада	II декада	III декада	всего за месяц	I декада	II декада	III декада	всего за месяц		дата	расход или приток воды, м³/час	место и способ замера	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Всего из шахты (карьера) откачено _____ м³ воды

Среднечасовой водоотлив _____ м³/час

Участковый геолог (гидрогеолог) _____

Техник (коллектор) _____

Приложение 13

ЖУРНАЛ

притока воды в дренажную шахту _____ рудоуправления (шахтоуправления) _____

за _____ месяц 19 года.

№ № п/п	Наименование участка или горизонта	Общий приток воды, м³/час	Всего поступило воды, м³	В том числе поступило воды, м³				ПРИМЕЧАНИЯ
				Из кровли		Из почвы	непосредственно в горные выработки	
				из забивных фильтров	из сквозных фильтров	из трубчатых колодцев и иглофильтров		
I	2	3	4	5	6	7	8	9

Итого по шахте _____ м³

Среднечасовой приток по шахте _____ м³/час

Участковый геолог (гидрогеолог) _____

Техник (коллектор) _____

Приложение 14

ЖУРНАЛ

работы водопонижающих скважин за _____ месяц 19 г.

по шахте (карьеру) _____ рудоуправления (шахтоуправления) _____

№ № п/п.	№ № скважин	Наименование водоносных горизонтов	Абсолютная отметка устья скважины	Марка насоса и его производительность по паспорту	Глубина погружения насоса, м	Дебит скважин, м³/ч — Дата замера					Количество часов работы за месяц	Количество откачанной воды за месяц, м³	Среднемесячный дебит, м³/час.	Способ замера дебита	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Итого по скважинам

Участковый геолог (гидрогеолог) _____

Техник (коллектор) _____

Приложение 15

А К Т

на прорыв воды в шахту (карьер) _____

рудоуправления (шахтоуправления) _____

1. Местоположение прорыва . . . . . .

2. Начало прорыва (час, число, м-ц, год). . . . . .

3. Причины прорыва (геологические и гидрогеологические условия участка прорыва и процесс развития прорыва) _____

_____

_____

4. Величина притока воды по участку:

   а) до начала прорыва . . . . . $м^3$/час Дата
   б) в период прорыва . . . . . $м^3$/час Дата

5. Приток воды из очага прорыва:

   а) начальный . . . . . $м^3$/час Дата
   б) максимальный . . . . . $м^3$/час Дата
   в) средний . . . . . $м^3$/час Дата

6. Продолжительность прорыва (сутки, часы). . . . . .

7. Окончание или ликвидация прорыва (час, число, месяц, год)

. . . . . .

_____

8. Объем и вид вынесенной породы ($м^3$) . . . . . .

9. Последствия прорыва (разрушения, занесение выработок породой

. . . . . .

_____

10. Мероприятия по ликвидации прорыва . . . . . .

11. Снижение уровня подземных вод в районе прорыва (по наблюдательным скважинам, забивным фильтрам и т.д.)

_____ _____

Главный инженер шахты (карьера) _____

Старший геолог (гидрогеолог) _____

Старший маркшейдер _____

Фоторецептура

Для приготовления растворов берется кипяченая вода с температурой примерно 50°. Последовательность растворения составных частей должна соответствовать их расположению в рецепте.

Проявитель для пленки

Состав:

метол	2 г
сульфит натрия безводный	100 г (кристаллич.200 г)
гидрохинон	5 г
бура кристаллическая	2 г
вода	до 1 л

Время проявления в минутах, в зависимости от температуры раствора, приведено в таблице:

Температура проявителя "С"	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°
Время проявления	26	24	22	20	19	17	16	15	13	12

В 1 литре проявителя можно обработать до 8-10 лент пленки.

Проявитель для фотобумаг

Метол-гидрохиноновый проявитель Чибисова.

Состав:

метол	1 г
сульфит натрия безводный	26 г (кристаллич.52 г)
гидрохинон	5 г
сода безводная	20 г (кристаллич.54 г)
бромистый калий	1 г
вода	до 1 л

Среднее время проявления нормально экспонированного отпечатка 2-3 минуты при 18-20°С.

Закрепитель кислый

Состав:

тиосульфат натрия (гипосульфит) кристаллический	250 г
метабисульфит калия	30 г
вода	до 1 л

Время обработки в свежем растворе составляет 15 минут. По мере использования раствора его закрепляющая способность слабеет и время фиксирования соответственно увеличивается. В одном литре раствора можно отфиксировать до 15-16 м пленки.

ПРОМЫШЛЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ УГЛЕЙ ОСНОВНЫХ УГОЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ И РАЙОНОВ СОВЕТСКОГО СОЮЗА ПО МАРКАМ

Приложение 17

Наименование марки	Условное обозначение		ПОКАЗАТЕЛИ									Месторождение
	марки	группы	$V^г$, % от	$V^г$, % до (вкл.)	$V^г_{об}$, $см^3/г$ от	$V^г_{об}$, $см^3/г$ до (вкл.)	Y, мм от	Y, мм до (вкл.)	$W^р$, % от	$W^р$, % до (вкл.)	характеристика нелетучего остатка	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
			Классификация углей Кузнецкого бассейна (ГОСТ 8162-59)									
Длиннопламенный	Д		Более 37								Порошкообразный, слипшийся, слабоспекшийся	
Газовый	Г	76	Более 37				6	16				
		Г17	Более 37				17	25				
Газовый жирный	ГЖ		Более 37	31								
Жирный	Ж	1Ж26	Более 33				26 и более					
		2Ж26	33 и менее				26 и более					
Коксовый жирный	КЖ	КЖ14	25	31			14	25				
		2Ж6	Более 25	31			6	13				
Коксовый	К	К13	Менее 25				13	25				
		К10	17	25			10	12				
Коксовый второй	$К_2$		17	25			6	9				

Продолжение приложения I7

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
Отощенный спекающийся	ОС	I	Менее I7				6	9				
Салбоспекающийся	СС	ICC	Более 37								Порошкообразный, слипшийся, слабоспекшийся	
		2CC	25 I7	25								
Тощий	Т		Менее I7								Порошкообразный, слипшийся, слабоспекшийся	
			Классификация углей Карагандинского бассейна (ГОСТ 8I50-59)									
Жирный	Ж		24 и более				25 и более					
Коксовый жирный	КЖ		33 и менее				I9	24				
Коксовый	К		24	33			I2	I8				
Коксовый второй	$К_2$		24	33			6	II				
Отощенный спекающийся	ОС		Менее 24				6	II				
Бурый	Б3	Б2	37 и более						До 30 (вкл.)			
			Классификация углей Подмосковного бассейна (ГОСТ 7055-54)									
Бурый	Б								30	40		

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
			Классификация углей Восточной Сибири (ГОСТ 9477-60)									
Бурый	Б	Б2	40 и более						Более 40 30			Харанорское, Назаровское, Ирша-Бородинское и Черновское
		Б3	40 и более							30		Арбагарское, Тарбагатайское, Гусиноозерское
Длиннопламенный	Д		37 и более								Порошкообразный, слипшийся, слабоспекшийся	Черемховское, Владимирское, Забитуйское, Черногорское, Букачачинское
Газовый	Г	Г6	35 и более				6	I2				То же
			Классификация углей Дальнего Востока (ГОСТ 9478-60)									
Длиннопламенный	Д		37 и более								Порошкообразный, слипшийся, слабоспекшийся	Сучанское, Липовецкое
Газовый	Г	Г6	35 и более				6	I2				Ургальское, Сучанское

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
Жирный	Ж	Ж6	25 и менее 35				6	I2				Сучанское
		ЖI3	25	менее 35			I3 и более					Сучанское
Коксовый второй	$К_2$		20	менее 25			8 и более					Сучанское
Тощий	Т		8	20							Порошкообразный, слишийся, слабоспекшийся	Уссурийское, Подгороденское, Сучанское
Бурый	Б	Б2	40 и более						Более 30^{30}	40		Райчихинское
		Б3	40 и более						и 30^{30} (вкл.)			Артемовское, Таврическое

При выходе летучих веществ 35% и более, если У более 25 мм, уголь также относится к группе Ж 2I. При выходе летучих веществ менее 9%, но при объемном выходе летучих веществ ($V^{г}_{об.}$) более 330 $см^3/г$, уголь также относится к марке Т.

При У менее 6 мм и спекшемся нелетучем остатке угли, в зависимости от выхода летучих веществ, также относятся соответственно к маркам Г, ГЖ, $К_2$,ОС и группам Г6, Ж6, КЖ6.

Приложение 18

Номенклатура микрокомпонентов ископаемых углей для технологических целей ГОСТ 9414-60

Наименование групп	Обозначения групп	Микрокомпоненты	Обозначения микрокомпонентов
Витринит	Vt	Коллинит	Vt_1
		Телинит	Vt_2
Семивитринит	Sv	Семиколлинит	Sv_1
		Семителинит	Sv_2
		Микстинит	Sv_3
Фюзинит	F	Семифюзинит	F_1
		Микринит	F_2
		Фюзинит	F_3
		Склеротинит	F_4
Лейптинит	L	Споринит	L_1
		Кутинит	L_2
		Резинит	L_3
Альгинит	Alg	Альгоколлинит	Alg_1
		Альготелинит	Alg_2
Минеральные примеси	Ml	Глинистый материал	Ml_1
		Сульфиды железа	Ml_2
		Карбонаты	Ml_3
		Прочие	Ml_4

КОНДИЦИИ ПО МОЩНОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ И ЗОЛЬНОСТИ УГЛЕЙ, ПРИНИМАЕМЫЕ ПРИ ПОДСЧЕТЕ ЗАПАСОВ УГЛЯ ДЛЯ ОСНОВНЫХ БАССЕЙНОВ И МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Бассейны, месторождения	Марка угля	Особые условия разработки или направления использования угля	Для балансовых запасов		Для забалансовых запасов		Допустимый предел зольности внутрипластовых пачек угля, включаемых в подсчет балансовых запасов, если среднепластовая зольность не превысит кондиции
			наименьшая мощность пласта, м	наибольшая зольность угля, A^c, %	наименьшая мощность пласта, м	наибольшая зольность угля, A^c, %	
1	2	3	4	5	6	7	8
Подмосковный:							
Месторождения Тульской области:	Б		1,3	40	1,0	50	45
Днепровский	Б		2,0	40	1,0	45	40
Бассейны и месторождения Урала:							
Волчанское, Богословское	Б		1,5	55	0,7	55	45
Веселовское	Б		1,0	45	0,7	55	45

Продолжение приложения 19

I	2	3	4	5	6	7	8
Челябинский	Б	При подземном способе При открытом способе (Коркинское месторождение)	I,0 2,0	45 55	0,7 I,0	50 55	45 45
Бассейны и месторождения Казахской ССР:							
Майкубенский (Шоптыкульское)	Б		I,3	35	I,0	45	45
Экибастузское	СС		I,5	45	I,5	50	45
Этинсайское, Кзылтальское	Б		2,0	30	0,7	50	40
Ленгерское	Б		I,0	30	0,7	40	40
Куу-Чекинское	$К_{эн}$, $ОС_{эн}$		I,5	45	0,7	50	45
Кумыс-Кудукское	Б		2,0	40	I,0	45	45
Алакульское	Б-Д		0,9	25	0,6	50	35
Месторождения Средней Азии:							
Ангренское	Б		2,0	35	I,0	40	40
Алмалыкское	Б		2,0	35	0,7	50	-

Продолжение приложения I9

1	2	3	4	5	6	7	8
Кана-Кичинское	Б		1,5	30	0,6	50	-
Кузнецкий	Г-ОС, СС Ж(легкообогатимые)	Идущие на коксование	0,7	30	0,5	50	40
			0,7	40	0,5	50	40
	Д-Т	Энергетические	I,0	30	0,6	40	40
Тунгусский:							
Кокуйское	Д,Г		2,0	30	I,0	40	40
Канско-Ачинский:							
Итатское	Б		2,0	25	I,0	40	35
Ирша-Бородинское	Б		2,0	30	I,0	40	40
Назаровское			2,0	25	I,0	40	40
Березовское	Б		I,0	30	0,6	50	40
Минусинский:							
Черногорское	Д,Г		I,3	35	0,6	45	45
Изыхское	Д,Г		I,0	35	0,6	45	40
Иркутский:							
Черемховское, Владимирское Забитуйское	Г	При подземном способе При открытом способе	I,3	35	0,6	45	40
Новометелкинское	Г		I,0	30	0,6	50	40
Каранцайское	Д		I,0	30	0,5	50	40

Продолжение приложения 19

1	2	3	4	5	6	7	8
Головинское	Д-Г		1,3	35	0,6	45	40
Месторождения Забайкалья:							
Гусиноозерское	Б		1,0	30	0,7	40	40
Черновское	Б	При открытом способе	2,0	25	0,7	40	35
Арбагарское	Б	При открытом способе	2,0	30	0,7	40	35
Харанорское	Б		2,0	35	0,7	50	40
Олонь-Шибирское, Никольское	Б		2,0	30	0,6	50	40
Тарбагатайское, Кутинское	Б		2,0	40	0,7	50	35
Иргеньское	Б		1,5	30	0,7	50	35
Эландинское	Б		2,0	30	1,0	40	40
Сангинское	Б		1,3	30	0,7	45	40
Южно-Якутский:							
Чульмаканское и Нерюнгринское	К, ОС	При открытом способе	2,0	35	0,5	40	40
Кивдо-Райчихинское	Б		2,0	30	1,0	40	40
Месторождения Дальнего Востока:							
Реттиховское	Б		2,0	30	0,5	50	40

Продолжение приложения 19

1	2	3	4	5	6	7	8
Чихезское	Б		2,0	35	0,7	45	40
Месторождения Северо-Востока СССР:							
Аркагалинское	Г		1,2	30	0,6	45	-
Ланковское	Б		2,0	20	0,7	50	35
Кухтуйское	Б		1,5	30	1,0	40	40
Месторождения острова Сахалина	Б	При открытом способе	2,0	40	0,7	45	40

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. АЛЬБОВ М.Н. - Опробование месторождений полезных ископаемых. Изд-во "Недра", 1965.

2. АММОСОВ И.И. и др. - Промышленно-генетическая классификация углей СССР. Из-во "Наука", 1964.

3. АММОСОВ И.И., ЕРЕМИН И.В. - Трещиноватость углей. Из-во АН СССР, 1960.

4. АММОСОВ И.И. - Зона окисления углей. Из-во "Наука", 1965.

5. АРЦЫБАШЕВ В.А., ПОПОВ Э.П. - Применение γ-излучения для исследования горных пород в массиве. Известия ВУЗов, Горный журнал, 1966, № 9.

6. АСТВАЦАТУРОВ Е.Л., ЗАБРОДИН А.С. и др. - Фотограмметрический метод геологической документации подземных горных выработок (Методические указания). Изд-во ВНИМИ, 1963.

7. БАБАНКИН Ф.С. - Практическая фотография в геологоразведочном и горном деле. Госгеолтехиздат, 1962.

8. БАРОН Л.И., КУЗНЕЦОВ А.В. - Абразивность горных пород при добывании. Изд-во АН СССР, 1961.

9. БАРОН Л.И. и др. - Определение свойств горных пород. Госгортехиздат, 1962.

10. БЕЛОВ Ю.Д. - Определение прочности горных пород динамическим пробником. Труды ВНИМИ, 1966, сб.60.

11. БЕЛОУСОВ В.В. - Основные вопросы геотектоники. Из-во "Недра" 1964.

12. БОТВИНКИНА Л.Н. - Методическое руководство по изучению слоистости". Изд-во "Наука", 1965.

13. БУКРИНСКИЙ В.А. - Практический курс геометрии недр. Изд-во "Недра", 1965.

14. ВАСИЛЬЕВ П.В. - Использование геологических наблюдений при определении физико-механических свойств горных пород. Науч.сообщ.ИГД им.Скочинского, 1963, сб.XX.

15. ВАСИЛЬЕВ П.В. - Оценка месторождений при поисках и разведке Уголь. Труды ВИМС, вып.5, Госгеолтехиздат, 1960.

16. ВАСИЛЬЕВ П.В. - Требование промышленности к качеству минерального сырья. Выпуск 66. Уголь. Госгеолтехиздат, 1960.

17. ВАСИЛЬЕВ П.В. - Шахтная геология угольных месторождений. Углетехиздат, 1955.

18. ВЕСЕЛОВСКИЙ В.С. и др. -Самовозгорание промышленных материалов. Изд-во "Наука", 1964.

19. ВИСТЕЛИУС А.Б. - Структурные диаграммы. Изд-во АН СССР, 1958.

20 ВОЗДВИЖЕНСКИЙ Б.И. и др. - Разведочное колонковое бурение. Госгеолтехиздат, 1957.

21. Временная инструкция по геологическому обслуживанию горных предприятий, разрабатывающих месторождения угля и горючих сланцев. ВИМС, Минест.геол. и охр. недр, 1960.

22. Временная инструкция по геологическому и инженерно-геологическому обслуживанию горно-эксплуатационных работ на месторождениях твердых полезных ископаемых. Изд-во ВСЕГИНГЕО, 1960.

23. ВРУБЛЕВСКИЙ В.И. - Определение механических свойств горных пород в производственных условиях. Госуд.изд-во техн.литературы УССР, 1961, Киев.

24. ГЕРАСИМЕНКО Г.И. - Геологическая документация и геометризация при разведке и разработке угольных месторождений. Углетехиздат, 1958.

25. ГЛЕЙЗЕР М.И. - Опыт определения объемов угольных штабелей и объемного веса в массиве. Углетехиздат, 1955.

26. ГОРБАТЮК И.В. и др. - Экспресс-метод определения зольности угля по рассеянному бета-излучению. Заводская лаборатория, 1960, № 9.

27. ГРЕЧУХИН В.В. - Геофизические методы исследования угольных скважин. Изд-во "Недра", 1965.

28. ДРАННИКОВ С.А. - Эффективность способов раздельной выемки свиты пластов на карьерах Кузбасса. Науч.сообщ. ИГД им.Скочинского, 1965, № 24.

29. ДУХОВНЫЙ С.Д. и др. - Определение потерь и разубоживания при селективной выемке полезных ископаемых роторными экскаваторами. Добыча угля открытым способом, ЦНИИТЭИугля, 1967, № 1 (13).

30. Единые условные обозначения для маркшейдерских планов и геологических разрезов. Углетехиздат, 1957.

31. ЕРЕМИН И.В. - Изменение петрографических особенностей углей при окислении их в естественных условиях, Изд-во АН СССР, 1956.

32. ЖЕМЧУЖНИКОВ Ю.А., ГИНСБУРГ А.И. - Основы петрологии углей. Изд-во АН СССР, 1960.

33. ЗАБРОДИН А.С. - Опыт поисков смещенной части угольного пласта в нарушенных месторождениях. Ч.I, ч.II Углетехиздат 1951, 1952.

34. ЗАБРОДИН А.С. и др. - Руководство по геологической документации подземных выработок на шахтах Кузбасса. Изд-во ВНИМИ, 1959.

35. ЗАСЛОВСКИЙ Ю.Д., ЗОРИН А.Н. - Экспресс-метод определения прочности пород. Уголь Украины, 1965, № 3.

36. ИВАНОВ Г.А. - Угленосные формации. Изд-во "Наука", 1967.

37. ИВАНОВ Г.А. - Кливаж (отдельность) в углях и вмещающих породах и пути его практического использования ГОНТИ, 1939.

38. ИВАНОВ Н.В. - Опробование месторождений полезных ископаемых. РТП ЛГИ, 1965.

39. Инструкция о порядке проведения гидрогеологических наблюдений и простейших опытных гидрогеологических работ при разведке месторождений полезных ископаемых. Уральское геологическое управление, Свердловск, 1954.

40. Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям углей и горючих сланцев. Госгеолтехиздат, 1961

41. Инструкция по производству наблюдений за режимом подземных вод Криворожского бассейна. Изд.НИГРИ, 1959.

42. Инструкция по работам шахтной геологической службы на предприятиях министерства угольной промышленности СССР Изд-во МУП СССР, 1952.

43. КАРАГОДИН Л.Н. - Прибор для определения механических свойств углей в забое. В кн."Разрушение углей и пород", Углетехиздат, 1958.

44. КИРЮКОВ В.В. - Руководство по исследованию вещественного состава и свойств ископаемых углей ч.1, Изд-во ЛГИ, 1965.

45. КЛИМЕНТОВ П.П., ОВЧИННИКОВ А.М. - Геология месторождений твердых полезных ископаемых. Изд-во "Недра", 1966.

46. КОБРАНОВА В.Н. - Физические свойства горных пород. Гостоптехиздат, 1962.

47. КОЙФМАН М.И. - Скоростной комплексный метод определения механических свойств горных пород. В сб."Механические свойства горных пород", изд.АН СССР 1963.

48. КОЛОМЕНСКИЙ Н.В. - Методические указания по изучению процессов выветривания горных пород для инженерно-геологический целей. Госгеолиздат, 1952.

49. КОМАРНИЦКИЙ Н.И. - Влияние зон и поверхностей ослабления в породах на устойчивость откосов. Изд-во "Наука", 1966.

50. КОРОЛЕВ А.В. - Методы изучения мелкой трещиноватости горных пород. Труды ин-та геол.АН Узб.ССР, 1951, вып.6.

51. КУВАЕВ Н.Н. - Особенности методики изучения и характеристика трещиноватости массива горных пород для оценки его устойчивости. Труды ВНИМИ, 1958, со.32.

52. КУЗНЕЦОВ С.Т., ВОРОНИН И.Н. - Испытание горных пород на разрыв методом раскалывания. Технология и экономика угледобычи, 1964, № 92.

53. КУЗНЕЦОВ С.Т., ВОРОНИН И.Н. - Прибор для испытания кернов горных пород на одноосное растяжение в полевых условиях. Технология и экономика угледобычи, 1964, № 88.

54. КУЛИКОВ П.К. - Методы поисков смещенного крыла пласта. Углетехиздат, 1958.

55. КУЩАНОВ Г.К. и др. - Опыт применения уступного пробоотборника УП-2 для предварительного опробования сложноструктурных пластов. Добыча открытым способом, 1966, № 12.

56. ЛАРИОНОВ А.К. - Инженерно-геологическое изучение структуры рыхлых осадочных пород. Изд-во "Недра", 1966.

57. ЛОМТАДЗЕ В.Д. - Методы лабораторных исследовании физико-механических свойств песчаных и глинистых грунтов. Госгеолиздат, 1952.

58. МАЛИНИН С.Д. - Вторичные изменения пород, вмещающих ископаемые угли. Изд-во АН СССР, 1963.

59. МАСКИН М.Г., НЕМТИНОВ А.М. - Контроль качества углей на шахтах и разрезах. Госгортехиздат, 1961.

60. МАТВЕЕВ Б.В. - Механические испытания горных пород методом соосных пуансонов. Углетехиздат, 1957.

61. Методическое пособие по изучению инженерно-геологических условий месторождении полезных ископаемых, подлежащих разработке открытым способом. Издание ВНИМИ, 1965, Ленинград.

62. Методическое руководство по определению физических свойств горных пород и полезных ископаемых. Госгеолтехиздат, 1962.

63. Методы изучения осадочных пород, т.1 и II, Госгеолтехиздат, 1957.

64. Методы геологического изучения трещиноватости горных пород при инженерно-геологических исследованиях. Госэнергоиздат, 1957.

65. МИРОНЕНКО В.А. и др. - Руководство по дренированию карьерных полей. Раздел I и 2, издание ВНИМИ, 1968.

66. МИРОНОВ К.В. - Геолого-промышленная оценка угольных месторождений. Госгортехиздат, 1963.

67. МИРОНОВ К.В. - Поиски и разведка угольных месторождений. Изд-во "Недра", 1966.

68. МИХАЙЛОВ А.Е. - Полевые методы изучения трещин в горных породах. Госгеолтехиздат, 1956.

69. НИКОНОВ Г.П. - Технология гидромониторной разработки месторождений угля открытым способом. Углетехиздат, 1959.

70. НИКОЛАЕВ Н.А. - Шахтная геология угольных месторождений. Углетехиздат, 1956.

71. ОДИНЦОВА Л.М. - Новая полевая инженерно-геологическая лаборатория ВСЕГИНГЕО - ПЛВ-1. Разведка и охрана недр, 1961, № 10.

72. ОМЕЛЬЯНОВИЧ В.М. - Шахтная геология угольных месторождений. Изд-во "Недра", 1966.

73. ОЧЕРЕТЕНКО И.А. - Способ замера азимута и угла падения трещин по керну с помощью палетки. Разв.и охр. недр, 1958, № 9.

74. ПЛАТОНОВ Н.Х. - К вопросу о взаимосвязи сопротивления сжатию и петрографического состава ископаемых углей. Сбор.научн.трудов Моск.горн.ин-та, 1956, № 16.

75. ПОГРЕБИЦКИЙ Е.О. - Генетическая классификация угленосных формаций. Записки ЛГИ, 1964, т.XVII, вып.2.

76. ПОПОВА Н.А. - Определение пластовой зольности угля по графикам. Разведка и охрана недр, 1961,№6.

77. ПРОНИН А.В. - Статическая обработка в сферической проекции ориентированных величин. Сов.геология, 1949, № 37.

78. ПРОТОДЬЯКОНОВ М.М., КУДРЯ Н.А. - Экспресс-метод определения сопротивления сжатию и модуля упругости горных пород. Изд-во ИГД им.А.А.Скочинского, 1962, Москва.

79. ПРОТОДЬЯКОНОВ М.М., ВОБЛИКОВ В.С. - Определение крепости горных пород на образцах неправильной формы. Уголь, 1957, № 4.

80. ПРОТОДЬЯКОНОВ М.М., ЧИРКОВ С.Е. - Трещиноватость и прочность горных пород в массиве. Изд-во "Наука",1964

81. РОЗАНОВ Ю.А. - Исследования морозостойкости карбонатных пород Сакского месторождения после насыщения при форвакууме. Труды ИГЕМ, 1958, вып.13.

82. РУДАНОВСКИЙ А.А. - Радиоактивные изотопы в горном деле и обогащении полезных ископаемых. Атомиздат, 1965.

83. Руководство по определению гидравлической разрушаемости и параметров гидромониторной выемки горных пород на карьерах экспрессным методом. Институт Горного дела Мин.черн.металлург,СССР, 1966, г.Свердловск.

84. Руководство по номенклатуре и содержанию маркшейдерской графической документации карьеров. Изд-во ВНИМИ, 1965.

85. РУСАКОВ Н.Г., ОНИЩЕНКО Ю.А. - Результаты испытания прочностных свойств горных пород Донбасса на образцах неправильной формы. Уголь, 1965, № 2.

86. РЫЖОВ П.А. - Геометрия недр. Изд-во "Наука", 1964.

87. СЕМЕНОВ Л.Г., СМОРОДИН Н.Н. - Об определении коэффициента крепости каменных углей по выходу летучих веществ. Уголь, 1966, № 9.

88. СИГАЕВ Е.А. - Исследования прочности горных пород Кузбасса ультразвуковым методом. В сборн."Исследован.физ.-мех.свойств горн.пород применительно к задачам управления горным давлением", изд-во АН СССР, 1962.

89. СКАБАЛЛАНОВИЧ И.А., СЕДЕНКО М.В. - Инженерная геология, гидрогеология и осушение месторождений. Госгортехиздат, 1963.

90. СКВОРЦОВ Г.Г., РОМАКОВСКАЯ Л.И. - Инженерно-геологические наблюдения при строительстве и эксплуатации карьеров. Госгеолтехиздат, 1962.

91. Справочник гидро-геолога. Госгортехиздат, 1962,

92. Справочник по изысканиям, пректированию и строительству карьеров, т.1, изд-во "Недра", 1964.

93. СЫРОВАТКО М.В. - Гидрогеология и инженерная геология при освоении угольных месторождений, Госгортехиздат, 1960.

94. ТАКРАНОВ Р.А. - Об определении интенсивности трещиноватости сложно дислоцированных пород. Труды ВНИМИ, 1964, сб.51.

95. ТАКРАНОВ Р.А. - Опыт определения упругих свойств горных пород с помощью ультразвука. Труды ВНИМИ, 1964 сб.53.

96. ТОХТУЕВ Г.В. и др.- О прочностных свойствах и устойчивости пород Кривбасса. В сб."Исследование физико-механических свойств пород". Изд-во АН СССР, 1962.

97. УСОВ М.А. - Структурная геология. Госгеолиздат, 1940.

98. УШАКОВ И.Н. - Горная геометрия. Госгортехиздат, 1962.

99. УШАКОВ И.Н. - О документации кливажа и мелкой трещиноватости на маркшейдерских планах. Труды ВНИМИ, 1954, сб.29.

100. ФИЛИППОВ Е.М., и др.- Определение зольности угля по отраженному бета-излучению. "Разведка и охрана недр" 1965, № 9.

101. ФИЗДЕЛЬ И.А. - Полевой метод оценки прочности бетона. Стройиздат, 1955.

102. ФИСЕНКО Г.Л. - Устойчивость бортов карьеров и отвалов. Изд-во "Недра", 1965.

103. ФИСЕНКО Г.Л. - Определение объемного веса угля на шахтах и разрезах комбината,"Челябинскуголь". В со."Маркш.дело", Урал.отдел. В сес.науч. инж-тех.горн.об-ва. Металлургиздат, 1951.

104. ШАМШЕВ Ф.А. и др. - Технология и техника разведочного бурения. Изд-во "Недра", 1966.

105. ШВЕЦОВ М.С. - Петрография осадочных пород. Госгеолиздат, 1948.

106. ШРЕЙНЕР Л.А. и др - Механические и абразивные свойства горных пород. Гостоптехиздат, 1958.

107. КМАТОВ Б.П., РАЙЗМАН М.И. - Зависимость производительности экскаваторов от выхода крупнокусковатых фракций. Горный журнал, 1966, № 9.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Стр.

П Р Е Д И С Л О В И Е 3

Глава I. ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ . . . . . .

§ 1. Геологические условия 6

Состав и строение угленосной толщи. . . 7

Разрывные и складчатые нарушения . . . I4

Трещиноватость 24

Выветривание пород 29

Самовозгорание углей 30

Влияние геологических факторов на открытый способ разработки 3I

§ 2. Гидрогеологические условия и дренаж . . 4I

Типы подземных вод угольных месторождении 4I

Гидрогеологические характеристики . . . 42

Условия обводнения карьеров 45

Прогноз притока воды в карьер 47

Гидрогеологическая классификация карьерных полей 48

Способы осушения 50

§ 3. Инженерно-геологические условия 59

Инженерно-геологические характеристики пород 60

Влияние состава и строения пород на их свойства 73

Устойчивость пород 79

§ 4. Горно-геологическая классификация угольных месторождений, разрабатываемых открытым способом 97

Глава II. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ НА УГОЛЬНЫХ КАРЬЕРАХ . . . . . .

§ 1. Задачи геологической документации 100

§ 2. Методика геологической документации . . . 100

Объекты геологической документации 101

Приемы и средства документации 102

Изучение вмещающих пород 117

Изучение угольного пласта. 127

Изучение разрывных нарушений 141

Изучение трещиноватости 145

§ 3. Геологическая съемка на карьерах 159

Геологическая съемка на карьерах с простыми горно-геологическими условиями 161

Геологическая съемка на карьерах с горно-геологическими условиями средней сложности 170

Геологическая съемка на карьерах со сложными горно-геологическими условиями . . . 180

§ 4. Усовершенствование геологической документации 184

Геологическая документация с помощью "Телетопа" 187

Геологическая документация с помощью рисовального прибора 193

Геологическая фотодокументация 197

§ 5. Геологическая документация скважин 199

Документация колонковых скважин 200

Документация скважин ручного бурения . . . 202

§ 6. Прогнозирование элементов геологического строения 204

Глава Ш. ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВА УГЛЯ . . . . . .

§ I. Опробование угля 208

Задачи и виды опробования 208

Способы отбора проб 211

Сеть опробования и изменчивость основных показателей качества угля 216

Документация при опробовании 218

Контроль опробования 221

§ 2. Усовершенствование опробования 223

Геофизические методы опробования 223

Определение зольности по объемному (удельному) весу угля 228

Механизированный отбор проб 229

§ 3. Определение зоны окисленных углей 230

§ 4. Изучение самовозгорания угля 233

§ 5. Контроль за полнотой выемки 234

Глава IУ. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ . . . . . .

§ 1. Методика гидрогеологических наблюдений . 239

Замер притока воды 239

Наблюдения за уровнями подземных вод . . 244

Пробные откачки 245

Изучение физико-химических свойств воды . 248

§ 2. Гидрогеологическая документация горных выработок 249

§ 3. Гидрогеологическая съемка 252

Глава У. ИЗУЧЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ . . .

§ 1. Изучение устойчивости бортов 254

Инженерно-геологическая документация . . 255

Натурные изучения массива 265

Полевые методы определения физико-механических свойств пород 268

§ 2. Изучение выветривания пород 278

Признаки и свойства выветрелых пород . . . 278

Методика изучения выветривания 281

§ 3. Определение показателей добываемости пород 286

§ 4. Отбор проб и образцов 293

§ 5 . Лабораторные исследования 296

Глава УI. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ДОКУМЕНТЫ

§ 1. Приборы и приспособления для отбора проб, гидрогеологических и инженерно-геологических наблюдений 309

Инструменты и приспособления, используемые при опробовании 309

Приборы и приспособления для гидрогеологических наблюдений 314

Приборы и приспособления для инженерно-геологических исследований 318

§ 2. Геологические документы 328

Графические материалы 328

Отчеты 330

Условные знаки 332

§ 3. Оборудование геологического кабинета . . . 342

Фотолаборатория 342

Эталонная коллекция 344

П Р И Л О Ж Е Н И Я 346

Л И Т Е Р А Т У Р А 383

Печатный цех ВНИИМИ Заказ № 75 Тираж 700 31/ХП-69

М-57848 **Объем 17 п.л. Цена 1 р.19 коп.**

gost.e-ecolog.ru