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

РУКОВОДСТВО

ПО ИЗУЧЕНИЮ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ШАХТНЫХ ПОЛЕЙ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Раздел Б

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Ленинград 1967

gost.e-ecolog.ru

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

РУКОВОДСТВО

ПО ИЗУЧЕНИЮ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ШАХТНЫХ ПОЛЕЙ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Раздел Б

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Ленинград 1967

Р а з д е л Б

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

ГЛАВА I

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

§ I. СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИКА ДОКУМЕНТАЦИИ

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Геологическая документация является главной составной частью изучения геологического строения шахтного поля на стадии шахтного строительства и эксплуатации. Она заключается в изучении строения участков поля, вскрываемых горными выработками с графическим изображением результатов наблюдений. Последние фиксируются в виде зарисовок, разрезов по выработкам, фотоснимков, описаний, используемых в дальнейшем для составления и пополнения сводных графических материалов по шахтному полю.

Геологическая документация горных выработок включает /52,80,8 I33/:

1) изучение состава и строения горных пород;
2) изучение морфологии угольных пластов;
3) изучение и расшифровку различных геологических нарушений, осложняющих горные работы;
4) наблюдения за водопроявлениями;
5) отбор проб угля и образцов пород.

Условия геологической документации в шахте отличаются от наземных прежде всего плохой освещенностью участка наблюдения, а также загрязненностью поверхностей, маскирующей признаки пород.

Геологическая документация основных выработок проводится непрерывно и должна следовать сразу же за проходкой горных выработок, так как в противном случае выработка может быть полностью закреплена или погашена и пройденный участок останется не изученным.

При документации горных выработок применяются три метода:

I) подземное картирование, заключающееся в том, что непосредственно в горной выработке на крупномасштабный план наносятся наблюдаемые геологические элементы; оно применяется преимущественно на шахтах с крутым залеганием пород и сложной тектоникой;

2) составление разрезов горных пород вдоль стенок и забоев горных выработок - наиболее распространенный метод геологической документации;

3) фотодокументация - обычно применяется для иллюстрации деталей геологического строения.

Для проведения геологических наблюдений в шахте геолог должен иметь следующие материалы, инструменты и приборы: I) книжку геологических зарисовок карманного формата; 2)графитные карандаши, 3) рулетку IO-метровую, 4) телескопическую мерную рейку (рис.72); 5) горный компас; 6) лупу 3-5 кратного увеличения; 7) фотоаппарат с электронной лампой - вспышкой во взрывобезопасном исполнении (рис.73); 8) рюкзак, 9) мешочки и этикетки для образцов.

Средства, необходимые для изучения состава пород и углей, а также для замеров притока воды в шахту указаны в соответствующих главах.

Объектами геологической документации являются горные породы, обнажаемые различными частями горных выработок (забоем,стенками, кровлей). В выработках, проходимых вкрест простирания по-



Рис.72 Телескопическая мерная рейка.

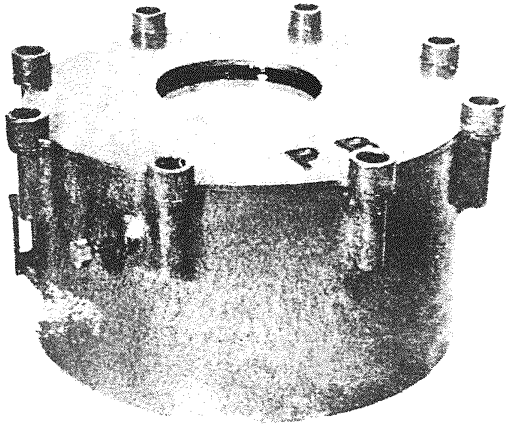


Рис.73 Электронная лампа - вспышка во взрывобезопасном исполнении конструкции ВНИИМИ

род, документируются стенки, а в выработках, идущих по простиранию - забой или стенки выработки (или то и другое). В местах геологических осложнений документируется не менее двух поверхностей выработки.

2. МЕТОДИКА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Геологические наблюдения и документация горных выработок могут быть:

1) сплошными, когда описываются все встреченные породы и пласты угля по длине выработки (документация шахтных стволов, квершлагов, ортов и т.д.);

2) прерывистыми, когда наблюдения проводятся через определенные интервалы. Здесь выделяется два варианта: прерывистая документация с зарисовками забоев (штреки) и прерывистая документация с последующим составлением разреза вдоль всей выработки (штреки, бремсберги, разрезные печи, лавы и т.д.);

3) эпизодическими, т.е. такими, которые производятся без определенного плана и необходимы для расшифровки геологических нарушений (документация печей, рассечек и пр.).

В соответствии со значением горных выработок для геологического изучения шахтного поля описание в них пород и углей может быть полным и сокращенным (см.стр. 237).

В шахтных стволах и основных квершлагах описание угольных пластов и вмещающих пород должно быть полным. Точки полных описаний необходимо совмещать с точками опробования пластов угля и пород. В остальных выработках производится сокращенное описание пород и углей. В выработках, пройденных по углю, густота сети геологических наблюдений определяется выдержанностью мощности, строением и тектонической нарушенностью пласта в пределах выемочного участка.

В соответствии с этим можно выделить простые и сложные геологические условия. К первым относятся выдержанные ненарушенные пласты простого строения; ко вторым условиям - пласты невыдержанные (с коэффициентом вариации более I5%), нарушенные или сложного строения.

Геологическая документация горных выработок складывается из следующих элементов /80, 86, I38/

I) определение местоположения участка документации;

2) изучение основных особенностей геологического строения участка выработки;

3) изображение документируемого участка в виде зарисовок с необходимыми линейными и угловыми замерами;

4) описание пород и углей;

5) описание геологических нарушений.

Определение положения документируемого участка производится путём измерения расстояний от ближайшего репера или другой маркшейдерской точки, имеющейся на плане горных выработок, до начала описываемого участка выработки или пункта наблюдения.

Изучение особенностей строения участка горной выработки начинается с предварительного тщательного осмотра, во время которого геолог должен разобраться в геологическом строении участка, выделить основные геологические элементы (слои пород, разрывные нарушения и пр.) и выбрать сечение выработки и участок, в котором наиболее ясно проявляются особенности геологического строения.

И з о б р а ж е н и е д о к у м е н т и р у е м о г о у ч а с т к а. Перед изображением геологического строения участка измеряются габариты документируемых стенки или забоя и в книжке геологических зарисовок на лицевой части листа в масштабе I:50 - I:200 вычерчивается контур, в котором обнажаются породы.

Затем измеряются расстояния между геологическими границами и последние переносятся на зарисовку в выбранном масштабе. Точность измерений должна быть не менее 5 см, а при измерениях мощности угольного пласта и его частей - I см. Выделенные слои и интервалы нумеруются и изображаются соответствующими условными знаками (см.приложение I). Измеренные расстояния и мощности записываются на рисунке.

На участках сложного геологического строения при документации шахтных стволов и других выработок документируются две стенки; результаты документации изображаются на зарисовке в виде развертки. Описание пород приводится на левой (оборотной) стороне листа. Все записи и зарисовки ведутся простым карандашом.

Измерения длин производятся рулеткой натянутой вдоль середины стенки.

И з м е р е н и е э л е м е н т о в з а л е г а н и я . Для определения элементов залегания поверхности выбирают наиболее характерный ровный ее участок и очищают его от обломков угля и пород.

Порядок производства наблюдений следующий: держа компас в вертикальном положении, прикладывают его длинной стороной к измеряемой поверхности и, перемещая нижнюю часть компаса, отыскивают положение, при котором отвес показывает наибольший угол. В этом положении компаса вдоль длинной его стороны на поверхности породы прочерчивают металлической иглой линию падения и отсчитывают угол падения. Затем, приложив компас плашмя к измеряемой поверхности так, чтобы его длинная сторона совпадала с линией падения, вдоль короткой стороны прочерчивают линию простирания.

Для определения азимута падения прикладывают компас короткой стороной к линии простирания, отметкой лимба 0^0 в сторону

падения; установив компас горизонтально, против северного конца магнитной стрелки читают азимут падения плоскости.

Запись элементов залегания на зарисовке производится в следующем порядке: сначала пишут азимут, а затем угол падения (например, пд 285^0 $\angle 65^0$).

Если измерение элементов залегания горным компасом невозможно из-за наличия больших масс металла, то направление простирания определяется путем измерения от стоек крепи, положение которых относительно маркшейдерской точки известно. С помощью рулетки, протянутой на одном уровне от почвы выработки вдоль одной, а затем и другой ее стенок, измеряются расстояния до точек, лежащих в интересующей нас плоскости (почва слоя, поверхность сместителя). Угол падения измеряется угломером.

В камеральных условиях на листе бумаги вычерчиваются контуры выработки (в плане), откладываются замеренные расстояния, полученные точки соединяются (линия простирания) и определяется угол между известным по данным маркшейдерской съёмки положением оси выработки и линией простирания изучаемой поверхности.

О п и с а н и е в м е щ а ю щ и х п о р о д. Полное описание вмещающих пород состоит из характеристики признаков, указанных в Разд.А, гл.I и дополнительно включает описание характера контакта с последующим слоем (постепенный, резкий, резкий с размывом, тектонический); мощности слоев (видимой или нормальной); трещиноватости (густоту и ориентировку основных систем трещин.

Полное описание вмещающих пород производится на нескольких участках шахтного поля: в шахтных стволах и в основных квершлагах на каждом рабочем горизонте.

Сокращенное описание содержит название породы, характеристику ее структуры, текстуры и контактов, а также данные о мощности и элементах залегания.

В подготовительных и очистных выработках сокращенное описание пород производится во всех точках геологической документации.

На каждой шахте должна быть эталонная коллекция, составленная из характерных образцов, представляющих основные разновидности углей и пород шахтного поля. Каждый образец должен иметь размеры ~ 12 см х 9 см х 4 см и сопровождаться этикеткой, в которой указывается № образца, место и дата отбора, название породы и ее полная характеристика. В конце этикетки должна быть фамилия и подпись геолога, производившего отбор образца. Все образцы регистрируются в каталоге.

Эталонная коллекция служит для правильного и объективного определения углей и пород.

О п и с а н и е у г о л ь н ы х п л а с т о в может быть полным и сокращенным.

Полное описание угольного пласта разделяется на две части: описание угольного пласта и описание слагающих пласт угольных пачек.

Описание угольного пласта должно содержать данные о мощности и строении пласта, мощности угольных пачек; форме, составе и мощности породных прослоев; составе и строении пород непосредственных кровли и почвы.

При определении мощности пласта в очистных выработках необходимо учитывать осадку кровли, которая уменьшает истинную мощность пласта. Замеры угольных пластов большой мощности рекомендуется производить с помощью телескопической мерной рейки.

Описание угольных пачек должно отражать следующие свойства угля: цвет, блеск, макроструктуру (однородная, штриховатая, полосчатая); макротекстуру (массивная, слоистая, зернистая); трещиноватость (выделяются системы трещин, указывается количество трещин на 10 см, измеряются элементы залегания кососекущих систем); форму отдельности (параллелепипедальная, призматическая, плитчатая); форму излома (раковистый, неровный, ступенчатый, волокнистый и т.д.); вязкость и хрупкость; включения зерен минералов и обломков пород (размеры, форма, а у вытянутых включений и ориентировка).

Детальность описания угольных пластов зависит от степени устойчивости их мощности в пределах шахтного поля. Так, устойчивые и относительно устойчивые пласты рекомендуется описывать детально не более чем через 500 м по простиранию, а полное описание неустойчивых пластов - производить не реже, чем через 250 м по простиранию на каждом эксплуатационном горизонте.

Кроме того, независимо от степени выдержанности, угольные пласты описываются детально в шахтных стволах и основных квершлагах. На чистовых чертежах состав и строение угольных пластов показывается в условных знаках (рис.74).

В остальных выработках производится сокращенное описание, которое включает лишь характеристику строения и мощности угольного пласта, а также состав и строение пород кровли, почвы и прослоев.

О п и с а н и е г е о л о г и ч е с к и х н а р у ш е н и й и о с л о ж н е н и й следует за описанием пород и сопровождается выполненными в более крупном масштабе зарисовками деталей нарушения. Порядок описания геологических нарушений в горных выработках следующий:

I) форма обнажающегося в выработке нарушения или его части;

2) размеры нарушения;

3) элементы залегания поверхности нарушения, а также пластов угля и пород вблизи него;

4) характер поверхности контакта (шероховатая, волнистая, карманообразная, сглаженная, со следами скольжения);

5) степень деформированности пород в зоне нарушения;

6) трещиноватость пород;

7) состав и строение пород заполнения или замещения;

8) степень выдержанности мощности и строения пласта угля;

9) степень измененности вещества угля;

I0) размеры, форма, количество, площадь распространения встречающихся крупных включений, а также их состав и физико-механические свойства;

II) степень обводненности зоны нарушения;

I2) установленный или предполагаемый тип нарушения.

Фотодокументация горных выработок. Одной из существенных составных частей геологической документации является фотографирование особенностей геологического строения участков пород, вскрываемых горными выработками /8I/. Достоинством этого вида документации является получение достоверного представления о строении участка, а также возможность в отдельных случаях снимать трудно доступные участки.

Для съёмки применяются малоформатные фотоаппараты и фотоплёнка средней чувствительности (45-90 единиц ГОСТа), так как высокочувствительные пленки дают контрастные негативы, на которых плохо прорабатываются детали.

Перед началом съёмки надо осмотреть забой, по возможности выравнять его поверхность, выбрать точку установки фотоаппарата

с таким расчетом, чтобы весь забой или интересующая его часть целиком попадали в поле зрения видоискателя (при этом задняя стенка фотоаппарата должна быть параллельна поверхности забоя).

Освещение забоя осуществляется электронной фотовспышкой во взрывобезопасном исполнении или же одной-двумя аккумуляторными лампами. В последнем случае световое пятно, которое создает лампа, следует перемещать по всей площади забоя для получения равномерного освещения. Установка на резкость осуществляется по шкале расстояний; расстояние от точки съёмки до забоя измеряют рулеткой.

Для представления о размерах деталей съёмки в поле зрения фотоаппарата у забоя помещают какой-либо предмет, размеры которого известны (горный компас, молоток, рейку с делениями и т.п.).

Продолжительность выдержки определяется по таблицам /8I/ или опытным путем. После фотографирования измеряются элементы залегания пород (потом они проставляются у соответствующих мест фотоснимков).

Фотоотпечатки выполняются на бумаге формата 9 см x I2 см или I3 см x I8 см; на фотоотпечатках красной и черной тушью выделяются основные контакты и наносятся элементы залегания.

3. ОФОРМЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Чистовое оформление материалов геологических наблюдений должно производиться, как правило, не позднее, чем на следующий день после ее производства.

Чистовые материалы (разрезы и зарисовки) выполняются на листах чертежной бумаги. Раскрой стандартного листа чертежной бумаги формата 597 мм x 84I мм (ГОСТ 3450-60) дан на рис. 75.



Рис.74 Условные обозначения состава и строения пластов угля.

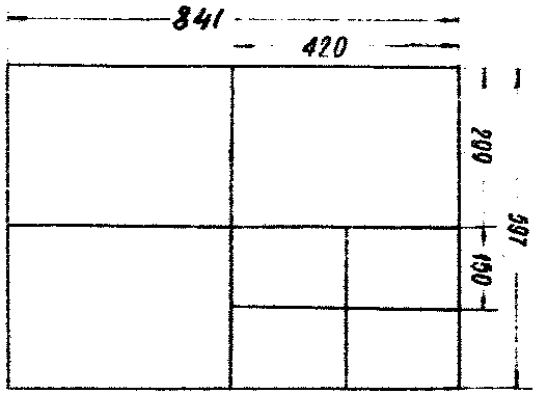


Рис.75 Раскрой листа чертежной бумаги.

инв №	Комбинат Кузбассуголь Трест Прокопьевскуголь
	Шахта им Дзержинского
Название чертежа	геологический разрез
Выработка	штрек
	лист № 2
пласт	Пятилетка · горизонт +220
Расстояния	от квершлага № 11 на юг
	170 м до начала документации
	290 м до конца документации
27 апреля	1967 г геолог · /А.Петров/

Рис.76 Образец штампа для геологических чертежей.

В альбомах на листах формата 420 мм х 597 мм вычерчиваются геологические разрезы: по шахтным стволам; по квершлагам; по штрекам пологопадающих пластов. Описание пород и углей помещается под разрезом, а если не хватает места, то продолжается на обороте листа.

Геологические разрезы и зарисовки по прочим горным выработкам выполняются на листах формата 299 мм х 420 мм, сброшюрованных в альбомы. На одном листе могут располагаться разрезы нескольких выработок или группы выработок (рис.77), при условии, что эти выработки находятся на одном участке (крыле, структуре).

Разрезы по выработке большой длины (штрек, бремсберг и т.д.), пройденной по углю в простых условиях, вычерчиваются на листе альбома по частям, располагающимся одна под другой. Разрезы выработки, пройденной в сложных условиях, даются в виде развертки.

Рекомендуется следующая комплектация чертежей по альбомам:

1) альбом геологических разрезов по квершлагам;
2) альбом геологических разрезов по штрекам пологопадающих пластов;
3) альбом геологических разрезов по наклонным капитальным выработкам;
4) альбом геологических разрезов по очистным выработкам;
5) альбом геологических разрезов по прочим горным выработкам, а также зарисовок забоев штреков крутопадающих пластов.

Альбомы последней группы для условий крутого залегания могут быть заменены картотекой, составленной из разрезов и зарисовок, выполненных на листах бумаги формата 150 мм х 210 мм.

В каждом альбоме чертежи должны быть пронумерованы и расположены по пластам и крыльям.

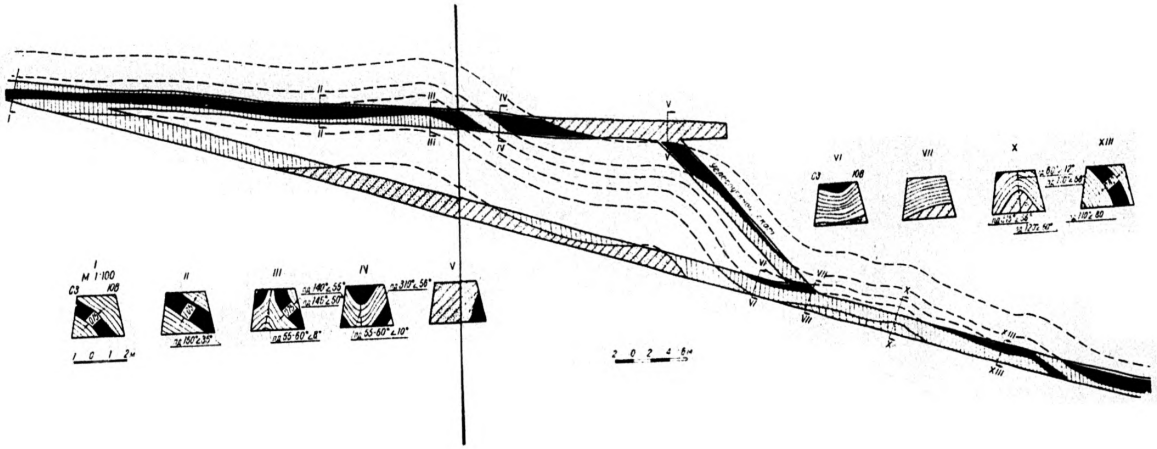


Рис.77 Геологический разрез по группе горных выработок.

П р и м е н я е м ы е м а с ш т а б ы. Для выполнения чистовых геологических зарисовок и разрезов применяются следующие масштабы:

шахтные стволы	I:200,	I:500
выработки околоствольного двора,шурфы,		
гезенки,квершлаги,уклоны,бремсберги,		
разрезные печи,лавы,слои,щитовые забои...	I:I00,	I:200
штреки, орты,сбойки	I:50,	I:I00

В целях более полного и правильного представления о геологическом строении каждый разрез вычерчивается в едином масштабе и, как исключение, допускается использование разных масштабов по длине и высоте выработки для разрезов по выработкам большой длины (бремсбергам, лавам и т.д.), пройденным по выдержанным ненарушенным пластам сложного строения. Разные масштабы изображения допускаются также при вычерчивании разрезов, когда вмещающие породы представлены слоями с резко изменчивой мощностью (напр. Подмосковный бассейн).

С п о с о б ы и з о б р а ж е н и я. Чертежи с данными геологической документации могут выполняться в следующих вариантах:

I) полностью тушью (в соответствующих условных знаках). Этот вариант применим для всех видов чертежей, но главным образом,для разрезов основных выработок и для чертежей, с которых будут сниматься копии;

2) контуры выработки, геологические границы, элементы залегания и номера слоев вычерчиваются тушью, условные знаки пород - простым карандашом. Этот вариант применяется для вычерчивания разрезов по бремсбергам, уклонам, разрезным печам,

лавам, щитовым столбам, околоствольным камерам и другим выработкам;

3) разновидностью этого варианта является применение закраски пород соответствующим цветом вместо штриховки(см.прил.I)

Геологические разрезы как правило составляются сплошь по всей выработке. В простых условиях по выработкам большой протяженности (бремсбергам, лавам и т.д.) допускается составление прерывистых разрезов (рис.88).

На чистовых чертежах должны быть сведения о местоположении изображенного на чертеже участка выработки относительно ближайших горизонтальной (основной или вспомогательной) и восстающей выработок. Для этих целей полезно иметь специальный штамп (рис.76).

На всех геологических чертежах нужно указывать их ориентировку, причем, разрезы и зарисовки рекомендуется располагать на чертеже так, чтобы восток (В) и север (С) были справа, а запад (З) и юг (Ю) - слева. На разрезах удлиненной формы в начале и в конце изображенного участка проставляются расстояния от начала выработки. На разрезе наклонной выработки, пройденной по пласту угля, углы падения которого изменяются, в почве выработки через определенные интервалы проставляются замеренные углы падения пласта.

Чистовые геологические разрезы и зарисовки являются основными геологическими документами и хранятся в течение всего срока службы шахты. Каждый чертеж должен иметь инвентарный номер.

Все чистовые материалы геологической документации регистрируются в специальном "Журнале регистрации геологических материалов", имеющем следующую форму:

№/№ п/п	Наименование документа	Дата	Пласт	Горизонт	Наименование выработки	Местоположение выработки	Инв. №№

П е р е с ч е т м о щ н о с т е й. Перед вычерчиванием геологических разрезов и зарисовок производится пересчет измеренных мощностей на нормальные.

Вертикальная мощность пересчитывается по формуле:

$$m_н = m_в \cdot \cos\alpha, \quad где$$

$m_н$ – нормальная мощность, $m_в$ – измеренная вертикальная мощность и α – угол падения пласта.

Пересчет горизонтальной мощности в зависимости от угла между простиранием пласта и направлением горной выработки производится по следующим формулам:

1) при прямом угле: $m_н = m_г \cdot \sin\alpha$

где $m_г$ – измеренная горизонтальная мощность;

2) при расположении выработки диагонально к простиранию пород:

$$m_н = m_г \cdot \sin\alpha \cdot \cos(A - A')$$

где $m_г$ – измеренная в косом сечении горизонтальная мощность,

A – азимут падения пласта и

A' – азимут оси выработки;

3) в случае наклонной выработки или скважины, расположенных диагонально к простиранию пласта /160/:

$$m_н = m_{изм} \cdot \cos\alpha \cdot \cos\beta \ (tg\alpha \cdot \cos\theta + tg\beta)$$

где $m_{изм}$ – измеренная мощность (по стенке выработки или в скважине;

α – угол падения пласта;

β – угол наклона выработки;

θ – острый угол на плане между проекциями оси скважины и линии падения пласта.

§ 2. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК, ПРОХОДИМЫХ ПРЕИМУЩЕСТВЕННО ПО ПОРОДАМ

К этой группе горных выработок относятся шахтные стволы, выработки околоствольного двора, шурфы, квершлаги, гезенки и полевые штреки. Все они в основном проходятся по породам угленосной толщи и имеют большое значение для уточнения горно-геологических условий эксплуатации шахты.

Ш а х т н ы е с т в о л ы и в ы р а б о т к и о к о л о с т в о л ь н о г о д в о р а. Шахтные стволы, пересекающие значительную часть угленосной толщи, являются наиболее важными выработками для детального изучения геологического строения, гидрогеологических и инженерно-геологических особенностей шахтного поля. Всестороннее изучение инженерно-геологических особенностей необходимо прежде всего для решения вопросов, связанных с проходкой ствола и околоствольных выработок, с проектированием крепления и нормированием труда.

За последние годы уровень механизации и автоматизации работ при сооружении стволов значительно повысился и резко увеличилась скорость их сооружения за счет применения совмещённой технологической схемы работ и использования различных комплексов оборудования. В этих условиях шахтный геолог может вести геологическую документацию только в период зачистки забоя ствола и бурения шпуров. Документация ствола должна быть непрерывной и полной.

Геолог по мере проходки ствола производит послойное описание литологических разновидностей пород с полным определением их структурно-текстурных особенностей, замеры элементов залегания пород, описание и зарисовки тектонических нарушений; детально характеризует трещиноватость, подробно описывает контакты напластований. Из каждой литологической разновидности пород отби-

рается проба для лабораторного определения физико-механических свойств.

В шахтных стволах круглого сечения геологические разрезы составляются в вертикальной плоскости, расположенной вкрест простирания пород. В стволах прямоугольного сечения следует делать зарисовки не менее, чем по двум стенкам (смежным или противоположным).

Мощности пластов угля и пород измеряются по вертикали или по нормали к напластованию.

Элементы залегания пород в шахтных стволах следует определять в простых тектонических условиях через каждые 25-30 м, в сложных условиях - в характерных точках, где достаточно чётко выражено напластование пород и можно провести измерение.

Надежнее всего элементы залегания определяются путем их измерений по двум стенкам ствола или путем линейных промеров вдоль проходческих отвесов от венцов постоянной крепи.

В последнем случае измерения и их обработка ведутся следующим образом: в четырех точках поперечного сечения ствола измеряются расстояния от нижней кромки постоянной крепи до поверхности пласта или сместителя. В стволах прямоугольного сечения эти промеры удобнее производить по четырем углам ствола; в стволах круглого сечения - по четырем боковым проходческим отвесам, располагающимся по двум взаимно перпендикулярным осевым плоскостям ствола.

На чертеже поперечного сечения ствола в местах промеров подписывают измеренные вертикальные расстояния и, принимая их за относительные высотные отметки плоскости пласта (или сместителя), строят горизонтали этой плоскости (рис.78). По направлению горизонталей и расстояниям между ними определяют направление падения и угол падения плоскости.

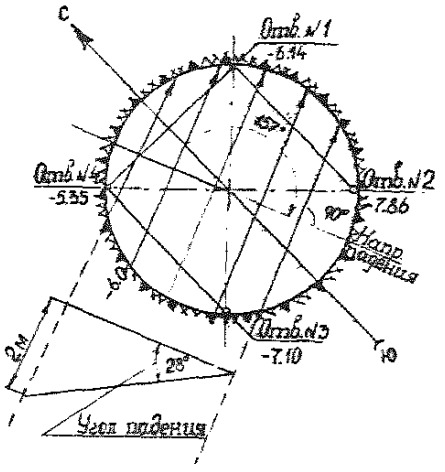


Рис.78 Определение элементов залегания в шахтном стволе круглого сечения.

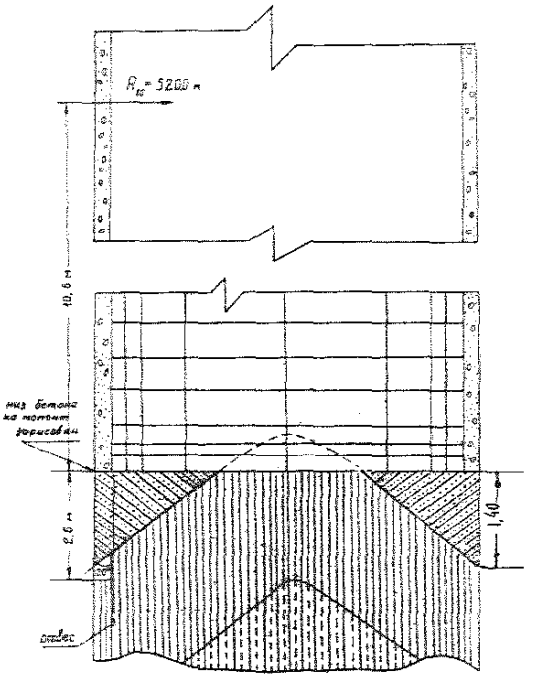


Рис.79 Сплошная зарисовка (развёртка) стенок шахтного ствола.

Определение элементов залегания в круглом стволе может производиться и другим способом, используемым геологами в Челябинском бассейне.

Когда опущен центральный отвес по оси ствола, достаточно иметь еще один отвес, подвешенный к стенному реперу, положение в пространстве которого определено. Тогда, имея осевую полуплоскость (натянув горизонтальную нить между отвесами), можно в произвольно выбранных точках линии пересечения интересующей плоскости со стенкой ствола (достаточно трех точек, из которых одна берется на линии стенного отвеса) замерить расстояние от обреза опалубки до замеряемой плоскости пласта. Затем следует угломером замерить угол между осевой полуплоскостью и каждой из полуплоскостей, проходящих через две выбранные точки. После этого графически построить плоскость и определить азимут и угол ее падения.

Результаты наблюдений и замеров вносятся в журнал проходки ствола, где отображаются следующие геологические данные (рис.80):

I) разрез пород по контрольной скважине с указанием глубины их залегания от поверхности, мощности угольных пластов, выхода керна, категории крепости по буримости, уровней водоносных горизонтов и ожидаемого притока воды;

2) данные о проходке и креплении ствола;

3) разрез фактически пересечённых стволом горных пород. На разрезе должны быть показаны все встреченные разрывные и складчатые нарушения;

4) глубины контактов пород и тектонических нарушений, отнесённые к центру ствола, и номера слоев;

5) колонки встреченных в стволе угольных пластов, выполненные в масштабе I:20, I:50;

6) описание слоев пород и пластов угля, их мощность, элементы залегания, коэффициент крепости (f);

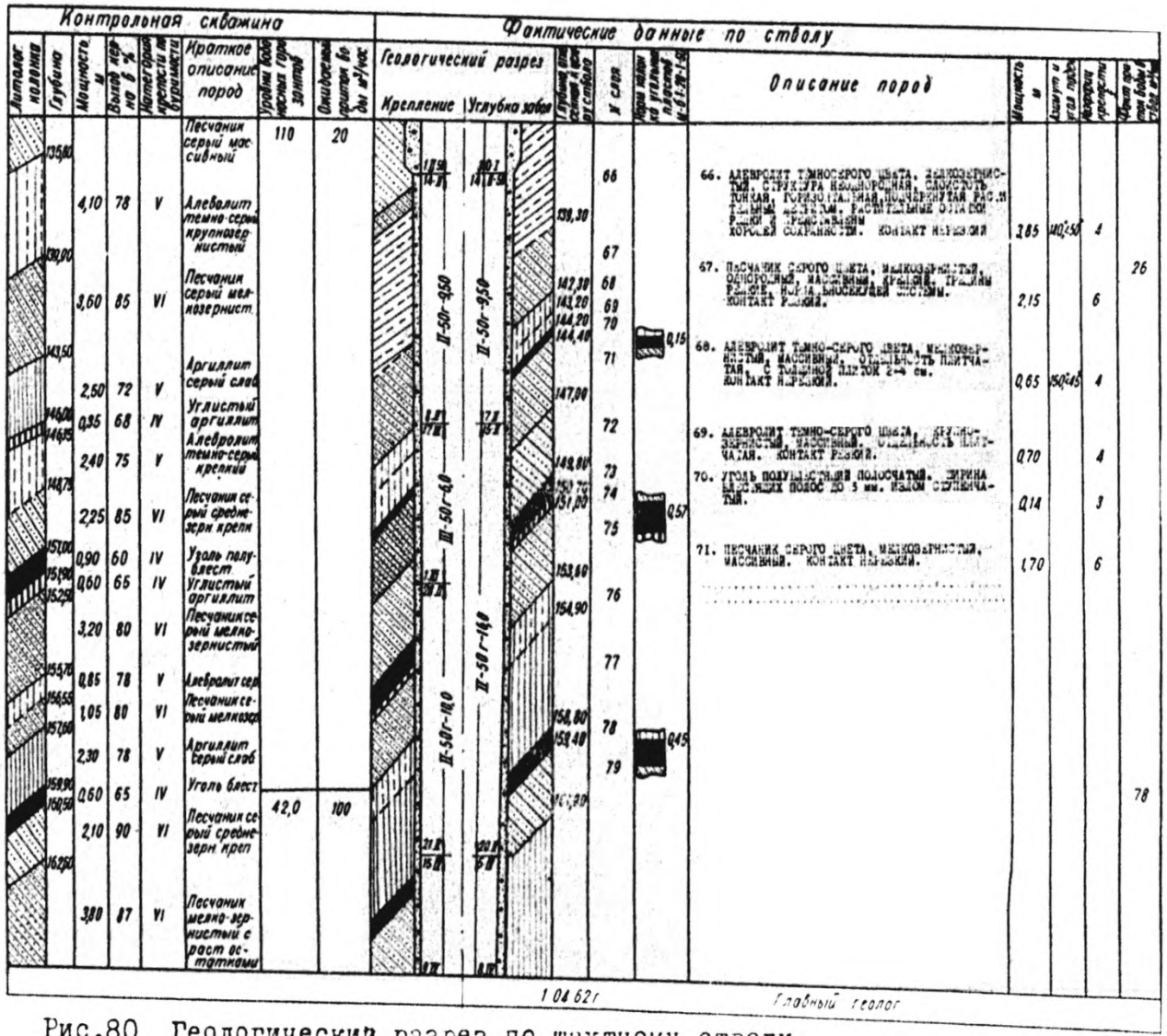


Рис.80 Геологический разрез по шахтному стволу.

7) данные о фактическом притоке воды в ствол.

На участках со сложным геологическим строением зарисовки делаются в виде развертки (рис.79).

На основании данных журнала проходки составляется сводный геологический разрез ствола в масштабе I:200, I:500 на листе ватмана формата 420 мм х 597 мм; этот разрез рекомендуется хранить в альбоме по документации квершлагов.

Составляется таблица литологических разновидностей пород, пересечённых стволом за период проходки (табл.28)

Таблица 28

Единица измерен.	Рыхлые отлож.	Конгломерат	Песчаник	Алевролит	Аргиллит	Уголь	Итого
метр	97.55	6.80	361.8	106.4	225.6	26.85	822.80
%	I2	I	44	I3	I5	3	I00

В случае пересечения стволом угольного пласта рабочей мощности составляется акт с указанием: 1) расстояния от устья ствола до угольного пласта; 2) символа пласта, его названия, мощности, строения, боковых пород; 3) результатов анализов дифференциальной и пластовой проб.

При проходке стволов в зоне многолетней мерзлоты геолог тщательно документирует условия залегания последней, устанавливает ее верхнюю и нижнюю границы путем замеров температуры пород, отмечает ледяные включения в горных породах, их характер, размеры, распределение в льдосодержащем горизонте, агрегатное состояние льда, следит за возможным оттаиванием многолетнемёрзлых пород /I78/. Потеря породами их естественного температурного ре-

жима вызывает поступление воды в ствол, что затрудняет его проходку и влияет на устойчивость стенок ствола.

При пересечении стволом водоносного горизонта геолог, характеризуя обводнение, указывает пути и интенсивность проникновения воды в ствол: по трещинам, по плоскостям наслоения пород или порам, просачивание, излияние или фонтанирование. Устанавливается первоначальный приток воды в ствол с последующим наблюдением за его изменением во времени.

[illegible] ток замеряется путём наблюдения за подтоплением забоя. Расчет ведется по формуле

$$Q = \frac{h\pi D^2}{4t} \; м^3/час$$

где h - высота подтопления, м

t - время подтопления, час

D - диаметр подтопляемой части ствола, м.

Водоприток в ствол определяется один раз в месяц; результаты замера оформляются актом. Составляется таблица ежемесячных водопритоков в ствол за период проходки. Из каждого водоносного горизонта отбирается проба воды на химический анализ. В специальный журнал заносятся данные о всех случаях внезапных прорывов воды или песков-плывунов и принимаемые меры по борьбе с ними. Составляется акт на внезапный прорыв воды, в котором указываются: 1) начало поступления воды; 2) окончание интенсивного выделения воды; 3) приток воды по периодическим замерам; 4) количество воды, выделившейся за время прорыва; 5) эскиз места прорыва воды (схема горных работ, зарисовка).

По мере проходки ствола шахтный геолог отмечает состояние крепления, деформации ствола, трещины в крепи, просачивание воды через крепь. Результаты такой документации могут привести к необходимости изменения запроектированного вида крепи с целью

об усилении на отдельных интервалах, цементации отдельных горизонтов и т.д.

На основании документации шахтных стволов, используя данные разведочных скважин геолог составляет в масштабе 1:200 проектные разрезы горных выработок околоствольного двора и главного квершлага.

Геологическая документация в процессе проходки околоствольных выработок должна быть непрерывной в камерах, расположенных вкрест простирания пород, где документируется одна стенка, и прерывистой-через 5-10 м-в выработках, расположенных по простиранию, где документируются забой и одна или две стенки. При этом особое внимание уделяется изучению трещиноватости и разрывных нарушений.

Чистовые разрезы выработок околоствольного двора вычерчиваются в альбоме (420х299мм) в масштабе 1:200, а зарисовки забоя и стенок выполняются в масштабе 1:100.

По данным документации выработок составляется литологический план участка околоствольного двора в масштабе 1:500 (рис.81).

К в е р ш л а г и, особенно главные, вскрывают значительную часть разреза пород угленосной толщи и наряду с шахтными стволами являются важным источником представлений о геологическом строении шахтного поля. Квершлаги используются также для изучения качества угля и физико-механических свойств вмещающих пород.

Геологическая документация в квершлагах должна быть непрерывной, а описание пород - полным.

Описание пород производится по одной из стенок квершлага; на участках со сложным геологическим строением и при пересечении угольных пластов документируются две стенки.

В квершлагах измеряются горизонтальные мощности пластов

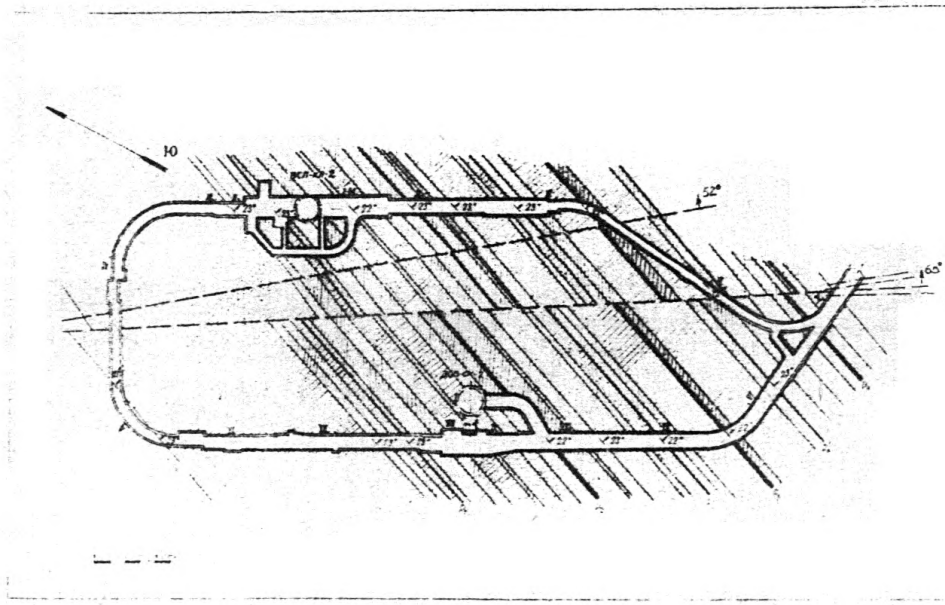


Рис.81 Литологический план участка околоствольного двора.

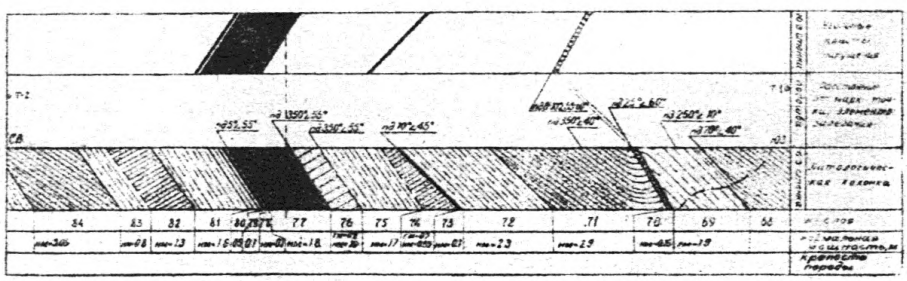


Рис.82 Геологический разрез по квершлагу.

пород и угля. Эти мощности затем пересчитываются на нормальные.

Измерение элементов залегания пород производится не реже, чем через 30 м, а также у каждого разрывного или пликативного нарушения.

Чистовые разрезы квершлагов вычерчиваются в альбомах на листах формата 420 мм х 597 мм на каждом листе бумаги по ходу выработки в масштабе I:100 - I:200 вычерчивается геологический разрез квершлага в виде развертки (рис.82). На одной стенке в условных знаках изображаются геологические границы, слои пород, линии разрывных нарушений и т.д., на другой стенке отмечаются только угольные пласты, оси складок и разрывы. На свободное поле подошвы выработки выносятся элементы залегания пород, смесителей и т.п. Описание пород располагается в нижней части листа.

При встрече угольного пласта составляется акт на его вскрытие и из пласта отбираются пробы угля.

Ш у р ф ы. Геологическая документация шурфа должна быть сплошной, а описание встреченных пород и углей - сокращенным. Описание пород производится по стенке, расположенной вкрест простирания или близко к нему. Линейные промеры осуществляются рулеткой, закрепленной нулевым делением у устья по середине документируемой стенки. Элементы залегания пород измеряются горным компасом; при расположении стенок шурфа диагонально к простиранию пород измеряются расстояния от устья до контактов слоев в стыках стенок, а затем графическим путем определяются элементы залегания.

В местах нарушений документируются две противоположные (если простирание нарушения близко к простиранию стенок) или две смежные стенки (если нарушение простирается диагонально к простиранию стенок

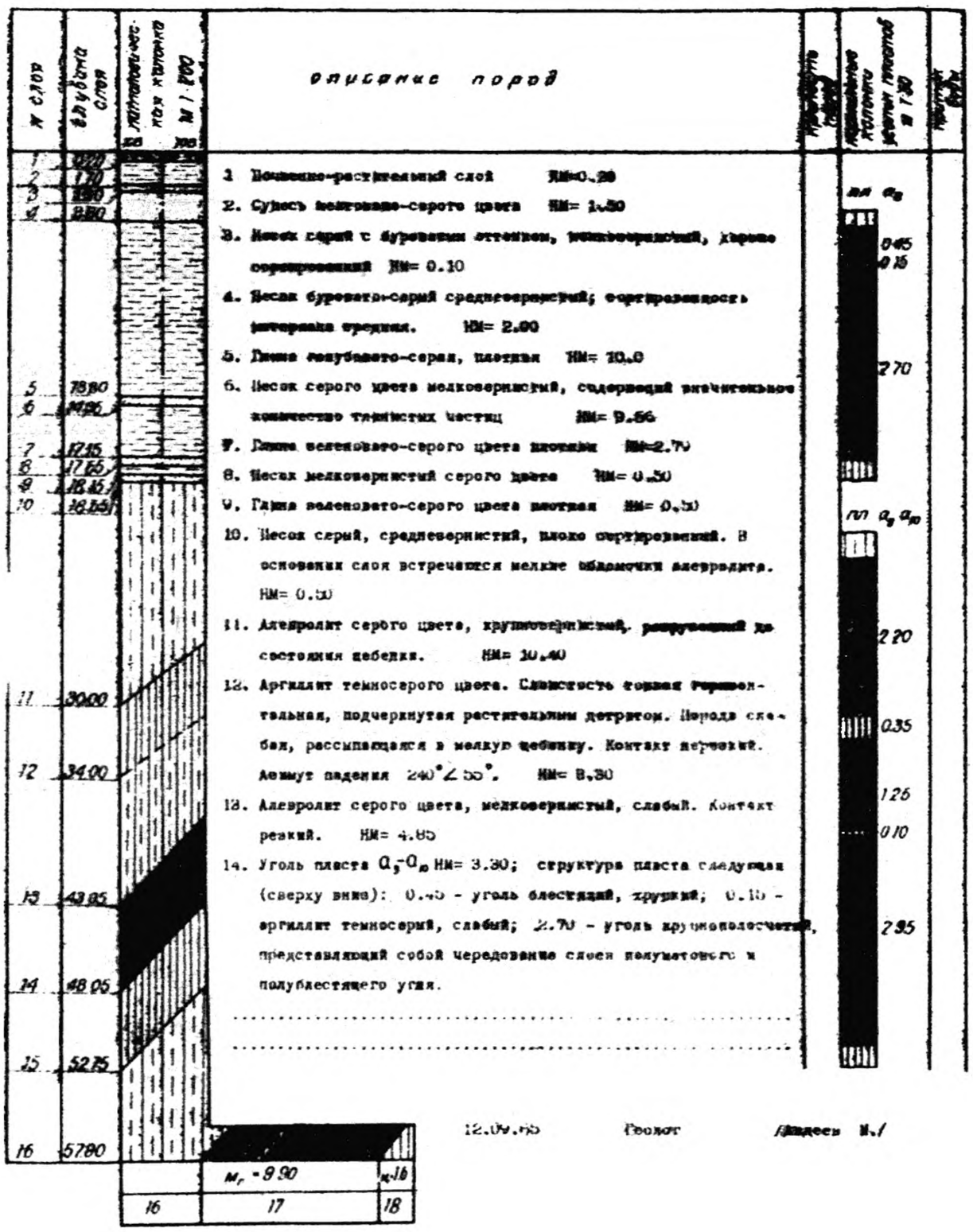


Рис.83 Геологический разрез по шурфу.

Полученные данные оформляются в виде разреза по стенке или через ось шурфа (при расположении стенок диагонально к простиранию пород).

Разрез по шурфу вычерчивается в масштабе I:I00 – I:200 на листе альбома в левой его части (рис.83). Справа от чертежа приводится сокращенное описание пород.

Г е з е н к и. В гезенках осуществляется непрерывная геологическая документация одной стенки (в местах геологических осложнений – двух стенок) с сокращенным описанием пород.

Чистовое оформление разреза производится в масштабе I:I00–I:200 в альбоме (рис.84). На свободном поле листа приводится описание пород. На чертеже должны быть даны дирекционный угол оси и угол наклона гезенка.

П о л е в ы е ш т р е к и. В полевых штреках проводится прерывистая документация с сокращенным описанием пород, документируется забой выработки через каждые I00 м проходки. В условиях невыдержанных слоев документация производится чаще.

В альбоме на листе бумаги в порядке последовательности проходки в масштабе I:50 – I:I00 вычерчиваются зарисовки забоев с указанием расстояний от начала выработки. Под каждой зарисовкой приводятся сокращенное описание и элементы залегания слоев пород.

§ 3. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК, ПРОХОДИМЫХ ПРЕИМУЩЕСТВЕННО ПО УГОЛЬНЫМ ПЛАСТАМ

Основной целью геологической документации горных выработок, проходимых по угольным пластам, является прогноз горно-геологических условий ведения очистных работ. В этих выработках изучаются строение, мощность и нарушенность угольных пластов; выделяются типы нарушений, определяются их форма, размеры и распо-

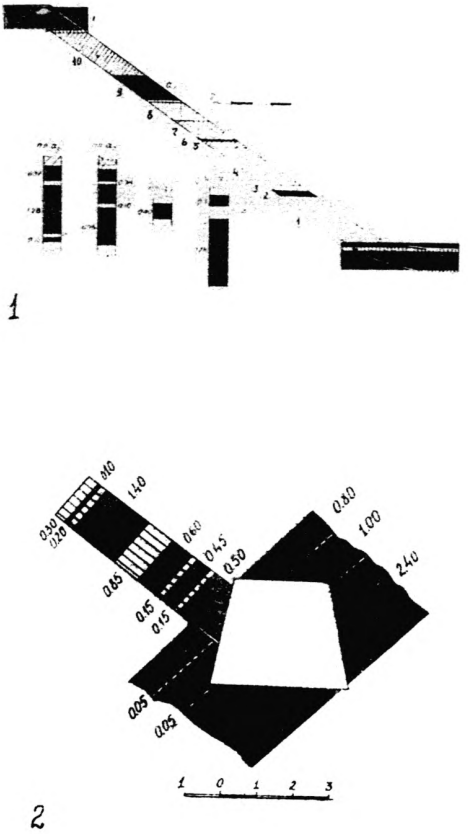


Рис.84 Геологические разрезы по гезенку (I) и разведочному гезенку (2).

ложение в пространстве, оценивается их возможное влияние на ведение горных работ.

В соответствии с характером залегания угольных пластов и системами их разработки горные выработки можно объединить в две группы выработки на пластах пологого и наклонного (до 45^0) залегания и выработки на пластах крутого (свыше 45^0) залегания.

Выделенные группы выработок отличаются как методикой геологической документации, так и формой изображения ее результатов.

Мощность и строение мощных угольных пластов разведуются ортами при крутом падении и гезенками (рис.84-2) при пологом и наклонном залегании пластов. Интервалы между разведочными выработками устанавливаются в соответствии с тектоническим строением участка и выдержанностью угольных пластов. Кроме разведочных выработок для уточнения мощности применяются шпуры.

I. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ И ОЧИСТНЫХ ВЫРАБОТОК, ПРОХОДИМЫХ ПО ПЛАСТАМ ПОЛОГОГО И НАКЛОННОГО ЗАЛЕГАНИЯ

Основные подготовительные выработки.

Ш т р е к и. Наиболее полные и важные сведения о мощности, строении и тектонической нарушенности угольных пластов дают геологические наблюдения в основных штреках.

Форма и степень детальности геологической документации штреков разнообразны и зависят от ряда причин: степени нарушенности угольных пластов, их мощности, выдержанности и т.д.

Геологическая документация штреков является прерывистой и состоит в выполнении зарисовок забоев или отдельных участков стенок; описание углей и пород при этом ведется по сокращенной схеме.

Частота геологических наблюдений следующая: в простых условиях наблюдения осуществются через 50 м, в сложных - через 25 м. Разведка мощности пластов производится соответственно через 100 м и 50 м.

Характерной особенностью геологической документации при пологом залегании толщи является возможность детального изучения мощности и строения угольных пластов в стенках штреков.

В соответствии с особенностями геологического строения в штреках могут документироваться различные их части:

1) забой штрека - при неустойчивых боковых породах (рис.85-1)

2) одна стенка - при устойчивых боковых породах, если пласт полностью выходит в одной из стенок;

3) стенка и забой - в случае встречи нарушения;

4) две стенки - при пологом залегании пласта и интенсивной нарушенности (рис.85-3).

Результаты наблюдений оформляются в масштабе 1:50 - 1:100 на листах формата 420 мм х 597 мм. На одном листе можно разместить один под другим несколько участков разреза или несколько рядов последовательно расположенных зарисовок забоев. Разрез по стенке штрека, составленный на основании документации забоев, сопровождается зарисовками забоев, размещенными возле соответствующих участков разреза (рис.85-2). Материалы документации двух стенок изображаются в виде развертки возле контура почвы штрека.

Если из документируемого пласта отбирались пробы угля, то на зарисовках показывается контур борозды.

Б р е м с б е р г и и у к л о н ы . Геологическая документация бремсбергов и уклонов имеет особенно важное значение для выяснения характера залегания угольного пласта в пределах выемочного участка.

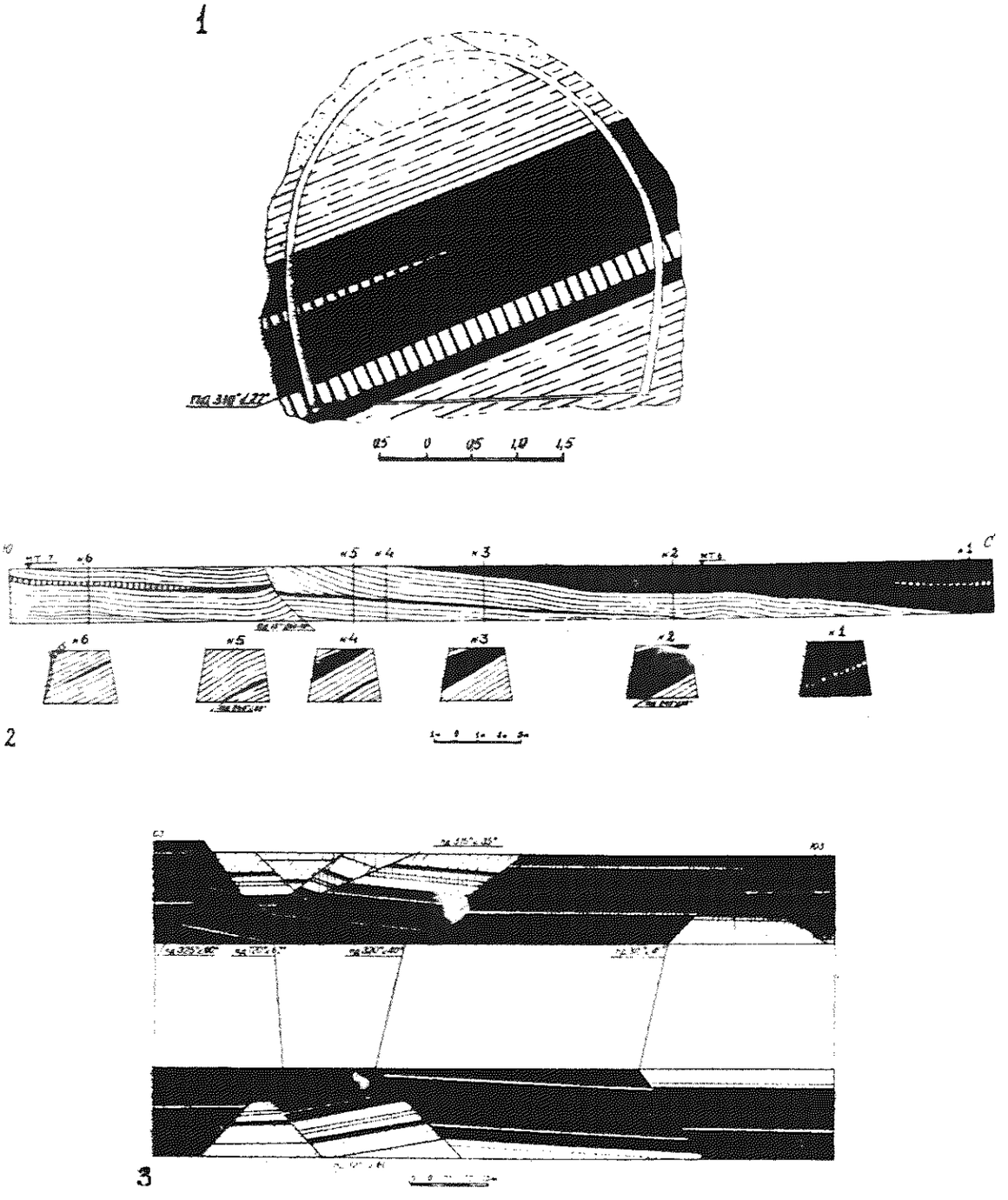


Рис.85 Документация штреков по пластам пологого и наклонного залегания:
I - зарисовка забоя;
2 - разрез по стенке, составленный на основании зарисовок забоев;
3 - разрез по двум стенкам.

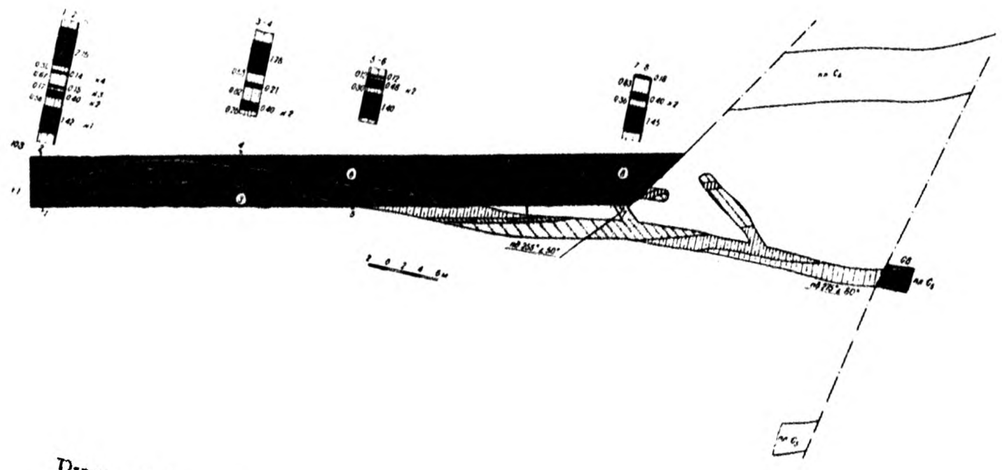


Рис. 86. Геологический разрез по уклону.

В указанных выработках осуществляется прерывистая геологическая документация с интервалами между пунктами наблюдений в простых условиях - 25 м и в сложных - 10 м. Разведка мощностей пласта проводится соответственно через 50 м и 25 м.

Материалы документации оформляются в виде геологического разреза в масштабе 1:100 - 1:200 (рис.86).

Места геологических наблюдений отмечаются на разрезах в виде линий с указанием расстояний между ними.

Структура пласта на разрезах может быть показана следующими способами:

1) если угольные пачки представлены крепким углем, породы кровли и почвы устойчивы по мощности, а породные прослои имеют небольшие мощности, то на разрезе породные прослои показываются в виде линий. В местах геологических наблюдений слева подписывают мощности породных прослоев, справа - мощности угольных пачек;

2) если породы кровли и почвы неустойчивы по мощности, а породные прослои имеют значительную мощность и являются невыдержанными, то структуру пласта показывают в виде колонок непосредственно на разрезе или с выноской их на свободное поле листа (рис.86-2).

Так как эти выработки имеют большую протяженность, то разрезы вычерчиваются отдельными участками, расположенными друг под другом; участки выработки вычерчиваются в соответствии с истинными углами наклона последней.

Вспомогательные выработки.

Ш т р е к и. Геологическая документация вспомогательных штреков является прерывистой; расстояние между точками наблюдений не должно превышать 200 м в простых условиях и 100 м - в

сложных. В штреках, проходимых по мощным пластам, которые вскрываются в выработках лишь частично, необходимо предварительно производить разведку положения кровли и почвы пласта. Описание пластов угля и боковых пород - сокращенное.

В условиях выдержанного залегания пластов документируется забой выработки; невыдержанного залегания - отдельные участки стенки штрека.

Интервалы между участками наблюдений подвергаются осмотру.

Результаты документации оформляются в альбоме в виде геологических зарисовок масштаба 1:50 - 1:100.

П р о с е к и , х о д к и , с к а т ы относятся к выработкам, в которых геологическая документация производится лишь эпизодически, т.е. в тех случаях, когда необходимо выяснить характер встреченного здесь геологического нарушения. В выработках этого типа документируется участок стенки, захватывающий зону нарушения. В чистовом виде он вычерчивается в альбоме в масштабе 1:50 - 1:100.

Очистные выработки. Геологическая документация очистных выработок производится в процессе выемки пласта. Она позволяет детально изучить строение пласта угля, свойства угля и боковых пород, установить их изменчивость в пространстве, изучить характер геологических нарушений.

Полученные материалы используются для прогноза горногеологических условий на соседних участках.

Среди очистных выработок в условиях пологого и наклонного залегания угольных пластов выделяются две основные группы: лавы - в тонких и средней мощности пластах и наклонные слои - в мощных пластах.

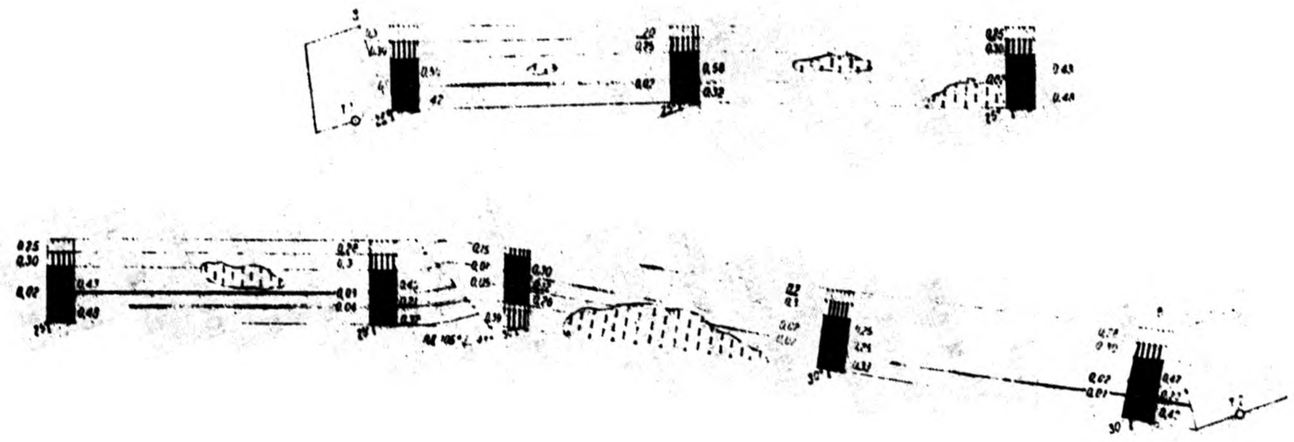


Рис.87 Геологический разрез по забою лавы.

Л а в ы. Геологическая документация лав представляет собой документацию их забоев, последовательно перемещающихся в ходе очистных работ. Рекомендуется следующая сеть геологических наблюдений при съёмке лав: в простых условиях - по простиранию через 50 м и по падению через 25 м, в сложных - по простиранию через 25 м и по падению через 10 м.

В тех случаях, когда в кровле или в почве пласта оставляются пачки угля, для контроля потерь мощность их разведывается шпурами по сетке 15 м х 15 м или 20 м х 20 м.

По материалам документации в альбоме вычерчивается геологический разрез лавы в масштабе 1:100 - 1:200; в случае длинной лавы - отдельными отрезками, располагающимися друг под другом. В условиях ненарушенных пластов сложного строения допускается вычерчивание разрезов в разных масштабах по длине и высоте выработки.

Структура пласта может быть показана либо непосредственно на разрезе (рис.87), либо на вынесенных структурных колонках (рис.88.89).

Н а к л о н н ы е эксплуатационные слои в мощных пластах можно рассматривать как лавы самостоятельных угольных пластов.

Геологическая документация наклонных слоев является прерывистой и сопровождается сокращенным описанием пачек угля и боковых пород. Густота сети геологических наблюдений зависит, как от степени сложности геологических условий, так и от положения эксплуатационного слоя в угольном пласте. Все эксплуатационные слои средней части пласта в простых условиях рекомендуется документировать через 100 м по простиранию и 25 м по падению, а в сложных соответственно через 50 м и 25 м. Верхний и нижний эксплуатационные слои в простых условиях документируются через 50м

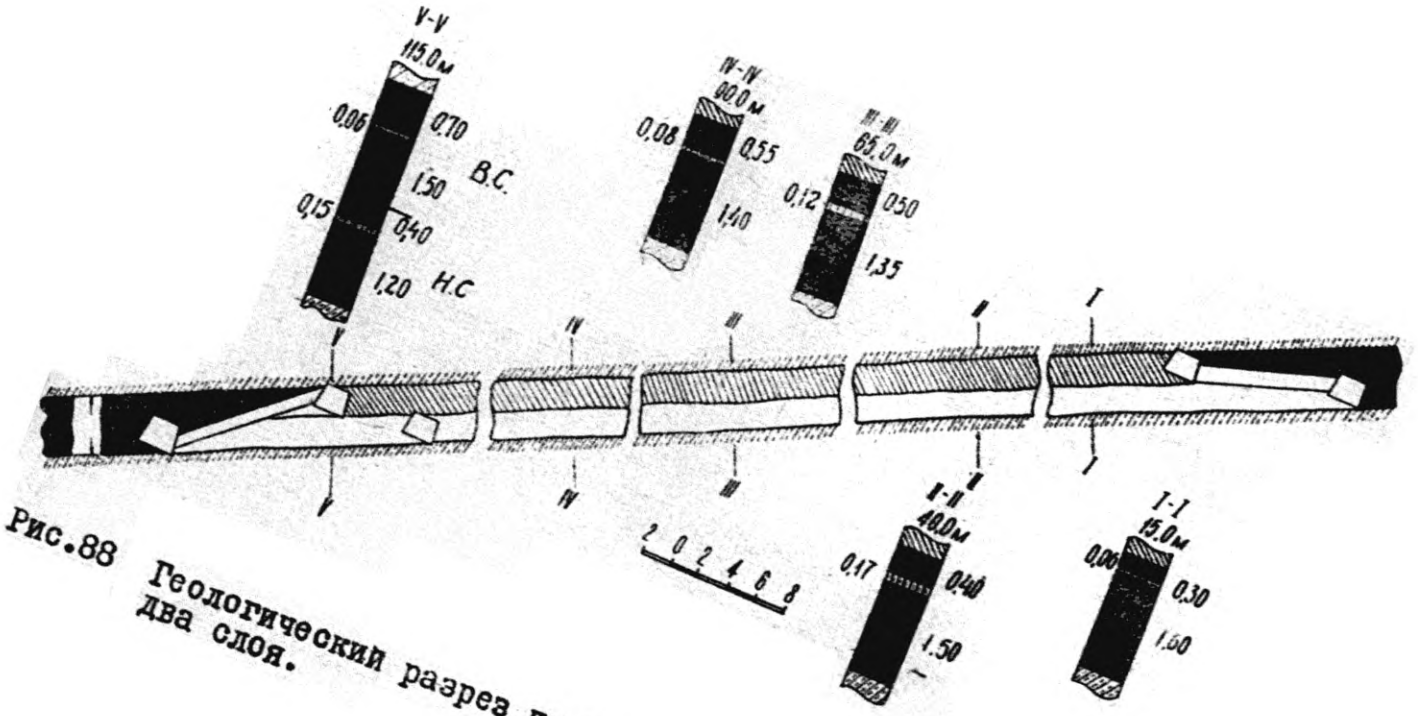


Рис.88 Геологический разрез пласта при отработке в два слоя.

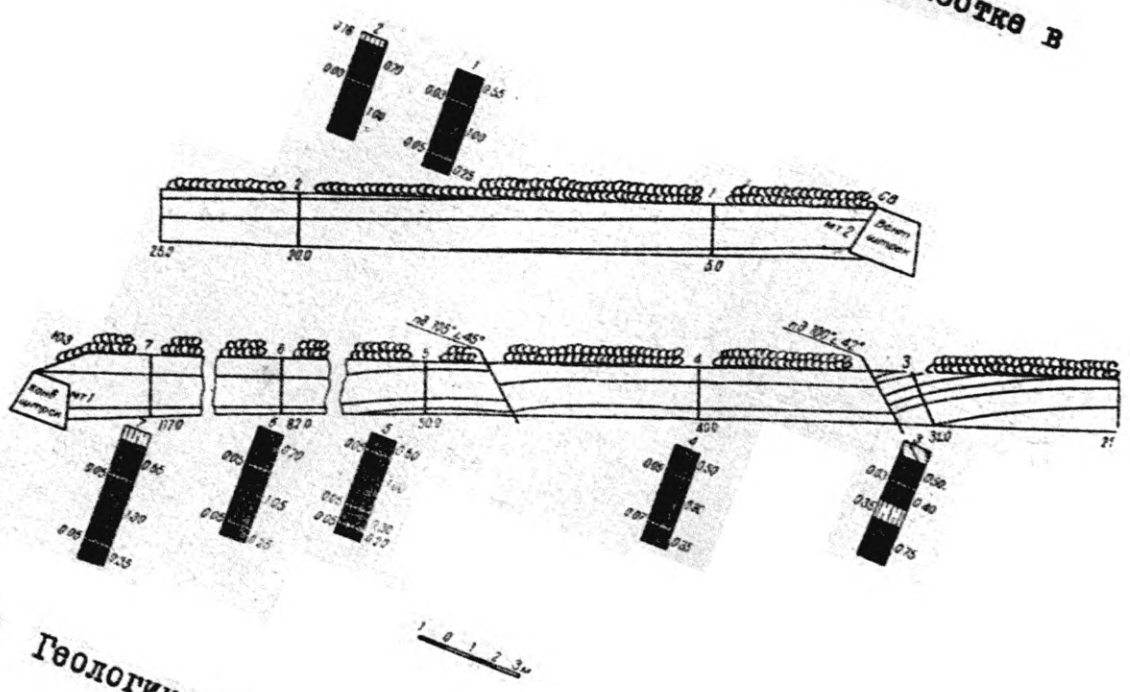


Рис.89 Геологический разрез эксплуатационного слоя.

по простиранию и 25 м по падению, в сложных - через 50 м и 10 м.

Форма чистового изображения результатов документации - геологический разрез каждого слоя в масштабе 1:100 - 1:200, выполненный в альбоме так же, как и лавы (рис.89).

2. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ И ОЧИСТНЫХ ВЫРАБОТОК ПО КРУТОПАДАЮЩИМ ПЛАСТАМ

Основные подготовительные выработки. Характерной чертой наклонных выработок по крутопадающим пластам является значительно меньшая их протяженность по сравнению с выработками, проходимыми по наклонным и пологим пластам в связи с чем точки геологических наблюдений по падению следует располагать чаще.

Ш т р е к и. Мощность и строение крутопадающих пластов наиболее полно наблюдаются в забоях штреков. Пласты тонкие и средней мощности могут вообще не выходить в стенках штрека, а обнажаются только в забое, кровле и подошве выработки.

В связи с этим в основных штреках по крутопадающим пластам, как правило, следует документировать забои (рис.90-1,2) и лишь в местах нарушений забой и стенки выработки (рис.90 - 3, ,. В простых условиях осуществляется прерывистая документация с зарисовками забоев штреков через 50 м; в штреках, проходимых по нарушенным, невыдержанным или сложного строения пластам забои документируются через 25 м. Мощность пластов, вскрываемых штреками лишь частично, следует разведывать ортами через 100 м (в отдельных случаях - разведочными печами и шпурами - рис. 91-2).

Результаты наблюдений оформляются в виде зарисовок забоев масштабе 1:50 - 1:100 на листах альбома или на карточках. Участки штрека в местах нарушений пласта изображаются в виде развертки или горизонтального сечения по середине выработки (рис.91-1).

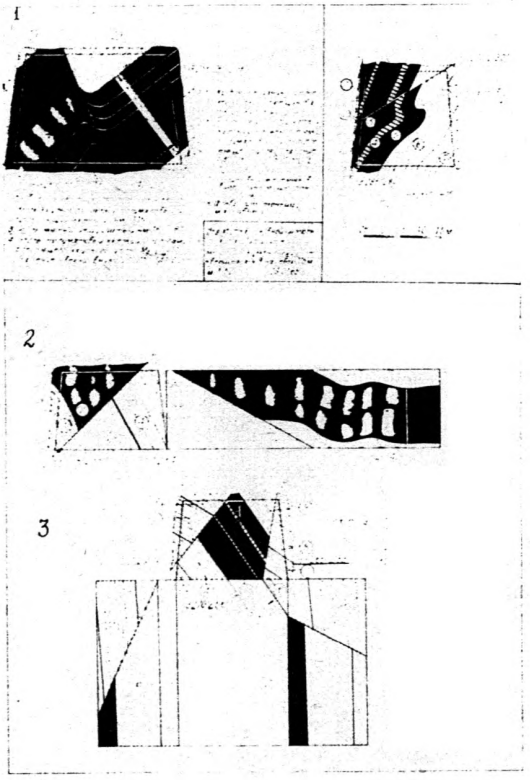


Рис.90 Документация штреков по крутопадающим пластам:
1 - зарисовка забоя;
2 - зарисовка забоя и одной стенки;
3 - зарисовка забоя и двух стенок.

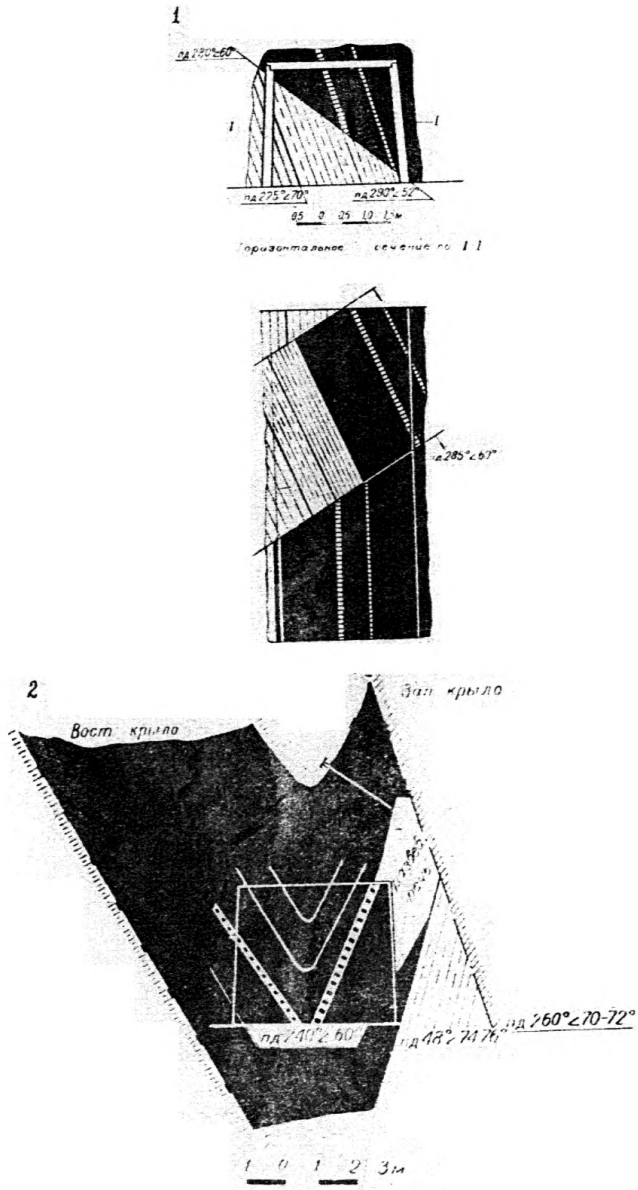


Рис.91 Зарисовка забоя штрека и горизонтальное сечение (1); разрез по штреку и разведочной печи (2).

Разрезные печи. Геологическая документация разрезных печей имеет большое значение для планирования и ведения очистных работ на данном выемочном участке. Документации подлежит одна стенка.

В разрезных печах в простых условиях интервалы между точками наблюдений не должны превышать 25 м; при большой мощности пласта полная его мощность определяется в ортах через 50 м. В печах, пройденных по невыдержанным, нарушенным или сложного строения пластам, наблюдения проводятся через 10 м; мощные пласты разведуются через 25 м ортами.

Материалы геологической документации изображаются в альбоме в виде геологического разреза через ось печи (рис.92) в масштабе 1:100 - 1:200. У точек наблюдений проставляются расстояния от начала печи и элементы залегания пласта.

Вспомогательные подготовительные выработки.

Штреки. Геологические наблюдения во вспомогательных штреках проводятся через 100 м в простых условиях и через 50 м - в сложных; мощные пласты вскрываются ортами через 150-200 м. Чистовое оформление материалов геологической документации такое же, как и в основных штреках.

Орты - проходятся в мощных пластах для уточнения их мощности.

В ортах, как и в других выработках, проходимых вкрест простирания пород, производится сплошная документация одной, реже - двух стенок. Описание угля и пород - сокращенное.

По результатам наблюдений вычерчивается геологический разрез стенки орта в масштабе 1:50 - 1:100 (рис.94-1).

Скаты, обойки. Документация этих выработок производится эпизодически: при встрече разрывных нарушений,

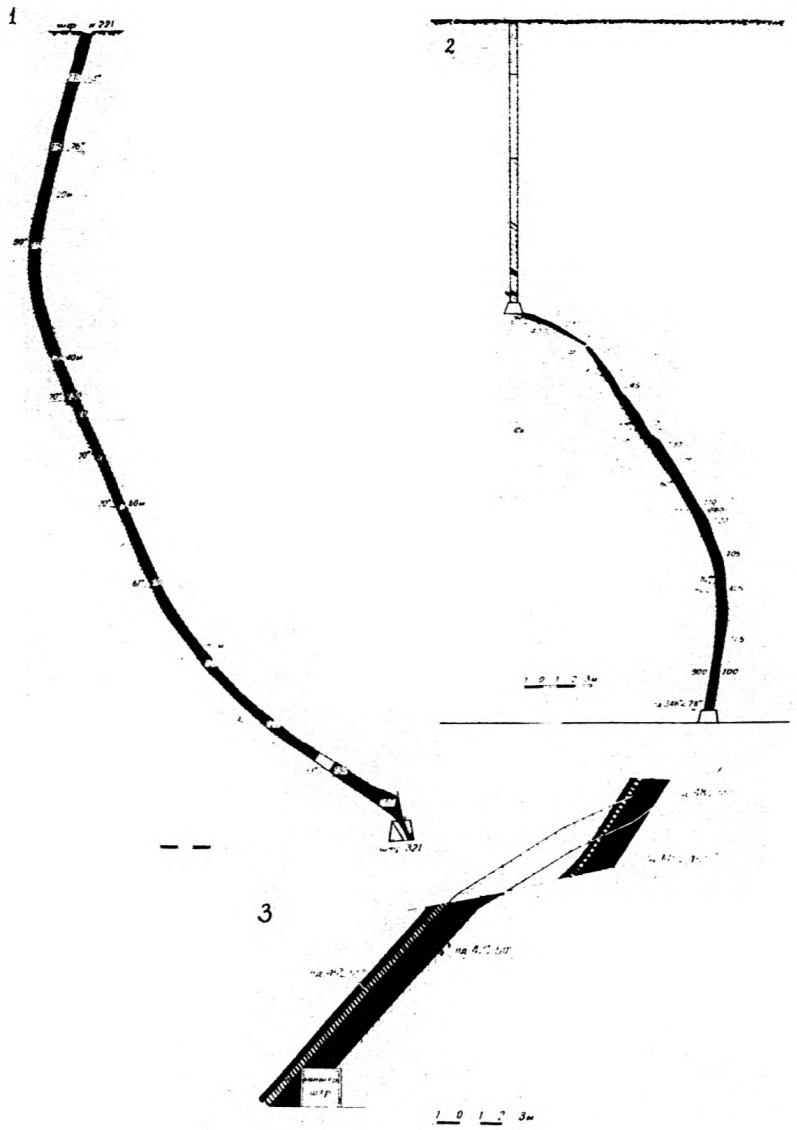


Рис.92 Документация разрезных печей:
1 - геологический разрез по разрезной печи;
2 - геологический разрез по шурфу и разрезной печи;
3 - геологический разрез по печи в зоне разрывного нарушения.

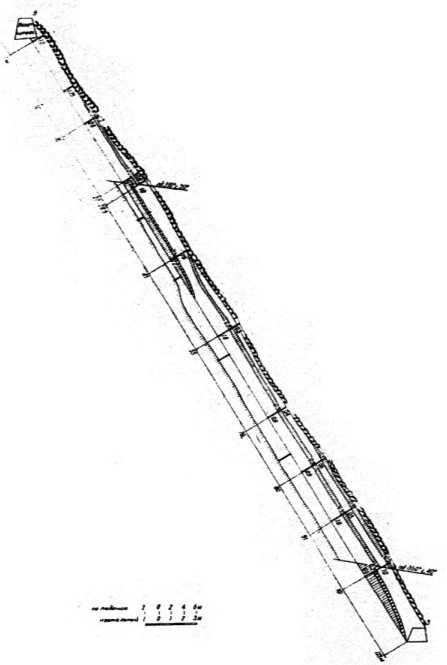


Рис.93 Геологический разрез по забою лавы на крутопадающем пласте.

раздувов, перемычек и т.д. Документируется лишь тот участок стенки, где встречено нарушение. Разрез вычерчивается в масштабе I:50 - I:100.

Очистные выработки. Геологическая документация лав и слоевых очистных выработок при крутом падении пластов производится и оформляется (рис. 93), как на пластах пологого и наклонного залегания (см. стр. 266).

Длинные столбы по падению. Перед монтажем щита пласт должен быть разведан ортами (рис.94-2) на вентиляционном, промежуточном и основном горизонтах из расчета минимум по 2 орта на длину щита /80/. В сложных тектонических условиях количество разведочных ортов увеличивается.

Документация при разведке щитового столба представляется на листе альбома, где кроме разрезов по ортам должна быть выкопировка с вертикальной проекции горных выработок масштаба I:1000. По данным документации ортов составляется геологический разрез в масштабе I:200 (рис.94-2), на основании которого для данного щитового столба устанавливается ширина щита. Производится также документация рассечки под щит. На том же листе альбома вычерчивается план рассечки, с указанием положения секций щита и контур висячего и лежачего боков пласта.

Встреченные при движении щита геологические нарушения документируются с составлением зарисовки вкрест простирания пласта (рис.94-3) или в горизонтальном сечении. Определение мощности пласта в процессе движения щита и амплитуды нарушений осуществляется с помощью зондировочного бурения шпуров.

Рекомендуемая густота сети геологических наблюдений в зависимости от типа горной выработки и степени сложности геологических условий приведена в табл. 29.

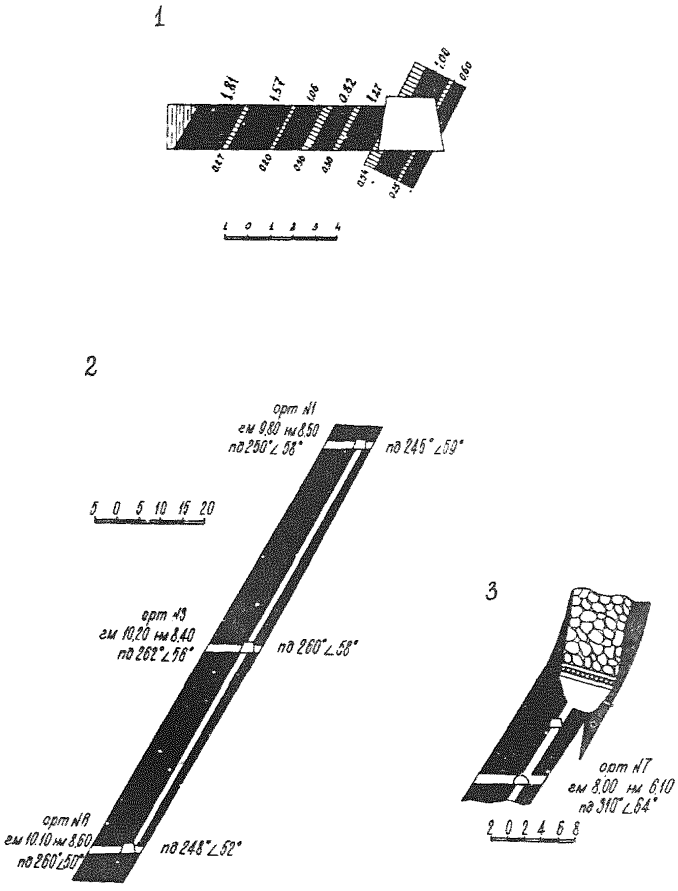


Рис.94 Геологическая документация щитового столба:
1 - геологический разрез по орту;
2 - геологический разрез по разведочной печи;
3 - документация при ведении щита в зоне нарушения.

Таблица 29

Густота сети геологических наблюдений в горных выработках

Тип горной выработки	Интервалы документации	
	простые условия	сложные условия
Шахтные стволы	сплошная	
Квершлаги	сплошная	
Шурфы и гезенки	сплошная	
Орты	сплошная	
Основные штреки	50 м	25 м
Бремсберги, уклоны и разрезные печи	25 м	10 м
Вентиляционные штреки,	200 м	100 м
Полевые штреки	100 м	50 м
Скаты, просеки, ходки, сбойки	эпизодическая документация	
Лавы	50м/10м	25м/10м
Наклонные слои:		
верхний и нижний	50м/10м	25м/10м
остальные	100м/25м	50м/10м
Длинные столбы по падению	25м/20	25м/10м

Примечание: для очистных выработок в числителе даны интервалы документации по простиранию, в знаменателе – по падению пласта.

ГЛАВА 2

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ СКВАЖИН

Разработка угольных месторождений сопровождается, как правило, большим объёмом буровых работ. Для целей разведки, осушения шахтных полей, дегазации угольных пластов и т.д. буровые скважины имеют преимущество по сравнению с горными выработками из-за большой скорости проходки, значительно более низкой стоимости и безопасности работ. По своему назначению скважины можно разделить на два вида: разведочные и технические. Как и все выработки, независимо от их назначения, скважины необходимо использовать для целей геологического изучения месторождения.

§ I. РАЗВЕДОЧНЫЕ СКВАЖИНЫ

Разведочные скважины представляют для геолога наибольший интерес. С помощью разведочного бурения производится доразведка шахтных полей и эксплуатационная разведка.

В соответствии с Временной инструкцией /47,§ 89/ "все геолого-разведочные работы, выполняемые на поле действующей или строящейся шахты, проводятся шахтной геологической службой или под её контролем, за счет средств госбюджета (доразведка), капитального строительства и себестоимости добычи угля (эксплуатационная разведка)"

Доразведка производится для повышения степени разведанности отдельных блоков и горизонтов шахтного поля, если залегание угольного пласта оказалось более сложным, чем по данным детальной разведки. Необходимость увеличения срока существования действующей шахты или ее производственной мощности путем расширения технических границ горного отвода по простиранию или на глубину также требует доразведки.

Эксплуатационная разведка проводится в процессе разработки месторождения и тесно связана с текущими потребностями горных предприятий. При эксплуатационной разведке уточняются условия залегания угольных пластов, тектоническая нарушенность участка, мощность и строение угольных пластов, производятся поиски смещенных крыльев пластов, разведка обводненных депрессий в древнем рельефе, уточняются выходы пластов под наносы, исследуются зоны выветривания. Места заложения шахтных стволов разведываются контрольными буровыми скважинами.

Современная постановка и производство указанных работ позволяют правильно направлять горные работы, сократить метраж подготовительных горных выработок.

Разведочное бурение ведется колонковым способом с поверхности и из горных выработок. Для бурения скважин применяются станки различных марок. Характеристика таких станков представлена в табл.30.

I. ДОКУМЕНТАЦИЯ СКВАЖИН ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ РАЗВЕДКИ

Перед началом бурения геолог выбирает место заложения будущей скважины, составляет проектный разрез по скважине, а в процессе документации описывает керн и проводит необходимые геологические наблюдения, результаты которых заносит в геологический журнал.

В процессе бурения отмечаются: I) выход керна (в м); 2) уровни воды или поглощение промывочной жидкости в различных водоносных горизонтах; 3) провалы бурового инструмента, 4) выход газа из скважины.

Весь керн, получаемый при бурении, должен быть тщательно задокументирован и в случае необходимости опробован.

Таблица 30

Станки для вращательного бурения скважин при подземных работах

Показатели	ПП-I	Х-2	Х-4	АБВ-2	НИГРИ-4	БД-I	БТК-20	БНП-I5	ВиР-I	КА-2М-300	ЗИФ-I50	СВБ-I
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
Глубина бурения, м	I00	80	I00	40	50	50	20	I5	I00	300	I50	I00
Максимальный диаметр скважины, мм при бурении:												
алмазной коронкой	46			-	46	59	-	-	59	59	-	-
твердосплавной коронкой	56	46	59	65-85	76	I20	I95-245	75	II0	II0	II0	II0
угол наклона бурения, град.	0-360	0-360	0-360	0-50 вверх	0-4	-	вертикально	0-360	90 (ВНИЗ)	0-90	0-360	85-90
скорость вращения шпинделя, об/мин	240-680	450	I000-I500	335	580	I87	86-I60	200	220	I40-350	I20-750	I80
Максимальное давление на забой скважины, кг	800	800	800	450	800	300	2000	200	I300	I000	I000	-
суммарная мощность двигателей, квт	3,2	2,5	4	4,5л.с.	5.8	3.5	I.5	2,5	I5.0	I5.0	I5.0	I0.0
способ установки	на колонке	на колонке	на колонке	на колонке		на реме		на колонке	на раме			
ход подачи, мм	400	400	400	500	520	300	700 I000	800 I200	400	300	600	400
Основные размеры, мм:												
высота	I500-2000	-	-	I600	I700	I050	-	малогабаритная	I400	I360	I568	I550
длина	900 700	-	-	I000	990	I340	-	-	I350	I800	20I8	I550
ширина	I000	-	-	500	660	400	-	-	II80	I090	802	800
вес станка	300-360	255	260	I90	I80	242	2850	87	460	750	900	I00

По действующей инструкции /46, § 37-41/ порядок проведения геологической документации буровых скважин включает следующие операции:

а) укладка керна в керновые ящики и оформление керновых ящиков; б) геологическое описание керна; в) оформление геологического журнала и составление разреза по скважине.

Керн укладывается в керновый ящик слева направо с сохранением последовательности, в которой он извлекался из колонковой трубы. После замера выхода керна и соответствующей записи в буровом журнале в ящик в конце каждого интервала бурения закладывается деревянная этикетка. Такая же этикетка пишется на бумаге, заворачивается в пергаментную или плотную оберточную бумагу и кладётся под деревянную этикетку. При отсутствии керна в ящик также вкладывается деревянная этикетка, на которой указывается глубина данного интервала и пишется "керна нет".

На продольных перегородках ящика сверху пишется глубина скважины в конце рейса и стрелками указывается к какому керну относится запись, а также последовательность укладки керна.

На левой торцевой стороне каждого ящика краской наносится название шахты , номер скважины, порядковый номер ящика по данной скважине, границы интервала (в м) и год производства работ.

Документация скважин ведётся в буровых и геологических журналах. Если при бурении производились откачки, их результаты должны быть зафиксированы в журналах откачек.

В буровом журнале отмечается техника проходки и крепление скважины, а также оборудование скважины фильтрами, насосами.

В геологическом журнале дается литологическое описание керна по слоям пород с указанием их мощности.

При описании керна необходимо отмечать признаки, указанные в разделе А, гл. I, § 2.

При документации скважин следует учитывать и отмечать в геологическом журнале процент выхода керна по каждому рейсу и по слоям, чтобы при дальнейшей обработке материала знать степень достоверности фактического материала. Выход керна в процентах подсчитывается по следующей формуле:

$$K = \frac{\ell \cdot 100}{\ell_1} \%$$

где ℓ – длина керна

ℓ_1 – длина рейса

При закрытии скважины составляется акт о закрытии скважины. Дата и причина закрытия скважины (достигла проектной глубины, заданного геологического горизонта, в связи с аварией и т.д.) записываются в геологическом журнале.

По окончании бурения составляется геологический разрез (колонка) по скважине. Масштаб разреза выбирается с учетом отражения необходимых деталей геологического строения. Чаще всего используются масштабы I:200 или I:I00. Отдельно для угольных пластов сложного строения и петрографического состава должен составляться разрез в масштабе I:50 и I:20.

Разрез вычерчивается в виде вертикального столбика шириной I-2 см, на котором в условных обозначениях (см.приложение I) изображаются все выделяемые при описании разновидности горных пород и углей. На этом же чертеже в вертикальных графах приводятся номера проб и образцов, данные о замерах искривлений скважины, уровни воды и каротажные диаграммы.

Результаты химических анализов угля и воды должны быть сведены в отдельную таблицу.

2. ДОКУМЕНТАЦИЯ КОНТРОЛЬНО-СТВОЛОВЫХ СКВАЖИН

Бурение контрольно-стволовой скважины на месте заложения вертикального ствола шахты имеет целью уточнить геологический разрез участка, гидрогеологические и инженерно-геологические условия строительства шахты, определить ожидаемые водопритоки, дать химическую характеристику подземных вод.

Комбинат Донецкшахтострой, институт Донгипрошахт и трест Артёмгеология разработали требования, которые должны выполняться при контрольно-стволовом бурении. Эти требования с некоторыми дополнениями сводятся к следующему. Для каждой литолого-петрографической разновидности пород покровных отложений следует определять: гранулометрический состав, удельный вес, объёмный вес, угол внутреннего трения, коэффициент сцепления, размокаемость и набухание пластических пород, естественную влажность, пределы и число пластичности, просадочность пород, угол естественного откоса песков, коэффициент фильтрации песков /98/.

Для мёрзлых пород следует также определять: текстуру пород, удельный вес, объёмный вес в естественном состоянии, влажность, количество незамерзшей воды, льдистость, предел длительной прочности, сцепление при мгновенной и длительной нагрузках, температуру пород, мощность многолетней мерзлоты /168,204/.

При изучении коренных пород следует на всю глубину скважины определять: текстуру пород, коэффициент крепости, общую и эффективную пористость песчаников, размокаемость и набухаемость аргиллитов и алевролитов, испытывая образцы в подземной воде в течение 10-15 суток, характеризовать горные породы в зоне тектонических нарушений.

Гидрогеологические наблюдения при контрольно-стволовом бурении заключаются в установлении водоносных горизонтов, опреде-

лении их мощности, глубины залегания литологического состава пород, трещиноватости по керну с замером углов, образуемых трещинами с плоскостью напластования, их густоты и степени минерализации. Водообильность встреченного горизонта может быть определена путём опытных откачек из скважины, проводимых при нескольких понижениях уровня воды.

При гидрогеологических наблюдениях необходимо: определить удельное водопоглощение, учитывая потери промывочной жидкости, установить взаимосвязь водоносных горизонтов, замерить температуру подземных вод, определить химический состав и агрессивность последних, дать техническую характеристику этих вод, рассчитать возможные притоки воды в ствол шахты.

При изучении газоносности следует определить: мощность зоны газового выветривания, природную газоносность всех основных пластов, возможность суфлярных выделений газа, возможный газоприток в ствол шахты /98/.

Изучение и определение всех вышеуказанных характеристик позволит геологу составить правильный, хорошо обоснованный прогноз поведения горных пород при строительстве шахты, что имеет большое практическое значение, особенно при наличии песков-плывунов и многолетней мерзлоты.

По окончании контрольно-стволового бурения составляется заключение (обобщение и анализ полученных материалов с использованием геофизических данных), в котором должны быть освещены следующие вопросы: геологическая, гидрогеологическая, инженерно-геологическая, а для некоторых районов и мерзлотная характеристика пород по скважине, прогноз газоносности, гидрогеологических и инженерно-геологических условий проходки шахтного ствола, акт о тампонаже при ликвидации скважины.

Графические материалы должны быть представлены: планом выходов угольных пластов под четвертичные отложения (масштаб I:5000), геологическим разрезом по скважине с нанесением гидрогеологических данных (масштаб I:200), разрезом четвертичных отложений по скважине (масштаб I:100), графиком определения параметров для расчета притока воды в ствол шахты, изображением результатов геофизических работ, проведенных по скважине (масштаб I:200).

3. ИЗУЧЕНИЕ ТРЕЩИНОВАТОСТИ ПО ДАННЫМ БУРЕНИЯ

Трещиноватость пород, не вскрытых горными выработками, можно изучать только по данным бурения. Результаты изучения трещиноватости используются для определения устойчивости пород, оценки гидрогеологических условий, газоносности и др.

Первую приближенную оценку трещиноватости можно дать по выходу керна и поглощению промывочной жидкости.

Более точные данные получают при исследовании специальных шлифов и аншлифов, изготовленных из керна по методам ВНИГРИ /93/. При контрольном сопоставлении результатов изучения микротрещиноватости по керну с макротрещиноватостью тех же пород получается хорошая сходимость (рис.95).

В последнее время все большее распространение получают геофизические методы оценки степени трещиноватости путем каротажа скважин /63,202/, методы визуального осмотра стенок скважин, механические методы (щупскрайбер и др.), метод фотографирования стенок скважин с помощью фотобуроскопа.

Н.А. Очеретенко /141/ разработан способ определения ориентировки трещин по керну вертикальных скважин с помощью специальной палетки из прозрачной бумаги. Длина палетки равна длине окруж-

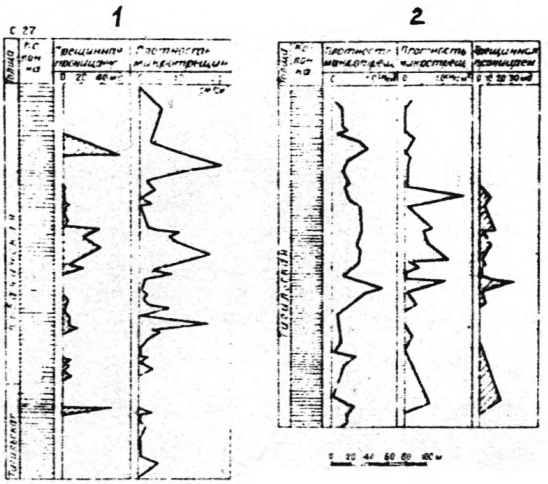


Рис.95 Связь показателей трещиноватости и проницаемости пород:
1) по отдельной скважине;
2) обобщённые данные по нескольким скважинам.

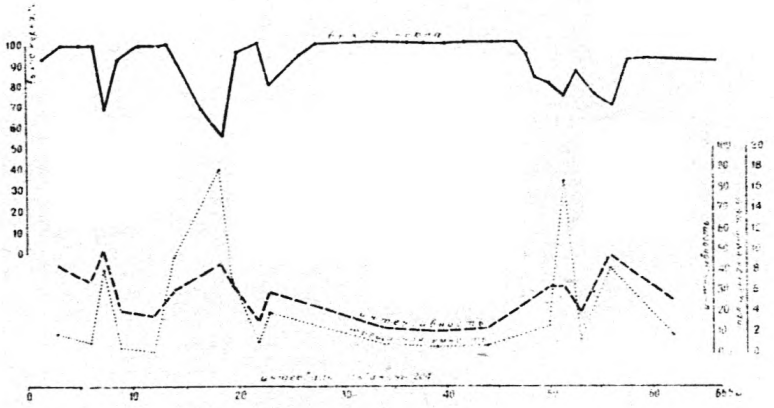


Рис.96 Зависимость выхода керна от трещиноватости пород.

ности керна. Горизонтальная ось разбита вертикальными линиями на 36 делений, каждое из которых соответствует 10^0. Вертикальные линии, проведенные через эти деления, позволяют определить угол между направлениями падения напластования и трещин, находящийся в плоскости, нормальной к оси керна. Углы падения откладываются по оси ординат, причем ординаты линий падения равны произведению диаметра керна на тангенс угла падения. При известном азимуте падения пласта с помощью палетки определяется истинный азимут падения трещины.

При наклонном бурении элементы залегания трещин можно определить путем пересчетов или решениями в стереографической проекции с учётом данных инклинометрии скважины.

Замер трещиноватости упрощается, если керн ориентирован. Ориентировка керна может быть выполнена механическим и геофизическим путем /66,202/. На керн перед его отрывом от забоя различными путем наносятся метки, положение которых в пространстве определяется тем или иным способом. Поднятый керн по этим меткам ориентируется в то положение, которое он занимал в скважине. Эти операции удобно выполнять на специальных приборах (гониометрах, кернометрах).

Породы песчано-глинистого состава обладают незначительной остаточной магнитностью, которую можно определять с помощью высокочувствительных магнитных приборов. Это позволяет ориентировать керн относительно магнитного меридиана. Данный способ требует осторожного обращения с керном, ибо удар о металлический предмет делает его немагнитным.

Раздробленность керна и, как следствие, неполный его выход зависят от трещиноватости пробуренных пород (рис.96).

В результате проведенных нами исследований была установлена зависимость выхода керна от трещиноватости комплекса осадочных

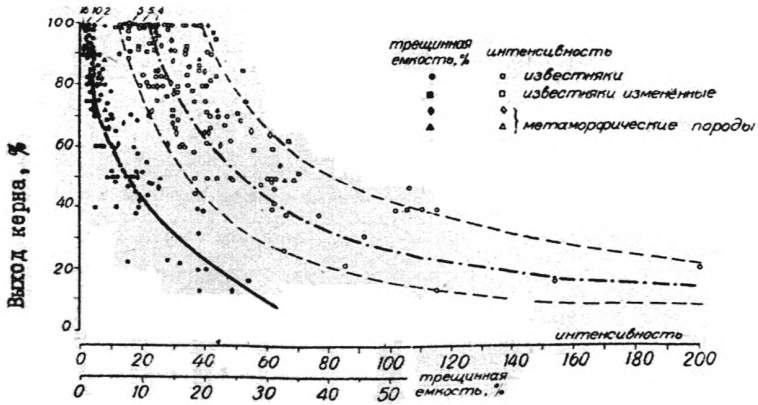


Рис.97 Влияние трещиноватости карбонатных и метаморфизованных песчано-глинистых пород на выход керна.

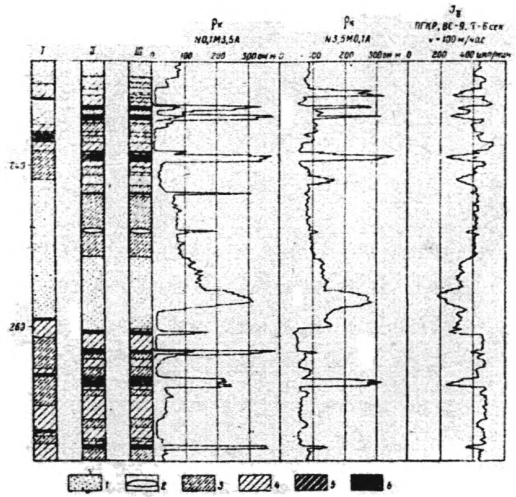


Рис.98 Сопоставление литологического разреза скважины по данным бурения (I) и геофизических исследований (II) по В.В.Гречухину.

I - песчаник, 2 - конкреция; 3 - алевролит;
4 - аргиллит; 5 - углистый аргиллит; 6 - уголь;
7 - контрольное описание керна.

пород одного из районов. Эта зависимость, установленная в выработках, подсекающих скважины или пройденных по направлению ранее пробуренных скважин, изображена в виде кривых на рис.97.

Для определения показателей трещиноватости пород того или иного интервала бурения необходимо: I) через точку, соответствующую данному выходу керна (ось ординат), провести перпендикуляр до пересечения с кривыми; 2) из точек пересечения опустить перпендикуляр на ось абсцисс, по шкалам которой берутся отсчеты (сплошная кривая - трещинная ёмкость; пунктирная - интенсивность, рис. I23).

Для каждого конкретного случая эти эмпирические закономерности нуждаются в корректировке с учетом нового комплекса пород и технологии бурения.

Минерализованные трещины, как правило, сохраняются в целых столбиках керна. По частоте и мощности минерализованных трещин можно получить приближённую количественную характеристику этой трещиноватости, например, количество трещин на I п.м.

4. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДОКУМЕНТАЦИИ СКВАЖИН

В настоящее время существуют различные геофизические методы исследования скважин: электрические (методы кажущегося сопротивления, регистрации тока, скользящих контактов, фокусированных зондов, потенциалов собственной поляризации пород, потенциалов вызванной поляризации горных пород), радиометрические (методы естественного гамма-излучения, рассеянного гамма-излучения, нейтронные), термометрия, резистивиметрия, газометрия /65/.

В разрезе каждого месторождения имеются отдельные породы, для которых некоторые геофизические свойства оказываются одинаковыми. Поэтому ни один из геофизических методов не является уни-

версальным и не может обеспечить однозначной геологической интерпретации зарегистрированных диаграмм. Необходимо применять комплекс различных геофизических методов, взаимно дополняющих друг друга и обеспечивающих однозначную интерпретацию диаграмм. Например, чтобы на диаграмме кажущихся сопротивлений уверенно и однозначно отличать аномалии, обусловленные угольными пластами, от аналогичных аномалий, созданных плотно сцементированными песчаниками или известняками, необходимо дополнительно использовать диаграмму рассеянного гамма-излучения (рис.98).

Метод кажущихся сопротивлений (КС) является одним из наиболее эффективных. Этот метод основан на изучении удельного электрического сопротивления пород, пересечённых скважинами. При помощи трехэлектродной измерительной установки измеряется сопротивление, отличающееся от удельного сопротивления однородной среды и называемое кажущимся сопротивлением (КС или $\rho_к$). Удельные электрические сопротивления пород изменяются в довольно широких пределах, что позволяет использовать этот параметр для расчленения разрезов скважин, выделения пластов угля и их изучения. Удельные электрические сопротивления углей изменяются от 0,001 - 10 ом.м. для антрацитов, 20-40 ом.м. - для бурых углей, до тысячи ом.метров для каменных углей. Кривая кажущихся сопротивлений зависит от типа применённого зонда и соотношения его размеров с мощностью пласта. Этот метод можно применять лишь в скважинах, заполненных буровым раствором и незакреплённых трубами.

5. ИНКЛИНОМЕТРИЯ

Метод определения отклонения оси скважины от заданного направления называется инклинометрией.

Обычно скважины на уголь задаются вертикальными, но в условиях крутого падения пластов нередко бурят наклоннонаправленные скважины. При бурении скважины, по причинам геологического и технического характера, как правило, ствол отклоняется от заданного направления - изменяются угол наклона и азимут. Особенно значительные искривления наблюдаются в наклонных глубоких скважинах.

Для измерения искривления скважин применяются инклинометры различных принципов и конструкций /41,65/. Приборы, измеряющие только вертикальные углы, подразделяются на две группы:

1) действующие по принципу горизонтальности уровня жидкости;

2) по принципу отвеса.

Приборы, работающие по первому принципу, в качестве рабочей жидкости имеют плавиковую кислоту или электролиты. С плавиковой кислотой работает прибор Петросяна, с электролитом - прибор ГБС-Я-I. Прибор ГБС-Я-I более совершенный, имеет большую скорость измерения и большую точность.

Приборы, работающие по принципу отвеса применяются реже.

Для измерений угла наклона и азимута искривления скважин существует большое количество приборов, по принципу действия делящихся на четыре группы:

1) с магнитной стрелкой, уровнем или отвесом для измерения в нормальных магнитных условиях;

2) электроимпульсные;

3) действующие по принципу горизонтальности уровня жидкости, опускаемые в скважину строго ориентированно, что позволяет производить измерения в ферромагнитной среде;

4) гироскопические, опускаемые в скважину свободно и позволяющие производить измерения в ферромагнитной среде.

Наибольшее распространение получили инклинометры ИШ-2, ИШ-3, ИШ-4 конструкции И.В.Шевченко. Эти инклинометры работают только в незакреплённых обсадными трубами скважинах. Для измерения зенитного угла служит отвес, вращающийся в плоскости угла наклона скважины, для измерения азимута - магнитная стрелка. Показания отвеса и магнитной стрелки фиксируются при помощи механизма, приводимого в движение электромагнитом, осуществляющим одновременно переключение электрических цепей. Инклинометр соединён с поверхностью трехжильным каротажным кабелем, и все измерения производят на поверхности при помощи потенциометра и измерительной панели, прилагаемой к каждому потенциометру. Количество измерений не ограничено. Погрешность при измерении азимута $\pm 5^{0}$, угла наклона - $\pm 15'$.

Гироскопические инклинометры еще не получили должного распространения из-за больших диаметров прибора. Инклинометр ИГ-2 завода "Геологоразведка" показал точность измерений азимутальных углов - $\pm 5^{0}$, зенитных - 30 минут. Гироскопические инклинометры можно применять в скважинах, обсаженных стальными обсадными трубами.

Результаты измерений искривления скважин оформляются в виде таблиц значений зенитных углов δ и азимутов φ через определенные интервалы (обычно - через 10 или 25 м) глубины и в виде графиков проекций ствола скважины на горизонтальную плоскость в масштабе 1:200 или 1:100 (рис.99). При построении графиков измеренные величины углов δ и φ в отдельных точках скважины условно принимаются за средние значения этих углов для всего интервала между двумя измерениями, причем замеры условно относят к интервалу, расположенному вверх от точки наблюдения. В этом случае проекция данного участка на горизонтальную плоскость определяется по формуле:

$$\Delta \ell = \ell_i \cdot Sin\delta_i ,$$

где $\ell_i = H_i - H_{i-1}$ длина интервала

H_i, H_{i-1} – верхняя и нижняя точки интервала.

Для определения общего смещения скважины от устья до забоя соединяют прямой линией начальную точку первого интервала с конечной точкой последнего интервала. На графике горизонтальной проекции отмечают горизонтальный масштаб, направления стран света, у каждой точки – глубину и углы наклона, а также замыкающую проекцию – общее отклонение и его азимут. Проекция скважины на вертикальную плоскость обычно не строится.

График проекций ствола скважины и таблица значений зенитных углов и азимутов прилагаются к геологическому журналу.

§ 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ СКВАЖИНЫ

Техническое бурение производится с целью осушения шахтных полей, спуска воды из старых выработок, вентиляции горных выработок, спуска леса, прокладки электрического кабеля в подземные выработки, прокладки водоотливных трубопроводов, для закладки выработанного пространства, для дегазации угольных пластов.

Буровые скважины технического назначения также используются для геологического изучения месторождения (участков).

Методика документации технических скважин определяется их назначением.

Скважины для спуска леса, прокладки кабеля и водоотливных трубопроводов, доставки пульпы имеют большие диаметры (200-600мм) и проходятся с поверхности на определенный горизонт, в заданную выработку.

Рыхлые отложения проходятся сплошным забоем, забурником диаметром от 200 до 600 мм с направляющей трубой, которая при бурении идет впереди забурника и обеспечивает прямолинейность скважины.

Бурение скважины в коренных породах ведется сначала малым диаметром (обычно 89 мм) до тех пор, пока скважина не сбивается с горной выработкой. При проходке скважины малого диаметра производится отбор керна, который документируется так же, как и керн разведочных скважин. Затем приступают к разбуриванию скважины до проектного диаметра разбурниками различных конструкций /74/.

При применении роторных станков проходка технических скважин ведется шарошечными долотами сплошным забоем. В этом случае объектом документации является шлам. В шламовую трубу поступают крупные и тяжелые частицы, поднятые на большой скорости в кольцевом зазоре между стенкой скважины и буровым снарядом. Изучать разрез пород по шламу следует в обратном порядке, т.е. на дне шламовой трубы будут следы от верхних частей разреза. Шлам, выходящий на поверхность через обсадные трубы, также несет выбуренные частицы пересекаемых скважиной пород. Эти частицы оседают на дно отстойных баков и могут служить объектом геологической документации. Для сбора шлама можно применять шламосборник, описанный М.Н.Альбовым и Н.В.Стуковым /6/ (рис.100).

Описание шлама в большинстве случаев производится по его цвету и составу. Для технических скважин такой способ является вполне удовлетворительным.

Водоспускные скважины. При ведении горных работ под затопленными выработками или вблизи них производится два вида буровых работ /137/: а) бурение опережающих скважин; б) бурение скважин для спуска воды.

Опережающие скважины бурятся по углю, когда есть опасность неожиданной сбойки подвигающихся горных выработок со старыми затопленными выработками.

Водоспускные скважины проходятся после обнаружения затоплен-

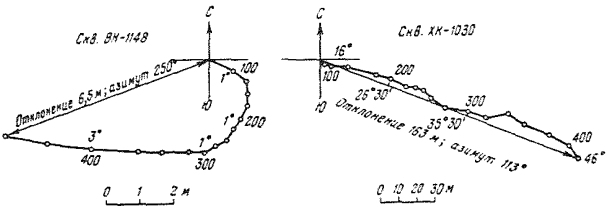


Рис.99 Горизонтальные проекции стволов скважин (по В.В. Гречухину).

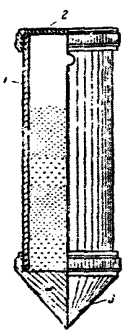


Рис.100 Шламоуловитель
1 - корпус; 2 -сито;
3 - конусообразное дно.

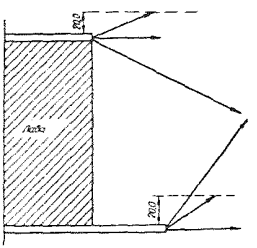


Рис.101 Схема бурения опережающих скважин для обеспечения безопасности работы лавы вблизи старых горных выработок (по В.М. Омельяновичу).

ных горных выработок и могут быть пройдены как по углю, так и по породе.

Опережающие скважины бурятся минимальным диаметром. Длина и расположение скважины должны обеспечивать наличие 20-метрового целика впереди забоя горной выработки (рис.101). Чаще всего скважины бурятся длиной до 70 м.

Водоспускные скважины имеют диаметр не более 75 мм. Бурение водоспускных скважин должно сопровождаться соответствующими мерами предосторожности, так как сбойка неподготовленной скважины с затопленными выработками даже при небольшом давлении воды может привести к размыву скважины и прорыву значительного количества воды в действующие выработки. Водоспускные скважины должны проходиться небольшой длины, не более 60-70 м. Если мягкий уголь не позволяет проходить скважины необходимой длины (скважины зажимаются или промывкой выносится значительное количество угля, что влечет за сооой образование каверн), то бурятся скважины длиной 20 м.

По окончании работ по спуску воды (то есть, когда приток по скважине не будет превышать нормального для этой шахты притока в горные выработки) составляются акты на ликвидацию водоспускных скважин и заключение. В заключении обосновывается возможность дальнейшего продвижения горных выработок. Если итоги бурения не обеспечивают уверенности в полном спуске воды, необходимо осуществить контрольное бурение или расширение ранее пройденных скважин. К заключению прилагаются копии актов на ликвидацию скважин и выкопировка из плана горных работ с нанесением пройденных скважин и установленного бурением положения затопленных горных выработок.

Осушительные скважины документируются аналогично скважинам для спуска леса, электрического кабеля и др.

Для осушения шахтных полей применяются водопонижающие и поглощающие скважины, а также сквозные фильтры и трубчатые водопонижающие колодцы /2,17,155/.

Конечный диаметр водопонижающих скважин зависит, главным образом, от диаметра насоса, которым предполагается откачивать воду. Применяемые насосы имеют диаметры от 125 до 378 мм. В соответствии с этим конечные диаметры скважин в устойчивых породах колеблются от 175 до 425 мм. В водоносных горизонтах, представленных мелкозернистыми песками, необходимо устанавливать фильтры и конечный диаметр скважин возрастает до 300-625 мм.

Поглощающие скважины предназначены для дренирования верхних горизонтов и сброса дренажных вод в нижние. Диаметр скважин в поглощающем водоносном горизонте обычно не менее 89 мм. Диаметр скважины в осушаемом водоносном горизонте определяется диаметром фильтра. Для перфорированной трубы он может быть принят равным 89 мм (отпадает необходимость опускать в скважину насос).

Сквозные фильтры - это скважины, пробуренные с поверхности в штрек и оборудованные на интервале водоносных горизонтов фильтрами, благодаря чему вода из них стекает в штрек. Сквозные фильтры закладываются для осушения водоносных горизонтов, залегающих на значительной высоте над штреком, когда они недоступны для забивных фильтров и восстающих скважин. Конечный диаметр скважин 89-125 мм. Диаметр скважин в интервале осушаемых водоносных горизонтов должен быть не менее 150 мм.

Скважины - сквозной фильтр. Эти скважины бурятся с поверхности в непосредственной близости от штрека. Вначале они работают как водопонижающие, обеспечивая понижение уровня воды до размеров, безопасных для проведения выработки. При подходе штрека к скважине работающая в ней насосная установка демонтируется, скважина добуривается диаметром 89 мм до горизонта штрека крепится обсад-

ными трубами. Забой скважины вскрывается штреком и вода стекает в штрек, превращая, таким образом, водопонижающую скважину в сквозной фильтр.

Забивным фильтром называется фильтровая колонна малого диаметра, служащая для дренажа надугольных и подугольных водоносных горизонтов. Длина забивных фильтров обычно не превышает 15 м, они закладываются в водоносные горизонты, залегающие на небольших расстояниях от подошвы и кровли выработки. Диаметры забивных фильтров принимаются 25-50 мм.

В Подмосковном бассейне, где месторождения сильно обводнены, забивные фильтры ставятся по выработкам через 10 м для осушения обводнённой толщи. Для лучшей работы забивных фильтров и увеличения их дебита через 100-150 м ставятся аэрирующие скважины.

Трубчатые водопонижающие колодцы представляют собой скважины, пробуренные из штреков в подугольные водоносные горизонты. Скважины обсаживаются различного рода фильтровыми колоннами. Диаметры фильтровых колонн, в зависимости от опускаемого в колодец насоса, принимаются от 168 мм до 273 мм, а диаметры бурения соответственно для фильтров без гравийной засыпки от 219 до 324 мм, для остальных фильтров от 273 до 425 мм.

Все скважины и фильтры наносятся на план горных работ масштаба 1:2000, пополняемый ежемесячно.

Документация осушительных скважин производится в журналах наблюдений за уровнями воды в гидронаблюдательных скважинах и в журналах наблюдений за дебитом осушающих скважин.

Дегазационные скважины широко применяются на шахтах, опасных по газу (III категории и сверхкатегорных), а также опасных по внезапным выбросам и суфлярам. Пробуренные скважины оборудуются устройствами для замера основных показателей работы скважины (дебит, разрежение или давление и концентрация метана). Эти данные заносятся в журнал учета работы дегазационных скважин /48/.

ГЛАВА 3

ИЗУЧЕНИЕ РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ

§ I. РАСПОЗНАВАНИЕ И ДОКУМЕНТАЦИЯ РАЗРЫВНОГО СМЕЩЕНИЯ В ГОРНОЙ ВЫРАБОТКЕ

Горные выработки, проходимые по пласту угля, сохраняя прежнее направление, часто переходят из угля в породу. В месторождениях с широким развитием разрывной тектоники потеря пласта в большинстве случаев обусловлена встречей разрывного нарушения со смещением пласта за пределы сечения горной выработки. Однако имеются и другие причины, обусловливающие выход горной выработки из угольного пласта. Наиболее простой и досадной причиной этого является изменение элементов залегания пласта, вследствие чего горная выработка, проходимая по пласту угля, врезается в породы кровли или почвы пласта. Потеря угольного пласта может быть обусловлена также встречей размыва, пережима, выклинивания угольного пласта и др.

О наличии разрывного смещения можно заключить на основании следующих признаков:

I) смещение кровли или почвы угольного пласта.

Если кровля или почва угольного пласта параллельно смещены на некоторое расстояние относительно прежнего положения, то можно предполагать наличие разрывного смещения. Аналогичное расположение указанных плоскостей может быть и при складчатом нарушении пласта. Чтобы окончательно выявить характер нарушения, необходимо проследить поведение пласта между точками, в которых наблюдается указанное смещение. При складчатом нарушении сохраняется сплошность пласта, но изменяются его элементы залегания;

при разрывном нарушении элементы залегания остаются прежними, а сплошность пласта нарушается сместителем.

2) Появление в угле клина породы при увеличении общей мощности угольного пласта.

В забое горной выработки, проходимой по угольному пласту, иногда появляется клин пород, ширина которого по мере проходки увеличивается. Перед встречей породного клина мощность пласта значительно увеличивается. Эти признаки указывают на встречу разрывного смещения с перекрытием (рис.103).

3) Уменьшение мощности пласта, иногда до полного выклинивания.

Уменьшение мощности угольного пласта по мере продвижения горной выработки может указывать на срез пласта сместителем. Однако, уменьшение угольной части забоя может происходить и вследствие наличия других нарушений (размыв,выклинивание и др.).

4) Внезапная смена угля породой.

Если в горной выработке, проходимой по угольному пласту, не наблюдалось изменений элементов залегания, но забой вошел в породу,это свидетельствует о встрече поперечного разрывного смещения.

5) Изменение состава пород со стороны кровли или почвы угольного пласта.

При выдержанном залегании боковых пород изменение их состава (в кровле или почве) может указывать на встречу разрывного нарушения.

6) Резкое изменение элементов залегания угольного пласта.

Значительное изменение простирания и угла падения угольного пласта и боковых пород, появление гофрировки угля и мелкой складчатости глинистых пород может служить предвестником разрывного смещения.

7) Изменение механических свойств и структуры угля и боковых пород.

Интенсивная трещиноватость, раздавливание, перемятость угля и пород, перемин породных прослойков часто сопутствуют разрывному нарушению

8) Наличие трещины, заполненной перетертым обломочным материалом.

Трещины, заполненные перетертым обломочным материалом, чаще всего являются трещинами смещения. Однако в некоторых случаях сместители не имеют разрывной зоны и, проходя в угле, бывают слабо выражены.

9) Следы скольжения на стенках трещин.

Во всех угольных месторождениях на плоскостях разрывных нарушений имеются следы скольжения, наиболее четко выраженные в аргиллите и алевролите. Многими исследователями этот факт считается бесспорным доказательством наличия разрывного смещения, несмотря на то, что подобные следы характерны почти для всех трещин сильно дислоцированных месторождений.

IO) Наличие контакта угля и породы, ограничивающего слоистость.

Основным элементом разрывного нарушения является сместитель-трещина, приводящая в соприкосновение породы висячего и лежачего крыльев разрыва. Эта трещина срезает горные породы, что видно прежде всего при наблюдении слоистости, которая возле сместителя прерывается. При встрече разрыва горной выработкой мы чаще всего наблюдаем тектонический контакт угля и породы, по которому слоистость угля и слоистость породы срезается. Сочетание этого признака с любым из вышеуказанных является достаточно надёжным признаком распознавания разрывного смещения.

Обычно разрывное нарушение угольного пласта проявляется следующим образом. По мере проходки горной выработки присечка породы с одной стороны забоя увеличивается, а мощность угля уменьшается. При дальнейшей проходке выработка полным сечением входит в породу. Присекаемая порода отличается по составу от пород, вскрываемой выработкой до уменьшения мощности угольного пласта. Элементы залегания контакта угля с породой отличаются от элементов залегания слоистости угольного пласта; указанный контакт срезает слоистость как угля, так и породы. Вдоль контакта можно обнаружить трещину, иногда заполненную перетертым углем или измельчённой породой. На поверхности трещины (со стороны породы) часто наблюдаются следы скольжения, вытянутые в одном направлении.

Документацию разрывного нарушения в горной выработке необходимо производить следующим образом:

1) произвести необходимые замеры для нанесения точки наблюдения на план горных выработок;
2) по признакам, описанным выше, определить наличие разрывного смещения и зафиксировать эти признаки на зарисовке и в описании;
3) составить два разреза изучаемого участка, например, по забою и в горизонтальном сечении на уровне половины высоты выработки; по забою и по стенке выработки; по обеим стенкам выработки (рис.85,90,91).
4) зафиксировать элементы залегания сместителя и пород в лежачем и висячем крыльях, мощность и состав материала зоны разрыва, угол скольжения γ , амплитуду смещения (если она видна);
5) изучить и зафиксировать все детали строения и признаки, указывающие на направление и знак смещения. Эти признаки подробно описаны в следующем параграфе.

Определение контакта между углем и породой и изображение его конфигурации на зарисовке является одним из необходимых элементов геологической документации горной выработки. Но этого совершенно недостаточно для полной и правильной документации, особенно в том случае, когда указанный контакт не прямолинеен, а мощность угольного пласта не остается постоянной. В этом легко убедиться рассмотрев рис.102. Вместо ярко выраженных разрывных нарушений неопытный геолог изобразил причудливые контуры угольного пласта. Используя описанные выше признаки, в частности признаки 10,2,6, можно было не допустить такой грубой ошибки при документации.

§ 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ СМЕЩЕННОЙ ЧАСТИ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА

Определение положения смещенной части угольного пласта, особенно в условиях сложной тектоники, является одной из трудных и ответственных работ шахтного геолога. Неправильно заданные на смещенный пласт выработки вызывает непроизводительные затраты на их проходку и задержку в подготовке выемочных участков.

Рассматриваемая задача подразделяется на две части: на прогноз направления смещения, т.е. определение, в каком направлении относительно горной выработки, встретившей разрыв, находится за сместителем продолжение угольного пласта; на определение амплитуды смещения в одном из удобных направления для вскрытия пласта горной выработкой. Первая часть задачи решается по ряду признаков, выявляемых в процессе изучения сместителя, крыльев нарушения (пород примыкающих к сместителю), участка пород, окружающего разрывное нарушение, а также на основании геометрических особенностей типичных разрывных нарушений. Вторая часть задачи в большинстве случаев решается с помощью разведочных выработок,

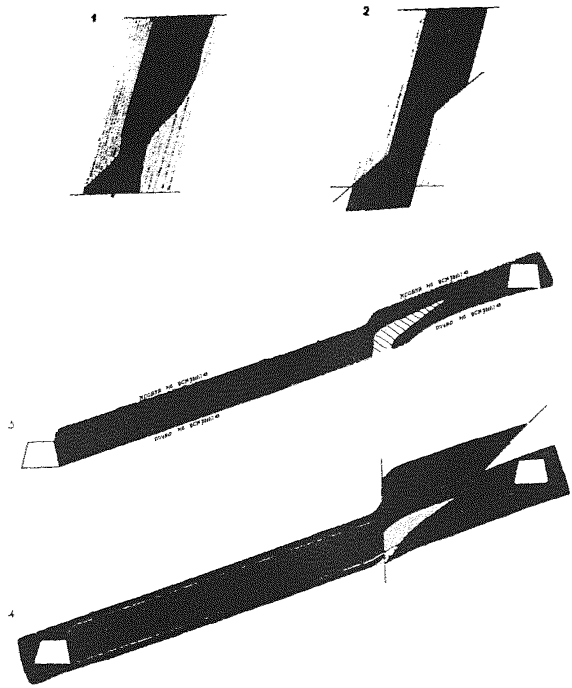


Рис.102 Различные представления о характере нарушений угольного пласта:

1,3 - неправильные
2,4 - правильные

2 - отдвиг,
4 - сброс и надвиг

преимущественно скважин, задаваемых на основании прогноза о положении смещенного пласта.

Необходимо подчеркнуть, что при определении направления смещения следует пользоваться не одним признаком, а суммой признаков, указывающих на направление смещения, знак смещения или тип разрывного нарушения. Эти признаки описаны ниже в порядке, соответствующем стадиям изучения разрывного нарушения.

I. ИЗУЧЕНИЕ СМЕСТИТЕЛЯ

Сместитель, как и всякая трещина, имеет стенки и полость. Если полость заполнена перетертыми породами ее называют зоной разрывного нарушения или зоной разрыва. Мощность зоны разрыва при прочих равных условиях (одинаковом типе разрыва, одинаковой ориентировке сместителей и т.п.) изменяется пропорционально амплитуде перемещения, поэтому чем больше мощность зоны разрыва, тем больше амплитуда смещения (п.I)[x] Сместитель обычно имеет изогнутую форму, однако, изгибы могут иметь разную кривизну, в в связи с чем различают сместители с выдержанными элементами залегания и сместители с резкими изгибами. Первые более характерны для надвиговых (п.2), вторые (рис.I04) - для отдвиговых разрывов (п.3). Изгиб сместителя, сопровождающийся изгибом пласта; что чаще можно наблюдать в вертикальном разреве, указывает на надвиговый характер смещения (п.4).

У разрывов с криволинейными сместителями мощность полости (зоны) разрыва изменяется в значительных пределах, при этом раздувы зоны разрыва у сбросовых нарушений приурочиваются к участкам крутого падения сместителя (п.5), а у взбросовых нарушений (в т.ч.у отдвигов) - к участкам пологого падения (п.6) /80/.

---

x) п. I, п.2 ... номер признака, или способа, помогающего определить направление смещения, амплитуду или тип разрыва.

В зависимости от состава пород, скорости и направления движения крыльев, кривизны сместителя, величины и крепости обломков зоны разрыва, на стенках сместителя образуются следы перемещения, которые имеют разную форму и размеры и меняются от хорошо отшлифованных участков - зеркал скольжения с отдельными царапинами - до глубоких борозд и широких желобов. Общим свойством указанных следов является их вытянутая форма, что даже при слабой выраженности последних создает картину линейности, которую обычно называют следами скольжения (рис.105). Стенки сместителя являются поверхностями, ограничивающими зону разрыва и представляют собой срез более или менее монолитных пород крыльев разрывного нарушения, на котором запечатлелись следы перемещения крыльев. Следы скольжения лучше наблюдать на стенке сместителя, представленной породой, а не углем, т.к. при расчистке стенки уголь обычно распадается на куски. Документация следов скольжения производится следующим образом. На стенке сместителя с помощью горного компаса определяется линия простирания сместителя, которая прочерчивается металлической иглой или карандашом. Угол скольжения γ, отсчитываемый от направления простирания сместителя до восстания следов скольжения, измеряется транспортиром. Угол γ изменяется от 0 до 180^0. Если имеется возможность определить направление движения вдоль следов скольжения, то при перемещении висячего крыла вверх углу γ придается знак (+), а при перемещении вниз - знак (-) (рис.33).

Известны следующие признаки, указывающие направление движения соседнего крыла разрыва вдоль следов скольжения:

а) ступенчатость стенки сместителя по направлению в глубь породы (п.7, рис.105, 106-I). Ступеньки (уступы) образуются от пересечения близко расположенных плоскостей скольжения параллельных сместителю с оперяющими трещинами /5/;

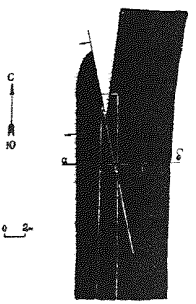


Рис.103 Встреча выработкой клина породы - признак разрывного нарушения с перекрытием пласта.

Штрек по пласту Лутугинскому, шахта № 5-6, Прокопьевское месторождение, Кузбасс



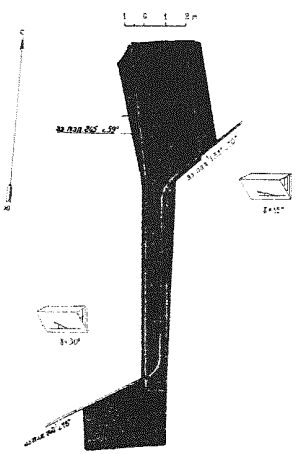


Рис.104 S - образное разрывное нарушение.

Штрек по пласту Ш Внутреннему, шахта "Коксовая I", Прокопьевское месторождение, Кузбасс.

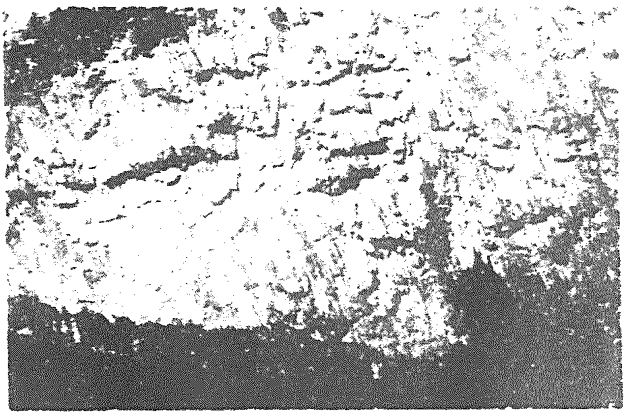


Рис.105 Следы перемещения на смесителе сбросового нарушения. Карьер "Северный", Черемховский район.

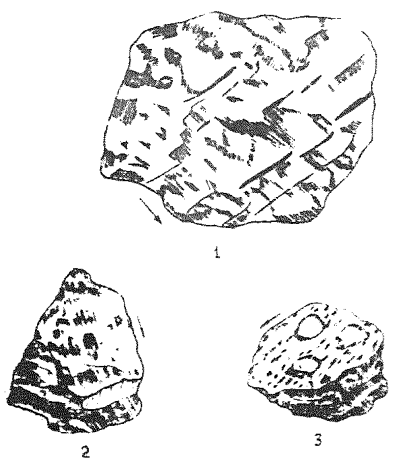


Рис.106 Следы перемещения на плоскости смесителя I - уступы, 2 - выбоины, 3 - растертые минеральные зерна. Стрелка показывает направление движения соседнего крыла.

б) уменьшение ширины и глубины борозд и выбоин скольжения (п.8, рис.106-2), связанное с истиранием обломков зоны разрыва, наносящих следы скольжения на стенке сместителя /76/;

в) изменение рельефа и очертаний минеральных зерен. Зерна сравнительно мягких минералов (кальцита, каолинита), содержащихся в породе или образующихся при возникновении разрывного нарушения, при движении крыльев растираются и прибретают своеобразную форму: с одного края зерно имеет прямолинейное очертание, а с другой-волнистое, зубчатое (рис. 106-3). В сторону зубчатого края высота зерна уменьшается, что можно наблюдать с помощью бинокулярной лупы (п.8). Движение соседнего крыла происходит в сторону волнистого края минерального зерна (п.9) /77/.

Если следы перемещения хорошо выражены, то направление на смещенную часть пласта легко определить непосредственно в забое горной выработки. Для этого на плоскости сместителя прочерчивают линию её скрещения с угольным пластом (или любым слоем в известном крыле) и направление перемещения, определенное по признакам 7,8,9. Направление на смещенную часть ℓ определяется (рис.107) руководствуясь тем, что пласт смещен по сместителю в сторону, противоположную направлению перемещения соседнего крыла (R).

Изучение состава перетёртых пород зоны разрыва также может оказать помощь при поисках смещенной части угольного пласта.

Если уголь не сильно перемешан с обломками пород, то в зоне разрыва удается наблюдать "хвост" или "проводник" угля (рис.108). Естественно, что проводник угля располагается только по одну сторону угольного пласта и указывает направление, в котором смещен пласт другого крыла разрыва (п.10).

В том случае, когда в зоне разрыва уголь сильно перемешан с обломками пород и проводника угля нет, целесообразно отобрать про-

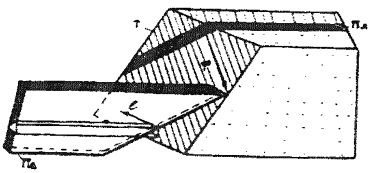


Рис.I07 Определение направления на смещенную часть пласта.
Т - сместитель,
$П_л$ - пласт в лежачем крыле,
$П_в$ - пласт в висячем крыле смещения (по которому пройден штрек),
R - направление перемещения,
ℓ - направление на смещенный пласт

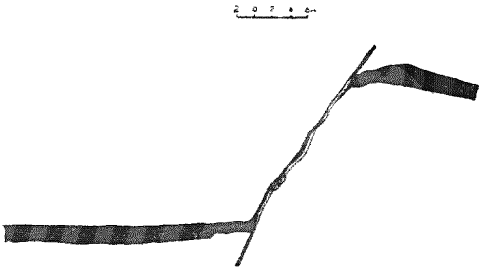


Рис.I08 "Проводник"угля в трещине смещения.
Разрывное нарушение по пласту $С_2$, шахта № I, Сучанский район.

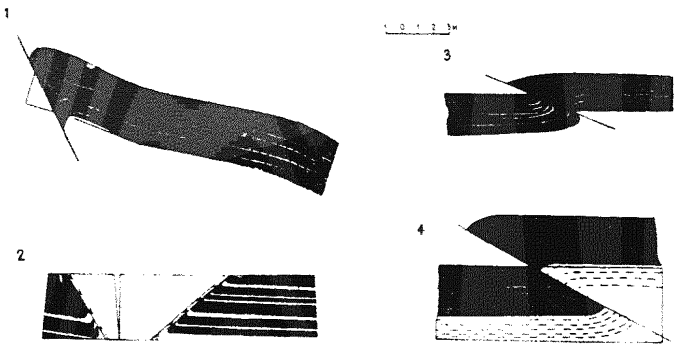


Рис.I09 Подгибы пласта у сместителей надвиговых нарушений, задокументированные в штреках.
I - пласт Феликс, шахта № I7-бис, Карагандинский бассейн;
2 - пласт П, Воркутское месторождение;
3 - пласт $П_{I4+I3+I2}$, шахта № 27, Воркутское месторождение;
4 - Пласт $П_{II}$, шахта № 27, Воркутское месторождение.

бы материала из зоны разрыва на возможно большей площади и определить их зольность /80/. Изолинии содержания золы покажут направление максимального возрастания зольности, т.е. направление смещения второго крыла разрыва (п.II).

Аналогичным способом можно попытаться выявить направление смещения с помощью спектрального анализа проб обломочного материала на содержание компонентов, характерных для известных слоев пород, близко расположенных к интересующему нас угольному пласту /I08/.

2. ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПОРОД, ПРИМЫКАЮЩИХ К СМЕСТИТЕЛЮ

Под действием напряжений, вызвавших образование разрывного нарушения, а также напряжений, возникающих при движении его крыльев, в породах и особенно в угольном пласте, примыкающих к сместителю, происходят значительные изменения. Некоторые из них несут на себе отпечаток направленности движения крыльев и могут быть использованы для прогноза смещенной части угольного пласта.

Изменение залегания пород возле сместителя. В результате движения крыльев разрыва породы возле сместителя часто приобретают изгиб, называемый подгибом волочения. Подгибы волочения проявляются в одном или обоих крыльях разрыва, а в некоторых случаях не образуются совсем. В большинстве случаев подгибы волочения соответствуют направлению на смещенную часть угольного пласта(п.I2). Наиболее ярко подгибы волочения проявляются у надвигов нарушений (рис.I09). Они обычно связаны с тектоническими напряжениями σ_3, расположенными под небольшим углом к напластованию.

Вблизи некоторых надвигов угольный пласт у сместителя образует не один, а два изгиба (складку), в этом случае направлению на смещенный пласт соответствует первый изгиб пласта, не имеющий контакта со сместителем (п.I3, рис.II0-I).

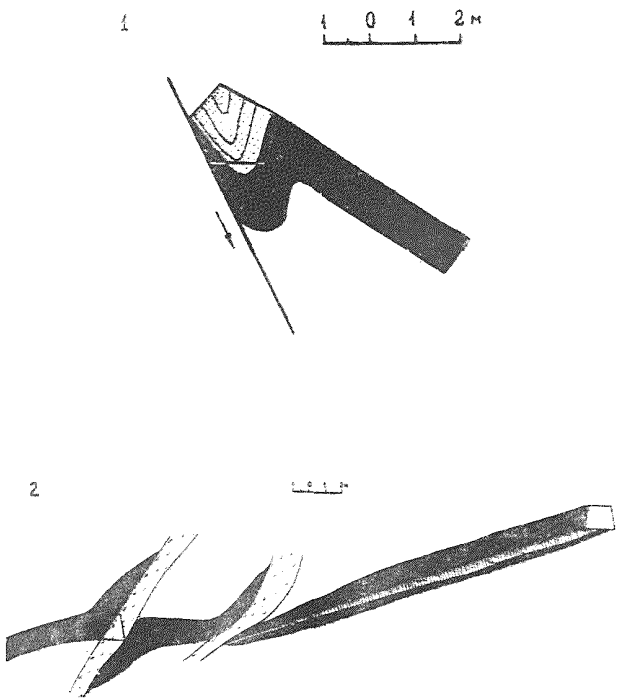


Рис.110 Подгибы пластов возле сместителей надвигов, обращенные в сторону, обратную смещению пласта.

1 - складка волочения по пласту Десятому, шахта № 5, Анжерский район, Кузбасс;

2 - подгибы у сместителей с мощной зоной разрыва по пласту Максимовскому, шахта "Комсомолец", Ленинский район, Кузбасс

Отдвиговые разрывные нарушения имеют подгибы волочения небольшой кривизны (рис.III,II3-I). У этого типа разрывов довольно часто наблюдаются изгибы пласта, направленные в сторону, противоположную смещенному пласту, такие изгибы можно назвать отгибами. Отгибы связаны с напряжениями σ_3, ориентированными относительно плоскости пласта под значительным углом (рис.II2). Отгибы, проявляющиеся в резком изменении залегания угольного пласта близ сместителя, являются признаком сброса или отдвига (п.I4).

Если разрывное смещение пересекает изогнутый пласт, например, вблизи замковой части складки, то на одном горизонте в разных крыльях смещения породы будут иметь разный угол падения. По разнице в углах падения слоев, разделенных сместителем, в вертикальном разрезе можно установить тип разрыва (п.I5).

Изменение мощности угольного пласта возле сместителя. Угольный пласт, отличающийся от вмещающих горных пород меньшей прочностью, является своеобразным индикатором тектонических напряжений. На участках разрывных нарушений, где концентрируются напряжения, угольный пласт нередко изменяет свою мощность и строение. Если учесть, что надвиговые разрывы образуются преимущественно при действии максимальных сжимающих напряжений в направлении, близком к напластованию, а отдвиговые разрывы - в направлении, близком к нормали напластования, то станут понятными наблюдаемые в угольных пластах деформации. Возле отдвиговых разрывных нарушений мощность угольного пласта уменьшается с приближением к сместителю (рис.II3-I а,б,в); в некоторых случаях, например, в Кизеловском бассейне угольный пласт выклинивается возле сместителя или даже на некотором расстоянии до него (рис.II3-2 б-з).

Подобных явлений близ надвиговых нарушений не наблюдается.

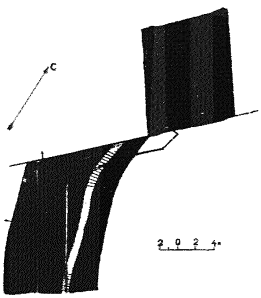


Рис.III Определение направления на смещённую часть пласта по подгибу. Отдвиговое смещение по пласту Горелому шахты им.Калинина. Прокопьевское месторождение Кузбасса

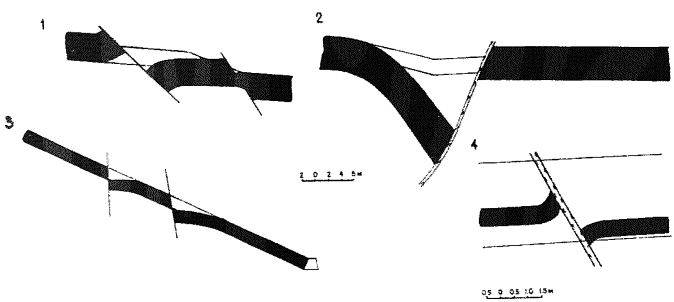


Рис.II2 "Отгибы" угольных пластов возле сместителей отдвиговых (сбросовых) нарушений.

1. Пласт Феликс шахты № 22. Карагандинский бассейн.
2. Пласт $К_{18}$ шахты № 6-7. Карагандинский бассейн.
3. Пласт I0 шахты "Пионерка". Кузбасс.
4. Пласт h_8 шахты "Мушкетовская-вертикальная". Донбасс.

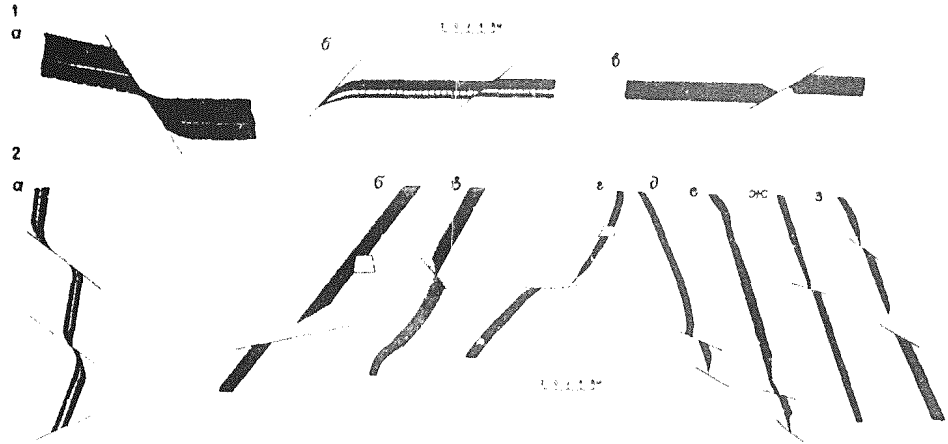


Рис.113 Уменьшение мощности угольных пластов возле смесителей

1 - Сбросы: а- пласт Мощный шахты № 20, Воркутское месторождение
б- пласт $h_м$ шахты № 28 бис, Донбасс,
в- пласт IУ шахты "Капитальная I". Воркутское месторождение.

2 - Отдвиги: а- пласт $К_8$ шахта им.Мельникова, Донбасс,
б-з- пласт № 13, Кизеловский бассейн,
б,в,г- на шахте № 65 Капитальная,
д- на шахте Гремячинская I,
е,ж,з- на шахте № 2 Скальная

Таким образом, уменьшение мощности и выклинивание угольного пласта с приближением к сместителю указывает на отдвиговый характер разрыва (п.I6).

При надвиговых разрывах на участках близких к сместителю иногда наблюдается гофрировка угля и глинистых пород (п.I7), свидетельствующая о направлении сжатия вдоль угольного пласта (рис.II4).

Оперяющие трещины. Под влиянием встречного движения крыльев в породах, примыкающих к сместителю, возникает пара сил, которая вызывает образование двух систем трещин скалывания и одной системы отрыва, расположенных определенным образом относительно направления движения крыльев (рис.II5). Особенно характерными являются трещины отрыва, которые часто бывают заполнены минеральными образованиями (кальцит,кварц). Они располагаются вблизи стенки сместителя и образуют с ней острый угол, с вершиной обращенной в сторону движения крыла, в котором обнаружены эти трещины (п.I8). Линии пересечения оперяющих трещин со сместителем перпендикулярны направлению перемещения (рис.II5).

Определение стратиграфического положения слоев, вскрытых в смещенном крыле. В горной выработке или в разведочной скважине, вошедшей в смещенное крыло, т.е. в породы,расположенные за встреченным сместителем, могут быть опознаны слои, положение которых известно в стратиграфическом разрезе шахтного поля. Это дает возможность выяснить расположение искомого угольного пласта относительно опознанного слоя, что позводяет определить как направление на смещенный пласт, так и расстояние до него.

Если за сместителем обнаружен маркирующий слой, т.е. слой породы, имеющий особые, характерные только для него состав и свойства, например, слой угля (рис.II6), конгломерата, гравелита.

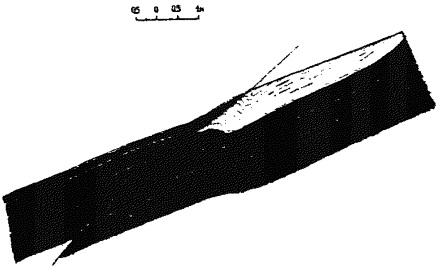


Рис.II4 Плойчатость слоёв угля и породы возле сместителя надвига. Шахта № 27 Воркутского месторождения

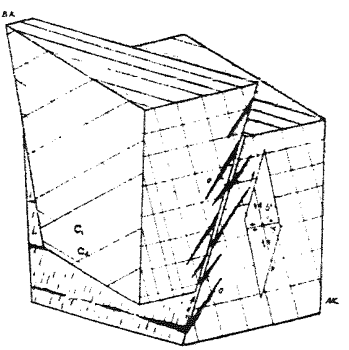


Рис.II5 Оперяющие трещины возле сместителя.

Т - сместитель, лк - лежачее крыло, вк - висячее крыло разрывного нарушения,

σ_3 - ось максимальных, σ_1 - минимальных сжимающих напряжений,

C_1 и C_2 - сколовые трещины, о - отрывные трещины.

Острый угол между сместителем и отрывной трещиной указывает направление движения

включение конкреций, остатки особой фауны и др., то с помощью стратиграфического разреза, в котором имеется и маркирующий слой и интересующий нас угольный пласт, нетрудно определить положение последнего в смещенном крыле (п.19). Так, например, в штреке идущем на север по пласту I, имеющему падение на запад под углом 53^0, встречено поперечное разрывное смещение, за сместителем которого обнаружен слой конгломерата, являющегося для данного месторождения маркирующим. Пользуясь стратиграфическим разрезом определяем, что пласт I расположен ниже слоя конгломерата на 20 м. Это дает возможность сделать заключение о том, что смещенный пласт расположен к востоку от выработки на расстоянии 25 м $\left(\frac{20}{Sin\,53^0}\right)$

Описанный метод поисков смещенного пласта часто называют литологическим, но более правильно называть его стратиграфическим методом /80/.

Наиболее распространенным случаем использования стратиграфического метода для определения смещенного пласта является сравнение участка нормального разреза пород, вскрытого за сместителем, с нормальным разрезом пород по квершлагу или другой вскрывающей выработке, которые пройдены до сместителя и включают интересующий нас пласт (п.20).

При сравнении разрезов следует обращать внимание на сходство литологического состава, мощность слоев, их последовательность. Полезно производить непосредственное сравнение образцов пород из предполагаемых одноименных слоев. После определения группы слоев пород, встреченных в смещенном крыле, в разрезе квершлага легко определить местоположение смещенного угольного пласта.

Стратиграфический метод определения направления и особенно

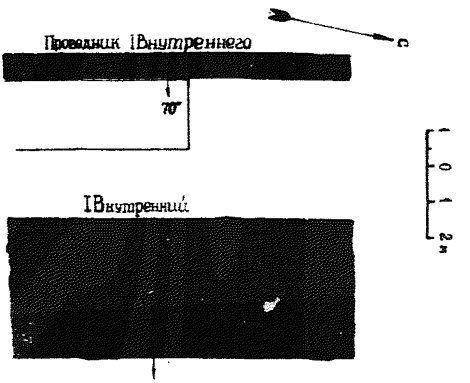


Рис.II6 Определение положения смещенной части пласта с помощью стратиграфического метода (по маркирующему слою). Пласт I Внутренний шахты "Коксовая I" имеет в почве пласт-проводник. Прокопьевское месторождение Кузбасса

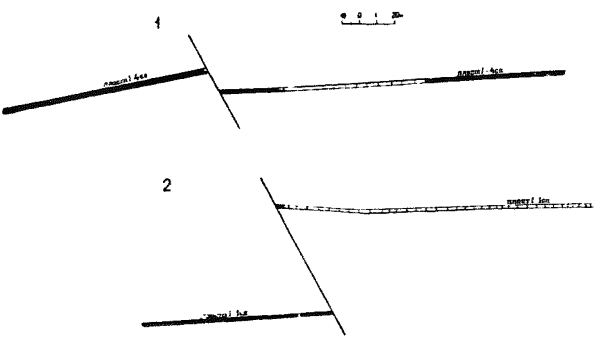


Рис.II7 Определение положения смещённой части пласта по данным маркшейдерской съёмки горных выработок. Шахты № 41 и № 204 Копейского месторождения Челябинского бассейна

амплитуды смещения дает лучшие результаты на месторождениях с выдержанным составом слоев

Разновидностью применения стратиграфического метода является определение расположения угольного пласта или пропластка, встреченного за сместителем, относительно интересующего нас угольного пласта по выходу летучих веществ (V^r), учитывая, что пласты угля, находящиеся выше в стратиграфическом разрезе содержат, как правило, больше летучих, чем нижележащие пласты (п.2I).

Сравнение количества летучих необходимо производить по полублестящему углю. Вследствие значительной величины ступени метаморфизма рассматриваемый признак может быть использован только для крупно-амплитудных разрывных смещений.

3. УВЯЗКА ВСТРЕЧЕННОГО НАРУШЕНИЯ С РАЗРЫВАМИ, ИЗУЧЕННЫМИ В СОСЕДНИХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ

Каждое встреченное разрывное нарушение наносится на план горных выработок соответствующего угольного пласта (горизонтальную или вертикальную проекцию пласта). Из точки, где встречено нарушение, проводится линия скрещения его сместителя с пластом (линия обреза пласта). Если на продолжении линии обреза на плане горных выработок имеется линия обреза с близкой ориентировкой, то необходимо проверить, не принадлежат ли обе линии обреза одному и тому же смещению. Для этого нужно сравнить элементы залегания сместителей. Совпадение элементов залегания сместителей встреченного и изученного ранее разрывов или небольшая разница между ними дает основание объединить эти нарушения и тем выяснить характер встреченного разрыва (п.22).

При отсутствии на данном пласте разрывов, имеющих близкие элементы залегания со встреченным разрывным смещением, необходи-

но установить, не распространяется ли оно на вышележащий или нижележащий угольный пласт.

Для этого совмещают копии планов горных выработок соседних пластов, выполненные на кальке, и сравнивают линии обреза пластов нарушениями. Если линии скрещения на соседних пластах параллельны и расположены в соответствии с простиранием сместителя встреченного нарушения, то при близких элементах залегания сместителей такие нарушения можно объединить. Как и в предыдущем случае, по известному смещению пласта в изученной части нарушения определяется положение смещенного пласта на другом участке.

Когда в соседних горных выработках и на соседних пластах не удается обнаружить продолжение встреченного нарушения, вопрос о поисках смещенной части нужно решать другими способами. Но если эти выработки находятся на небольшом расстоянии от места встречи нарушения, то можно достаточно уверенно заключить о небольшой его амплитуде, что также ценно.

Во многих случаях положение смещенной части пласта может быть установлено при построении разрезов по данным маркшейдерской съёмки горных выработок (рис.117). При пологом и наклонном залегании разрезы целесообразно строить вкрест линии скрещения, при крутом падении - вкрест простирания пласта. Пространственное положение угольных пластов, определенное горными выработками или скважинами, помогает не только установить положение пласта за сместителем (п.23), но иногда и выявить другое еще не встреченное разрывное смещение.

Учитывая выдержанность стратиграфического положения угольных пластов, которая наблюдается в большинстве каменноугольных бассейнов, при построении вертикальных разрезов и горизонтальных сечений следует обращать внимание на изменение нормального

расстояния между известными пластами угля. Уменьшение нормального расстояния между пластами свидетельствует о том, что между ними проходит сместитель разрывного нарушения отдвигового характера (п.24); увеличение нормального расстояния между пластами указывает на то, что между ними проходит сместитель разрыва надвигового характера (п.25).

4. ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ УЧАСТКА, НА КОТОРОМ ВСТРЕЧЕНО РАЗРЫВНОЕ НАРУШЕНИЕ

Тектоническое поле напряжений, образовавшее данное разрывное смещение, оказывает воздействие на окружающие его горные породы и угольные пласты, вызывая в них значительные деформации. Изучая деформации угольного пласта на участках вблизи встреченного разрыва, также расположение последнего относительно соседних разрывных смещений и складчатых форм во многих случаях можно определить характер интересующего нас смещения.

Изменение морфологии угольного пласта. На участках, где максимальные сжимающие тектонические напряжения действуют в направлении близком к нормали напластования, в угольных пластах наблюдаются уступы кровли или почвы (рис.II8), а также пережимы пласта. В этих же условиях образуются и отдвиговые разрывные смещения (отдвиги и сбросы). Поэтому наличие пережимов угольного пласта и уступов вблизи разрывного смещения может указывать на отдвиговый характер этого разрыва (п.26).

Расположение встреченного разрыва относительно соседних разрывных нарушений. Так как тектоническое поле напряжений и состав слоистых пород угольных месторождений имеют выдержанный характер в определенном объёме горных пород одновременно образуется группа однотипных разрывных смещений. При этом могут образоваться не только одна, но и две системы разрывов. В связи с этим каждое встреченное горной выработкой смещение можно рассматривать как

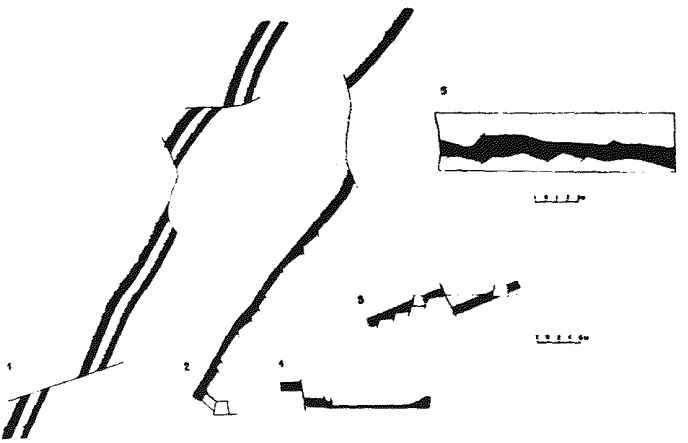


Рис.II8 Отдвиговые разрывные нарушения.
I - с изогнутым смесителем (пласты 9 и II, шахта № 2 Капитальная, Кизеловский бассейн);
2-5- сопровождаемые ступенчатостью кровли или почвы пласта (2,3,4-пласт I3 на шахтах Кизеловского бассейна, 5-пласт O_I на шахте Воркутского месторождения)

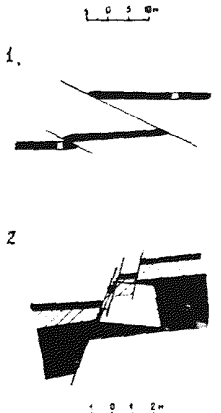


Рис.II9 Определение формы разрывного нарушения по микронарушениям-спутникам.
I -Надвиги по пласту Четвертому, шахта № 40, Воркутское месторождение;
2 -сбросы по пласту Десятому, шахты № 5-7, Анжерский район, Кузбасс

член одной или двух сопряженных систем разрывных смещений. Если слои пород, находящиеся на одном крыле складки, пересекаются одной системой разрывов, то образуется ступенчатая (при отдвигах и сбросах), или чешуйчатая (при надвигах и поддвигах) структура (рис.49-I,50-I,46). Если эти слои пересекаются двумя системами сопряжённых разрывов, то образуется клиновая структура с перекрытием или зиянием пластов (рис.49-2,3 и 50-2). Поэтому для расшифровки встреченного разрыва часто бывает достаточно отнести его к одной из систем имеющихся подвижности разрывных смещений. Принадлежность разрывного нарушения к той или иной системе разрывов, у которых известен знак смещения, может быть установлена по элементам залегания сместителя и углу скольжения (п.27). Этот же признак применим и для случая, когда на небольшом расстоянии от нерасшифрованного разрыва было встречено мелкоамплитудное разрывное нарушение с параллельным сместителем (рис.II9).

Использование признака 27 более надежно при наличии чешуйчатых и клиновых структур и менее надежно в случае ступенчатой сбросовой структуры участка, т.к. из-за отставания или опережения отдельных блоков по некоторым сместителям иногда образуются вместо сбросовых взбросовые смещения (рис.49-I).

Если элементы залегания встреченного нарушения значительно отличаются от элементов залегания изученного соседнего разрыва, то нужно определить, не являются ли они сопряженными. Для этого необходимо с помощью стереографической сетки произвести построения осей напряжений (рис.44, 45) /77/. Критериями сопряженности разрывных смещений в данном случае являются: расположение следов скольжения в плоскости перпендикулярной оси $б_2$ (линии пересечения сместителей); при отсутствии следов скольжения - соответствие смещения пласта известного разрыва направлению оси максимального

сжатия σ_3 (определенной как биссектриса острого двугранного угла между смесителями); характерное расположение осей σ_2 и σ_3 относительно складчатой структуры или плоскости пласта (σ_3 направлена вкрест простирания складки или пласта, нормально к плоскости пласта, вертикально, по простиранию пласта).

Отнесение встреченного разрывного смещения к сопряженной системе с соседним разрывом дает возможность определить знак и амплитуду смещения встреченного разрыва (п.28).

На основании изучения особенностей сопряженных разрывов можно также рекомендовать следующие признаки для определения знака и амплитуды смещения в интенсивно складчатых месторождениях.

п.25. Если линии простирания соседних смесителей располагаются относительно линии простирания пласта симметрично, то знак и амплитуда этих смещений одинаковым.

п.30. Если σ_2 (линия пересечения смесителей) параллельна простиранию пласта, а двугранный угол между смесителями φ (в пределах которого простирается σ_2) острый, или если σ_2 перпендикулярна простиранию пласта, а угол φ тупой, то разрывные нарушения надвиговые (с перекрытием пласта).

п.31. Если σ_2 перпендикулярна простиранию пласта, а угол φ острый, или σ_2 параллельна простиранию пласта, а угол φ тупой, то разрывные нарушения отдвиговые (с зиянием пласта).

Связь встреченного разрыва с мелкими складками. Общность причин образования разрывных и складчатых нарушений находят отражение в их форме. Разрывным смещениям надвигового типа сопутствуют дополнительные складки с острым углом между крыльями; смещениям отдвигового типа – флексурные складки, у которых угол между крыльями прямой или тупой.

Флексурные складки часто перерастают в разрывы отдвигового (сбросового) характера /I38/. Если на продолжении линии скрещения угольного пласта и сместителя встреченного разрыва имеется флексура, амплитуда которой увеличивается в сторону изучаемого разрыва, то это смещение будет иметь отрицательный знак (зияние пласта, п. 32).

На пластах крутого и наклонного залегания наряду с дополнительными складками довольно часто образуются надвиговые разрывные нарушения, при этом среднее крыло складки и сместитель имеют близкие элементы залегания (п.33).

Вследствие действия сжимающих напряжений в плоскости угольного пласта могут образоваться сопряженные разрывы (надвигового типа) или надвиг (поддвиг), сопряженный с дополнительной складкой (рис.47-2). Осевая плоскость дополнительной складки и плоскость сместителя, сопряженного с ней и сдваивающего пласт, располагаются относительно плоскости пласта симметрично (п.34).

5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ В ГЕОМЕТРИЧЕСКОМ СООТНОШЕНИИ ПЛОСКОСТИ СМЕСТИТЕЛЯ И ПЛОСКОСТИ ПЛАСТА

На основании обобщения материалов по тектонике шахтных полей можно рекомендовать следующие простые признаки для определения знака разрывных нарушений.

п. 35. В большинстве случаев на шахтном поле преобладают разрывы одного типа. Так в Артёмовском и Еманжелинском месторождениях подавляющее большинство разрывов являются сбросами, в Прокопьевском и Сучанском месторождениях - большинство разрывов относится к взбросовому типу (с перемещением висячего крыла вверх).

п. 36. Среди мелкоамплитудных и среднеамплитудных разрывов на угольных месторождениях преобладают отдвиговые смещения (с зиянием пласта).

п. 37. Среди разрывов с двугранным углом $\gamma < 45^0$ преобладают надвиговые смещения, с углом $\gamma > 45^0$ - отдвиговые смещения.

п. 38. Продольные разрывы со сместителем, падающим в ту же сторону как и пласт, но круче него, в подавляющем большинстве случаев являются надвигами (имеют перекрытие пласта) /I95/.

п. 39. Разрывы со сместителем, падающим в ту же сторону, как и пласт, но положе него, чаще имеют отдвиговое смещение.

п. 40. Диагональные разрывы с крутым несогласнопадающим сместителем характеризуются зиянием пласта.

6. РАЗВЕДКА СМЕЩЕННОЙ ЧАСТИ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА

При разведке смещенного пласта производится проверка прогноза направления смещения и уточнение или определение амплитуды разрыва. В том случае, если имеется уверенность в правильном определении направления смещения и ожидается небольшая амплитуда разрыва, разведка ведется горной выработкой. В том случае, когда ожидается значительная амплитуда смещения или нет возможности определить знак смещения, разведка проводится буровыми скважинами. Бурение осуществляется малогабаритными буровыми станками (ГП-I, Х-2) или переоборудованным для кернового бурения колонковым электросверлом.

При разведке смещенного пласта рекомендуется учитывать следующие положения:

а) Перед заложением разведочной выработки нужно определить знак смещения (по признакам, указанным выше) и изобразить разрыв в проекции с числовыми отметками.

б) Скважину следует бурить из горной выработки- вошедшей в породы смещенного крыла.

в) Разведку пластов крутого залегания целесообразно вести горизонтальными скважинами. При ожидаемом положительном знаке смещения (перекрытия пласта) - вкрест простирания пласта (рис.I20-I) при отрицательном знаке смещения (зияния пласта) - в направлении, параллельном сместителю (рис.I20-2).

г) Разведку пластов пологого и наклонного залегания следует проводить наклонными скважинами, которые задаются в вертикальном сечении вкрест простирания линии скрещения. При ожидаемом перекрытии пласта скважину целесообразно бурить по нормали к следу пласта, при зиянии пласта параллельно следу сместителя.

д) При неизвестном знаке смещения производится последовательное бурение скважин сначала в сторону перекрытия, затем (если пласт не подсечен) в сторону зияния пласта (рис.I20-3).

Довольно часто применяемый на шахтах метод разведки смещенного пласта веером скважин (в горизонтальной или вертикальной плоскости) является совершенно нерациональным. На рис.I2I дан пример неправильной разведки, взятый из практики шахтно-геологической службы /79/. Вместо 6 скважин в данном случае можно было пробурить одну скважину (показанную стрелкой) и подсечь угольный пласт.

е) Глубина скважин определяется с учетом ожидаемой амплитуды смещения и расстояний до соседних угольных пластов.

ж) Разрез пород по скважине необходимо сравнить с разрезом по ближайшим вскрывающим выработкам, чтобы определить стратиграфическое положение встреченных скважиной пород и угольных пластов. Это важно для решения вопроса о продолжении бурения и для опознания встреченных пластов угля.

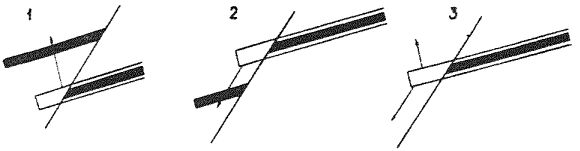


Рис.I20 Схемы расположения разведочных скважин:
I - для ожидаемого перекрытия пласта,
2 - для ожидаемого зияния пласта,
3 - для случая, когда положение смещённой части пласта неизвестно.

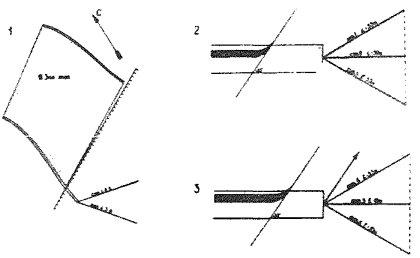


Рис.I2I Пример неправильной разведки смещенной части угольного пласта.
I - вид в плане;
2 - разрез в плоскости скважин I,2,3;
3 - разрез в плоскости скважин 4,5,6.
Стрелкой показано направление правильно заданной разведочной скважины.

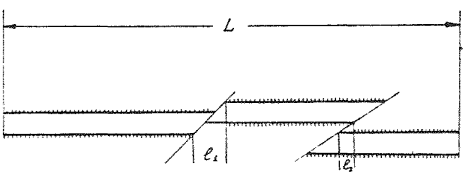


Рис.I22 Схема для определения коэффициента нарушенности
ℓ_1 и ℓ_2 - длина нарушенных участков
L - общая длина пласта.

§ 3. Об оценке нарушенности угольных пластов

Для характеристики степени проявления разрывных нарушений, называемой сокращенно нарушенностью угольных пластов, предлагается использовать следующие коэффициенты:

$$K_1 = \frac{n}{L} \cdot 1000 \quad ,$$

где n – количество сместителей, пересекающих данный пласт;

L – длина изучаемого участка (м)

K_1 равен количеству разрывных нарушений на 1 км простирания угольного пласта

$$K_2 = \frac{\sum \ell}{L} \cdot 100, \quad K_2 = \frac{\sum f}{S} \cdot 100 ,$$

где ℓ, f – длина или площадь участка, пораженного нарушением;

L, S – общая длина или площадь изучаемой части угольного пласта.

Этот коэффициент определяется раздельно для растягивающих (K_2-) и для сдваивающих (K_2+) угольный пласт нарушений и характеризует % уменьшения или увеличения запасов угля на данном участке по сравнению с ненарушенным угольным пластом.

$$K_3 = \frac{\sum F}{S} \cdot 100 ,$$

где F – площадь угольного пласта, примыкающая к нарушению и в которой затруднена выемка угля;

S – площадь изучаемой части угольного пласта.

Этот коэффициент характеризует количество запасов угля, выемка которых затруднена из-за разрывных нарушений.

Коэффициенты K_1 и K_2 могут быть получены как при наличии погоризонтного плана, так и при наличии вертикальной или горизонтальной проекции пласта, K_3 может быть определен только по проекции угольного пласта.

При определении нарушенности по вертикальной или горизонтальной проекции пласта угольный пласт разделяется на горизонтальные полосы высотой 50 м (рис.123). Длина нарушенного участка

для K_1 и K_2 определяется как расстояние между проекциями перехода нормальной мощности угольного пласта к уменьшенной мощности в висячем и лежачем крыле разрывного нарушения (рис.122).

При определении K_3 площади F для пластов пологого и наклонного залегания располагаются параллельно линиям схрещения сместителя и пласта на расстоянии от них 5-20м (в зависимости от устойчивости пород) для пластов крутого залегания где в большинстве случаев, интенсивность разрывных нарушений выше, а проходка диагональных выработок сопряжена с большими трудностями, границы площади F по простиранию пласта следует принимать перпендикулярными линии простирания, а границы по падению - горизонтальными, совпадающими с границами полос высотой $\sim$ 50 м(рис.123).

Разность между коэффициентами K_3 и K_2 до некоторой степени характеризует ожидаемое количество потерь угля (%) из-за геологических причин (нарушений).

Коэффициенты K_2 и K_3 могут быть использованы для характеристики нарушенности пластов не только при наличии разрывных нарушений, но так же при наличии других видов нарушений мощности угольного пласта (размывы, перемычки и др.).

Имея данные о коэффициентах нарушенности, можно сделать выводы о сложности горно-геологических условий на разных шахтах месторождения, на разных крыльях шахтного поля, что имеет значение для определения плана добычи, производительности забоев, проектирования систем разработки, применения щитовой выемки и определения объёма внедрения механизированных крепей.

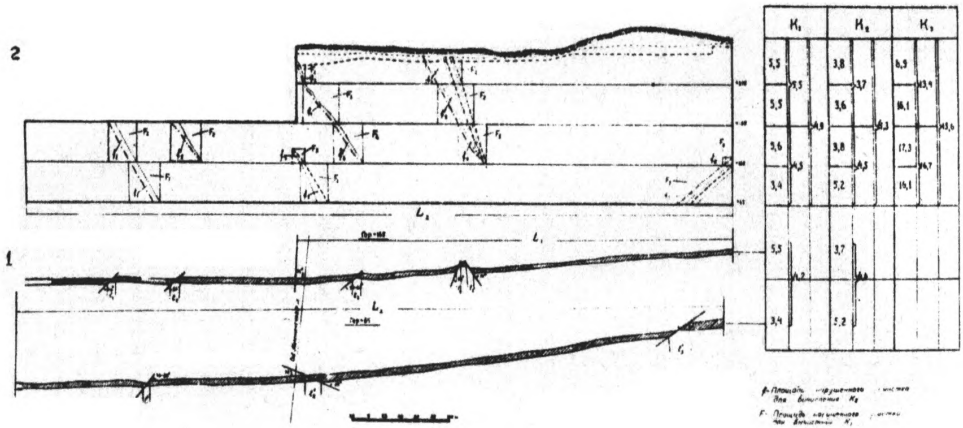


Рис.123 Пример определения коэффициента нарушенности
1 - по горизонтальному сечению;
2 - по вертикальной проекции пласта.

ГЛАВА 4

ИЗУЧЕНИЕ ТРЕЩИНОВАТОСТИ И РАССЛАИВАЕМОСТИ ПОРОД

Методы изучения и оценки трещиноватости пород и угля можно разбить на следующие группы: I) непосредственное изучение трещиноватости в горных выработках и в обнажениях; 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 наибольшее распространение в практике шахтного геолога. Косвенные методы позволяют дать по некоторым производственным показателям работы добычных механизмов, установок грохочения и т.д. общую оценку степени трещиноватости.

§ I. НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ТРЕЩИНОВАТОСТЬЮ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ

Трещиноватость проявляется в виде разрыва сплошности пород разного состава и является внешним выражением тектонической деформации, связанной с особенностями формирования складчатых и разрывных структур. Поэтому методику изучения трещиноватости следует считать частью комплекса исследований строения и свойств пород всего участка.

Трещины в массовом количестве распространены во всех породах. Средние значения ориентировки и количественных показателей трещиноватости можно выявить только по большому количеству данных

Поэтому в основе методики изучения трещиноватости лежат массовые замеры элементов залегания трещин. Вспомогательными являются выборочные ("беглые") замеры трещиноватости.

Для решения поставленных вопросов пункты наблюдения 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, желательно, чтобы пункты наблюдения имели пересекающиеся плоскости обнажения. Необходимо максимально использовать выработки, пройденные по вмещающим породам, с целью изучения трещиноватости этих пород. Следует использовать второстепенные и другие выработки, не закрепленные металлом. Для исключения влияния горного давления на естественную трещиноватость участки замеров желательно располагать в недавно пройденных выработках.

При простом строении участка пункты замера трещиноватости можно располагать через 200 м. При этом участки замеров в лавах каждый раз желательно располагать на разном расстоянии от основного штрека. Для специальных, например, структурных исследований /32/ пункты замера располагаются через 50 м уходки лавы. Перед замером трещиноватости участок необходимо осмотреть с точки зрения безопасности работы, очистить поверхность пункта замера от мешающих кусков и т.д. и измерить длину участка замера. На участке наблюдения отбираются ориентированные штуфы для изучения микроструктур и микротрещиноватости. В случае сложной сети трещин составляется схема трещиноватости документируемого участка.

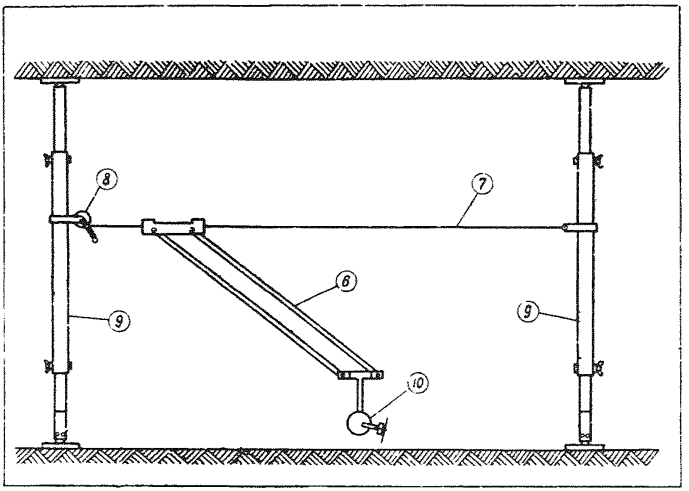
Чтобы определить величину участка замера, необходимо при предварительном осмотре и подготовке участка установить наименьшую частоту трещин. Затем с учетом того, что для достоверной характеристики каждой системы необходимо около 20 замеров трещин, определить протяженность участка замера. Например, при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

При проведении наблюдений нельзя ограничиваться замером одних только элементов залегания трещин. Необходимо также определить видимую длину трещин, их густоту, минерализацию.

В условиях влияния магнитной среды для определения ориентировки трещин можно рекомендовать угломерные способы, разработанные во ВНИМИ. В основе этих способов лежит измерение углов между известными направлениями и определяемыми элементами залегания с помощью специальных угломерных приборов.

Прибор I. Основная часть прибора (рис.I24) - его угломерное устройство, которое состоит из горизонтально располагаемого круга-лимба (I) с уровнем (2), планки с отсчетным индексом (3), вращающейся на одной оси с неподвижным лимбом, к которой прикреплен вертикальный полукруг (4) с пластинкой (5), прикладываемой при замере к плоскости трещины. Это угломерное устройство (рис.I24-2) посредством рамки - параллелограмма (6) свободно перемещается вдоль горизонтально расположенного троса (7), натягиваемого с помощью лебедки (8) между специальными распорными стойками (9) (рис.I24-I). Положение троса определяется относительно створа ближайших маркшейдерских точек. По лимбу отсчитываются углы между направлением падения трещин и направлением троса. Истинные азимуты падения трещин определяются введением "поправки" за направление троса.

1



2

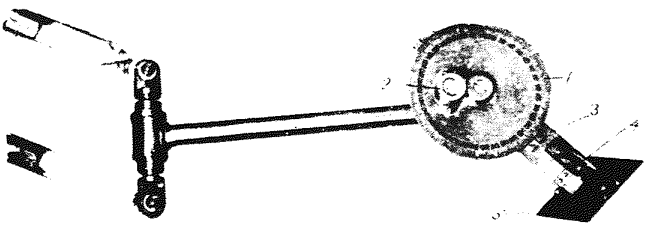


Рис. I24 Угломер А.С.Бабродина и И.С.Гарбера для замера ориентировки трещин в горных выработках с магнитными помехами

I - схема установки
2 - деталь угломерного устройства.

Прибор 2 (рис.I25-I) состоит из оцифрованного круга-лимба (I), неподвижной линейки (4) и линейки-визира (3). Неподвижная относительно лимба линейка снабжена площадкой (5) для прикладывания к плоскости трещины. Линейка-визир вращается на оси и благодаря специальному окну (2) позволяет брать отсчеты углов на лимбе. Эта линейка позволяет измерять угол наклона трещины, а также, визируя вдоль выработки, измерить угол между плоскостью трещин и осью выработки.

Прибор 3 (рис.I25-П) прост по конструкции и используется для измерения двугранных углов между плоскостями трещин и напластования, а также углов между их простираниями.

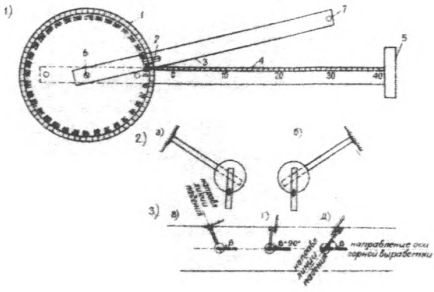
Этот прибор создан во ВНИМИ /I5/ для решения специальных вопросов, когда необходимо знать пространственное соотношение трещиноватости с элементами пласта или систем разработки.

Прибор состоит из полукруга (рис.I25-П) снабженного дополнительной стрелкой (С), расположенной на одной оси с отвесом (О). При измерении углов полукруг располагается в соответствующей плоскости и стрелка (С) устанавливается параллельно линии простирания или нормали к линии скрещения измеряемой или известной плоскости. Угол падения измеряется обычным путем с помощью отвеса (О). Ориентировку напластования на участке замера трещин можно определить с плана горных работ.

Для определения истинного простирания трещин "поправку" на величину измеренного угла можно вводить при построении диаграммы трещиноватости. Откладывать замеренный угол нужно от нанесенного на диаграмму направления простирания напластования. В сочетании с углом падения получаем полюс истинной ориентировки трещин.

Кроме ориентировки измеряется протяженность трещин. При документации трещины объединяются в группы с близкой ви-

I



II

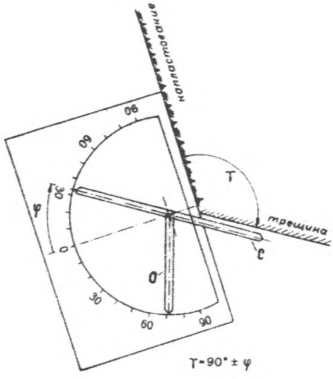


Рис.I25 Угломеры, используемые для замеров трещиноватости .

I - Угломер П.В.Егорова и С.А.Батунина (I) и схема измерения углов (2 и 3).

II - Схема измерения углов угломером К.А.Ардашева и др.

димой протяженностью или можно вести замеры всех трещин подряд, отмечая их длину. При этом следует выделять группы трещин, длиной до 0,5 м (в среднем 0,2-0,3 м); 0,5; больше 0,5 м (в среднем 0,7-0,8 м); I м и более I м.

Градация трещин может быть другой и зависит в основном от преобладающей мощности пластов и решаемых вопросов /23/.

В журнал наблюдений заносятся данные о частоте (интенсивности) и протяженности, о морфологии и заполнении трещин. Форма журнала приведена в табл.3I. В графе "дополнительные сведения" отмечаются наблюдаемые взаимоотношения, сведения об отобранных образцах, фотографиях и т.д. (Записи в других графах не требуют пояснений).

Таблица 3I

П У Н К Т №

полевой штрек гор.640 м привязка от м.т. 3I0

ориентировка и длина плоск наблюдения	порода	номер (индекс) трещин	элементы залегания: угол падения	элементы залегания: азимут линии падения	интенсивность	Характеристика трещин: заполнение минерализация, ширина	Характеристика трещин: морфология протяженность	генезис	Дополнительные сведения
260° 8 м	аргил- лит	I	60	275	I0см	глинистый налеты 0,5мм	волнистая 0,8 м	?	
		2	62	270		"-"	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. Для угля таковыми являются ранее описанные (см.разд.А гл.4) трещины второй группы по классификации Б.В. Эза. Отрывные трещины - чаще с неровными, бугристыми, в угле - газковыми поверхностями, невыдержаны и ветвятся по простиранию. Если при наблюдениях нельзя непосредственно установить генезис, то в соответствующей графе ставится знак (?).

При комплексных структурных исследованиях данные более полной характеристики строения пород (замеры ориентированных элементов, детальные зарисовки) выносятся на отдельный лист. Тут же приводятся детальные зарисовки наиболее интересных структурных соотношений.

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

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

Методика изучения трещин в скважинах и по керну изложена в разд. Б, гл.2.

Крупную и регионально развитую трещиноватость в пределах шахтного поля или месторождения можно изучать по аэрофотоснимкам.

Методика замеров трещиноватости при решении специальных вопросов гидрогеологии, горного дела незначительно отличается от рассмотренной и изложена в ряде работ /103,124/.

§ 2. ОБРАБОТКА НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ТРЕЩИНОВАТОСТЬЮ

Камеральная обработка проводится с целью получения количественных показателей трещиноватости, определения сгруппированности

в системы и их ориентировки, а также для графического изображения трещиноватости.

При предварительной обработке материалов уточняется геолого-тектоническая характеристика пунктов замеров. Чтобы представить степень изученности трещиноватости при сложном строении шахтного поля, желательно нанести пункты замеров на геологический план.

Для определения фактического количества трещин, разбивающих породу, существует два способа: I) способ непосредственного измерения нормального расстояния между трещинами; 2) косвенный расчетный способ.

Первый способ применим для небольшого количества систем четких трещин. В случае сложной сети трещин или большого расстояния между ними применяется косвенный способ.

В зависимости от характера трещиноватости и количества систем можно рекомендовать следующие способы определения действительного количества трещин на участке наблюдения (подробнее см. работу /I86/).

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

Наряду с определением нормального расстояния между трещинами можно в плоскости наблюдения измерять расстояния между их следами. Для определения нормального расстояния между плоскостями трещин используется простой номографический способ /I86/.

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 направлением к плоскостям трещин.

По нанесенным на точечную диаграмму полюсам можно подсчитать их количество в группе, соответствующей каждой системе, и, разделив длину участка замера на это количество, получим видимую интенсивность ($\frac{1}{m_1} = n_1$). Действительная интенсивность (n) равна:

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

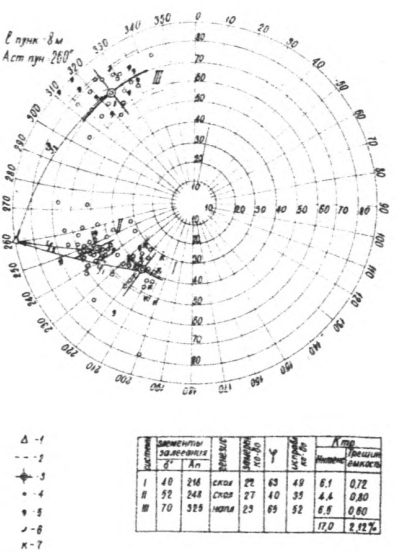
Для решения вопроса, отражает ли нечеткая группа полюсов систему трещин, пересекаемую под острым углом плоскостью замера, необходимо проводить контрольные осмотры, а если возможно, то и замеры таких систем по обнажениям с другой ориентировкой.

Угол φ между средними значениями группы полюсов и направлением замера (рис.126) 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. В последнем случае полюсы направления замера и системы трещин должны находиться близко к одному меридиану или широте, а также в полярной области, ограниченной широтой $\sim 45^0$. Например, угол $\varphi_3 = 65^0$, рис.126 определяется как разность меридиана ($325^0 - 260^0$); угол $\varphi_2 = 40^0$, как разность широт (90^0-50^0).

Точность таких способов, подробно изложенных в работе /186/, практически достаточна.

Для наиболее полной характеристики трещин и степени разбитости ими пород необходимо количественную оценку трещиноватости давать двумя показателями: интенсивностью и трещинной ёмкостью.

Под интенсивностью понимается суммарное количество трещин



Точки	Элементы залегания		Трещины	Мощность по нормали	Ψ	Частота на 1м	$K_{тр}$	
	δ°	Δп					Полная	Трещинная емкость
I	40	216	скол	22	63	49	8.1	0.72
II	52	248	скол	27	40	35	4.4	0.80
III	70	328	напл	25	69	52	6.8	0.80
							17.0	2.32%

Рис.126. Обработка замеров на диаграмме и вычисление показателей трещиноватости ($K_{тр}$). Паспорт трещиноватости.

1 - направление замера (азимут стенки выработки);
2 - границы выделенных групп полюсов;
3 - среднее значение группы полюсов (систем трещин);
4 - незаполненные трещины;
5 - трещины с глинисто-хлоритовым материалом;
6 - трещины с хлорит-тальковым материалом;
7 - кварцевые прожилки.

в I м, определяемое для каждой системы в нормальном к трещинам направлении. Трещинная ёмкость - это относительный объём трещин в I $м^3$ породы. Вычисление показателей трещиноватости ведется независимо от мощности пласта по системам, для которых непосредственными наблюдениями определены раскрытость и видимая протяженность трещин. Раскрытость ("мощность") трещин, 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 объём трещин данной системы в пределах I $м^3$ равен $\ell \cdot m_{ср} И \cdot 10^6$ $км^2$, а трещинная ёмкость для всех (n) систем:

$$E \frac{\sum_{i=1}^{n} \ell_i \cdot m_{ср i} \cdot И_i}{10^3} \cdot 100\,\%$$

где $И_i$ - интенсивность различных систем;

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

ℓ_i - средняя протяженность трещин системы, в м.

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

Посистемное вычисление показателей трещиноватости дает возможность дифференцированно оценивать роль различных систем в тех или иных процессах, например, в фильтрации воды, обрушении кровли и т.д. 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. I26).

Некоторые исследователи /I00, I29, I42/ для характеристики интенсивности трещиноватости используют понятия "модуля трещиноватости", "удельной трещиноватости" и т.д.

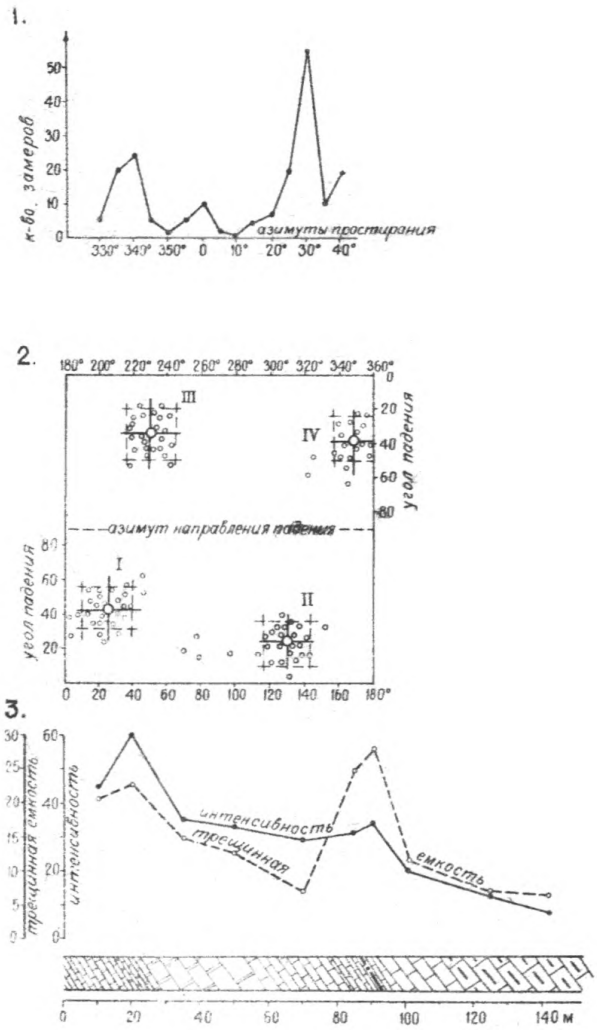


Рис.127. Графики трещиноватости в прямоугольных координатах.

§ 3. ИЗОБРАЖЕНИЕ ТРЕЩИНОВАТОСТИ

Существующие графики трещиноватости можно разделить на следующие группы (рис.127 и 128):

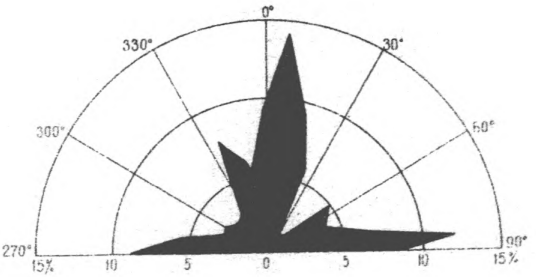
1) Графики в прямоугольных координатах. По одной из осей откладывается один из элементов залегания, а по другой – число замеров (частности) (рис.127-1), другой элемент ориентировки (рис.127-2) или показатели трещиноватости (рис.127-3).

2) Розы-диаграммы строятся обычно в северных румбах по абсолютному или относительному числу замеров трещин соответствующего простирания. (рис.128-1). На этих графиках нельзя изобразить горизонтальные трещины и учесть углы падения трещин. Выразительность максимумов во многом зависит от углового интервала лучей диаграммы;

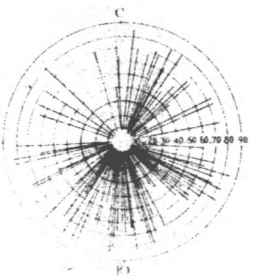
3) На круговых лучевых диаграммах (рис.128-) лучи проводятся по направлению простирания трещин. Длина лучей отображает угол падения.

4) Диаграммы с изолиниями относительной густоты (рис.128-) строятся по способу Шмидта по данным подсчета количества полюсов в окне (ячейке) сетки или трафарета, последовательно перемещаемых по диаграмме с перекрытием. Эти диаграммы наглядны и необходимы для интерпретации ориентированных структурных элементов деформированных пород. Но их построение даже с помощью специальных шаблонов и приспособлений /129, 151/ является трудоёмким. Максимумы в изолиниях отображают только относительную плотность трещин данной системы, в то время, как для количественной их характеристики необходимо знать абсолютное количество трещин в нормальном к ним направлении. Недостатки этого метода связаны с трудностями построения сводных диаграмм, с математической нестро-

1



2



3

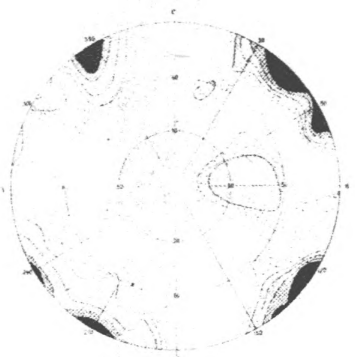


Рис.128. Диаграммы трещиноватости

I - роза-диаграмма;
2 - лучевая диаграмма;
3 - диаграмма с изолиниями частоты;
205 замеров,
<0,5 - I,0-2,0-3,0-4,0%

гостью, вызванной неоднократным подсчетом одного и того же полюса в перекрывающихся окнах (ячейках) трафарета. Более строгими являются методы, не требующие дополнительной трансформации и пересчета на диаграммах (подробнее см.работу /40/).

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 /185/.

Эти диаграммы трещиноватости можно составлять непосредственно при замерах, а также использовать при построении сводных диаграмм и при определении показателей трещиноватости (при определении "исправленного" количества трещин в системе).

Рекомендуемая сетка (рис.126), по сравнению с остальными круговыми диаграммами более проста в построении. Концентрические окружности, проведенные через 1 см,отвечают 10^0 угла падения; радиусы, проведенные через 10^0 - азимуту направления простирания или падения.

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 тяжести сближенных полюсов (рис.126). Границы площади скучивания, определяемые точностью исходных данных, как правило, не должны превышать 30^0 углового интервала.

Сводные диаграммы строятся для участков с одной геолого-тектонической характеристикой. Достоверное среднее значение ориентировки на сводных диаграммах можно определять графически или вычислять аналитически, как средне 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 и составление сводных диаграмм.

Практическое значение имеет непрерывное изображение трещиноватости в виде плана или карты.

Планы трещиноватости масштаба I:2000 и I:5000 целесообразно строить следующим образом:

I) Решетку трещиноватости, построенную в масштабе интенсивности для каждой системы параллельных линий, дополняют уменьшенной диаграммой, отображающей углы падения систем (рис.I29-I). Диаметр кругового значка, предложенного И.Н.Ушаковым /I96/, выбирается из расчета, что I-2 мм радиуса соответствуют 10^{0} угла наклона. Взаимное пересечение систем разной степени выраженности изображается соответствующим пересечением линий различной толщины.

Условные знаки выраженности и четкости трещин выбираются из трехбальной ее оценки: I) весьма четкие и выраженные; 2) четкие; 3) нечеткие и слабо выраженные (рис.I29-I).

2) По данным изучения и количественной оценки трещиноватости на различных пунктах строятся изолинии одинаковых показателей трещиноватости (рис.I29-2). Изолинии интенсивности и трещинной емкости на проекциях пласта вычерчиваются разным знаком или цветом.

На планы трещиноватости целесообразно наносить основные элементы складчатых и разрывных структур.

При построении сетки трещиноватости на вертикальных разрезах или проекциях необходимо учитывать поправку за "косое" сечение последних относительно элементов залегания систем.

Для наиболее полного представления о пространственном взаимном расположении систем трещин составляются блок-диаграммы. Наиболее простой в построении является плановая изометрическая аксонометрия (рис.130). 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.

Для установления характера распределения и оценки среднего значения показателей трещиноватости используются методы математической статистики.

Результаты замеров ориентировки и частоты трещин носят статистический характер. Среднее значение этих показателей для каждой системы данного участка имеет закономерный характер и устанавливается в результате изучения структуры участка. Отдельные частные значения ориентировки или частоты трещин одной системы являются случайными. Это положение подтверждается нормальным характером их распределения и совпадением эмпирического с теорети-

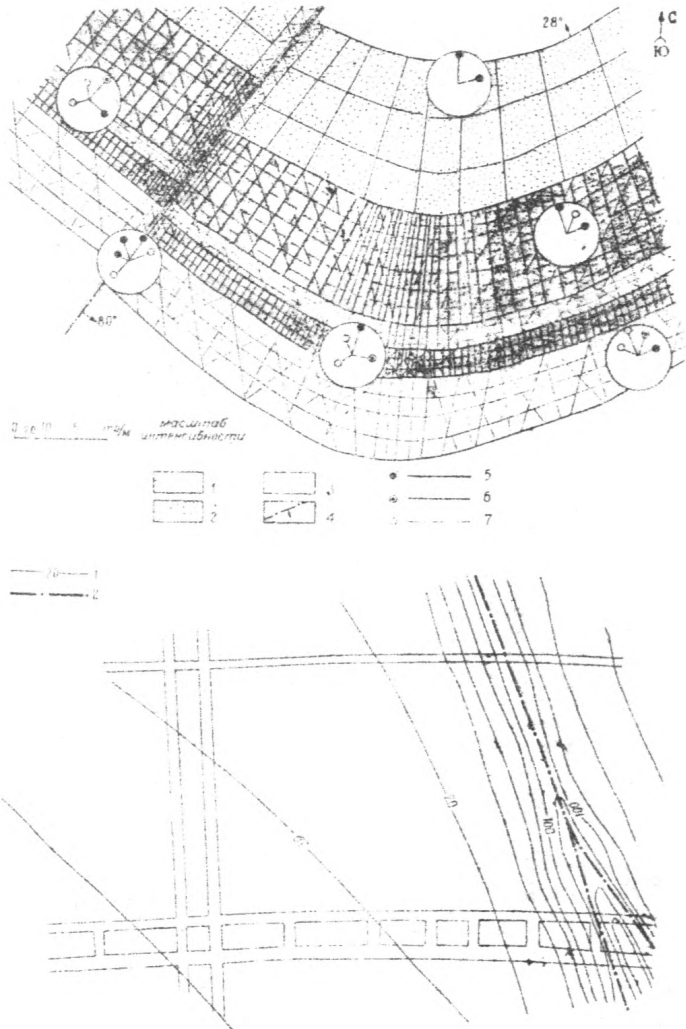


Рис.I29. Планы трещиноватости

I – с решеткой и диаграммами трещиноватости;
I-уголь; 2-песчаник; 3-аргиллит: 4-смещение;
5-весьма четкие трещины; 6-четкие трещины;
7-нечеткие трещины.

2 – с изолиниями трещинной ёмкости;
I-изолинии; 2-смещение.

чёным распределением. Поэтому математическую статистику допустимо применять к данным одной системы. В частности, чтобы получить достаточно надёжное среднее значение ориентировки системы, необходимо не менее 20 замеров трещин этой системы. Если среднее значение необходимо иметь с требуемой точностью, то по формулам статистики можно предрасчитать необходимое количество замеров.

С учётом наиболее распространённых значений среднеквадратического колебания ориентировки (~ 5–8^0) и с вероятностью $> 90\%$ получается, что величина разброса полюсов от среднего на диаграмме часто не превышает $\pm 15^0$. Отсюда под системой можно понимать совокупность трещин одного генезиса с колебаниями элементов залегания от среднего $\pm 15^0$.

§ 4. ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ТРЕЩИНОВАТОСТИ

Для полной характеристики трещиноватости разного масштаба необходимо изучать трещиноватость также по образцам пород. В лабораторных условиях для изучения и оценки трещиноватости можно использовать микроскопические, физические и механические методы.

I. МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ТРЕЩИНОВАТОСТИ

Так как известные способы микроскопического изучения трещин /8,173/ трудоёмки, то можно использовать следующий более простой способ.

Образцы (штуфы) по своим размерам отбираются, исходя из наименьшего расстояния между макротрещинами. Если это расстояние превышает 20–10 см, то отбирается несколько штуфов. Во вмещающих породах среднее минимальное расстояние между соседними макротрещинами равно 10–5 см, редко до 2 см. Отсюда размер штуфа с площадью 50–100 $см^2$ обеспечит наблюдение достаточно полного объёма микротрещин. Образцы в угле отбираются по макроскопически разделяющимся пачкам мощностью более 20 см. Минимальный размер обра-

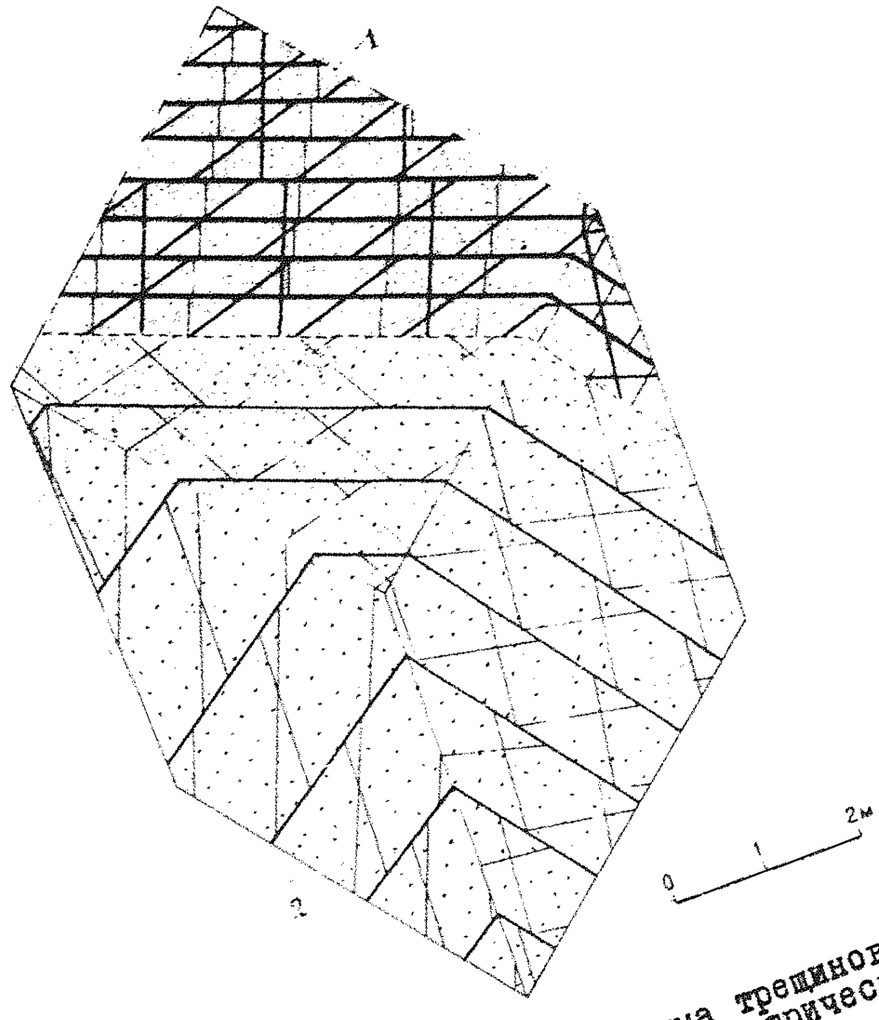


Рис.130. Блок-диаграмма трещиноватости в плановой изометрической аксонометрии
1 - известняк;
2 - песчаник.

ца должен быть 5 х 5 х 5 см. При отборе образца в дробленом угле необходимо отметить направление напластования и сохранить его целостность.

Намеченный в целике образец подрубается с четырех сторон бороздами. Перед тем, как окончательно отбирать образец, его заматывают в несколько слоев марли или другой материи (можно перевязать шнуром). Иногда образец покрывают пластилином.

При создании пришлифовок трещиноватые образцы предварительно цементируются бальзамом.

Штуфы необходимо отбирать ориентированными с тем, чтобы плоскости наблюдения можно было расположить согласно основным структурным элементам месторождения. Это даёт возможность учитывать наибольшее количество систем микротрещин, которые генетически связаны с более крупными трещинами и разрывными нарушениями. Плоскости на штуфах делаются пришлифованными и взаимно перпендикулярными. Образцы угля можно пропитывать каким-либо люминесцирующим составом, чтобы в ультрафиолетовом освещении резче выделялись трещины.

По пришлифовкам изучаются особенности микротрещин и их размеры: протяженность и средняя ширина (рис.131). Определяется также площадь пришлифовки. По этим данным вычисляется относительная величина площади в процентах, занятой всеми трещинами. Этот показатель носит объёмный характер, ибо такие же микротрещины секут весь образец.

Если плоскости пришлифовок расположены произвольно , то в связи с косым пересечением трещин необходимо при вычислении показателей трещиноватости учитывать поправку 0,64.

Наблюдения по пришлифовкам удобно проводить с помощью микроскопа типа МБС, конструкция которого позволяет прослеживать трещины по всей площади пришлифовки. Точность измерения – 2–5 микрон.



Рис.I3I. Микрофотография угля.
Увеличение I7^x
Шахта "Юнком", Донбасс.

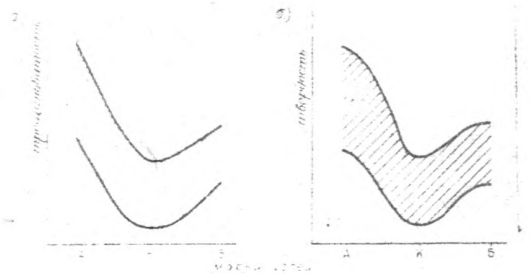


Рис.I32. Схематические графики изменения показателей густоты трещиноватости и твердости углей разных марок.

2. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ТРЕЩИНОВАТОСТИ

Оценку трещиноватости можно провести на основе анализа данных толчения (дробления), а также лабораторных испытаний прочности пород и построения паспортов прочности.

При дроблении образца падающим грузом или при сбрасывании его на плиту разрушение, в первую очередь, происходит по трещинам. По данным М.М.Протодьяконова /I54/ наименьшей твердостью обладают трещиноватые, коксовые угли. И наоборот, менее трещиноватые антрацитовые угли, являются более прочными. Поэтому, используя подобие кривых твердости и трещиноватости углей разных марок (рис.I32), можно по данным дроблениям образцов ("толчения") судить о характере их трещиноватости.

М.М.Протодьяконовым и др. /I54/ установлена зависимость между площадью поверхности трещин, ограничивающих блоки и куски угля при различной степени его дробления и затраченной работой по дроблению. При этом учитываются поверхности, вновь образованные из целого куска и являющиеся результатом раскрытия ранее образованной естественной трещиноватости.

Сопоставление результатов оценки трещиноватости по методу дробления с показателями работы добычных механизмов в углях с различной трещиноватостью дало хорошую сходимость.

Комбинированным способом оценки трещиноватости считается анализ результатов механических испытаний с использованием паспортов прочности. М.М.Протодьяконов /I54/ предполагает, что огибающая наибольших кругов Мора паспорта прочности пород может характеризовать закономерность раскрытия и закрытия трещин, пор и т.д. под влиянием нормальных сжимающих или растягивающих напряжений. Используя предлагаемые им параметры огибающей, построенной по результатам испытаний,можно получить оценку трещиноватости образцов.

Максимальному значению прочности для данной породы отвечают нетрещиноватые небольшие образцы, минимальному - трещиноватые большие по размеру образцы. Нулевое значение прочности соответствует породе, разрушающейся еще до испытаний, т.е. при отборе образцов.

В работе /I54/ описаны приёмы обработки данных испытаний образцов различного размера, а также методы построения огибающей и вычисления прочности нетрещиноватой породы. По приведенным математическим зависимостям определяется прочность породы в массиве, ослабленная за счет трещин. Эта величина ослабления характеризуется специальным показателем трещиноватости.

К физическим методам приближенной оценки трещиноватости можно отнести определение десорбционной способности пород и угля. Из навески угля, определенной крупности, откачивают сорбированные газы. Затем уголь насыщают метаном или углекислотой при постоянном давлении. При снятии давления следят за скоростью десорбции газа: она наибольшая в более трещиноватых и пористых углях.

Скорость фильтрации газов через образец также может характеризовать относительную трещиноватость породы.

Трещиноватость можно оценить по данным электропроводимости, которая в большинстве пород зависит от воды, заполняющей трещины. Чем больше трещин и их раскрытие, тем выше электропроводимость.

Для оценки трещиноватости можно использовать упругие, в частности, ультразвуковые колебания. Скорость по заполняющему материалу или воздуху в трещинах меньше, чем скорость по монолитным участкам породы. Кроме того, упругие волны могут огибать некоторые трещины, что также приводит к снижению ожидаемой скорости. Поэтому уменьшение скорости можно использовать для оценки трещиноватости образца.

Методы фильтрации, электропроводимости, гамма-излучений и другие косвенные методы являются перспективными при геолого-разведочных и шахтно-геологических работах, но еще недостаточно разработанными.

§ 5. КОСВЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ТРЕЩИНОВАТОСТИ

Эти методы основаны на использовании производственных показателей и позволяют получить общую характеристику и приближенную оценку степени трещиноватости. Рассмотрим некоторые методы.

I) Ситовой состав рядового угля характеризует его трещиноватость. Антрацит разбит более редкими трещинами, поэтому при отбойке и транспортировке дает высокий выход крупных кусков. Более мелкие фракции характерны для трещиноватых углей, средней степени углефикации.

В основе методики Б.М.Лейбова /I54/ положено представление, что каждый тип угля имеет характерный размер блока отдельности. По преобладающему размеру кусков рядового угля при ситовом анализе по предложенным формулам можно оценить трещиноватость и тип угля.

2) О трещиноватости пласта можно судить по объёму взрывчатого вещества (ВВ), расходуемого для рыхления угля перед отбойкой его комбайном. Например, для вязких малотрещиноватых углей требуется повышенный расход ВВ.

3) По объёму и скорости поглощения воды или газа, нагнетаемых в скважину или шпур, можно получить представление о степени трещиноватости. Поинтервальное тампонирование дает возможность оценивать открытую трещиноватость по отдельным участкам.

4) Б.М.Лейбовым по данным опытного резания угля установлена зависимость величины вновь образованной поверхности трещин от

площади резания. Используя эту зависимость можно по результатам резания угля добычными механизмами в шахте получить данные о трещиноватости угля.

§ 6. ИЗУЧЕНИЕ РАССЛАИВАЕМОСТИ ПОРОД x)

Трещины расслоения образуются по тем поверхностям напластования, по которым силы сцепления отсутствуют или незначительны. Поэтому по величине сил сцепления между пластами и слоями можно давать прогноз расслаиваемости. Но вследствие трудности количественного определения этих сил в полевых условиях, прогноз расслаиваемости пород может быть произведен визуально с помощью классификации, представленной в табл.32.

Таблица 32

Класс	Характеристика поверхности
I	Пришлифованная или со следами скольжения (бороздами, штрихами и т.п.). Гладкие с примазками глинистых и чешуйчатых минералов.
II	Ровная, гладкая без следов скольжения, иногда с растительными отпечатками.
III	Неровная, шероховатая, слегка раковистая.
IУ	Неровная со следами отрыва или с минеральным заполнением.

Наблюдения показывают, что расслоение происходит по поверхностям I-II классов, иногда по поверхностям - III класса, а по поверхностям IУ класса, на которых силы сцепления между слоями значительны, расслоение, не происходит. Таким образом, предварительную оценку расслаиваемости можно получить на основании де-

x) Параграф написан сотрудниками отдела горного давления К.А.Ардашовым и В.М.Шиком

тального изучения и описания слоистости по горным выработкам и разведочным скважинам, пересекающим вмещающие породы.

Следует отметить, что, хотя трещины расслоения, как правило, совпадают с контактами пластов различного петрографического состава, внутри однородных пород также происходит расслоение. Поэтому для оценки расслаиваемости одного только петрографического описания недостаточно.

При составлении детального описания выработок, пересекающих вмещающие породы (стволов, шурфов, квершлагов и т.д.) необходимо:

I) Обнажить боковые породы, разобрав затяжки крепления полосой 0,2-0,5 м по всему протяжению исследуемого участка. В случае невозможности или недопустимости разборки затяжек, описание необходимо производить непосредственно вслед за подвиганием забоя до возведения постоянного крепления;

2) Определить последовательность, мощность и угол падения слоев пород, которые наблюдаются в стенках выработок в виде уступов, ступеней, заколов, образующихся при ведении взрывных работ;

3) Определить класс поверхностей напластования, ограничивающих выделенные слои; отметить наличие на них влаги, минеральных отложений, глинистых примазок, растительных остатков и т.п.;

4) Произвести определение петрографического состава пород по выделенным слоям. В случае трудности определения состава отобрать образцы для лабораторного анализа;

5) Произвести оценку трещиноватости по каждому слою. Для этого: а) выделить генетические типы трещин и определить класс их поверхностей (по классификации, рекомендуемой для поверхностей напластования), б) определить ориентировку трещин - либо пространственную, либо по отношению к напластованию и простиранию

пласта, в) определить расстояние между трещинами (густоту), г) охарактеризовать заполнение трещин или отложение по их поверхностям минеральных веществ, наличие влаги и т.п.

Условные обозначения геологических контактов и поверхностей расслоения приведены на рис. I33-I.

Детальное описание пластов вмещающих пород должно производиться не менее, чем на 6-8-кратную мощность вынимаемого пласта в сторону кровли и на величину мощности в сторону почвы пласта.

Результаты наблюдений оформляются в виде таблицы, в которой строится нормальная стратиграфическая колонка в масштабе I:I0 и указываются: порядковые номера слоев, считая от пласта угля, элементы залегания, классы и особенности выполнения поверхностей напластования и выделенных систем трещин, расстояние между трещинами. В примечании отмечаются характеристики, не поддающиеся количественной оценке. Пример составления такой таблицы представлен на рис. I33 x).

Аналогичным образом должны описываться купола при завалах и обрушениях в выработках.

При составлении описания кернов необходимо:

I) Обеспечить строгую последовательность извлечения кусков керна из скважины и укладку их в специальные ящики для хранения;

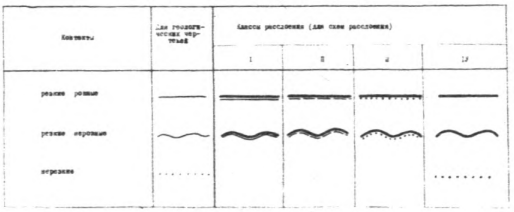
2) Определить длину этих кусков, углы между осью керна и поверхностями напластования и трещин, а также классы и характерные особенности последних;

3) Определить петрографический состав пород по извлеченным кускам керна.

---

x) В таблице углы γ и β характеризуют положение трещин относительно напластовани и простирания пласта.

1



2

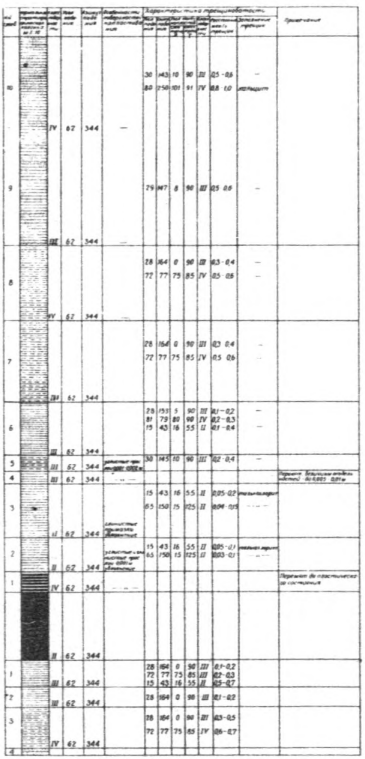


Рис.133. Условные обозначения контактов пород и поверхностей расслоения (I) и пример документации расслаивания кровли (2).

Углы между осью керна, поверхностями напластования и трещинами можно измерять с помощью угломерного прибора, рассмотренного ранее.

Суммарная мощность вмещающих пород, в пределах которых необходимо производить детальное описание керна, такая же, как и при описании выработок.

Результаты наблюдений оформляются в виде таблицы, аналогичной представленной на рис.133, в которой вместо элементов залегания поверхностей напластования и систем трещин указываются значения углов между осью керна и напластованием и между напластованием и трещинами.

Для определения фактического расслоения пород над подготовительными и очистными выработками можно использовать разработанный во ВНИМИ прибор для ультразвукового каротажа скважин (шпуров). Принцип работы прибора показан на рис.134. Трещины расслоения регистрируются по прекращению прохождения сигнала на базе между излучателем и приемником, которые перемещаются вдоль стенки скважины. Контроль показаний осуществляется повторными измерениями с изменением ориентировки приёмно-излучающего устройства относительно стран света, а также с помощью контрольных скважин. Для этой цели может быть использован зеркальный перископ, разработанный во ВНИМИ /174/, позволяющий изучать расслоение и трещинообразование в скважине визуально. Во ВНИМИ создан также прибор, подобный фотобуроскопу, для перспективного фотографирования стенок скважин /16/.

Количественная оценка сил сцепления между слоями по поверхностям напластования для прогноза их расслаиваемости может быть осуществлена с помощью специальных методов испытания кернов на приборе, разработанном во ВНИМИ (описание испытаний и прибора приведено в разд.А, гл.I).

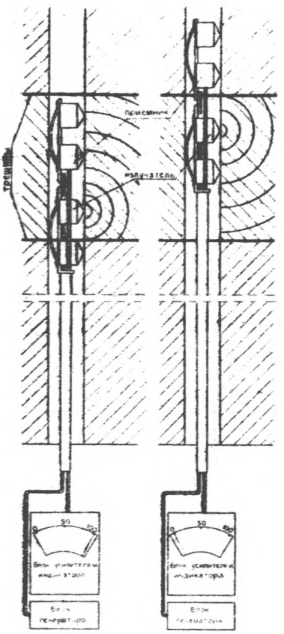


Рис.134. Схема расположения датчиков ультразвукового прибора для определения расслоения пород.

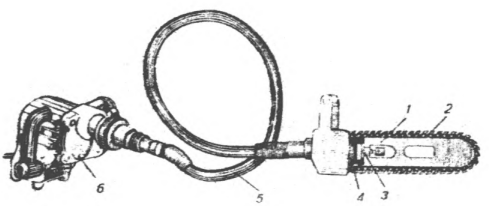


Рис.135. Электрическая угольная пила КУЗНИИ (по А.М. Коткину).

1 - бар; 2 - режущая цепь; 3 - натяжная вилка; 4 - редуктор; 5 - гибкий вал; 6 - электродвигатель.

Исследования кернов горных пород в Ленинском районе Кузбасса, проведенные С.Т. Кузнецовым и И.Н.Ворониным, показали:

I) предел прочности при растяжении по контактам I и II класса близок к нулю, в среднем он не превышал I,3 кг/см^2;

2) предел прочности при растяжении по контактам с растительными остатками в среднем составлял в аргиллитах - 2,0кг/см^2, в алевролитах - 3,5 кг/см^2; в песчаниках - 7,3 кг/см^2; такими же примерно величинами характеризуются контакты с углистыми прослоями;

3) предел прочности по контактам с мелким растительным детритом в алевролитах - 4-5 кг/см^2, в песчаниках - до 9-I0 кг/см^2.

Пределы прочности во всех случаях зависят от величины удельной площади, "пораженной" тем или иным ослабляющим фактором.

Поэтому очень важно отмечать не только положение того или иного типа ослабления в разрезе толщи, но и оценивать величины "пораженных" площадей.

ГЛАВА 5

ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВА УГЛЕЙ

Изучение качества углей на шахтном поле заключается в проведении опробования и в последующем обобщении данных, полученных в результате исследования проб.

Работы по изучению качества углей проводятся под руководством отдела технического контроля при участии шахтного геолога. Это участие состоит в разработке планов опробования угля, в геологическом обосновании выбора сети опробования и необходимого количества проб.

Шахтный геолог совместно с ОТК устанавливает по данным опробования границы выветрелого и коксующегося угля, принимает участие в подготовке проектов стандартов угля на каждый год и составляет сводную документацию по качеству углей.

Качество углей имеет ведущее значение в определении направления эксплуатационных работ. При резком ухудшении его, на отдельных участках шахтного поля, выражающемся в повышении зольности, сернистости и др., а также при изменении марочного состава, очистные работы могут быть временно приостановлены до выявления причин и принятия соответствующих мер к уменьшению их влияния (применение селективной выемки угля, оставление при разработке особо зольной или сернистой пачки и пр.). Для установления возможных границ участков с геологическими условиями, вызывающими изменение строения угольного пласта, почвы и кровли его и качества добываемого угля, учитываются данные по ближайшим разведенным скважинам и соседним шахтам.

Систематическое ухудшение качества угля в одном направлении на площади шахтного поля приводит к необходимости прохождения

разведочных горных выработок или скважин для решения вопроса о целесообразности дальнейшей отработки пласта.

§ I. ОПРОБОВАНИЕ

Опробование на угольных шахтах производится с целью изучения качества углей с учетом требований промышленности в отношении их технологических и энергетических свойств. В задачи опробования входит также определение рабочей мощности пласта в соответствии с кондициями и уточнение запасов углей по промышленным маркам.

Правильная промышленная оценка углей требует отбора представительных проб, характеризующих их качество в пределах шахтного поля. Представительные пробы должны отвечать среднему фактическому химическому составу и технологическим свойствам углей, типичным для опробуемого участка месторождения.

Количество точек набора и вес проб, обеспечивающий производство всех необходимых исследований для оценки качества углей, должны быть минимальными.

Процесс опробования состоит из четырех основных операций: отбора, обработки, исследования и документации проб.

Отбор и обработка проб могут производиться вручную и механическим способом. Ручные способы постепенно вытесняются механическими.

Методы отбора, обработки и анализа проб регламентируются государственными стандартами (ГОСТ 9815-61, ГОСТ 9080-59). Перечень пробоотборочных и проборазделочных машин и основные требования к ним определяются ГОСТ 9594-61.

I. ОТБОР ПРОБ

Отбор проб производится по определенной сети, которая выбирается в зависимости от структурных особенностей и условий зале-

гания угольного пласта, а также от характера изменчивости качества угля и назначения проб.

При однообразном залегании, выдержанных мощности и строении угольных пластов, постоянстве качества углей в пределах всего шахтного поля и отсутствии тектонической нарушенности принимают равномерное распределение точек опробования по редкой сети.

В случае наличия тектонических нарушений, разрыва угольных пластов или генетических изменений строения и мощности необходимо предусматривать дополнительное опробование. Густота сети опробования зависит также от назначения проб. При отборе проб на технический анализ, посредством которого определяется качество углей, принимается более густая сеть опробования, чем при полном элементарном анализе.

Планомерное опробование проводится ниже зоны окисления.

Промышленная оценка качества угля в естественном залегании даётся по пластовым пробам, качество добытого угля определяется по эксплуатационным пробам; товарные пробы отбираются для характеристики угля направляемого потребителю.

Пластовые пробы, характеризующие качество угля в недрах, отбираются при непосредственном участии шахтного геолога.

По способу отбора и назначению различают пластово-дифференциальные (пластово-раздельные) и пластово-промышленные пробы.

П л а с т о в о - п р о м ы ш л е н н а я п р о б а позволяет оценивать суммарно качество угольных пачек и породных прослоев, подлежащих совместной выемке в процессе эксплуатации. Ложная кровля и почва пласта в пробу не включаются.

П л а с т о в о - д и ф ф е р е н ц и а л ь н а я п р о б а отбирается одновременно с пластово-промышленной пробой для оценки качества каждой отдельной пачки угля и прослоев пустой породы пов-

ностью более I см при сложном строении угольных пластов. В пластах простого строения, состоящих из слоев угля различного петрографического состава, отличающихся по качеству также отбираются пластово-дифференциальные пробы - по слоям, слагающим общую выемочную мощность угольного пласта. Посредством пластово-дифференциальных проб проверяется точность отбора пластово-промышленных проб (см.стр. 374).

Отбор пластовых проб производится в соответствии с ГОСТ 9815-61, из каждого пласта (в мощных пластах от каждого слоя) в очистных забоях и в подготовительных выработках. В очистных выработках пробы отбираются ежеквартально в одной точке, а при резком непостоянстве разреза пласта (20% и более породных прослоев) и качества угля отбор производится в трех и более точках. Точки отбора располагаются по всей длине очистного забоя равномерно.

В забоях подготовительных выработок пластовые пробы отбирают через каждые 100 м. Если структура пласта и характеристика качества угля резко меняются, это расстояние уменьшается (минимально до 50 м.) по согласованию с организацией, контролирующей качество топлива.

Обязательным является отбор проб из пластов угля, пересекаемых шахтным стволом, квершлагом или другой вскрывающей выработкой.

В местах геологических нарушений и в старых забоях (без их зачистки) отбор проб запрещается.

В точках, намеченных для отбора проб, поверхность пласта выравнивается и тщательно зачищается почва выработки у забоя.

Пластовые пробы отбираются бороздовым способом. Для отбора пробы производится вруб в направлении, перпендикулярном напластованию. Сечение вруба должно быть одинаковым по всей мощности пласта или слоя, а стенки ровными.

ГОСТ 9815-61 предусматривает механизированный отбор проб с помощью угольной пилы или других механизмов, обеспечивающих отбор представительной пробы.

Вруб может быть треугольной формы с размерами сторон по 15 см или квадратной - 10х10 см в зависимости от конструкции режущей части механизма.

КузНИУИ в 1957 г. /101/ была разработана и опробована на шахтах электрическая угольная пила с гибким валом (рис.135). Скорость резания этой пилой по углю средней крепости - 10 см/мин. Общий вес ее с электродвигателем 35 кг.

При отборе проб бар пилы ставится под углом 60^0 к плоскости забоя, вруб имеет треугольную форму.

Для отбора проб могут также применяться разработанные ВИТРом /113/ девяти- и тринадцатизубчатые армированные коронки с двойным опережением, которые присоединяются к отбойному молотку.

Расстояние между пластово-промышленной и пластово-дифференциальной пробами берется равным двойной ширине вруба, а в слабо устойчивых пластах оно может быть увеличено до 1 м. В крепких углях и породных прослоях допускается соприкосновение двух врубов.

В практике опробования до сих пор находит широкое применение ручной способ отбора проб (ГОСТ 3249-46). При этом способе сечение вруба прямоугольное 25х25 см, а для пластов мощностью более 3 м - 10 х 10 см. Расстояние между врубами для пластово-дифференциальной и пластово-промышленной проб изменяется в зависимости от устойчивости угля от 25 см до 1 м. Выемка вруба производится сверху вниз, что предохраняет от смешивания угольных пачек и прослоев породы.

Пластово-дифференциальные пробы отбираются последовательно по отдельным пачкам угля и пород. Пачки мощностью менее 0,3 м, отделяемые породным прослоем до 0,01 м, присоединяются к смежной пачке. При опробовании угольных пластов однородного строения дифференциальные пробы отбираются с интервалами 0,5-1,0 м, а в мощных пластах (более 10 м) каждые 2-3 м.

После отбора пластово-дифференциальной пробы из второго вруба производят отбор пластово-промышленной пробы.

Каждая проба упаковывается в брезентовый мешок и снабжается ярлыком, на котором помечается (буквами Д и П) характер пробы, номер акта отбора пробы и порядковый номер пачки. Дифференциальной (Д) и промышленной (П) пробам присваивается один номер.

Оформленные пробы немедленно направляются в проборазделочную для приготовления лабораторных проб.

2. ОБРАБОТКА ПРОБ

Процесс обработки проб заключается в дроблении их до необходимой крупности и сокращении с целью подготовки для лабораторных исследований. Опытом установлены /37/ следующие соотношения крупности кусков и веса пробы, обеспечивающие их представительность (табл.33).

Таблица 33

Наибольшая крупность кусков, мм	Наименьший вес пробы, кг	Наибольшая крупность кусков, мм	Наименьший вес пробы, кг
Рядовой уголь	400	до 6	6
до 100	250	до 3	3
до 50	100	до 2	2
до 25	60	до 1	1
до 13	15	до 0,2-0,15	0,3-0,1

 Обработка проб производится по ГОСТ 6105-57.

При механическом способе обработки применяются комплексные проборазделочные машины и раздельные механизмы для дробления и сокращения проб. Измельчение производится до 3 мм.

Ручная разделка проб предусматривает измельчение угля до I мм. Пробы обрабатываются на гладкой стальной или чугунной плите в несколько этапов. Первоначально пробу раздробленную до 25 мм неоднократно перемешивают по способу конуса и квартуют до веса 60 кг, затем измельчают до I3 мм и повторяют операции перемешивания и сокращения до I5 кг, далее истирают пробу до 3 мм, перемешивают и сокращают до 3,75 кг. Остаток после последнего сокращения разравнивается и шаблоном делится на равные квадратики со сторонами по I0 см. Из каждого квадрата в шахматном порядке совком набираются в банки лабораторные пробы.

Вес лабораторных проб независимо от способа разделки должен составлять не менее 0,5 кг, а вес проб на влажность - 2 кг при крупности I3 мм. Пробы на влажность упаковываются герметически в стеклянные банки.

3. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОБ

Основные показатели качества углей и их технологические свойства могут определяться методами лабораторных исследований проб и специальными технологическими испытаниями в полузаводских и заводских масштабах.

Лабораторные исследования, объектами которых являются пластовые пробы, заключаются в техническом и элементарном анализе, в сухой перегонке угля, а также в определении пластометрических показателей, разновидностей серы, состава и плавкости золы, содержания гуминовых кислот, выхода битумов. Эти исследования позволяют характеризовать качество угля и изменение его на отрабатываемых участках.

Полузаводские и заводские испытания трудоёмки и требуют отбора проб большого веса (соответственно: 100-500 кг и десятки-сотни тонн); они производятся для подтверждения лабораторных данных о качестве угля на новых недостаточно изученных участках месторождения с целью более детального исследования его свойств, а также для составления технологических схем переработки. При испытаниях полузаводского масштаба определяется пригодность углей для коксования и других видов технологического использования, а также их обогатимость и брикетируемость.

Лабораторными анализами по ГОСТ 11022-64 в пластово-дифференциальной пробе определяют зольность каждой пачки угля, по ГОСТ 2160-62 - истинный удельный вес.

По пластово-промышленной пробе устанавливают содержание влаги (W^P), зольность (A^C), содержание серы ($S^C_{об}$), выход летучих веществ (V^r), теплоту сгорания ($Q^C_б$) и пластометрические показатели по ГОСТ 1186-62 и ГОСТ 9318-59 (в углях для коксования). В необходимых случаях определяют содержание фосфора.

Допускаемые величины расхождений в результатах анализов по определению показателей качества угля приводятся в приложении 7.

Результаты анализа пластово-промышленных проб сопоставляются с вычисленными средне-пластовыми данными по пластово-дифференциальным пробам. Расхождения по зольности не должны превышать 10%, отнесенных к зольности пластово-промышленной пробы. Если расхождение превышает эту величину, то пробу бракуют и отбирают другую на расстоянии 1-2 м от точки предыдущего отбора.

Для других показателей допускаются отклонения не более 1-3%.

При сложном, но выдержанном строении отдельных слоев и постоянстве качества угля по разнице в средних для пласта величинах

зольности, установленных по пластово-промышленных и пластово-дифференциальным пробам, определяется поправка. Эта поправка учитывается при вычислении средне-пластовой зольности по пластово-дифференциальным пробам для других участков шахтного поля.

В тех случаях, когда строение пласта неустойчиво и имеется недостаточное количество данных по пластово-промышленным пробам, производится расчет среднепластовой зольности (A^c) с учетом засорения угля внутрипластовыми породными прослоями по следующей формуле:

$$A^c = \frac{A_1^c M_1 d_1 + A_2^c M_2 d_2 + \ldots\ldots + A_n^c M_n d_n}{M_1 d_1 + M_2 d_2 + \ldots\ldots + M_n d_n},$$

где $A_1^c, A_2^c \ldots A_n^c$ – зольность каждой пачки угля и прослоев породы;

$M_1, M_2 \ldots M_n$ – мощности соответствующих угольных пачек и породных прослоев;

$d_1, d_2 \ldots d_n$ – удельный вес для каждой пачки угля или породного прослоя.

Для упрощения расчетов по определению среднепластовой зольности пластов сложного строения для каждого пласто-пересечения Н.А.Поповой /147/ предложен способ графического определения её.

4. ДОКУМЕНТАЦИЯ ПРИ ОПРОБОВАНИИ

Отбор пластово-дифференциальных и пластово-промышленных проб оформляется согласно ГОСТ 9815-61 соответствующими актами. Для правильного размещения точек отбора проб, обеспечивающего их представительность рекомендуется производить сплошные зарисовки строения угольного пласта по пачкам и типам углей. Зарисовки прилагаются к актам отбора проб и сопровождаются описанием, в котором указываются основные петрографические типы угля (блестящий, полублестящий и др.) с указанием их процентного соотношения.

Шахтной геологической службой с целью обобщения материалов по качеству угля ведется регистрационный журнал опробования с результатами анализов пластовых проб.

§ 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ВЫВЕТРЕЛОГО И КОКСУЮЩЕГОСЯ УГЛЯ

Изменение физико-механических и технологических свойств угля в зоне окисления и ухудшение его качества вызывает необходимость установления границы выветрелого угля, выше которой он становится непригодным для промышленного использования. На шахтах, разрабатывающих коксующиеся угли ниже проводится также граница коксующегося угля, отделяющая зону, в которой уголь полностью или в значительной мере теряет коксующие свойства. Обе границы устанавливаются по данным специального опробования и аналитических исследований.

I. ГРАНИЦА ВЫВЕТРЕЛОГО УГЛЯ

Граница выветрелого угля определяется на всех шахтах по пластово-промышленным пробам. Отбор проб производится по каждому пласту в 2-3 точках на простирании шахтного поля. По падению пласта пробы отбираются в шурфах на расстоянии 3-10 м друг от друга, в зависимости от мощности зоны. Близ ожидаемой границы точки опробования сгущаются.

Методика отбора и обработки пластово-промышленных проб аналогична описанной при опробовании неокисленных углей

Окисленность углей устанавливается путем сравнения показателей качества на различных горизонтах одного пласта химическим и петрографическим методами по ГОСТ 8930-58.

Химический метод предусматривает определение в аналитических пробах:

I) теплоты сгорания летучих веществ ($Q_л$), а для длиннопламенных углей - теплоты сгорания угля ($Q_б^а$) по ГОСТ 147-64;

2) содержания фенольных и карбоксильных гидроокислов;

3) содержания гигроскопической влаги по ГОСТ 8719-58

При вычислении перечисленных показателей учитывается влага аналитическая (W^a), летучие (V^c), зола (A^a).

На основе сравнения результатов анализов проб с показателями марок дается заключение о степени пригодности углей для промышленного использования.

Петрографический метод позволяет определять окисленность угля ($O_{к_п}$) в аншлифах по внешним признакам путем подсчета количества выветрелых площадей, выраженных в процентах к сумме выветрелых и невыветрелых площадей угля.

Установление окисленности углей может производиться ускоренным люминесцентным методом. Этот метод основан на изменчивости цвета люминесценции вытяжек из углей зоны окисления /71/. Ниже этой зоны наблюдается стабилизация цвета.

Новым чувствительным методом определения окисленности является определение оптической плотности вытяжек битумов /13/.

2. ГРАНИЦА КОКСУЮЩЕГОСЯ УГЛЯ

Отбор проб для установления границы коксующегося угля производится через 75-100 м по простиранию и через каждые 10 м по падению пласта, до установления предполагаемой границы неизменных углей. Первые пробы набирают на обрезном штреке, остальные - вниз по падению пласта. Для уточнения границы дополнительно берут еще несколько проб угля с интервалами 3 м.

Основными данными для установления этой границы являются пластометрические показатели (x, y) и выход летучих (V^r).

§ 3. СОСТАВЛЕНИЕ ПРОЕКТОВ СТАНДАРТОВ

Проекты стандартов (производственные нормы качества) составляются для каждой отдельно отгружаемой марки и сорта угля, исходя

из фактического изменения его качества, установленного по данным опробования, а также из технологии добычи и обогащения /61/.

Основными показателями качества углей, учитываемыми при подготовке проектов стандартов являются: содержание рабочей влаги W^{p}, зольность A^{c}, содержание $S^{c}_{об}$, выход летучих веществ V^{r} и V^{r}об (для антрацитов и полуантрацитов), толщина пластического слоя У, теплота сгорания $Q^{r}_{б}$, предельное содержание мелочи и крупных кусков, содержание минеральных примесей (породы).

Исходными данными при нормировании качества рядовых углей являются: проекции горных выработок, составляемых для каждого самостоятельно разрабатываемого пласта и анализы пластовых, эксплуатационных и товарных проб.

На планы наносят выработки, погашенные во время срока действия старых норм качества, а также участки пластов, намеченные к выемке с указанием точек отбора пластовых и эксплуатационных проб и количества добытого и добываемого угля.

Средневзвешенную пластовую характеристику вынутого и намеченного к выемке угля вычисляют пропорционально добыче по среднепластовой зольности (см.стр. 375) и другим показателям качества по пластовым пробам.

Засорение добываемого угля боковыми породами пласта определяют по разнице в зольности пластово-промышленных и эксплуатационных проб по данному очистному забою /138/.

Средние нормы по зольности при составлении проекта стандартов вычисляют по специальной формуле /61/, исходя из зольности угольных пачек, учитывая повышение ее при минимальном засорении угля породами (кровли, почвы, прослоев в пласте) при выемке.

Для остальных показателей качества угля средние нормы устанавливают по данным результатов анализов товарных проб.

К проекту стандартов прилагаются:

I) копии планов или вертикальных проекций горных выработок с контуром площади пласта, намеченной к отработке с нанесением точек отбора и результатов анализа проб;

2) копии актов отбора тех же проб;

3) сводка ситовых и фракционных анализов;

4) обобщенная сводка товарных проб;

5) объяснительная записка.

§ 4. ОБОБЩЕНИЕ ДАННЫХ О КАЧЕСТВЕ УГЛЯ

Установление закономерностей изменения качества угля на площади шахтного поля производится шахтным геологом на основании:

I) изучения изменчивости строения угольного пласта и его боковых пород по данным геологической документации горных выработок и скважин эксплуатационной разведки;

2) обобщения материалов (ОТК, геолого-разведочных работ и др.) освещающих вопросы качества угля;

3) обработки и систематизации результатов анализов пластовых проб.

На основании обработки и обобщения данных составляются специальные чертежи показателей качества угля.

Процесс составления этих чертежей заключается в нанесении результатов анализов пластовых проб в виде линий одинакового содержания отдельных показателей на копии проекций пластов масштаба I:2000, I:5000.

На копиях проекций наносятся только необходимые сведения с оригиналов и дополнительно показываются следующие данные:

I) разведочные линии и скважины с указанием их номеров, точек подсечения пласта, результатов определения качества угля;

2) контуры блоков, погашенных за квартал с указанием средних

показателей по пластово-промышленной пробе и по чистым угольным пачкам;

3) структурные колонки по пластам с указанием данных по качеству угля (зольности чистых угольных пачек и прослоев, влажности, выхода летучих, содержания серы и фосфора, толщины пластического слоя). Колонки строятся для характерных участков пласта;

4) точки опробования в выработках для контроля за качеством угля по стандарту зольности и другим показателям;

5) первичные нарушения угольного пласта (показываются в виде контуров раздвоения, расслоения, уменьшения мощности до нерабочей и замещения угля породой), контуры ложной кровли и почвы;

6) изолинии показателей качества угля с указанием их значений;

7) контуры зон угля одинакового марочного состава.

Линии одинакового содержания влаги, золы, серы, летучих и других компонентов выделяются разными условными обозначениями.

Для каждого компонента могут составляться самостоятельные чертежи, позволяющие наметить закономерности изменения качества углей и выделить зоны с различным качеством.

Так например: для энергетических углей составляются - проекции пласта с изолиниями зольности (A^C) по каждому пласту с непостоянной зольностью; для технологических углей - проекции пласта с изолиниями летучих, содержания серы, зольности и других параметров в зависимости от направления использования.

Сопоставление качества угля по определенным слоям может производиться на основе данных пластово-дифференциальных проб, нанесенных на специальные нормальные разрезы угольных пластов.

Сводные материалы по качеству используются при составлении проектов стандартов и прогнозов по участкам, еще не включенным в разработку. На основании таких материалов геолог может давать свои предложения по наиболее рациональному использованию запасов.

ГЛАВА 6

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

§ I. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СЪЁМКА

Гидрогеологические и инженерно-геологические наблюдения проводятся для расчета водопритоков в шахту, для изучения причин обводнения и характера устойчивости горных выработок. Проведение гидрогеологических наблюдений способствует своевременной оценке условий производства горных работ, обоснованию и проведению мероприятий по уменьшению проникновения подземных и поверхностных вод в шахту и сохранению устойчивости пород в горных выработках. Гидрогеологические наблюдения проводятся как в горных выработках, так и на поверхности шахтного поля с использованием всех материалов детальной разведки.

На поверхности шахтного поля производится замер уровня, температуры и расхода воды в источниках, колодцах, а также в разведочных и наблюдательных скважинах. Замеряется расход реки и определяются абсолютные отметки уровня воды в реке в меженный и паводковый периоды.

В процессе гидрогеологической съёмки изучается водообильность в горных выработках по всем рабочим горизонтам и крыльям, характер водопроявлений, температура, расход источников. Уточняется распространение водоносных горизонтов, обводняющих горные выработки, их мощность и литологический состав, химический состав и агрессивные свойства шахтных вод.

При производстве съёмки ведётся журнал с необходимыми зарисовками и составляются планы обводнённости горных выработок шахтного поля.

В месторождениях, где значительная роль в обводнении горных выработок принадлежит поверхностным водам, гидрогеологическая подземная съёмка проводится по мере изменения гидрогеологических условий шахтного поля не реже четырех раз в год, в том числе обязательно в меженный и паводковый периоды.

При отсутствии связи поверхностных и подземных вод достаточно производить гидрогеологическую съёмку I-2 раза в год.

§ 2. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Одновременно с продвижением фронта работ производится гидрогеологическая и инженерно-геологическая документация горных выработок, которая на умеренно обводнённых и слабо обводнённых шахтных полях с простыми и средней сложности инженерно-геологическими условиями производится совместно с геологической документацией. На обводнённых и весьма обводнённых шахтных полях со сложными и особо сложными условиями ежедневно по мере продвижения фронта горных работ производится специальная инженерно-геологическая документация горных выработок.

В книжку геологических зарисовок горных выработок вносят гидрогеологические и инженерно-геологические наблюдения: описываются все виды проявления воды (напёж, струи, поток), а также инженерно-геологические явления (плывуны, пучение, текучесть), нарушающие устойчивость горных выработок. Описания сопровождаются зарисовками и фотографиями. При документации водопроявлений замеряются: температура воды, расход (дебит), уровень воды и отбираются пробы воды на химический анализ.

Основные данные, полученные при гидрогеологической и инженерно-геологической документации горных выработок (места поступления воды, встречи плывунов и т.д.), наносятся на проекции пластов, погоризонтные или специальные гидрогеологические планы, с указанием даты

наблюдения. За обнаруженными в процессе документации явлениями устанавливаются дополнительные наблюдения.

Анализируя данные гидрогеологической и инженерно-геологиче — ской документации, геолог делает заключение об устойчивости горных пород и вероятном поступлении воды в горную выработку.

§ 3. РЕЖИМНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Режимные наблюдения производятся на специально оборудованных пунктах. В зависимости от водообильности и сложности гидрогеологической обстановки шахтного поля количество наблюдательных и водоотливных пунктов различно. Так, для слабо обводнённых шахтных полей можно ограничиваться только центральным водоотливным наблюдательным пунктом. Для умеренно обводнённых шахтных полей дополнительно оборудуются водосливы, учитывающие приток воды по эксплуатационным горизонтам и по крыльям шахтного поля или по панели. Для обводнённых шахтных полей дополнительно к описанным выше наблюдательным пунктам оборудуются водосливы по выемочным участкам, а для весьма обводнённых шахтных полей дополнительно оборудуются водосливы в отдельных сильно обводнённых горных выработках. В сложных гидрогеологических условиях для изучения депрессионной воронки, создаваемой водоотливом, бурятся наблюдательные скважины.

Режимные наблюдения предусматривают замер притоков, уровней, напора, температуры воды и изучение химического состава подземных вод во всех наблюдательных пунктах.

I. ЗАМЕРЫ ПРИТОКОВ ВОДЫ В ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ

Поплавковый способ замера водопритока - по скорости движения поплавка и живому сечению потока.

При проведении замеров этим способом необходимо руководствоваться следующим:

а) разбивку створов производить на участке прямоугольного сечения канавы, по возможности с прямолинейными очертаниями стенок и дна;

б) расстояние между верхним и нижним створами должно быть не менее трехкратной ширины потока и не более двух-трех метров;

в) живое сечение определяется по среднему створу, при этом все необходимые измерения должны быть произведены с точностью до I см;

г) в качестве поплавка используются диски из сырого дерева (нельзя применять комки бумаги и прочие случайные предметы, легко сдуваемые струей воздуха);

д) время проплыва поплавка измеряется секундомером с точностью 0,2 сек.

Расход воды рассчитывается по формуле:

$$Q = F \cdot V;$$
$$V = K_0 V_{ср};$$
$$V_{ср} = \frac{S}{t},$$

где: Q – расход потока, $м^3$/час

F – средняя площадь поперечного сечения потока, $м^2$

V – средняя скорость движения потока, м/час

S – путь поплавка по участку канавы, м

t – время движения поплавка, час

K_0 – коэффициент перехода от средней поверхностной скорости $V_{ср.}$ к средней скорости всего потока колеблется от 0,5 до 0,8 /I76/

Коэффициент K_0 можно рассчитать по формуле

$$K_0 = \frac{1}{1+\frac{14}{C}},$$

где: C – скоростной коэффициент, который можно рассчитать по формуле Базена:

$$C = \frac{87}{1+\frac{\gamma}{\sqrt{R}}},$$

где: γ - коэффициент шероховатости (табл.34)

$R = H_m$ (средней глубине)

Значение коэффициента шероховатости γ по Базену приведено в табл.34.

Таблица 34

Род стенки	γ
Очень гладкие стенки (строганые доски, гладкая цементная штукатурка и т.д.)	0.06
Гладкие стенки (нестроганые доски, тёсовая и кирпичная кладка, бетонные и чугунные трубы и др.)	0.16
Негладкие стенки (хорошая бутовая кладка, посредственная бетонировка)	0.46
Промежуточная категория (грубая бутовая кладка; весьма грубая бетонировка по скале; замощение булыжником; стенки в плотных землистых грунтах, притом в весьма хорошем состоянии и т.д.)	0.85
Земляные стенки в обычном состоянии (мощёные, но земляные русла, оказывающие особенно сильное сопротивление (при плохом содержании).	1.75

Объёмный способ замера водопритока - по времени заполнения выработки или сосуда с известной ёмкостью.

В этом случае расход рассчитывается по формулам:

$$Q = \frac{3.6P}{t} \text{ м}^3/\text{час}; \qquad Q = \frac{F(h_2 - h_1)}{t} \text{ м}^3/\text{час},$$

где: P - объём сосуда, л

t - время наполнения сосуда, сек

F - площадь поперечного сечения выработки между h_1 и h_2, м^2

h_1 - высота уровня воды в выработке от дна в момент остановки насоса, м

h_2 - то же в момент окончания замера, м

t - время, в течение которого определен приток, час.

Для измерения расхода используются баки, участковые и общешахтные водосборники, зумпфы шахтных стволов.

Замер водопритока водосливами. При этом способе стенка водослива устанавливается так, чтобы водослив был незатопленным. Для выполнения этого требования часто необходимо углублять дно канавы, расширять подводящий канал и т.д.

При работе с водосливами необходимо соблюдать следующие условия:

а) уровень воды за водосливом должен быть всегда ниже ребра водослива;

б) замерная точка или самописец уровня располагаются выше по течению от водослива на расстоянии, равном четырехкратной величине наибольшего напора H_{max} ;

в) ребро водослива должно возвышаться над дном подводящей части канавы не меньше, чем на 0,2 м;

г) под струю переливающейся воды обеспечивается доступ воздуха;

д) наносы, скапливающиеся перед водосливной стенкой, нужно периодически удалять.

Прямоугольный водослив без бокового сжатия (рис.136-I) позволяет измерить расход до 800 л/сек. Расход воды рассчитывается по формуле:

$$Q = 3600 \cdot m \cdot b \sqrt{2g} \cdot H^{\frac{3}{2}} \qquad м^3/час,$$

где: m - коэффициент расхода

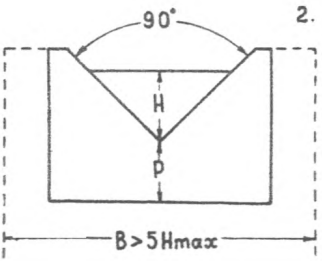
$$m = \left(0{,}405 + \frac{0{,}0027}{H}\right)\left[1 + 0{,}55\,\frac{H^2}{(H+P)^2}\right]$$

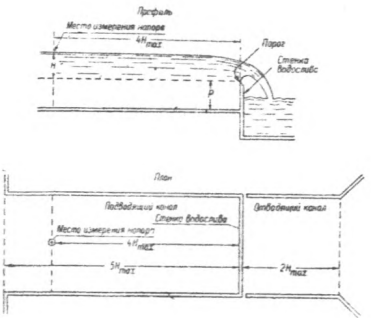
b - ширина водослива (длина ребра), м

g - ускорение силы тяжести, равное 9.81 м/сек

H - напор воды, м

P - высота ребра водослива, м.





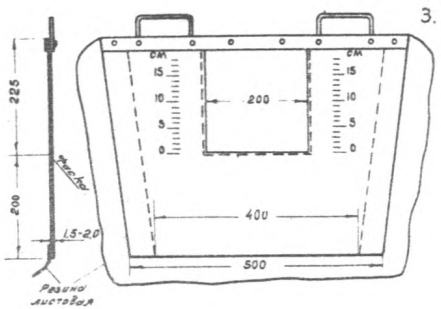


Рис.136. Приспособления для замера расхода воды:
I - прямоугольный водослив без бокового сжатия;
2 - треугольный водослив, B - ширина канавы;
3 - переносная водосливная рамка.

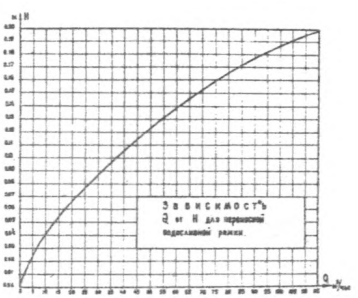


Рис.137. График зависимости расхода воды от величины напора над ребром водосливной рамки.

Треугольным водосливом (рис.136-2) можно измерять расходы до 60 л/сек, рассчитывая их по формуле:

$$Q = 3600 \cdot 1{,}4 \cdot H^{\frac{5}{2}} \text{ м}^3/\text{час}.$$

Значения m и $\sqrt{2g} \cdot H^{\frac{3}{2}}$ для разных напоров H и высоты ребра водослива P приведены в Справочном руководстве гидрогеолога, там же помещены значения $1{,}4 \cdot H^{\frac{5}{2}}$ в зависимости от измеренного напора H /177/.

Применение других типов водосливов (трапецеидального, параболического и радиального) в подземных условиях затруднительно (трапецеидального - из-за большой ширины подводящей части канавы, параболического и радиального - из-за сложности изготовления фигурного выреза в водосливной рамке).

Расчет расхода воды по водосливной рамке. Переносной водосливной рамкой (рис.136-3) можно измерять расходы воды до 28--30 л/сек. Изготовляется она из листового железа или дюралюминия с прямоугольным вырезом размером 20х20 см. Рамка устанавливается строго вертикально, а горизонтальность ребра проверяется уровнем. Рамка должна плотно вставляться между стенками канавы, а мелкие щели замазываются пластичной глиной. Когда движение установится, берут отсчет, измеряя высоту потока воды, переливающегося через ребро рамки. Правильность отсчета контролируется одинаковыми отсчетами по обеим шкалам. Расчет расхода воды по водосливной рамке производится по формуле:

$$Q = 3118 \cdot m \cdot H^{\frac{3}{2}} \quad \text{м}^3/\text{час},$$

где H - напор воды над ребром рамки, м

m - коэффициент расхода при длине ребра 0,2 м.

Значения коэффициента m в зависимости от H следующие (см.табл.35):

Таблица 35

H	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,14	0,18	0,20
m	0,417	0,407	0,401	0,397	0,395	0,393	0,392	0,390

Расход Q можно определить по графику (рис.137), составленному кафедрой гидрогеологии Ленинградского горного института.

Расчет расхода воды, определяемый по фактической производительности насосов и времени их работы. При применении этого метода выключают водоотливный насос и, когда вода заполнит зумпф, замечают по рейке уровень воды, а по часам – время t_1 . Затем включают насос и откачивают воду немного выше водоприёмного клапана насоса. После этого насос останавливают, замечают время t_2 и ожидают, когда вода достигнет уровня, отмеченного ранее по рейке. Фиксируют при этом время t_3 . Приток воды рассчитывают по формуле:

$$Q = q_ф \frac{t_2 - t_1}{t_3 - t_1} \text{ м}^3/\text{час},$$

где $q_ф$ – фактическая производительность насоса в м³/час (определяется предпочтительно объёмным способом).

Измерение расхода воды гидрометрической вертушкой, водосчетчиками, расходомерами и концевыми диафрагмами изложено в работах /176, 177/.

Расход воды на наблюдательных пунктах замеряется подекадно. Ежемесячно замеряется расход воды по шахте. Данные замера фиксируются в журнале.

2. ИЗМЕРЕНИЕ УРОВНЕЙ ВОДЫ В НАБЛЮДАТЕЛЬНЫХ ПУНКТАХ

Измерение уровней воды в наблюдательных пунктах производится через определенные промежутки времени (10 дней) или непрерывно

при помощи самопишущих приборов. Уровень воды замеряется от определенной замерной точки (например, от верхнего конца обсадной трубы). Высотная отметка замерной точки определяется инструментально. Измерение уровня воды в наблюдательных пунктах производится переносными и стационарными приборами. Для постоянного наблюдения за уровнем воды в скважинах и в наблюдательных пунктах со свободным уровнем воды устанавливаются лимниграфы - самописцы уровня. Измерения уровней воды в горных выработках (в том числе и скважинах) рекомендуется производить рулеткой Е.В.Симонова с глухой хлопушкой (Р-50б), электроуровнемерами (ЭВИм ВСЕГИНГЕО; О-4 Б.Б.Остроумова; УЭ-50 Гидропроекта) и уровнемерами Е.В.Симонова (ленточный, пневматический, дисковый). Для подземных наблюдательных скважин применимы манометры технические и самопишущие /I76,I77/.

3. ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ

Измерение температуры в открытых водотоках и водоёмах, источниках, колодцах, скважинах, дренажных канавах, водосборниках и в пунктах поступления воды в горные выработки производится специальными термометрами (родниковыми или гидрогеологическими), называемыми "ленивыми", а также максимальными термометрами и электротермометрами. Температурные наблюдения используются для решения вопросов взаимосвязи водоносных горизонтов и выявления источников обводнения горных выработок.

По полученным в наблюдательных пунктах данным замеров расходов, уровней и температуры воды строят графики изменения перечисленных величин во времени.

4. ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОД

Одним из основных показателей химического состава вод является концентрация водородных ионов pH . Для нейтральных вод pH=7.

При $pH>7$ вода имеет щелочную реакцию; при $pH<7$ – кислую.

Подземные воды, содержащие сульфаты и свободную углекислоту сверх допустимого количества, разрушающе действуют на бетон, а воды, содержащие свободный кислород и водород, разъедающе действуют на металл в горных выработках. Такие воды называются агрессивными.

Агрессивной углекислотой ($CO_{2\,агр.}$) называют углекислоту, способную переводить в раствор карбонат кальция, являющегося составной частью всех марок цемента.

Для определения агрессивной углекислоты берется специальная проба воды: в бутылку ёмкостью 0.25–0,5 л наливают при помощи сифона испытуемую воду. При этом через горлышко должно слиться не менее половины объёма бутылки воды. Затем сифон вынимают, всыпают в бутылку 2-3 г порошка $CaCO_3$ и быстро закупоривают ее. В лаборатории после взбалтывания, находят опытным путём количество углекислого кальция, перешедшего в раствор. Одновременно берут дополнительную пробу воды (0.5 л) для определения свободной углекислоты, pH и гидрокарбонат – иона.

Интенсивность карбонатной агрессии (скорость растворения углекислого кальция водой) не пропорциональна количеству агрессивной углекислоты, а зависит от содержания в воде гидрокарбонат–иона и определяется по формуле

$$\mathcal{J} = \frac{a^2}{0{,}36b + a},$$

где a – количество CO_2 в испытуемой воде, мг/л,

b – количество HCO_3^- в испытуемой воде, мг/л,

0,36– коэффициент для пересчета HCO_3^- в связанную углекислоту

При $\mathcal{J}<1$ вода обладает слабой углекислой агрессией.

При $\mathcal{J}>1$ вода признается агрессивной.

При разработке углей с повышенным содержанием серы шахтная вода содержит свободную серную кислоту и называется кислотной (или кислой), при этом наибольшую кислотность дают верхние отработанные горизонты шахт. Вода вытекает через старые выработанные пространства и выщелачивает накопившиеся там продукты медленного окисления колчеданов, при этом показатель степени концентрации водородных ионов снижается в I,2-3 раза, в связи с чем резко повышается агрессивность воды /69/. Самый опасный период для шахт с притоками кислотных воды - весенний, когда в шахту начинается усиленное проникновение воды.

Увеличение кислотности шахтных вод наблюдается при перепуске кислотной воды с верхних горизонтов на нижние через выработанное пространство, а также при смешении сильнокислотных вод (pH < 3) со слабокислотными, нейтральными, слабо щелочными. Поэтому откачку сильнокислотных вод следует производить отдельно, не допуская проникновения или перепуска их на нижние горизонты. Для уменьшения вредного влияния кислотных вод следует применять предварительное осушение, нейтрализацию кислотных вод, использовать кислотоупорные насосы и трубопроводы, применять рациональные системы водоотлива.

Отбор проб воды на полный химический анализ производится по наблюдательной сети из всех водоносных горизонтов одновременно с проведением гидрогеологической съёмки горных выработок. Полный химический анализ воды предусматривает определение: физических свойств воды, pH, Cl^-, SO_4^{2-}, NO_3^-, HCO_3^-, CO_3^{2-}, Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, NH_4^+, NO_2^-, CO_2 свободную, SiO_2, окисляемость, сухой остаток. Вычисляются: жесткость общая, карбонатная и некарбонатная, CO_2 агрессивная. Объём пробы на полный анализ составляет I,5 л. При документации горных выра-

боток отбираются пробы воды на полевой анализ из всех скважин, вскрывших водоносный горизонт, и из всех источников поступления воды в горные выработки. Полевой анализ предусматривает определение pH, NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-, CO_3^{2-}, HCO_3^-, Cl^-, SO_4^{2-}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, общей и карбонатной жесткости, двуокиси углерода, сероводорода и кислорода. Объём пробы составляет 0,5 л.

Пробы воды из источников, водоотводных канав и водосборников со свободной поверхностью воды можно отбирать бутылью. Пробы воды из скважин отбираются пробоотборником Е.В.Симонова. При отсутствии такого прибора отбор проб воды на глубине нескольких метров можно производить спускаемой на шнуре бутылью, к которой прикреплён груз. Бутыль закрывается пробкой, прикрепленной к другому шнуру, с помощью которого на заданной глубине бутыль открывается.

Обработка анализов воды сводится к следующему: результаты химического анализа, выраженные в весовых единицах (мг/л), переводятся в мг-эквивалентную и эквивалент-процентную формы.

Составляются формулы солевого состава воды и с ними сравниваются исследуемые пробы воды. В качестве примера можно привести формулы солевого состава воды для водоносных горизонтов Ленинградского месторождения горючих сланцев.

1. $Mo,3\ \frac{HCO_3\ 92}{Ca\ 51\ Mg\ 38\ Na\ 8}$ 2. $M\ o,4\ \frac{HCO_3\ 88\ Cl\ 9}{Mg\ 46\ Ca\ 40\ Na\ 14}$

3. $Mo,3\ \frac{HCO_3\ 72\ Cl\ 26}{Na\ 48\ Ca\ 26\ Mg\ 26}$ 4. $Mo,36\ \frac{Cl\ 52\ HCO_3\ 48}{Na\ 74\ Mg\ 14\ Ca\ 12}$

По данным анализов воды устанавливают: принадлежность вод прорывов к соответствующему водоносному горизонту, связь шахтных вод с поверхностными, а также изучают режим шахтных вод.

§ 4. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОСУШЕНИЮ ШАХТНОГО ПОЛЯ И ЛИКВИДАЦИИ ПРОРЫВОВ ВОД В ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ

Задачей осушения шахтного поля является обеспечение устойчивости горных выработок и предотвращение прорывов в них подземных вод и плывунов. Осушение производится поверхностным, подземным и комбинированным способами /I7,I80,208/.

Для осушения шахтного поля рекомендуется производить следующие работы:

I) проведение дренажных канав;

2) бурение опережающих скважин из забоя передовых выработок;

3) устройство забивных и сквозных фильтров;

4) бурение восстающих скважин и водоспускных шнуров;

5) устройство водонепроницаемых перемычек на участках прорывов воды и при изоляции отработанных обводнённых участков, регулирование выпуска воды из подтопленных выработок через задвижки в перемычках;

6) тампонаж в технических скважинах и в стволах;

7) бурение водопонижающих скважин (с поверхности);

8) устройство участковых перекачных водоотливных (насосных) установок.

На рис. I58 показаны осушительные устройства, которые применялись на шахте № 6 комбината "Красногвардейскуголь" (Подмосковный бассейн) для осушения угольной лавы.

При ведении очистных и подготовительных работ под старыми затопленными выработками необходимо следить за появлением "потения" забоев, кровли и немедленно ставить об этом в известность главного инженера шахты.

Мерами предохранения от прорывов воды из старых затопленных выработок может служить оставление барьерных или предохранитель-

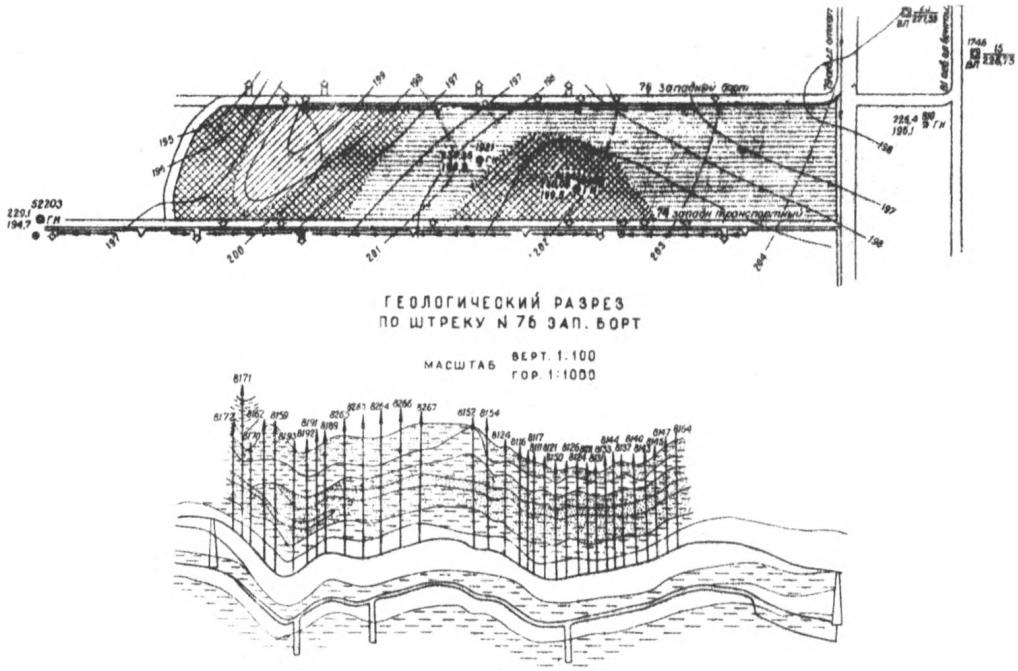


Рис.I58. Проект осушения лавы шахты № 6 (Подмосковный бассейн).

ных целиков шириной не менее 20 м, бурение опережающих скважин, а также спуск и откачка воды из этих выработок /I48/.

При проходке горных выработок в породах, опасных по прорывам воды и плывунов, возводятся предохранительные фильтрационные и водонепроницаемые перемычки. Фильтрующие перемычки могут быть деревянные - из бревен или досок, а также из металлических балок. Водонепроницаемые перемычки делаются из бетона.

При возникновении прорывов плывунов в горные выработки необходимо быстро возвести фильтрующие перемычки на всех выработках, примыкающих к месту прорыва и по возможности ближе к нему. Обычно устанавливается 3-4 перемычки на расстоянии 8-I2 м одна от другой. Если приток воды не уменьшается и угрожает затоплением участка или шахты в целом, а также в случае, если фильтрующие перемычки пропускают много песчаных частиц, необходимо возводить изолирующие (водонепроницаемые) перемычки и принимать меры к снижению напора воды в водоносном горизонте (бурение сквозных фильтров, восстающих скважин и т.д.). Меры по предотвращению прорыва плывунов сводятся к предварительному осушению участков с помощью водопонизительных скважин и комплексу защитных мероприятий местного порядка, осуществляемых непосредственно в пройденных горных выработках (тщательная и своевременная постановка крепи, устройство перемычек, установка забивных фильтров, бурение разгрузочных скважин и т.д.). При проходке горных выработок на участках, где имеется опасность прорыва плывунов, применяют специальные иглофильтровые и вакуумные установки. Прорывы воды и плывунов фиксируются в журнале.

При развитии процессов пучения в незакрепленной почве выработки оказывается достаточным изолировать дренажную канаву, т.е. облицовать ее стенки бетоном, чтобы процессы пучения прекратились.

Меры борьбы с деформациями глинистых пород должны быть направлены на дренаж гравитационной и связанной воды, а также на изоляцию гидрофильных пород от подземных и поверхностных вод. Глинистые породы очень плохо отдают воду, поэтому для их осушения применяют специальные методы электродренажа. При электродренаже осуществляется передвижение связанной воды (не подчиняющейся гравитационным силам и поэтому недосягаемой для обычных дренажных устройств) по направлению к катоду (рис.139).

Сбросовые воды могут проникать в толщу пород и снова обводнять выработки шахты. Для того, чтобы проверить наличие и определить величину фильтрации сбросовых вод в горные выработки для конкретного шахтного поля, следует оборудовать водосливы по пути движения сбросовых воды (обязательно в начале и в конце водотока). При достаточной длине водотока водосливы могут быть оборудованы в средней его части, при этом должна учитываться литология покровных отложений и рельеф местности. Сравнивая величины расходов воды на каждом водосливе, можно определить, происходит ли значительная потеря воды, и если происходит, то на каком участке движения сбросовых вод. При значительной потере расхода на конкретном участке сбросовые воды необходимо отводить по закрепленным канавам, лоткам или трубам; последние применяются в тех местах, где водоотводные сооружения пересекают зоны обрушения поверхности (трещины, провалы, воронки и т.д.).

Горные выработки могут значительно обводняться в том случае, если они пересекают незатампонированные разведочные скважины. Охрана горных выработок от прорыва воды из незатампонированных скважин производится барьерными целиками, которые оставляются в

разрабатываемых пластах вокруг стволов скважин. Построение барьерного целика по данным ВНИМИ производится в плоскости пласта в виде окружности, центр которой совпадает с центром ствола скважины. Радиус окружности (r) должен быть не менее 20 м и определяется по формуле:

$$r = 3m + 0{,}03H + 0.002L ,$$

где: m - мощность пласта, м

H - расстояние по вертикали от земной поверхности до места встречи пласта скважиной, м

L - протяжённость подземных теодолитных ходов от шахтного ствола до барьерного целика, м

При отсутствии данных об элементах искривления ствола скважины в плоскости пласта должна быть выделена возможная зона встречи скважины с пластом. Методика построения этой зоны изложена в работе К.В.Стрельниковой (Труды ВНИМИ, 1966 г. сб.56).

При подходе к опасной зоне прорыва воды принимаются соответствующие меры предосторожности.

Поверхностные водотоки или водоёмы, находящиеся в зоне дренирования в горные выработки, могут служить причиной сильного обводнения или затопления шахты. Для угольного месторождения составляются "Правила охраны сооружений и природных объектов", предусматривающие минимальную безопасную глубину подработки угля под реками, озерами, водохранилищами, ручьями, балками и логами, которые весной служат руслами временных водотоков.

Ниже (по данным ВНИМИ) приводятся примеры таких правил по некоторым месторождениям.

"Для Кузбасса (Ленинское месторождение) безопасная глубина при подработке логов должна быть равной и больше 20-30 кратной мощности пласта - для пластов пологого залегания; для пластов наклонного залегания - 25-35 кратной мощности пласта".

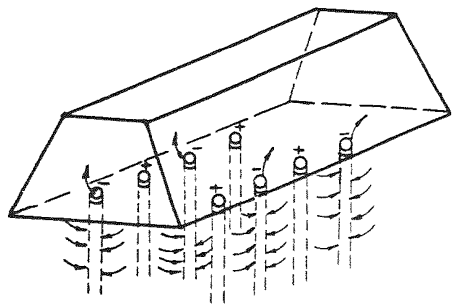


Рис.139. Схема электродренажа

(+) - положительные электроды:
(-) - отрицательные электроды:

Стрелками показано направление движения воды.

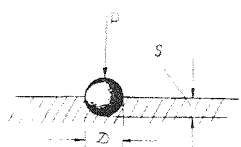


Рис.140. Схема шариковой пробы для определения сил сцепления мёрзлых грунтов.

"На Ткварчельском месторождении глубина подработки под реками должна быть не менее 100 м. Суммарная мощность пластов, допускаемая к выемке под руслами рек, не должна превышать величины $\frac{H}{40}$ – при выемке пластов с обрушением кровли и $\frac{H}{30}$ – при выемке пластов с выкладкой бутовых полос, где H – глубина от дна русла до верхнего вынимаемого пласта".

"В Кизеловском каменноугольном бассейне выемка угля под реками разрешается ниже глубины, равной (150 ÷ 200) m, где

m – вынимаемая мощность пласта".

Для определения безопасной глубины отработки Н.Ф.Шалагинов вывел эмпирическую формулу

$$Hб = \frac{38\,Hm}{8\ell + \ell_1 + 0{,}34H},$$

где ℓ – суммарная мощность глин;

ℓ_1 – суммарная мощность суглинков и аргиллитов;

H – глубина разработки, для которой подсчитаны ℓ и ℓ_1;

m – вынимаемая мощность пласта.

В формуле участвуют значения мощностей глин, суглинков и аргиллитов, которые весьма изменчивы. Поэтому при слабой разведанности участка подработки водоёма применение формулы для определения безопасной глубины не может быть рекомендовано.

§ 5. МЕТОД РАСЧЕТА ОЖИДАЕМОГО ПРИТОКА ВОДЫ В ВЕРТИКАЛЬНЫЙ СТВОЛ ШАХТЫ

По данным опытной откачки из контрольно-стволовой скважины можно вычислить ожидаемый максимальный водоприток в ствол шахты $Q_ш$, определив сначала максимальный дебит скважины $Q_{ск}$ при понижении уровня воды до почвы водоносного горизонта, т.е. при $S=H$. При расчетах полагают, что крепление стенок шахтного ствола не снижает притока воды в него /167/.

Если по данным опытных откачек установлен ламинарный характер движения б е з н а п о р н о г о потока, то максимальный дебит скважины вычисляется по формуле

$$Q_{ск} = Q_{оп} \cdot \frac{H^2}{(2H - S_{оп})\, S_{оп}} \quad м^3/сутки,$$

где $Q_{оп}$ – дебит скважины при опытной откачке с максимальным возможным понижением $S_{оп}$ $м^3/сутки$,

H – мощность безнапорного водоносного горизонта, м.

Эта формула даёт наиболее хороший результат при $S_{max} \leq 2 S_{оп}$

Ожидаемый приток воды в ствол шахты, пройденный до водоупора, вычисляется по формуле Дюпюи

$$Q_ш = Q_{ск} \frac{\ell g R_{ск} - \ell g r_{ск}}{\ell g R_ш - \ell g r_ш} м^3/сутки, \quad (I)$$

где $r_{ск}$ и $r_ш$ – радиусы скважины и ствола шахты (вчерне), м

$R_{ск}$ и $R_ш$ – радиусы влияния опытной откачки из скважины и из ствола шахты, определяемые опытным путём или по формуле Кусанина или Зихардта ($R = 2S\sqrt{HK}$ или $R = 10S\sqrt{K}$, где K – коэффициент фильтрации) м.

Если по данным опытных откачек установлено наличие турбулентного движения, приток в ствол шахты определяется по формуле Краснопольского

$$Q = Q_{оп} \sqrt{\frac{r_ш \cdot H}{3 r_{ск} \cdot S_{оп}}} \quad м^3/сутки \quad (II)$$

В случае пересечения н а п о р н о г о водоносного горизонта максимальный дебит скважины при понижении до водоупора, вычисляется после составления по данным опытной откачки уравнения кривой дебита скважины, которое выражает функциональную зависимость между понижением уровня воды в скважине и дебитом.

Чем больше число понижений уровня воды при опытных откачках, тем точнее можно будет составить уравнение кривой дебита. [75

Здесь может иметь место один из следующих видов зависимости.

I) Прямолинейная зависимость выражается формулой

$$Q = q\,S \quad м^3/сутки$$

где q - удельный дебит скважины, $м^3$/сутки

S - понижение, м

2) Параболическая зависимость выражается формулой Келлера

$$S = aQ + bQ^2 м \qquad \text{или} \qquad S_0 = a + b\,Q\ м,$$

где $S_0 = \frac{S}{Q}$

a и b - параметры, определяемые по данным опытных откачек:

$$b = \frac{S_2 Q_1 - S_1 Q_2}{Q_1 Q_2 \cdot (Q_2 - Q_1)}; \qquad a = \frac{S_1}{Q_1} - bQ_1,$$

где Q_1 - дебит скважины при понижении S_1

Q_2 - дебит скважины при понижении S_2

3) Логарифмическая зависимость выражается формулой Альтовского

$$Q = a + b\,lg\,S \quad м^3/сутки$$

Обозначения прежние.

4) Степенная зависимость выражается формулой Краснопольского

$$Q = q_0\sqrt{S} \quad м^3/сутки$$

и формулой Смрекера

$$Q = q_0\sqrt[m]{S} \quad м^3/сутки,$$

где q_0 и m - параметры, определяемые по данным опытных откачек;

q_0 - удельный дебит скважины;

$$m = \frac{lg\,S_1 - lg\,S_2}{lg\,Q_1 - lg\,Q_2};$$

Подставляя результаты опытных откачек в вышеуказанные уравнения, устанавливают тип зависимости между Q и S.

Параметры формулы можно определять и графически.

I74 Метод построения графиков и определения по ним параметров освещен в соответствующей литературе /I67,I76/.

Определив параметры, составляют уравнение кривой дебита скважины и вычисляют максимальный ожидаемый приток воды в скважину при заданном понижении, равном максимально возможному понижению воды при проходке ствола шахты, а затем, учтя разницу в радиусах выработок, переходят к притоку в ствол шахты.

При ламинарном движении потока (прямолинейная или параболическая зависимость Q от S) применяется формула дюпюи (I).

При турбулентном движении потока (степенная зависимость Q от S) применяется формула Краснопольского

$$Q_ш = Q_{ск}\sqrt{\frac{r_ш}{r_{ск}}} \qquad м^3/\text{сут}$$

Если при контрольно-стволовом бурении опытная откачка велась из несовершенной скважины, то, прежде чем приступить к расчету водопритока в вертикальный ствол, следует перейти от дебита несовершенной скважины к дебиту совершенной скважины по формуле

$$Q_{сов.} = \beta \cdot Q_{нес},$$

где β – поправочный коэффициент на несовершенство скважины, который можно взять из таблицы 36.

Таблица 36.

$\frac{M}{\ell}$; $\frac{h}{\ell}$	I.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	I0.0
$\beta = \frac{Q_{сов}}{Q_{нес.}}$	I.I5	I.28	I.4I	I.54	I.74	I.93	2.II	2.42	2.70

где M – мощность напорного водоносного горизонта, м;

h – высота столба в грунтовом колодце при откачке, считая от водоупора, м;

ℓ – длина рабочей части фильтра, м;

$\frac{M}{\ell}$ – для напорного водоносного горизонта;

$\frac{h}{\ell}$ – для безнапорного водоносного горизонта.

§ 6. МНОГОЛЕТНЯЯ МЕРЗЛОТА

В районах распространения многолетней мерзлоты вода в породах наблюдается в виде льда, образующего тонкие корочки, выпадения, кристаллы, линзы, прослои и даже пласты (ископаемый лёд). В процессе промерзания пород в них формируется своеобразная текстура - массивная, слоистая и сетчатая, - во многом определяющая механические свойства пород.

Массивная или слитная текстура формируется при интенсивном промерзании пород с образованием льда-цемента, то-есть льда, выполняющего поры породы без раздвигания частиц минерального скелета.

Слоистая текстура возникает при одностороннем промораживании пород с подтоком воды извне или при промерзании сильно увлажнённых рыхлых пород, когда прослойки льда образуются в них вследствии перераспределения влаги.

Сетчатая или ячеистая текстура формируется в условиях неодностороннего промораживания пород с подтоком воды извне /204/.

Свойства пород, содержащих в порах воду в виде льда, резко отличны от свойств талых пород. Временное (мгновенное) сопротивление сжатию пород, сцементированных льдом, довольно высокое: при $t = -10^0$ для песков $\tau_{сж} = 120\text{-}150$ кг/см^2, для глин $\tau = 30\text{-}50$ кг/см^2. При длительном действии постоянной нагрузки сопротивление мёрзлых пород внешним усилиям падает в десятки раз. Например, для глин при общей влажности $W_{об} = 32\%$ и $t = -2^0$ $\tau_{сж} = 1.8\text{-}1.1$ кг/см^2.

Сопротивление мёрзлых пород сжатию и сдвигу определяется только их сцеплением (трение в силу малого значения не учитывается), которое по Н.А.Цытовичу (204) определяется при помощи сферического штампа (Рис. 40)

$$C = 0{,}18\,\frac{P}{\pi \mathcal{D} S}\ ,$$

где C – сцепление, кг/см^2

P – нагрузка на шариковый штамп, кг/см^2

$\mathcal{D}$ – диаметр шарикового штампа, см

S – величина осадки штампа, см

§ 7. ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ГОРНЫХ ПОРОД

При бурении скважин и при строительстве глубоких шахт геотермические измерения проводятся с целью прогноза термального режима на глубоких горизонтах, что имеет важное практическое значение, так как задача шахтной вентиляции – подвести к месту работы воздух с наиболее благоприятной температурой – с глубиной усложняется. Так, например, в Донбассе на глубине 700-800 м температура горных пород достигает 27-29^0, а температура воздуха в горных выработках обычно на 3-5^0 выше температуры породного массива, т.е. значительно превышает предельно допустимый норматив.

Очень важны эти измерения в районах с повсеместным развитием многолетнемёрзлых пород в связи с определением мощности зоны мерзлоты, границ её распространения по разрезу и по площади, динамики надмерзлотных, межмерзлотных и подмерзлотных вод и т.д.

Основным методом геотермики являются наблюдение и измерение температуры на разных глубинах в горных выработках и особенно в глубоких скважинах.

При термических измерениях применяются максимальные рт/тные термометры, электрические термометры сопротивления и в некоторых случаях термопары.

Чтобы ртутный термометр, позволяющий производить отсчеты температуры с точностью до 0,1^{0}С, не изменил своих показаний за

время извлечения его из скважины, применяют так называемые "ленивые" термометры. В Кузбассе в последнее время применяют протарированные метеорологические термометры со шкалой от - 40 до $+40^{0}$.

Описание геотермической аппаратуры приведено в соответствующей литературе /I50,209, Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 1966, № 6/.

Наблюдения в скважинах производятся только после того, как восстановится нарушенный бурением температурный режим. Время восстановления в разных районах неодинаково (иногда до нескольких месяцев). Наблюдения в Донецком бассейне показали, что нарушение температурного режима на глубоких горизонтах в общем незначительно и измерения температуры горных пород в этом бассейне могут производиться вскоре после окончания буровых работ /I50/.

В скважинах, в которых производятся геотермические измерения, должны отсутствовать притоки, наливы, поглощения и затрубная циркуляция жидкости или газа. Проходку скважин в многолетнемёрзлых породах следует осуществлять всухую с продувкой воздухом.

В скважинах измерение температуры производится, как правило, через I0-25 м.

Для замеров температур ртутными термометрами последние по степени их инертности группируются в связки по 4-5 штук в каждой. В скважину опускают на тонком стальном тросе не более 3-4 связок. Выдержка термометров зависит от степени заленивливания. При документации сначала отсчитывают десятые доли, а затем уже единицы и десятки градусов /209/.

Широкое развитие геотермические исследования получили в Донецком бассейне, где интенсивная разработка угольных пластов ведет к быстрой углубке шахт. Применение здесь электротермометров

сопротивления позволило ускорить процесс измерений и регистрировать непрерывную геотермограмму /I50/.

Средний геометрический градиент для каждой исследованной скважины Донбасса вычисляется по формуле

$$\Gamma = \frac{T_H - T_h}{H - h} \cdot 1000 \text{ град/км},$$

где Γ - геотермический градиент, град/км ;

$H-h$ - вертикальная длина интервала вычислений, м ;

T_H и T_h - температуры, замеренные в крайних точках H и h интервала, принятого для вычисления.

Средняя величина геотермической ступени в м/град. для каждой скважины вычисляется по формуле

$$G = \frac{1}{\Gamma} \cdot 1000$$

Ожидаемую температуру горных пород на проектируемых горизонтах действующих шахт рекомендуется рассчитывать методом экстраполяции фактических данных наблюдений по средним величинам геотермических показателей /I50/.

$$T_H = T_{H_0} \frac{H - H_0}{G} \text{ град},$$

где T_H - температура горных пород, ожидаемая по заданной глубине H, град;

T_{H_0} - температура горных пород на данной глубине H_0, град;

G - геотермическая ступень, м/град.

В районах с развитием зоны многолетней мерзлоты температурные измерения в шурфах с помощью ртутных термометров рекомендуется выполнять по мере их проходки через каждые 0,5 или I м. При углублении шурфа на стенке дна шурфа и его стенки, обращенной на север, пробуривают под углом 45^0 к стенке шурфа скважи

0.42 м и диаметром на 2-3 мм большим, чем оправа термометра. Резервуар термометра смазывают вазелином во избежание примерзания к стенкам шпура.

При проходке вертикальных стволов температурные измерения горных пород производят через 10 м, а в интервале предполагаемых границ зоны многолетней мерзлоты через 1,5-2 м по такой же схеме, как и при проходке шурфов. Однако длина шпура, буримого под углом 45^0, увеличивается до 2,5 м.

В подготовительных горных выработках глубоких шахт (вентиляционных, промежуточных, откаточных штреках, квершлагах) температуры пород и угля измеряются в шпурах, глубиной 1.8-2.0 м, пробуренных в свежеобнаженных забоях по оси проводимой выработки.

Одновременно измеряется температура воздуха в выработке.

В выработках околоствольного двора и штольнях рекомендуется температурные измерения производить в шпурах длиной 1.5- 2 м, буримых через каждые 10 м от устья выработки на высоте 0.7-0.8 м от подошвы.

Во всех вышеуказанных горных выработках термометры в шпурах выдерживаются не менее двух часов. Шпур должен быть защищен от воды, скапливающейся на дне или стекающей по стенкам выработки, и от воздействия наружного воздуха. Для этого его устье закрывается войлочным тампоном и замазывается глиной на глубину 10-15 см.

Полученные данные о геотермическом режиме того или иного участка должны быть вкесены в специальный журнал.

На основании многочисленных измерений при оурении скважины составляются гипсотермические планы шахтного поля и геоизотермические профили.

ГЛАВА 7

ИЗУЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ БОКОВЫХ ПОРОД

Устойчивость пород - способность сохранять равновесие и сопротивляться горному давлению при ведении горных работ. Устойчивость характеризуется величиной площади обнажения боковых пород и временем его устойчивого состояния.

Для изучения устойчивости необходимо знать закономерности этого явления, зависящие от геологического строения массива и способа его подработки.

Нарушение устойчивого положения боковых пород начинается с прогиба и отслоения, а при наклонном залегании и сдвига в сторону выработанного пространства пород, непосредственно налегающих на пласт. В результате предельных деформаций растяжений, вызванных прогибанием, раскрываются естественные и образуются новые трещины, что приводит к обрушению пород. При прогибании кровли наблюдается отжим угля из целиков. Интенсивная деформация почвы чаще происходит в виде пучения (см.далее).

В подработанном массиве выделяются зоны разной деформированности пород, мощность которых зависит от вынимаемой мощности пласта, глубины залегания, коэффициент разрыхления и т.д. Зона обрушения равна $\sim$ 3-4 кратной, зона развития трещин $\sim$ 30 кратной мощности угольного пласта. Эти величины необходимо учитывать, например, при подработке водоёмов, плывунов и водоносных горизонтов. Наибольшее влияние на устойчивость пород в очистном пространстве оказывает толща, в 6-8 (реже 10) раз превышающая вынимаемую мощность. Закономерности деформации вышележащих пород при нарушении устойчивости подработанного массива, методы их изучения и построения охранных целиков освещены в специальных работах

/95, 164/ и в разработанных ВНИМИ "Правилах охраны ..."

Деформация пород подработанного массива на глубине до 300 м активно продолжается в течении 2-3 лет с наибольшей активностью в первом полугодии после подработки.

Устойчивость горного массива определяется его геологическим строением. Поэтому задачей шахтного геолога является изучение влияния геологических факторов на устойчивость пород.

§ I. ВЛИЯНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ

Основными факторами, влияющими на устойчивость, являются состав и строение пород, их физико-механические свойства, нарушенность угля и пород, условия залегания.

I. СОСТАВ И ТИП ЦЕМЕНТА ПОРОД

Составом и цементом определяются объёмный вес и физико-механические свойства пород. Перемежаемость пород разного состава и разной мощности снижает монолитность и устойчивость массива. Устойчивость значительно уменьшается при наличии прослоев глинистого и слюдистого состава. В зависимости от соотношения указанных факторов, например, в Подмосковном бассейне по обрушаемости выделяются следующие типы кровель:

I) "тяжелые" кровли, допускающие обнажение 5-6 м^2, сложенные плотными глинистыми породами мощностью более 4 м;

2) "средние" кровли, допускающие обнажение до 3 м^2, состоящие из плотных глин мощностью I.5-4.0 м, перекрытых песком;

3) "легкие" кровли, допускающие обнажение I.0-I.5 м^2, сложенные глинами мощностью до I.5 м, или - чередующимися более тонкими прослоями глины и песка или только песком.

Тип и характер цемента и различные эпигенетические изменения пород влияют на их устойчивость. Так, породы с кремнистым цементом

или вторичным окварцеванием отличаются высокой устойчивостью. Цемент соприкосновения обусловливает малую прочность и устойчивость пород, цемент прорастания - высокую прочность и устойчивость. Алевролиты с базальным цементом в Первомайском районе Донбасса имеют прочность 780 кг/см^2, а с поровым - 1180 кг/см^2. Примеры влияния степени метаморфизма на прочность приведены в табл. 8. Сидерит, равномерно распределенный в основной тонкочешуйчатой массе аргиллитов верхнедуйской свиты на шахтах о.Сахалина, делает эти породы настолько устойчивыми, что выработки проходятся без крепления. Если сидерит встречается в виде стяжений, то устойчивость пород значительно снижается.

2. СЛОИСТОСТЬ И ТРЕЩИНОВАТОСТЬ ПОРОД

С т р у к т у р н о - т е к с т у р н ы е особенности оказывают влияние на устойчивость и проявляются, прежде всего, в расслаиваемости пород кровли по слоистости и напластованию. Связь между слоями зависит от минерализации и формы поверхности наслоения. Например, углисто-глинистые примазки и следы тектонических перемещений способствуют отслоению; сутурно-стилолитовые образования, свойственные известнякам, увеличивают сцепление и устойчивость пород.

При прочих равных условиях более тонкослоистые породы менее устойчивы. Большая устойчивость мощных слоев обусловлена еще и менее частой трещиноватостью, чем в тонкослоистых породах. В Донбассе слои песчаника и известняка мощностью до 0,1 м малоустойчивы, и посадку кровли необходимо производить после каждого выемочного цикла; при мощности слоев более 0,7 м породы становятся более устойчивыми и образуют зависающие консоли, что требует более редкой посадки кровли.

На рис. 141 приведен пример влияния рассмотренных факторов на расслаиваемость пород кровли.

Трещиноватость пород. По данным ИГД АН УССР /92/ соотношение расстояния между трещинами, параллельными напластованию ($\Gamma_н$), и мощности слоя (h) влияет на устойчивость пород, характеризуемую показателем крепости (f), (рис.142).

Крайне неустойчивы породы на участках развития зон интенсивной трещиноватости и крупных разрывных нарушений. В зависимости от количества систем трещин и разрывных смещений, а также от складчатой дислоцированности шахтных полей на западе Карагандинского бассейна И.А.Очеретенко выделяет следующие типы устойчивости кровли, табл.37).

Таблица 37

Характеристика складчатости шахтного поля	Количество систем трещины			разрывные смещения	Тип кровли
	нормально-секущие	косо-секущие	общее		
моноклиналь	3-4	4-6	7-10	1-2	устойчивая
моноклиналь со складками 3 порядка	4-6	6-8	10-14	2-4	слабая
моноклиналь со складками 3 и 4 порядка	8	8-10	16-18	4-6	неустойчивая

Подробнее о влиянии трещиноватости на устойчивость изложено в гл. 4, раздела А.

3. УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ

Условия залегания оказывают влияние, в первую очередь, на характер и интенсивность смещения кровли, по которым можно судить об устойчивости пород.

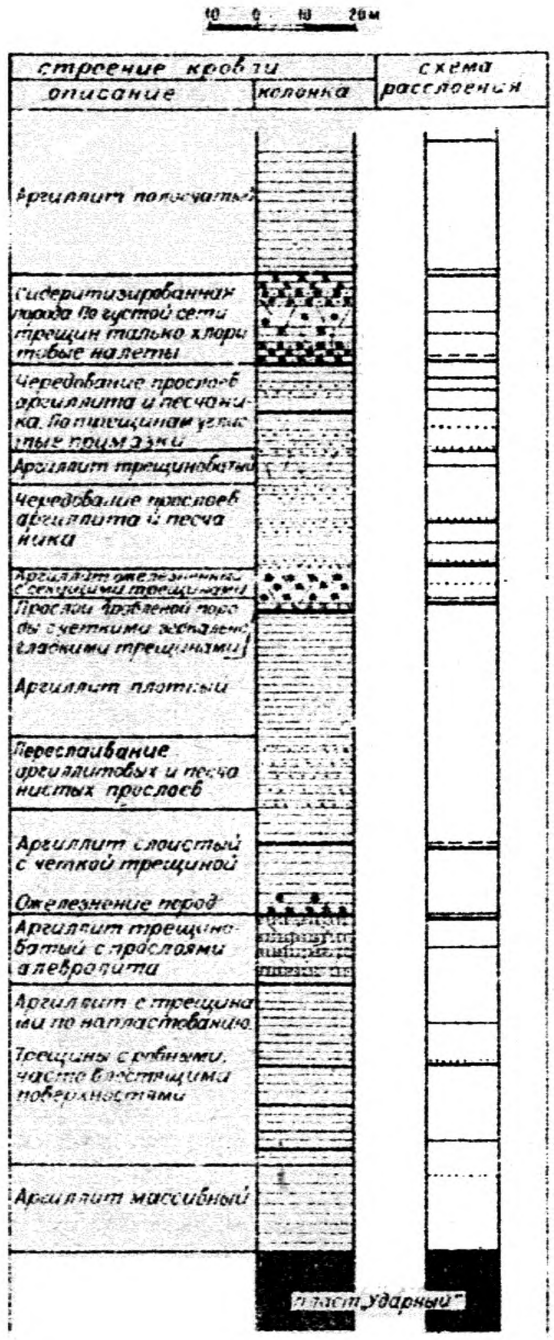


Рис.141 Влияние состава и строения пород кровли на их расслаиваемость. Шахта "Зенковские уклоны" (Кузбасс)

М о щ н о с т ь пласта. Исследования в шахтных и лабораторных условиях, а также данные практики /85/ указывают на зависимость величины смещения кровли и нагрузки на крепь от вынимаемой мощности пласта. Например, в Донбассе по данным А.М. Ильштейна /85/ на расстоянии 2 м от забоя смещение кровли в среднем составляет 58 мм при мощности пласта 0,75 м, а при мощности 1,50 м - 66 мм. Однако зависимость устойчивости пород от мощности вынимаемого пласта не всегда однозначная.

У г о л п а д е н и я. Характер деформации кровли изменяется в зависимости от угла падения пород. При наклонном и крутом падении наряду с прогибанием кровли происходит сдвиг пород по напластованию. При крутом падении наблюдается изгиб и сползание пород почвы и целиков угля.

По данным ВНИМИ /164/ эти особенности деформации зависят от соотношения угла падения (δ) и угла внутреннего трения по напластованию (ρ). Если $\delta < \rho$, то преобладает изгиб слоёв; при $\delta < 45^0 + \rho/2$, породы висячего бока изгибаются с перемещением по напластованию, а породы лежачего бока в основном смещаются по напластованию.

Г л у б и н а залегания в значительной степени определяет величину горного давления. По статистическим данным /159/ в лавах Донбасса величина смещения кровли в 4-х метрах от забоя увеличивается от 120 мм на глубине 100-200 м до 160 мм на глубине 400 м. Но при глубине более 500 м увеличение смещения кровли по данным ВУГИ и др. /85/ происходит менее интенсивно.

4. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Устойчивость пород в значительной степени определяется их физико-механическими свойствами. Зависимость величины смещения

и степень устойчивости кровли от прочностных показателей дана на примере рис.143 и табл. 38. Устойчивость на большой глубине по мнению некоторых исследователей /159, 117/ следует характеризовать углом внутреннего трения и коэффициентом сцепления.

Упругие и прочностные свойства угля, целики которого играют роль упругого основания, влияют на устойчивость боковых пород. С уменьшением модуля упругости и прочности угля увеличивается величина смещения кровли.

5. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Обводненность пород и циркуляция воды по напластованию и трещинам способствуют ослаблению устойчивости. Известно, что прочность пород, особенно глинистых, уменьшается с увеличением влажности.

В связи с недостаточной изученностью и многообразием влияния горно-геологических условий на устойчивость задачей шахтных геологов является изучение влияния геологических факторов на устойчивость в зависимости от конкретных горно-технических условий.

§ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА И КЛАССИФИКАЦИЯ КРОВЛИ

В зависимости от способности отдельных слоев боковых пород к деформации и обрушению, а также от положения относительно угольного пласта различают несколько типов кровли.

Непосредственная кровля - это породы, непосредственно лежащие на угольном пласте, давление которых воспринимается крепью.

Основная кровля - это породы, залегающие выше непосредственной кровли и не обрушающиеся вместе с последней. Давление основной кровли воспринимается главным образом целиком угля, закладкой или обрушившейся породой.

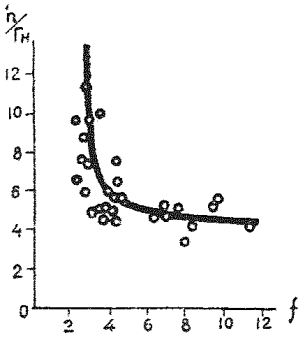


Рис.I42 Связь между крепостью пород и отношением интенсивности пластовой трещиноватости к мощности слоёв непосредственной кровли.

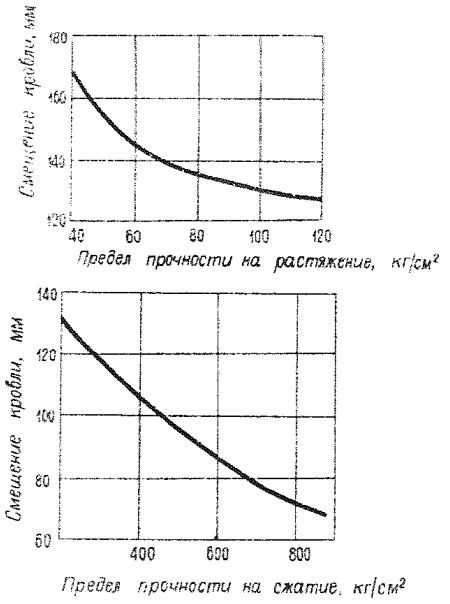


Рис. I43 Влияние прочности пород на смещение кровли в 4 м от забоя.

ТИПИЗАЦИЯ ПОРОД КРОВЕЛЬ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ПО ИХ УСТОЙЧИВОСТИ И ХАРАКТЕРУ ОБРУШЕНИЯ

Таблица 38

№ типа	Наименование типа	Марка углей	Характерные признаки пород		Толщина слоя P, м	Расстояние между трещинами (густота трещиноватости) Γ, м	Предел прочности на сжатие σ, кГ/см²	Характеристика устойчивости пород в кровле и характер их обрушения					
								в непосредственной кровле				в основной кровле	
								в рабочем пространстве		за рабочим пространством			
			Макроскопические	Микроскопические				устойчивость из расчета на одну дорогу (1,6—1,8 м ширины)	характер обрушения	устойчивость	характер обрушения	устойчивость	характер обрушения
I	Весьма неустойчивые породы	От Д до А	Углистые аргиллиты тонкослоистые, с прослойками угля в 1—2 мм и менее, по которым они расслаиваются; при падении распадаются на мелкую крошку или на тонкие плитки	Тонкочешуйчатая глинистая порода, содержащая не менее 35% углистого вещества, обильно пропитанная гумусом, переслаивается с тончайшими прослоечками угля	0,001—0,002 иногда менее	0,10—0,20	До 300	Не допускают даже небольших кратковременных обнажений	Отпадают при зарубке угля	Не сохраняются	Не сохраняются	Основную кровлю не образуют	
			Углистые аргиллиты тонкослоистые с тончайшими углисто-глинистыми прослойками, по которым они распадаются	Тонкочешуйчатый глинистый материал, оптически хорошо ориентированный; наблюдается резко выраженное одновременное угасание; встречается примесь обугленных растительных остатков в количестве от 20 до 35%	0,01—0,20	0,10—0,70							
II	Неустойчивые породы	Д, Г, К, ОС	Углистые аргиллиты	Тонкочешуйчатая глинистая порода с примесью углистого материала в количестве от 5 до 20% и незначительного количества алевритового материала	0,10 - 0,12	0,50	До 500	Осыпаются и удерживать их весьма трудно, требуют немедленного крепления вслед за прохождением машины; крепление, как правило, ведется с увеличенной плотностью	Коржат и куполят	При снятии крепи — отпадают	Обрушаются на всю мощность	Основную кровлю не образуют	
			Аргиллиты тонкоплитчатые	Тонкочешуйчатая глинистая порода с прослоями, обогащенными алевритом и слюдой	0,05—0,10	0,25—0,40							
			Алевролиты, расслаивающиеся на плиты, с хорошо выраженными плоскостями, покрытыми глинистыми пленками	Сложены зернами кварца с примесью полевого шпата и слюды, цемент гидрослюдистый (с примесью обугленных растительных остатков) порового и базального типа	0,10—0,30	0,40—1,00							
III	Малоустойчивые породы	Ж и А	Аргиллиты среднеплитчатые	Состоят из глинистого материала в количестве 50—70%, алеврита в количестве 10—25% и углистого вещества до 5%	0,10—0,25	0,10—0,50	До 600	Могут оставаться незакрепленными на протяжении 3—5 м в течение смены	Отсутствует при правильном ведении очистных работ	При снятии крепи отпадают постепенно слоя за слоем; являются породами, наиболее благоприятными для управления с полным обрушением	Обрушаются постепенно плитами, как правило, без оставления кочселей	После обрушения непосредственной кровли отпадают постепенно по расслоению	По мере обнажения постепенно отпадают плитами
		Ж и А	Алевролиты плитчатые	Мелкозернистые, кварцевые с небольшой примесью карбонатов, цемент глинистый базального типа, микрослоистый вследствие послойного расположения обугленных растительных остатков	От 0,10—0,25 до 0,50	0,15—0,60							
		Д, Г, Ж и К	Песчаники кварцевые мелкозернистые, плитчатые, с углисто-глинистым налетом по наслоению	Обломочный материал преимущественно кварцевого состава, цемент типа выполнения пор и пустот, глинистый, с незначительной примесью карбоната	Менее 0,10	0,15—0,25	До 1200						
		От Д до А	Известняки тонкоплитчатые	Мелкозернистые, состав кальцитовый с редкими включениями микрозернистого сидерита и незначительным количеством обугленных растительных остатков и обломков скелетов животных	0,03—0,08	0,15—0,20							
IV	Среднеустойчивые породы	От Д до А	Аргиллиты алевритистые, толстоплитчатые	Тонкочешуйчатый глинистый материал с примесью 10—15% алеврита, микрозернистого сидерита, реже кальцита, с известковыми или сидеритовыми почками, постепенно переходящими в окружающую породу	0,20—0,50	0,10—0,50	До 1300	Могут оставаться незакрепленными на протяжении 10—20 м в течение смены	Отсутствует при правильном ведении очистных работ	Образуют консоли до 5 м. Вблизи целиков дают зависание	Обрушение постепенное плитами с размерами от 0,10/0,15/0,40 +0,60 до 1,0 м	Дают устойчивое зависание на протяжении от 5 до 15 м	Часты вторичные осадки через 5—10 циклов
			Алевролиты толстоплитчатые	Обломочный материал преимущественно кварцевый, цемент глинисто-известковистый	0,20—0,70	0,15—0,30							
			Песчаники мелкозернистые	Обломочный материал преимущественно кварцевый, цемент глинисто-известковистый	0,10—0,30	0,15—0,40	До 1800						
			Известняки толстоплитчатые	Мелкозернистые, с редкими включениями микрозернистого сидерита, обугленных растительных обрывков и обломков раковин	0,15—0,70	0,20—2,50							
V	Весьма устойчивые породы	А	Аргиллиты алевритистые, массивные, большой мощности (более 5 м)	Состоят из глинистого материала беспорядочного строения в количестве 50%, кварцевого алеврита в количестве 20—25% и микрозернистого сидерита, а также вторичного кварца в количестве 25—30%	Не расслаиваются	1,0—5,0	До 2000	Могут оставаться незакрепленными длительное время на большом протяжении	Отсутствует при правильном ведении очистных работ	Могут давать плавное или ступенчатое опускание на 10—15 м от забоя, вблизи целиков зависают на площади до 200—400 м²	Могут давать обрушение блоками, ограниченными плоскостями природенной или тектонической трещиноватости	Дают наиболее устойчивое зависание на протяжении от 15 до 35 м	Происходят редкие вторичные осадки через 10—20 циклов
		От Д до А	Алевролиты со слабо заметной полосчатостью от изменения окраски	Обломочный материал преимущественно кварцевый с небольшой примесью слюды, цемент известковистый базального типа	0,50—0,70	1,50—3,00							
		От Д до А при базальном известковом цементе; от Ж до А при других цементах	Песчаники среднезернистые, массивные	Обломочный материал представлен слабо окатанными, корродированными зернами кварца с примесью небольшого количества обломков плагиоклаза; текстура беспорядочная; состав цемента разнообразный: глинистый, окремненный, местами сидеритовый типа выполнения пор или известковистый базального типа	1,00—2,00	1,0—3,50	До 2500						
		От Д до А	Известняки органогенно-детритусовые, массивные	Состоят из микрозернистой карбонатной массы иногда с незначительной примесью равномерно рассеянного обломочного, глинистого и углистого материала	0,70—1,30	1,30—2,00							

Ложной кровлей считается маломощная (до 0,5-1,0м)пачка легко обрушающихся пород, залегающих непосредственно над пластом угля.

Кроме этого деления налегающих пород, существуют классификации, учитывающие способы управления кровлей, например, классификация ВУГИ /85/.

Основное значение для устойчивости пород играет их состав, строение и свойства. Так,тонкослоистые (до 0,1 м) глинистые и углистые сланцы допускают обнажение кровли площадью до 10 $м^2$, не обрушающееся в течение 0,5-1,5 часов; слои песчано-глинистых пород мощностью 0,4-0,6 м устойчивы в течении 1-2 часов на площади обнажения в 40-50 $м^2$. Взаимная связь этих факторов наиболее полно учитывается в классификации ВНИМИ /14/ и в классификации П.В.Васильева и С.И.Малинина, приведенной в табл.38.

Для условий Кузбасса выделяют также 5 типов устойчивости:

I тип - весьма неустойчивые кровли, сложенные слоистыми аргиллитами; обрушаются вскоре за выемкой угля: обнажение площадью 1,5 х 3,0 м необходимо крепить немедленно;

II тип - неустойчивые аргиллитовые и аргиллит-алевролитовые кровли на площади до 2,0 х 4,0 м могут не крепиться в течение 20 минут;

III тип - средне устойчивые аргиллит-алевролитовые кровли могут не крепиться от 20 минут до 2 часов на площади до 2.0х25м;

IУ тип - устойчивые, в основном алевролитовые кровли, могут не крепиться более,чем 2 часа на площади 2.0х25 м;

У тип - весьма устойчивые кровли, сложенные песчаником; устойчивы в течение 3-4 часов на площади 2.0 х 100 и более м.

§ 3. МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ

Для изучения устойчивости необходимо по имеющимся геологическим материалам (разрезам, результатам анализов и испытаний) уточнить строение налегающей толщи, свойства и распространение пород по простиранию и падению. Для правильного решения вопросов выклинивания и замещения пород необходимы знания основ фациального анализа. Особое значение при корректировке геологических разрезов имеет выделение глинистых и углистых прослоев, в значительной степени уменьшающих устойчивость массива.

Уточнение геологического строения налегающего массива производится по данным документации скважин и выработок, пересекающих массив. Тщательная документация керновых и керна скважин с изучением состава, цемента, текстурно-структурных особенностей и прочностных показателей является необходимым условием изуче ия влияния геологических факторов на устойчивость боковых пород.

Документация геологических факторов, в значительной степени влияющих на устойчивость (внутреннее строение пород, характер наслоения и т.д.), ведется путем зарисовок и описания (способы документации керновых, гезенков и т.п. изложены в главе I, раздела Б). Оценка цементации осуществляется визуально с использованием простейших полевых способов (карбонатный цемент - кислотой; глинистый и кремнистый цемент - по твердости стальной иглой), а в необходимых случаях под микроскопом.

Особенности геологического строения пород непосредственной кровли и зоны наибольшей деформированности пород можно изучать в вывалах и куполах, соблюдая соответствующие предосторожности. Кроме геологического строения фиксируется характер поверхностей обрушения и их соотношение со структурными элементами пород и кон-

турами выработок. При документации таких полостей и камер можно использовать светодальномерные геодезические инструменты безреечного типа и фотоаппарат. Этот способ дает возможность с достаточной точностью измерять недоступные для непосредственного измерения мощности пластов, контуры вывалов и др.

Для характеристики состояния кровли в очистном забое необходимо фиксировать заколы, "коржи", измерять расстояние от забоя до ближайшей трещины обрушения, замерять время и площадь устойчивого обнажения кровли.

Трещиноватость и расслаиваемость пород и другие ранее рассмотренные факторы изучаются по методам, изложенным в настоящем руководстве.

Упрощенным методом оценки устойчивости является простукивание кровли: монолитные устойчивые породы издают звонкий звук, неустойчивые - глухой.

Во многих случаях физико-механические свойства пород можно определять упрощенными способами, описанными в данном руководстве, а также по аналогии с однотипными породами соседних участков и опорных разрезов, отображающих наиболее типичное геологическое строение шахтного поля и имеющих достоверные и детальные данные о слагающих породах.

Методы отбора проб для механических испытаний изложены в "Инструкции по отбору проб горных пород", издание ВНИМИ, 1965. Для проб используется керн скважин и монолиты пород. Проба из керна должна состоять из 3-4^{x} столбиков длиной не менее 15 см (для слабо сцементированных пород - 10 см). Диаметр керна должен быть не менее 36-43 мм. Монолиты, из которых изготовляются образцы для испытаний, не должны иметь следов механического изменения от взрывов. Рекомендуемый размер монолитов не менее 250x200x200 мм.

Для получения достоверных данных при различных видах и методах испытаний требуется разное количество проб (табл.39).

Таблица 39

Характеристики	Методы испытаний	Количество образцов в одной пробе
Предел прочности на сжатие	соосные пуансоны	4-6 (8)
	одноосное сжатие	6-10
	на образцах неправильной формы	6-8
Предел прочности на растяжение	одноосное растяжение	4-6
Деформируемость	сжатие	2-3
Трение и сцепление	объёмное сжатие	8-12
	косой срез	6-12

Для толщи пород, в 6-8 раз превышающей мощность угольного пласта и непосредственно влияющей на устойчивость выработок, пробы желательно отбирать из каждой литологической разности пород из расчета, примерно, I пробы на слой мощностью от 0,5 до 5,0 м. По площади пробы должны располагаться чаще, чем соседние скважины детальной разведки.

Изучению закономерностей и прогнозированию помогают графические построения, отображающие не только состав, но и другие свойства, влияющие на устойчивость. Наибольшее практическое значение имеют планы и проекции пород непосредственной кровли. Эти чертежи составляются для шахтного поля в масштабе I:2000 и I:5000. На них отражаются контуры распространения разных пород или пород с разным цементом, тектонические нарушения и основные

системы трещин. Специальными условными знаками отмечаются участки неустойчивой кровли и аварийного обрушения, а также типы кровли. Для приближенной оценки величины горного давления можно рекомендовать изображать изоглубины кровли пласта. На этих чертежах изображаются контуры отработанного угольного пласта, скважины и геологические колонки углевмещающих пород.

Прогнозированию устойчивости способствует использование характеристик типов кровли, приведенных в табл. 38.

Научно-исследовательские организации (ВНИМИ, ВУГИ, ИГД и др.) изучают устойчивость с помощью специальных приборов (стоек динамометров, датчиков), глубинных реперов и т.д., /172/.

Об устойчивости пород того или иного участка геолог должен информировать руководство шахты.

Подробнее рассмотрим некоторые закономерности проявления и методы изучения устойчивости почвы, сложенной глинистосодержащими породами.

§ 4. ПУЧЕНИЕ ПОРОД

Под пучением пород понимается деформация преимущественно глинистых пород, происходящая вследствии набухания и горного давления.

Пучение протекает в виде выдавливания и выпирания пород в выработку, часто приводящих к разрушению крепления. Деформации подобного вида могут происходить и в других породах при благоприятных для этого горно-геологических условиях (большое давление, значительная разница в прочности пород пучащего и вмещающих слоев и т.д.).

На характер и интенсивность пучения влияют геологические и инженерно-геологические факторы, гидрогеологические и горно-технические условия.

I. ВЛИЯНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПУЧЕНИЕ

Геологические факторы включают в себя минеральный состав, текстурно-структурные особенности, степень литификации и условия залегания пучащих пород, а также свойства пород, непосредственно вмещающих пучащий слой.

Пучение происходит в породах, содержащих не менее 20-30% глинистых частиц; при содержании 10% - породы не склонны к пучению. Из глинистых пород наиболее пучащими являются монокминеральные, особенно состоящие из минералов группы монтмориллонита; менее пучатся глинистые породы, сложенные гидрослюдами и каолинитом. Увеличение карбонатности снижает сжимаемость, набухаемость, пластические и другие свойства, характерные для глинистых пород, а Na и K-ионы, наоборот, усиливают эти свойства. Органические примеси в силу высокой гидрофильности снижают прочностные свойства глинистых пород.

Текстурно-структурные элементы, поверхности напластования и трещины предопределяют пути фильтрации воды, способствующие набуханию и деформации глинистых пород. При ненарушенных структуре и структурных связях частиц глинистые породы достаточно устойчивы. При увлажнении или механическом воздействии эта устойчивость нарушается и породы становятся пучащими.

Более литифицированные породы - более прочные, поэтому аргиллиты и глинистые сланцы менее пучатся, чем глины. При одинаковых горно-технических условиях интенсивное пучение характерно для пород буроугольных месторождений.

На величину и интенсивность пучения влияет мощность пучащих пород. Непосредственными наблюдениями /II5, I75/ установлено,

что в однородных глинистых породах Донбасса и Подмосковья мощность активно пучащего слоя не превышает 5 м, а интенсивность пучения достигает 0,6 м/мес. При переслаивании же различных пород характер пучения изменяется, например, слой несцементированного песка мощностью 30-40 см в глинах отделяет пучащие слои от непучащих, а при мощности в 10 см - уменьшает интенсивность пучения. Глинистый слой, расположенный между пачками угля на шахтах Уловского района Мосбасса, интенсивно пучится со скоростью 0,5 м/мес. Это объясняется тем, что угольные пачки играют роль опорной и давящей плиты. Мягкий и трещиноватый уголь, а также отжим угля уменьшают пучение пород.

Тектоническая и фациальная нарушенность участка способствует пучению глинистых пород.

В Новомосковском и других районах Подмосковного бассейна на участках размывов пласта и карстовых нарушений увеличивается интенсивность пучения подугольных глинистых пород. В зонах тектонических нарушений породы раздроблены и часто обводнены, что способствует более интенсивному набуханию и пучению, чем в ненарушенных участках. Эта закономерность ярко проявляется на шахтах комбината "Приморскуголь".

На крыльях синклинальных складок и мульд пучение развито больше, чем на горизонтальных участках.

Инженерно-геологические факторы. На пучение влияют следующие основные показатели: гранулометрический состав пород, их пористость, прочностные и деформационные свойства, пластичность, набухаемость и размокаемость.

Гранулометрическим составом в значительной степени определяется склонность пород к пучению. Интенсивность пучения зависит от количества глинистых частиц, например, более пучащие подугольные

глинистые породы Подмосковного бассейна, называемые "пластичными глинами", содержат 35-75% глинистых частиц, а менее пучащие "плотные глины" - 15-35%. На пучение оказывает влияние размер и степень дисперсности частиц, например, пучащие глинистые породы Подмосковья состоят преимущественно из частиц размером до 0,001 мм, а малопучащие песчаные глины на 50% состоят из частиц размером более 0,05 мм.

Пучащие породы отличаются повышенным значением пористости и невысокой плотностью. Например, на Ахалцихском и Ткибульском месторождении пористость пучащих глин равна 30-40%, аргиллитов - 10-30%, а у слабо пучащих глинистых песчаников - 14-16% и алевролитов - 9-12%. Объёмный вес пучащих пород Подмосковья в среднем равен 1.9, а слабо пучащих - более 2.0. Удельный вес интенсивно пучащих монтмориллонитовых глин Подмосковья - - 2.0-2.2; менее пучащих каолинитовых - 2.5-2.6; кварцево-каолинитовых глин Донбасса - 2,6; гидрослюдистых - 2.7.

Пучащие породы имеют высокие показатели пластичности ($W_f \geq 30$), небольшую упругость и, как правило, небольшую прочность. Слабо пластичные и непластичные породы ($W_f < 30$) при небольшой ёмкости поглощения и набухаемости не склонны к пучению.

Надежной характеристикой склонности пород к пучению являются показатели сопротивления сдвигу, см.табл. 40, составленную по усредненным данным для Подмосковья.

Модуль упругости пучащих глинистых пород Донбасса равен $(0.16-1.34).10^5$ кг/см^2, коэффициент Пуассона 0.15-0.46; для непучащих, соответственно - $(1.57-2.10).10^5$ кг/см^2 и 0.12-0.32.

Таблица 40

Степень пучения	Глинистые породы	Показатели сопротивления сдвигу		
		коэффициент внутреннего трения	угол внутреннего трения	сцепление кг/см^2
слабо пучащие	плотные	0,72	36^0	2.7
	песчанистые	0,66	33^0	1.9
интенсивно пучащие	пластичные	0,63	31^0	1.5

Гидрогеологические условия, в которых проходятся выработки, в значительной степени влияют на пучение. С увеличением влажности прочность песчаников уменьшается на 2-5%, аргиллитов-в 2-10 раз, а глины при полном водонасыщении становятся подобны вязким жидкостям. В связи с низкими фильтрационными свойствами глин их водонасыщению способствуют прослои песка, зоны нарушения и трещины.

Влияние влажности и набухаемости глинистых пород на интенсивность пучения показано на рис.144. На Ткибульском месторождении наиболее пучащие глины имеют влажность 30%, пучащие аргиллиты - 4-11%, слабо пучащие алевролиты - 3-5%.

Прочностные свойства, пластичность и набухаемость глинистых пород изменяется в зависимости от химического состава и минерализации раствора подземных вод. Если концентрация порового раствора породы меньше, чем концентрация воды окружающей породы, то происходит набухание; при обратном соотношении - усадка.

Рассмотренные закономерности проявления пучения во многом определяются геотектоническими условиями формирования и последующего преобразования угленосных отложений. Это следует учитывать при характеристике видов и условий пучения пород (см.табл.41, являющуюся несколько измененной таблицей Г.Г. Скворцова и А.К.Корниковской), /169/.

2. ВЛИЯНИЕ ГОРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПУЧЕНИЕ ПОРОД

На пучение влияют глубина разработки, горное давление и положение выработки относительно очистного забоя.

С глубиной увеличивается интенсивность пучения и количество выработок, в которых оно проявляется, рис. I45. По мнению исследователей /II5,I75/ для каждого шахто-пласта существует предельная глубина, начиная с которой проявляется пучение. Для Донбасса в среднем она равна 400-500 м, На глубине более 800 м пучению подвергаются не только глинистые породы, но и алевролиты и слабые песчаники.

Изменение показателей пучения в зависимости от влияния горного давления подобно изменению опорного давления в очистных выработках (рис.I46). Опорное давление у целиков увеличивается, поэтому околоштрековые целики играют роль штампов, выдавливающих пучащие породы; бутовые полосы уменьшают пучение. Кровлям с разной устойчивостью соответствует разная интенсивность пучения, например, в подугольных глинах Подмосковья при "легкой" кровле последняя равна 0,I8 м/месяц, для "средней" и "тяжелой" - до 0.25 м/месяц. При влиянии опорного давления величины интенсивности пучения пород почвы для "легкой", "средней" и "тяжелой" кровель относятся как I:I,8: 2,5.

Влияние способа крепления и управления кровлей, формы и размера выработки, способа и скорости проходки и других горно-технических факторов на пучение подробно рассмотрено в специальных работах /II5,I75/.

Таблица 41

ХАРАКТЕРИСТИКА ПУЧЕНИЯ ПОРОД НА УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ СССР

Геотектонический тип района	Условия осадкообразования	Вмещающие породы	Возраст угленосных пород	Степень литификации	Наименование бассейнов и месторождений	Глубина разработки, м	Гидрогеологические условия (водоприток, $м^3$/час)	Геологические факторы: Породы, наиболее подверженные пучению	Геологические факторы: Основной минеральный состав пород	Геологические факторы: Мощность глинистых пород, м	Инженерно-геологические показатели: Содержание фракций менее 0,005 мм, %	Инженерно-геологические показатели: Число пластичности	Инженерно-геологические показатели: Ёмкость поглощения, мг-эквивалент	Инженерно-геологические показатели: Набухание, %	Инженерно-геологические показатели: Предел прочности на сжатие, $кг/см^2$	Характеристика деформаций: Основные виды деформаций	Характеристика деформаций: Интенсивность
Платформы	Континентальные	Пески, глины	Карбоновый	Низкая и средняя	Подмосковный бассейн	20-30	I0-I5	Глины	Каолинит	2-8	60-80	5-20	5-I7	5	8-I3	Пластическое течение и хрупкое разрушение	Слабая
						до 50-60	I00-I000	Глины	Каолинит	I5-20	60-80	5-20	5-I7	5-I0	I5-20	Пластическое течение	Слабая
						50-I00	200-500	Глины пластичные	Каолинит	2-I0	60-80	I3-25	I0-I5	I0-20	2-I0	Пластическое течение	Слабая, высокая
	Морские-лагунные					-	-	Глины высокопластичные	Монтмориллонит	-	85-90	28-50	25-37	I2-80	-	Пластическое течение и набухание	Высокая и весьма высокая
Переходные области	Морские	Глины, пески	Третичный	Средняя и низкая	Артёмовское месторождение	I00-400	50-250	Глины пластичные	-	I0-I5	40-60	I2-20	9-24	-	I0-I5	Пластическое течение	Весьма высокая
					Ахалцихское месторождение	I00-I50	I0	Глины высокопластичные	Бейделлит	20	40-50	50-60	55	50-80	20	Пластическое течение с разрушением текстуры и набуханием	
	Континентальные	Песчаники, алевролиты, аргиллиты	Юрский	Высокая	Тарбагатайское месторождение	70-I20	II0	Аргиллиты	Бейделлит, каолинит	I0-I5	40-50	I2-I8	30	-	I0-I5	Пластическое течение с разрушением текстуры	Высокая
					Черновское месторождение	80-200	200-300	Аргиллиты	Монтмориллонит, каолинит	I0-I5	-	26	30	-	I0-I5	То-же	Высокая
					Сулюктинское месторождение	90-I50	I00	Аргиллиты	Каолинит	-	30	9	5	-	-	Хрупкое разрушение со скольжением по поверхностям ослабления	Весьма высокая
Геосинклинали	Континентально-морские	Песчаники, алевролиты, аргиллиты, глины, сланцы	Карбоновый	Весьма высокая	Карагандинский бассейн	I00-200	I0-60	Аргиллиты, глинистые сланцы	Гидрослюда, каолинит	5-20	50-85	I0-20	I5	-	20	Хрупкое разрушение	Высокая
	Континентальные				Донецкий бассейн	200-900	40-400	Глинистые сланцы, аргиллиты	Каолинит, гидрослюда	2-5	-	-	-	-	200	Хрупкое разрушение, местами со скольжением по поверхностям ослабления	Высокая

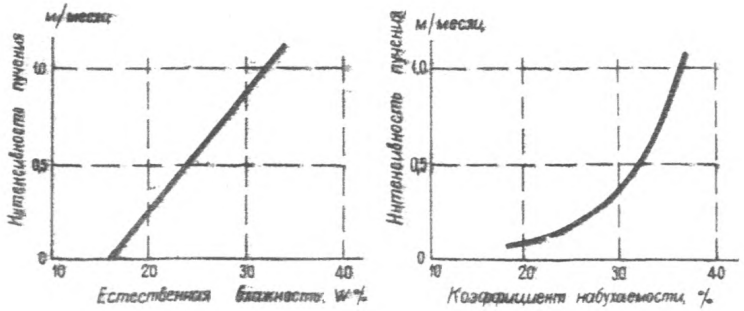


Рис.144 Зависимость интенсивности пучения от влажности и набухаемости глинистых пород Подмосковного бассейна.

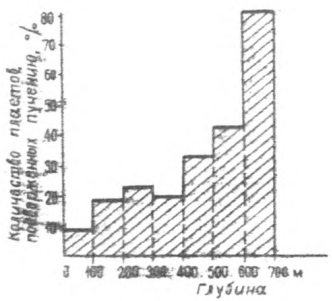


Рис.145 Влияние глубины на пучение пород в Донбассе.

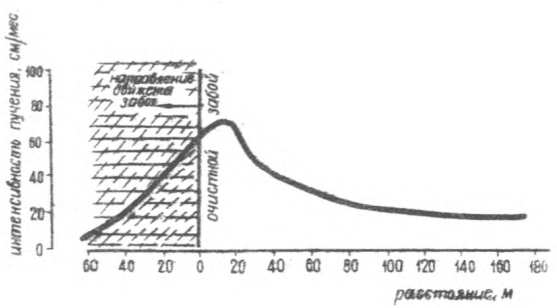


Рис.146 Изменение интенсивности пучения в откаточном штреке гор.854 м на разном расстоянии от очистного забоя (шахта I7-I7бис, Донбасс).

§ 5. Методы изучения пучения

Для изучения пучения необходимо на основе обобщения геолого-разведочных данных и шахтно-геологических наблюдений дополнить геологические чертежи сведениями об изменении состава и количества глинистого материала в непосредственно углевмещающих породах. Используя дополнительные данные по скважинам эксплуатационной разведки и маркшейдерским съёмкам, составляют планы гипсометрии пласта и мощностей глинистых пород.

Изучение пучения в подземных выработках основано на документации рассмотренных выше геологических факторов.

Геологическая документация участков пучения производится обычными приёмами визуальной зарисовки формы вспучивания, деформационных элементов (поверхностей скольжения, трещин разрыва), состава пучащих и непучащих пород, характера проявлений подземных вод, особенностей деформации крепи. Масштаб зарисовок 1:50 - 1:100. При документации для определения глубины распространения пучения необходимо проходить небольшие скважины, рассечные траншеи или колодцы.

Для изучения зависимости интенсивности пучения от состава пород целесообразно его характеризовать, хотя бы приближенной оценкой объёма основных и второстепенных частиц. Корректировка производится по данным лабораторного уточнения гранулометрического состава, проводимого по отобранным образцам.

Образцы, весом не менее 200 г, отбираемые при документации, предназначены также для инженерно-геологических определений и минералогического изучения, проводимого в шлифах, в иммерсионных жидкостях и термическим методом.

В лабораторных условиях с помощью бинокулярной лупы изучаются тонкие текстурно-структурные особенности. Они также хорошо

проявляются при размокании подсушенных образцов или при пропитывании их красителями.

Методы изучения пластичности, капиллярности, коллоидности и других свойств глинистых пород изложены в специальных работах по грунтоведению. Доступные шахтному геологу определения пористости, объёмного веса и прочности описаны в настоящем руководстве.

Одним из методов изучения склонности пород к пучению является оценка времени их размокания и коэффициента набухания. Пучащие глинистые породы Донбасса и Подмосковья размокают в воде, как правило, в течение первых часов, аргиллиты и алевритовые аргиллиты - в течение первых суток. Непучащие породы практически не размокают и после суточного водонасыщения в воздушно-сухом состоянии снова приобретают естественную влажность.

Коэффициент набухания, характеризующий увеличение объёма при водонасыщении, можно использовать для выделения разных типов пучащих глинистых пород. Интенсивно пучащие пластические глины Подмосковья имеют коэффициент набухания 15-20%; плотные углистые и сланцеватые глины - 2-15%; глины песчаные - 3-15%; пески глинистые - 0.5%.

Одних только геологических способов документации для изучения пучения недостаточно, так как это явление во многом зависит от горно-технических факторов, которые на большой глубине являются ведущими. Для изучения процесса пучения и определения его характеристик (интенсивности, продолжительности, объёма пучащих пород), необходимых для установления участков и объёма перекрепления и выбора крепи, можно использовать результаты наблюдений за смещением реперов. Реперы закладываются до начала пучения на разной глубине во взаимно пересекающихся выра-

ботках. Перемещение реперов определяется геодезическим путем периодически в течение всего времени отработки участка (не менее I.0 - I.5 лет).

Процесс пучения можно изучать по изменению плотности пород, определяемому по поглощению γ -лучей. Зондирование ведется по двум параллельным шпурам, в один на разную глубину опускается эталон, во второй - счетчик.

Изучение процесса пучения сопровождается составлением профилей положения реперов и планов распространения участков пучения.

Прогноз пучения. Прогнозирование начинается с оценки склонности пород к пучению путем анализа всего геологического разреза и свойств углевмещающих пород. Прогнозирование на соседние участки осуществляется по аналогии с изученными участками и путем экстраполяции данных доразведки и непосредственных наблюдений за пучением в выработках.

С.Д. Сонин и др. для прогнозирования рекомендуют выделять из многочисленных факторов, влияющих на пучение, основные и просто определяемые. Например, решающими факторами пучения в Подмосковье являются прочностные и пластические свойства пород, в значительной степени зависящие от их увлажнённости. Для каждого типа глинистых пород и горно-геологических условий, практически постоянных на шахтном поле, устанавливается предельное значение указанной зависимости и соответствующее началу пучения критическое значение влажности. По этому просто определяемому показателю (влажность) и его критической величине можно вести приближенное прогнозирование.

Прогнозирование наиболее эффективно для конкретных геологических и горно-технических условий, когда достаточно хорошо

изучены закономерности проявления горного давления и инженерно-геологические свойства пород. Трудности прогнозирования пучения связаны с отсутствием надёжной количественной оценки горного давления, расчётных способов определения параметров пучения, а также в связи со сложным влиянием многочисленных факторов.

Борьба с пучением осуществляется: 1) поддиркой пучащих слоев; 2) оставлением защитных пачек из непучащих пород; 3) рыхлением взрывами; 4) усиленным и специальным (податливым, штанговым) креплением; 5) заменой охранных целиков бутовыми полосами (проходкой выработок широким забоем); 6) изменением способа управления кровлей; 7) изменением порядка и скорости отработки участка; 8) осушением.

ГЛАВА 8

ИЗУЧЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТ

§ I. ГАЗОВЫДЕЛЕНИЕ

В ходе подготовительных и очистных работ шахтному геологу представляется возможность увязывать все виды газопроявлений с геологическими и горно-техническими факторами. После систематизации данных о количестве выделяемого газа, полученных от службы вентиляции, на план горных работ наносится граница распространения метановой зоны (содержание метана в газах угольного пласта более 70%), вычерчиваются изолинии газообильности, вносятся поправки по прогнозу метановыделения в проект шахты на основании фактической зависимости газоносности от глубины с учетом конкретных условий. Анализируя зависимость газовыделений от тектоники, литологии, угленасыщенности, строения пластов, трещиноватости, физико-механических свойств углей и пород и других геологических факторов, геолог может прогнозировать газовыделение при дальнейших работах.

Из физико-механических свойств углей очень важна хрупкость. Хрупкие угли дают большое количество пыли, из которой происходит интенсивное газовыделение. Систематизация данных о трещиноватости на графической основе позволит геологу наметить опасные газоносные зоны, которые могут стать очагами повышенного газовыделения или суфлярных выделений газа, причем интенсивность газовыделения находится в прямой зависимости от степени раскрытия трещин и их количества. Из трещиноватых полостей, связанных с разрывными нарушениями, газовыделения могут быть весьма интенсивными.

Поступление газа в горные выработки может происходить из подрабатываемых пластов, залегающих на расстоянии 40-60 м, и из надрабатываемых пластов, залегающих на расстоянии 20 м. По данным Г.Д. Лидина /II2/ в исходящей струе газовыделения из разрабатываемого пласта составляет 40-50%, из вмещающих пород 20-30%, а из соседних угольных пластов 30-40%. Поэтому своевременно нужно устанавливать наличие пластов и пропластков, которые могут оказаться в зоне подработки, дать характеристику их строения, мощности, трещиноватости, а также охарактеризовать газопроводимость пород междупластья.

На участке повышенной загазованности (> 15 м^3/т) должна производиться тщательная геологическая документация.

Особенно важна роль шахтного геолога в определении склонности пласта к внезапным выбросам угля и газа. В Правилах безопасности к опасным по внезапным выбросам относятся пласты шахтного поля на горизонте, где имели место случаи выбросов, и на нижележащих горизонтах. Вероятность первого выброса может быть предопределена геологическими условиями. Временными инструкциями для установления выбросоопасности, разработанными МакНИИ и ВостНИИ /44,45/ установлена минимальная глубина,в пределах которой все угольные пласты являются неопасными по выбросам. Так для шахт Донбасса эта глубина равна 300 м, для шахт Кузбасса - 150 м. В.В.Ходот/203/ указывает на факторы, учитывая которые можно также считать пласты неопасными на больших глубинах: минимальная мощность пласта 0,3м, минимальная мощность единичных выбросоопасных пачек менее 15-20 см минимальное давление газа в шпурах на расстоянии I м от кромки пласта I,5 ат.

Вопрос об установлении выбросоопасности на пластах, условия залегания которых отличны от вышеуказанных, очень сложный

О.Н.Черпов и А.Г.Табаков(ВостНИИ) для Кузбасса, Караганды, Воркуты и Сучана разработали классификацию предупредительных признаков внезапных выбросов угля и газа, в которой первая группа признаков характеризует собой природные свойства угольного массива, вторая - проявляется во время ведения горных работ /183/.

Для прогноза внезапных выбросов угля и газа инженеру геологу необходимо тщательно документировать все признаки, указывающие на вероятность этого явления.

При документации геологических нарушений необходимо прослеживать места их затухания, которые характеризуются повышенной выбросоопасностью. Особенно вероятны появления очагов выбросов в замковых частях небольших антиклиналей и синклиналей, флексур и перегибов. При документации крупных тектонических нарушений необходимо выделять сопутствующие им более мелкие нарушения, учитывая, что крупные нарушения создают опасные участки, а мелкие (замки мелких складок, раздувы, прижимы, внутрипластовые подвижки, трещиноватые зоны) являются непосредственными очагами внезапных выбросов.

С повышением мощности пластов опасность выбросов увеличивается, особенно выбросоопасны резкие раздувы, как генетические, так и тектонические.

Строение угольных пластов является одним из определяющих факторов внезапных выбросов угля и газа. Чем больше число пачек и пропластков в пласте, чем больше разница в их прочности, тем большая вероятность выброса. Пласты несложного строения, состоящие из одной-трех пачек с одинаковыми физико-механическими свойствами, обычно могут стать выбросоопасными только в зонах нарушений.

 С трещиноватостью связаны прочностные свойства угля и газо-

динамическая характеристика угольных пластов и пород. Сеть отрывных трещин, хотя и понижает прочность пластов, но не является фактором, способствующим внезапным выбросам, так как взаимноперпендикулярное пересечение систем трещин обеспечивает сообщение между ними, что способствует дегазации.

Сколовые трещины закрытого характера уменьшают газопроницаемость пластов. При документации следует определять пространственную ориентировку трещин, частоту и их минерализацию.

Влажность (при 5-8%) снижает газоёмкость углей в 2-3 раза и является фактором понижения опасности углей по выбросам. Наоборот, сухость, пылеватость угля является одним из признаков выбросоопасности.

Прочный устойчивый песчаник в кровле угольного пласта (более 15 м) создает опасность горных ударов, которые в газоносных пластах могут вызвать внезапные выбросы угля и газа.

Документация мест выброса угля и газа сводится к зарисовке и описанию всех тектонических нарушений, к замерам и фиксации изменения мощностей, пережимов и раздувов, к описанию строения пласта, к отбору проб на газоотдачу и сорбцию угля, зарисовке жерла выброса, к анализу выброшенного угля и угля, оставшегося в массиве, к нанесению на план пустот, образующихся после выбросов.

§ 2. ГОРНЫЕ УДАРЫ

К опасным явлениям, происходящим на угольных шахтах, относятся горные удары. На большой глубине породы испытывают значительное сжатие. При проходке горных выработок в окружающих их породах происходит перераспределение напряжений. Высоконапряженное состояние горных пород чаще всего является следствием зависания больших масс пород над выработанным пространством или величин в породах

остаточных тектонических напряжений. В таких условиях возможно внезапное хрупкое разрушение целиков с выбросом пород в горную выработку. Такое явление получило название горных ударов. Горные удары могут сопровождаться воздушной волной, повреждением крепи, вспучиванием почвы и т.д.

По степени опасности возникновения горных ударов пласты подразделяются на опасные и угрожаемые.

К опасным относятся пласты на тех горизонтах шахтного поля, в пределах которых имели место горные удары, а также на нижележащих горизонтах того же шахтного поля.

На месторождениях, где отмечены случаи горных ударов, к угрожаемым должны быть отнесены пласты угля, характеризующиеся комплексом следующих особенностей:

1) суммарная мощность пачек сравнительно крепкого угля составляет не менее 60% мощности пласта, а также упругая составляющая деформации под нагрузкой больше 50% от общей;

2) прочность непосредственной кровли и почвы не меньше прочности пласта;

3) пласт (или участок пласта) залегает на глубине не менее 150 м /90/.

К второстепенным факторам, предопределяющим горные удары, нужно также отнести крутое залегание пластов, наличие трещиноватости, локальных участков перемятых пачек, разрывных нарушений. Все эти причины должны быть тщательно изучены шахтным геологом в ходе горных работ и учтены в предупредительных мероприятиях по предотвращению горных ударов.

Одним из главных условий предотвращения горных ударов считается разработка шахтного поля без оставления целиков, а также отработка защитных пластов. Для уменьшения напряжений впереди очистного забоя рекомендуется применять сотрясательное взрывание.

§ 3. САМОВОЗГОРАНИЕ

Прогноз самовозгорания углей основан на степени склонности углей к окислению кислородом воздуха. Так по методу В.С.Веселовского, Е.А.Терпагосовой и Г.А.Орлеанской для углей, не склонных к самовозгоранию, разность температур возгорания окисленного и неокисленного углей составляет не более 10^{0}С, для углей склонных к самовозгоранию - составляет 25-50^{0}С. По методу МакНИИ, рекомендуемому Правилами безопасности, в лаборатории устанавливается газовая характеристика (S) по количеству прореагировавшего с углем кислорода и по количеству продуктов окисления. Для углей, опасных по самовозгоранию, она составляет 100-151 (марка Г); для углей малоопасных и неопасных - 100-67 и менее.

Однако химическая активность угля может являться только относительным показателем склонности углей к самовозгоранию. На пожароопасность влияет также и внешние условия: приток воздуха и теплообмен между средой и углем. Эти факторы зависят от проницаемости целиков, измельченности угля в старых выработках и от разности давлений, создаваемой системой вентиляции и температурными колебаниями.

Показателем природной пожароопасности служат такие факторы, как мощность пласта и угол падения. Весьма опасным по самовозгораемости является пласт мощностью более трех метров и при угле падения более 40^{0}. Мало пожароопасным является пласт, у которого мощность менее двух метров и угол падения менее 20^{0}.

Если в пласте угля, хотя-бы одна пачка склонна к самовозгоранию, то весь пласт должен быть отнесен к самовозгорающимся.

§ 4. СИЛИКОЗООПАСНОСТЬ

Предварительная характеристика силикозоопасности с целью выяснения необходимости перевода горных выработок на специальный режим (при наличии свободной SiO_2 более 10%) дается по результатам опробования горных пород, которые являются источником пылеобразования. В выработках, пройденных по породам, которые по своему литологическому составу заведомо содержат более 10% свободной двуокиси кремния (кварцевые песчаники, алевролиты), опробования на силикозоопасность не производится.

Свободный кремнезём встречается в осадочных породах преимущественно в виде зерен кварца, который является основным компонентом в песчаниках и алевролитах, а также встречается в глинистых породах и известняках /55,51,119,184/.

Среднее содержание свободной SiO_2 по шахте, блоку или отдельной выработке определяется путем опробования пород в забоях и на рабочих местах и подсчета по результатам анализов средних показателей /61,89/.

Опробованием пород на силикозоопасность и вычислением содержаний свободной двуокиси кремния занимается шахтный геолог.

Определение содержания SiO_2 может производиться химическим или петрографическим методами. Химический метод является более точным.

Опробование выработок, проходимых по породам, осуществляется точечным способом. Пробы должны характеризовать каждый литологически обособленный слой.

Опробование приурочивается к квершлагам или другим выработкам, пересекающим породы, а также к полевым штрекам или выработкам, пройденным с присечкой боковых пород.

 В породах с постоянным литологическим составом расстояние

между пробами в штреках не должно превышать 500 м (пробы отбираются не реже двух раз в год). В условиях непостоянства литологического состава расстояние между точками отбора проб сокращается.

В бутовых штреках опробование производится по одной из стенок /89/. Пробы отбираются с интервалами в 20 см по линиям перпендикулярным напластованию. Все точечные пробы, взятые по данной лаве, объединяются в одну общую пробу. Опробование повторяется через каждые 500 м по простиранию.

Вес проб, отбираемых для определения свободной SiO_2 путем химического анализа, принят равным 2-5 кг (в зависимости от литологического состава пород).

При отборе проб обязательно должны определяться площади каждого слоя пород и угля, обнаженные в забое.

Среднее содержание свободной двуокиси кремния ($K_{ср}$) определяется по формуле:

$$K_{ср.} = \frac{K_1 S_1 + K_2 S_2 + \cdots + K_n S_n}{S_1 + S_2 + \cdots + S_n} \%,$$

где $K_1, K_2 \ldots K_n$ – среднее содержание свободной двуокиси кремния в отдельных пачках пород и угля, %

$S_1, S_2 \ldots S_n$ – площади соответственных обнажений, м

Вычисление среднего содержания свободной SiO_2 для отдельной пачки в целом по крылу или его отрезку производится по формуле:

$$K_{ср.} = \frac{K_1 m_1 + K_2 m_2 + \cdots + K_n m_n}{m_1 + m_2 + \cdots + m_n} \%,$$

где $K_1, K_2 \ldots K_n$ – среднее содержание по соответствующему пересечению, %

$m_1, m_2 \ldots m_n$ – длина пересечения, м

Для определения значения $K_{общ}$ по шахте устанавливается процентное содержание ($V_1 + V_2 + \cdots + V_n$) пород различного литоло-

гического состава в общем объёме горных пород, подлежащих разрушению при горных работах.

$$K_{общ} = \frac{K_1V_1 + K_2V_2 + \cdots K_nV_n}{V_1 + V_2 + \cdots + V_n}$$

где $K_1K_2 \ldots K_n$ - среднее содержание свободной двуокиси кремния в разных литологических разностях пород, %.

В выработках, пройденных параллельно напластованию, $K_{общ}$ вычисляется на всю их длину, но не более планового годового продвигания, а для выработок, пересекающих напластование - не более, чем на длину планового полугодового продвигания.

Для мощных пластов $K_{общ}$ не определяется.

Петрографический метод определения свободной SiO_2 является приближенным /49/; он применяется для пород с диаметром зерен не менее 0,01 мм. При этом методе образцы пород отбираются из каждого литологически обособленного слоя; из одного слоя отбирается не менее трех образцов.

Содержание кварца и других разновидностей свободной SiO_2 в породах определяется в тонких шлифах путём подсчета числа делений окулярной шкалы, приходящихся на зерна кварца в нескольких пересечениях шлифа (передвижение шлифа производится на половину поля зрения). Сумма делений в одном пересечении соответствует проценту SiO_2. Процентное содержание кварца в шлифе приближенно принимается как среднее из числа всех разрезов, покрывающих этот шлиф. О содержании свободной SiO_2 в породе можно судить по нескольким шлифам. Получаемые указанным методом величины являются объёмным процентом кварца в породе. Вычисление весового содержания производится по следующей формуле:

$$\text{Весовой процент} = \frac{\text{объёмный процент} \times \text{уд.вес кварца}}{\text{уд.вес породы}}$$

Практически весовой процент приближенно равен объёмному, поскольку большинство породообразующих минералов и кварц близки по удельному весу.

ГЛАВА 9

СВОДНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Сводные шахтно-геологические материалы составляются шахтной геологической службой на основе обобщения результатов геолого-разведочных работ, проводившихся на площади шахтного поля и данных геологической документации подземных горных выработок. Часть сводных материалов: геологические карты, вертикальные разрезы по разведочным линиям и др.(см.перечень шахтно-геологических документов), поступает на шахту от геолого-разведочных организаций и по мере накопления новых данных уточняется и пополняется шахтными геологами, а иногда пересоставляется заново.

Сводные материалы используются для выявления закономерностей геологического строения шахтного поля, уточнения горно-геологических условий и направления горных выработок; пересчёта запасов угля, текущего и перспективного планирования горных работ.

Составление сводных графических материалов заключается в обобщении геологических данных на планах, вертикальных проекциях и на сводных геологических разрезах.

Сведения, полученные в процессе проведения гидрогеологической съёмки и режимных наблюдений, также обобщаются в соответствующей графике.

В простых гидрогеологических условиях при пологом залегании пластов результаты съёмки и наблюдений наносятся на планы горных выработок, а на пластах крутого падения - на погоризонтные планы.

Для сложных гидрогеологических условий составляются специальные планы, разрезы и графики.

Одним из основных приёмов изображения, позволяющим анализировать полученные данные, является построение изолиний (мощности

угольного пласта, качества угля по компонентам, плоскостей смесстителей, гидроизогипс и др.).

Графической основой для чертежей, содержащих геологические данные по разрабатываемому участку шахтного поля, являются маркшейдерские чертежи масштаба I:2000, а для всего шахтного поля - масштаба I:5000 - I:I0000. Сводные геологические чертежи в процессе эксплуатации должны пополняться новыми сведениями не реже одного раза в квартал.

Сводная графическая документация составляется на планшетах или стандартных листах ватмана в единых условных обозначениях для маркшейдерских планов /70/ с использованием условных знаков, рекомендуемых в настоящем руководстве (приложение I).

Сводные шахтно-геологические документы можно разделить на основные-обязательные для каждой шахты и специальные, служащие для решения особых задач, возникающих при эксплуатации. Основными документами являются: нормальные стратиграфические и вертикальные разрезы, проекции пластов, планы выходов пластов под покровные отложения, погоризонтные планы, проекции пластов для подсчета запасов.

К специальным относятся чертежи показателей качества угля, планы разрывных нарушений, трещиноватости, гидрогеологические и др. Ниже приводится содержание и назначение шахтно-геологических документов /70, 80, I35, I58/.

§ I. ОСНОВНЫЕ ШАХТНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

I. НОРМАЛЬНЫЙ СТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ ШАХТНОГО ПОЛЯ

Нормальный стратиграфический разрез по шахтному полю представляет собой вертикальную колонку, на которой показывается:

I) нормальное залегание угольных пластов и вмещающих пород в воз-

растном порядке; 2) истинная мощность слоев; 3) литологический состав; 4) название и геологические индексы угольных пластов.

Для построения разреза используются данные по каждому крылу складки. В случае резких изменений в разрезе составляются раздельные стратиграфические колонки по каждому крылу. При отсутствии резких изменений в мощностях слоев составляется усредненный стратиграфический разрез по шахтному полю.

При крутом и наклонном залегании пород нормальный стратиграфический разрез составляется по фактическим данным, взятым с геологического разреза по главному квершлагу, или наращивается по нескольким квершлагам, пересекающим одно крыло.

На пологом залегании пород стратиграфический разрез составляется по данным геологической документации шахтного ствола, гезенков и скважин.

В тех случаях, когда имеется несколько пересечений участка разреза выработками, при наличии заметных изменений разреза по простиранию на колонку наносятся усреднённые данные, а при резких различиях в разрезе строятся так же, как и на крутом падении, раздельные колонки по частям шахтного поля.

2. ВЕРТИКАЛЬНЫЕ РАЗРЕЗЫ

Вертикальные геологические разрезы отражают структуру шахтного поля, морфологию угольных пластов и литологический состав вмещающих пород (рис. I47).

На пластах крутого падения строят разрезы вкрест простирания пород и в более редких случаях - по простиранию вдоль осей крупных складок.

При пологом залегании пластов обязательно составление разрезов вкрест простирания и по простиранию угленосной толщи.

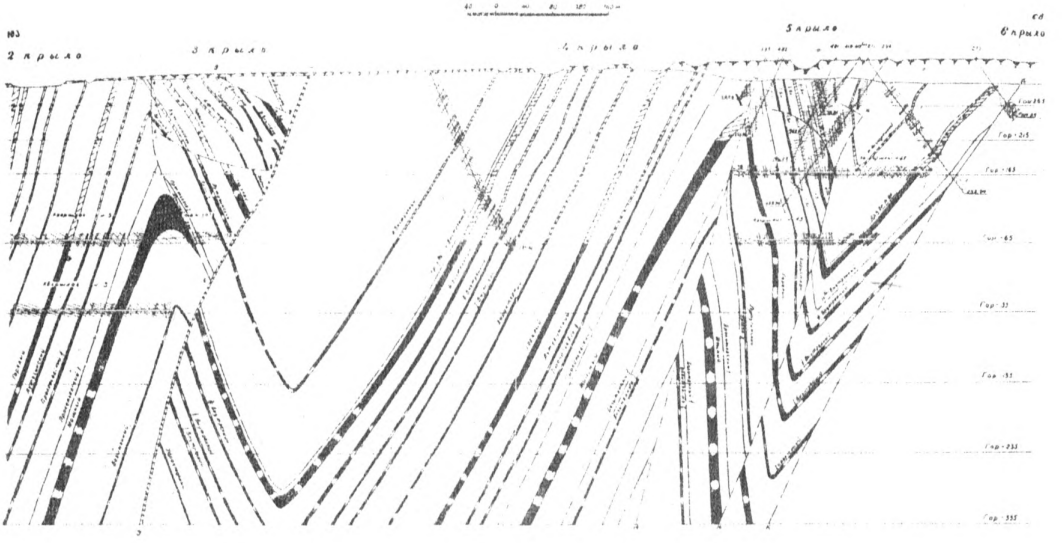


Рис. 147 Вертикальный разрез по шахтному полю

Сводные геологические разрезы по шахтному полю, проходящие вкрест простирания пород, строятся по линиям разведочных скважин и вдоль осей главных квершлагов.

Ряд параллельных вертикальных разрезов по разведочным линиям дает также представление об изменениях угленосной толщи по простиранию; расстояния между разрезами выбираются в зависимости от характера изменчивости геологического строения месторождения.

Для уточнения структуры угольных пластов и характера тектонических нарушений на отдельных участках шахтного поля составляются разрезы по оси наклонных горных выработок (бремсбергов, уклонов, скатов).

Построение разрезов производится в следующем порядке:

I) на листах чертежной бумаги стандартной длины (841 мм) наносят сеть горизонтальных линий через 50-100 м, а также линии, соответствующие разрабатываемым и проектным горизонтам с указанием их высотных отметок (на правом поле листа);

2) строят профиль земной поверхности по линии разреза, проведенной на плане выходов пластов (при пологом падении на плане горных выработок), составленном на топографической основе, с нанесенными устьями всех скважин. Начинают построение от одной из скважин, отмечая на верхней линии разреза замеренные по плану расстояния от этой скважины до точек пересечения линии разреза с горизонталями, а затем от полученных точек откладывают вертикальные расстояния, соответствующие высотным отметкам горизонталей. Соединяя полученные точки плавной линией получают профиль поверхности;

3) наносят по данным маркшейдерской съёмки все скважины и горные выработки, попадающие в плоскость разреза, с учетом их углов наклона. Для скважин учитывается их искривление. Отметки

устьев и забоев скважин надписываются в тех случаях, когда это необходимо для построения гипсометрии пластов (на пологом падении).

Выработки, расположенные вблизи линии разреза, используемые для его построения, показываются пунктиром;

4) после нанесения на разрез вышеперечисленных данных приступают к геологическим построениям по материалам документации скважин и горных выработок. Построение начинается с проведения границы угленосной толщи с покровными отложениями и контактов угольных пластов и вмещающих пород. Первоначально эти данные наносят в виде колонок вдоль оси скважин. Для пород показывают их литологический состав. По данным документации горных выработок проводят контуры угольных пластов. По разведочным и эксплуатационным материалам наносят разрывные нарушения с указанием направления и угла падения сместителя в плоскости разреза. Затем производят увязку пластов по горным выработкам и скважинам с учетом замеренных в выработках углов падения и встреченных тектонических нарушений. Над пластами надписываются их названия и указывается нормальная мощность.

При недостаточном количестве точек подсечения пластов в нижней части разреза контакты их можно наносить по методу нормалей, используя при этом нормальный стратиграфический разрез. Этот же метод применяется при нанесении на разрез неразведанных участков пластов, ограниченных разрывными нарушениями. При экстраполяции данных необходимо учитывать помимо элементов залегания пластов ряд других геологических особенностей (связь между крупными и мелкими разрывными нарушениями, между складчатостью и разрывными нарушениями и др.).

Во время увязки угольных пластов могут быть выявлены ранее не зафиксированные в выработках тектонические нарушения, линии их также должны быть показаны на разрезе. Для крупных разрывных нарушений приводятся их названия.

Разными условными знаками (см.прил.I) показывают достоверное положение пластов угля (по данным горных выработок) и предполагаемое, нанесенное по недостаточному количеству данных (по редким скважинам).

Кроме перечисленных сведений на разрезах наносят:

5) границу зоны выветривания углей;

6) границы промышленных марок углей;

7) точки пересечения скважинами старых выработок и горизонтов подземных вод с указанием их высотных отметок.

Разрезы рекомендуется составлять в масштабе I:2000, позволяющем с достаточной полнотой использовать данные геологической документации. Для очень сложных шахтных полей (например, Сучанское месторождение) построение разрезов должно производиться в масштабе I:I000.

Не допускается разрыв между горизонтальным и вертикальным масштабами. Исключение составляют лишь шахтные поля со сложными горно-геологическими условиями эксплуатации (например в Подмосковном бассейне), для которых важно отражать детали геологического разреза (пласты рыхлых и неустойчивых пород, сильно обводненные горизонты и др.). В этом случае вертикальный масштаб может быть крупнее горизонтального.

Для получения разрезов более мелкого масштаба их можно пантографировать.

На разрезе указывается ориентировка по странам света, а в заголовке дается номер разведочной линии.

Разрезы по простиранию для пластов пологого падения строятся по той же методике, что и для разрезов вкрест простирания.

При крутом падении пластов разрезы по простиранию составляются по осям складок, при этом учитывается изменение их простирания и углов наклона. Разрезы по простиранию строятся при взаимной увязке с разрезами вкрест простирания.

3. ПРОЕКЦИИ ПЛАСТОВ

Проекции пластов являются основными сводными чертежами, отражающими геологические особенности угольных пластов и степень их изученности; эти чертежи помогают в решении вопросов, связанных с текущей эксплуатацией и с прогнозированием горно-геологических условий.

Составление таких проекций обусловлено тем, что большая загруженность маркшейдерских планов горных выработок лишает геологов возможности отражать на них с достаточной детальностью геологические данные, полученные в процессе документации горных выработок и опробования и делать необходимые построения.

Для пластов крутого падения (более 60^0) в качестве основы используются проекции их на вертикальную плоскость, на пологом падении - горизонтальные проекции (Рис. 148) или гипсометрические планы, масштаба I:2000. При сложном геологическом строении шахтного поля масштаб может быть укрупнен до I:1000.

На проекции пластов наносятся:

I) основные горные выработки, а также скважины, пройденные по пласту и пересекающие его;

2) площади отработки пласта по годам (раскрашиваются в бледные цвета) x);

---

x) На рис. 148 площади показаны в штриховке для типографского издания.

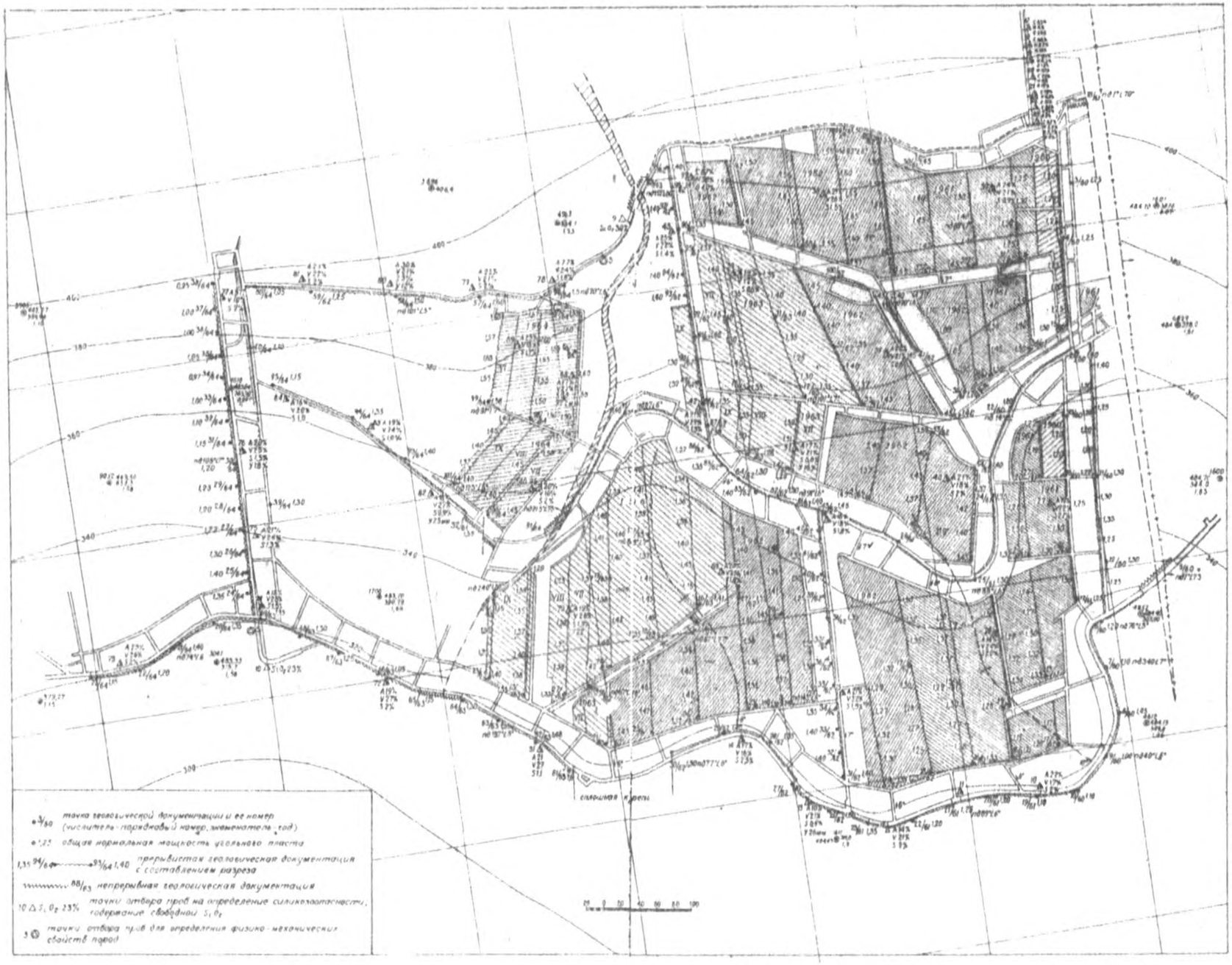


Рис. I48 Проекция пласта с данными геологической документации

3) все точки и линии геологической документации в горных выработках с указанием (в числителе) номеров, соответствующих инвентарному номеру зарисовки и двух последних цифр года производства документации (в знаменателе);

4) истинные мощности и элементы залегания угольного пласта в точках и участках документации;

5) элементы залегания разрывных нарушений и осей складок;

6) контуры нарушений мощности и залегания угольного пласта (размывы, расщепления, замещения, раздувы, пережимы и др.);

7) все точки отбора проб угля в выработках и результаты анализа;

8) точки отбора проб на физико-механические свойства и результаты испытаний.

На основании анализа нанесенных на проекции фактических геологических данных производится их интерпретация. Результаты интерпретации приводятся на проекциях пластов в виде изогипс кровли или почвы пласта, линий его обреза разрывными нарушениями, осей складок, контуров участков с ложной кровлей и дующей почвой и т.п.

Для пластов, выдержанных по качеству угля или простых в отношении гидрогеологических условий, трещиноватости, газоносности и других показателей все первичные сведения (замеры, наблюдения, результаты анализов) и результаты их интерпретации также приводятся на проекциях пластов. Специальные чертежи для этих пластов не составляются.

4. ПЛАН ВЫХОДОВ ПЛАСТОВ ПОД ПОКРОВНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ И ПОГОРИЗОНТНЫЕ ПЛАНЫ

П л а н в ы х о д о в у г о л ь н ы х п л а с т о в п о д п о к р о в н ы е о т л о ж е н и я составляется преимущественно на месторождениях с наклонным и крутым залегани-

ем пород для всего шахтного поля, захватывая примыкающие к нему другие поля в пределах полосы шириной не менее 100 м.

Для составления плана выходов подготавливается координатная сеть, которая разбивается на листах ватмана. На этом плане изображаются:

1) рельеф и ситуация поверхности (постоянные здания, сооружения, железные дороги и прочие элементы, которые необходимо учитывать при ведении горных работ);

2) границы шахтного поля и охранных целиков;

3) разведочные и технические скважины;

4) линии геологических разрезов вдоль разведочных линий;

5) разведочные выработки, в которых зафиксированы выходы пластов под наносы. К этим выработкам относятся скважины змеевикового бурения, дудки, шурфы, канавы и др;

6) контакты пластов угля с породами угленосной толщи, выходящие под наносы или под другие покровные отложения;

7) основные элементы тектоники (осевые линии складок, линии сместителей разрывных нарушений, границ зон смятия и др.).

Рельеф земной поверхности переносится на ватман с топографических планшетов путем копирования или пантографированием с более крупномасштабных планов.

При наличии резко расчлененного рельефа поверхности угленосной толщи он также изображается на плане выходов в виде изолиний, сечение которых выбирается в зависимости от степени расчленения.

Устья выработок наносятся на плане в условных знаках /70/ с указанием номера и высотной отметки.

Для построения планов используют геологические разрезы.

При отсутствии или недостаточном количестве точек документации показывают предполагаемый выход пласта, используя данные по прилегающим участкам.

У выхода пласта и сместителя указывают стрелкой направление падения и угол падения в градусах.

Указанные элементы залегания наносят на план примерно по одним линиям, проходящим вкрест простирания пород и отстоящим на чертеже друг от друга на 5-10 см.

Планы выходов пластов составляются в масштабе 1:5000-10000. Корректировка их производится не реже одного раза в полугодие по мере накопления материала.

П о г о р и з о н т н ы е п л а н ы строятся, как правило, для свиты пластов наклонного и крутого падения на копиях планов горных выработок основных эксплуатационных горизонтов в масштабе 1:5000 (рис. 149).

На плане должны быть показаны все угольные пласты на площади шахтного поля с разделением на отработанные, по которым пройдены горные выработки, разведанные скважинами и предполагаемые.

Погоризонтные планы составляются для всех горизонтов: действующих, отработанных и проектных.

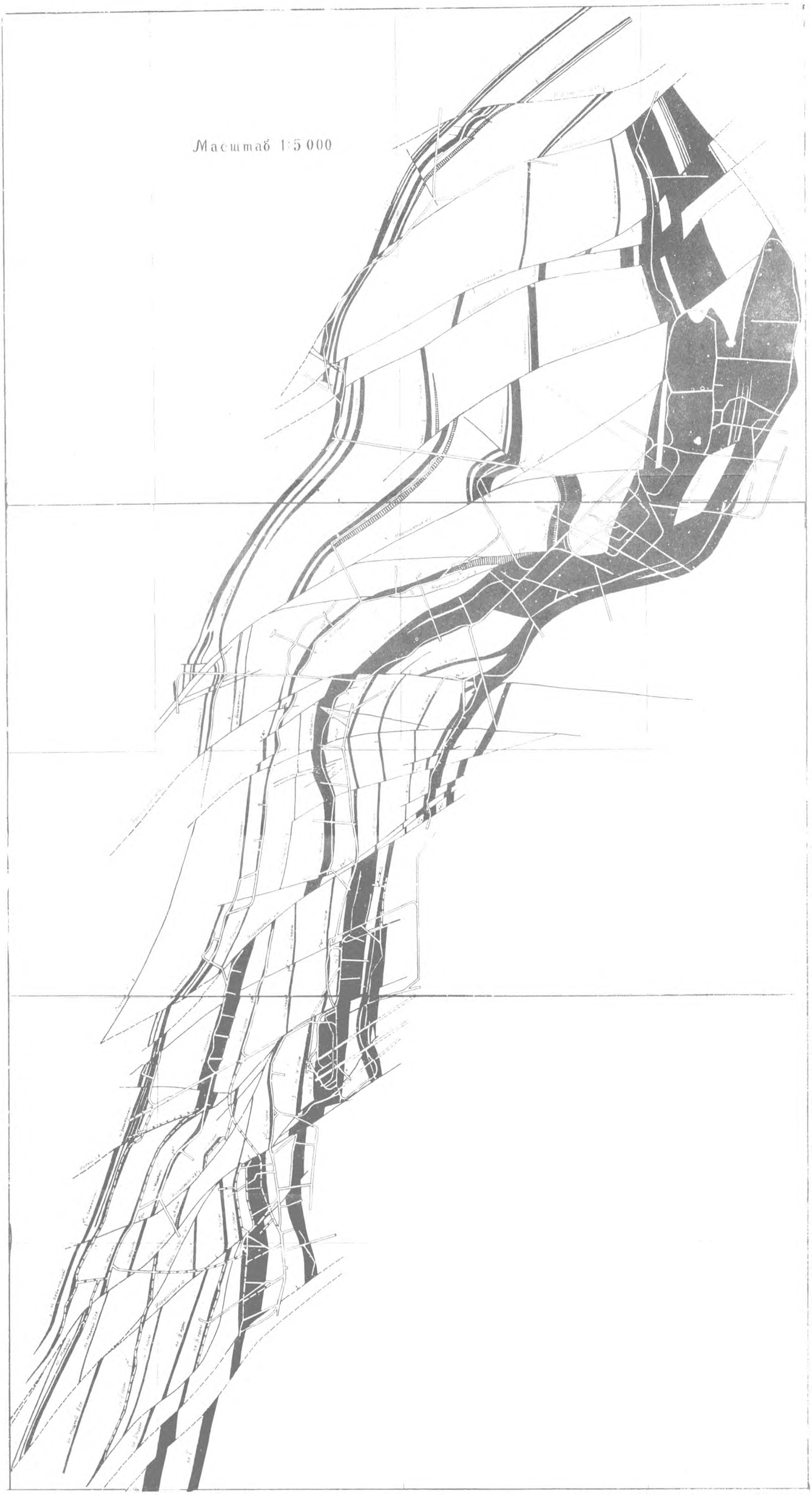
При составлении погоризонтных планов, так же как и для планов выходов пластов, используют вертикальные геологические разрезы по скважинам и данные документации горных выработок (главным образом штреков).

Эти планы служат для решения вопросов, связанных с подсчетом запасов на разрабатываемых горизонтах шахтного поля, а также для оценки геологических условий на проектируемых горизонтах.

Построение планов производится на уровне средней линии в выработках (по их высоте).

По содержанию погоризонтные планы близки к планам выходов, на них наносятся следующие данные:

Масштаб 1:5 000



I) разведочные линии и скважины, пересекающие данный горизонт с указанием их номеров;

2) горные выработки, пройденные на данном горизонте по всем пластам, разрабатываемым шахтой. Помимо горизонтальных выработок изображаются проекции наклонных шахтных стволов;

3) линии контактов угольных пластов с вмещающими породами и пластов пород разного литологического состава (вдоль квершлагов);

4) элементы залегания пластов угля и вмещающих пород (направление и угол падения);

5) названия и мощности пластов;

6) осевые линии складок с указанием направления и угла наклона;

7) линии пересечения поверхностей сместителей с плоскостью горизонта, направления и углы падения.

Помимо перечисленных сведений наносят горно-геологические данные (внезапные выбросы газа, суфляры, очаги пожара и т.д.).

При отсутствии специальных гидрогеологических планов на погоризонтных планах действующих горизонтов показывают:

I) гидронаблюдательные и водопонижающие скважины;

2) места поступления воды в горные выработки (источники, капеж, струи и т.д.);

3) места прорывов воды и плывунов.

Построение погоризонтных планов производится следующим образом. Вначале наносят по квершлагам линии простирания контактов горных пород и сместителей и используют данные документации по штрекам для изображения контуров висячего и лежачего боков каждого угольного пласта и разрывных нарушений. Затем на линиях геологических разрезов отмечают точки контактов угольных пластов и разрывных нарушений, перенесенные с вертикальных разрезов. Про-

изведя взаимную увязку данных по горным выработкам и вертикальным разрезам, проводят линии простирания сместителей, а также контуры висячего и лежачего боков угольных пластов, а вдоль квершлагов колонки литологического состава вмещающих пород.

Погоризонтные планы корректируются в процессе проходки горных выработок, но не реже I раза в квартал.

5. ПРОЕКЦИИ ПЛАСТОВ ДЛЯ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ

Для подсчета запасов составляются проекции пластов на горизонтальную плоскость - при пологом и наклонном их залегании и на вертикальную плоскость - при крутом падении пластов.

Построение проекций производится в масштабе I:5000 - I:2000 на всю глубину отработки шахтного поля. По содержанию проекции должны отражать: состояние разведанности пласта по участкам, его мощность, структуру и элементы залегания, нарушения, качество угля, границы зон выветрелого угля.

I) Проекция пласта на горизонтальную плоскость (гипсометрический план).

Данная проекция составляется с изображением гипсометрии почвы пласта. На проекции изображаются /80,I58/:

а) выход пласта на поверхность или под покровные отложения;

б) все выработки, пересекающие пласт, (скважины, шурфы и др.) и пройденные по пласту с указанием высотных отметок почвы и мощности пласта;

в) линии вертикальных разрезов;

г) элементы тектонических нарушений (складок и разрывных нарушений, рис. I50);

д) изогипсы почвы пласта (на мощных пластах почвы и кровли);

е) границы зон уменьшенной мощности пласта, его расщепления и замещения породами.

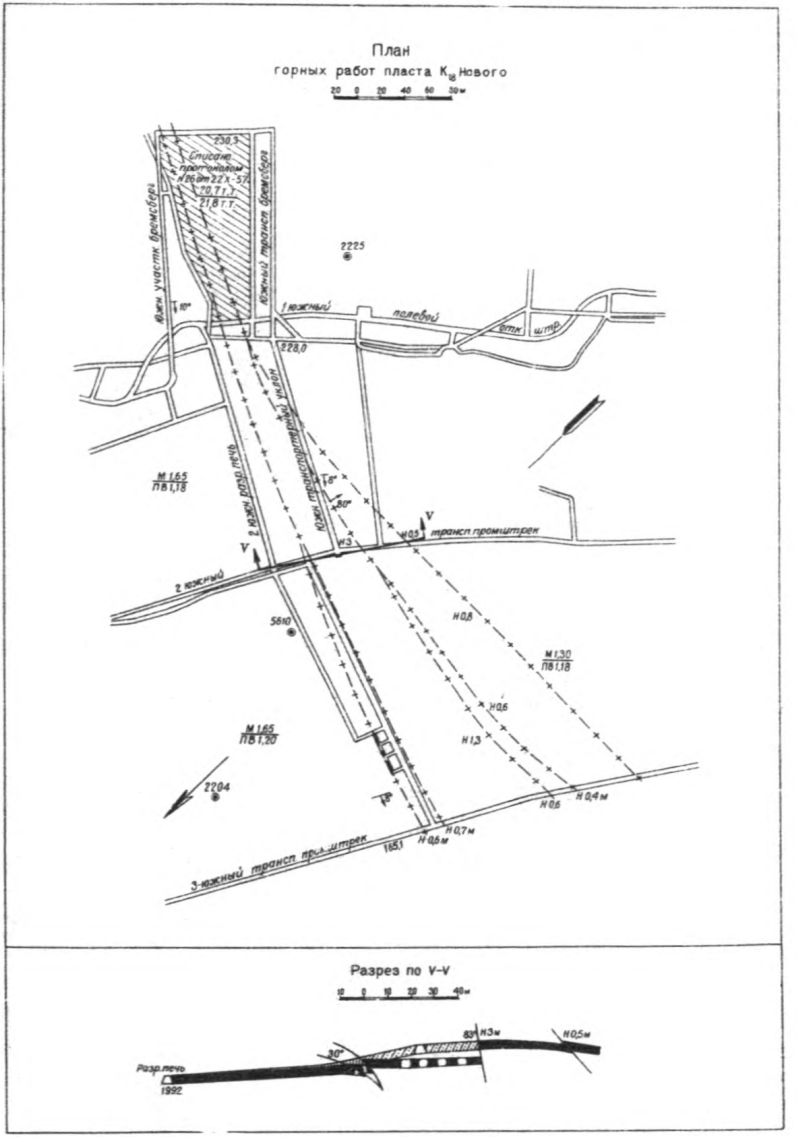


Рис. I50 Изображение участка пологопадающего пласта с разрывными нарушениями.

Наиболее полное представление о морфологии пласта получается при построении изолиний его мощности;

ж) нормальные структурные колонки в точках с наиболее характерным строением пласта;

з) границы блоков подсчета запасов (внутри каждого блока указывается номер блока и категория запасов);

и) отработанные участки пласта (показываются штриховкой в пределах контуров отработки):

Построение планов начинают с наиболее изученных пластов. На плане соединяют линиями точки подсечения пласта скважинами и горными выработками, расположенными друг относительно друга примерно по падению пласта. На этих линиях скатов находят ступенчатые отметки пласта кратные принятому сечению изогипс. Такие же отметки получают на проекциях линий вертикальных разрезов. Точки с равными отметками соединяют плавными кривыми - изогипсами. В выработках, пройденных по простиранию пласта, изогипсы проводят параллельно их направлению. В тех случаях, когда изогипсы имеют отметки, которые соответствуют основным эксплуатационным горизонтам, они проводятся в виде утолщенных линий.

Масштаб гипсометрических планов и детальность отображения на них данных зависят от сложности элементов геологической структуры угольных пластов (изменчивости мощности и строения, структурных особенностей залегания и др.).

При простом строении угольных пластов гипсометрические планы строятся в масштабе I:5000 и I:I0000, а для пластов сложной структуры - в масштабе I:2000. Сечение изогипс в зависимости от масштаба плана и угла падения пласта принимается по таблице 42 /35/.

Таблица 42

Средний угол падения пласта, град. \ Масштаб планов	I:2000	I:5000	I:I0000
	сечение изогипс, м		
I0	5,0	I0,0	20,0
20	I0,0	20,0	25,0
30	I0,0	25,0	50,0
40	20,0	50,0	50,0
50	20,0	50,0	I00,0
60	50,0	I00,0	200,0

При нанесении на гипсометрический план элементов тектоники линии скрещения крупных нарушений проводят по точкам пересечения горизонталей плоскости сместителя и пласта с одинаковыми числовыми значениями.

Для мелких и средних нарушений положение линий скрещения определяют по элементам залегания пласта и сместителя в точках геологической документации. На плане показываются линии скрещения сместителя с почвой пласта, а при большой амплитуде смещения - линии скрещения висячего и лежачего крыльев сместителя. Для мощных пластов изображаются также линии пересечения сместителей с кровлей пласта.

Построение гипсометрических планов для менее разведанных нижележащих пластов производится по методу нормалей или методом вычитания топографических поверхностей с использованием гипсометрии верхних разведанных пластов /80/.

При значительном перекрытии крыльев дизъюнктивных нарушений

составляются отдельные гипсометрические планы для каждого крыла с изображением разреза по нарушению.

Характерные структурные колонки пласта, отнесенные к определенным точкам пересечения его горными выработками и скважинами, наносятся на свободных полях гипсометрического плана. На этих колонках показываются породы кровли и почвы пласта и выписываются нормальные мощности угольных пачек и прослоев пород и данные технического анализа угля.

2) Проекция пласта на вертикальную плоскость.

Проекция на вертикальную плоскость составляется для пластов с углом падения более 60^0. Плоскость проекции должна быть вертикальной, параллельной среднему простиранию крыла складки; при непостоянном простирании пласта плоскость проекции бывает ломаной.

Содержание вертикальной проекции несколько отличается от гипсометрических планов. На этот чертеж наносятся:

а) система горизонтальных линий, проведенных с определенными равными интервалами по высоте (как и на вертикальных разрезах);

б) профиль земной поверхности у выхода пласта под наносы;

в) точки подсечения пласта скважинами, горные выработки, линии вертикальных разрезов;

г) верхняя граница пласта угля, границы зон выветрелого и коксующегося угля, горельников по данным документации выработок;

д) оси дополнительных складок и линии скрещения пласта и разрывных нарушений (рис. 151);

е) элементы морфологии и качественной характеристики пласта (аналогично гипсометрическим планам).

При построении проекции ось складки проводят по данным документации горных выработок, а при отсутствии таких данных по вы-

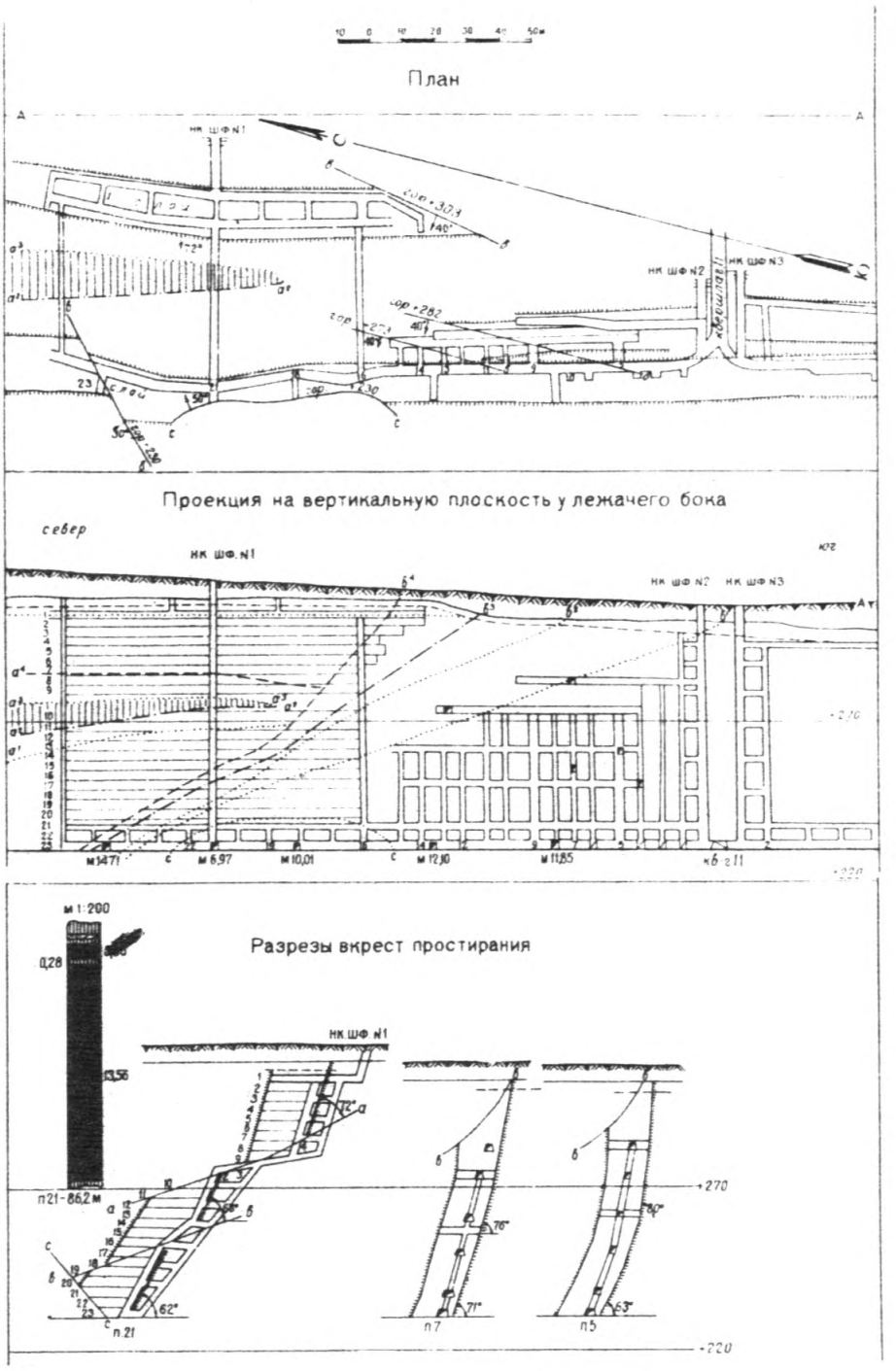


Рис. 151 Изображение участка мощного крутопадающего пласта с разрывными нарушениями.

работкам точки переносят на проекцию с вертикальных разрезов.

Для нанесения осей дополнительных складок и линий скрещения нарушений производится построение с помощью сетки Каврайского.

По горизонтам еще не вскрытым горными выработками дополнительные складки и разрывные нарушения наносятся ориентировочно с учетом характера изменения этих нарушений в пределах вскрытых участков пласта.

§ 2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПЛАНЫ И РАЗРЕЗЫ

Специальные графические материалы составляются: с целью детального освещения наиболее важных горно-геологических и гидрогеологических факторов, резко проявляющихся в пределах шахтного поля и оказывающих существенное влияние на производство горных работ, а также для характеристики качества и свойств углей.

Наиболее важное значение среди специальных графических материалов имеют чертежи показателей качества углей и планы: изомощностей угольных пластов, разрывных нарушений, трещиноватости.

Методика составления чертежей показателей качества и планов трещиноватости описывается на стр. 379 и стр. 350. Содержание и построение других специальных графических материалов приводится ниже.

I. ПРОЕКЦИИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ С ИЗОЛИНИЯМИ МОЩНОСТЕЙ

Проекции изомощностей составляются для пластов угля, характеризующихся значительными изменениями мощности. Эти проекции помогают устанавливать причины, обусловливающие резкие колебания мощности (изменения морфологии угольного пласта в результате размыва, расщепления и др.). На основании анализа проекции с изолиниями мощностей можно судить о возможных изменениях мощности пласта на участках, запроектированных к разработке. Графической основой

для этих чертежей является проекция пласта на горизонтальную или вертикальную плоскость масштаба I:2000, I:5000.

При построении изомощностей пласта на графическую основу наносят значение полной полезной мощности по данным маркшейдерских замеров и геологической документации.

В тех случаях, когда мощность изменяется плавно от точки к точке, по фактическим значениям ее (путем интерполяции) находят ступенчатые отметки, кратные принятому интервалу по мощности (например 0,2 или 0,5 м). Полученные точки с равными значениями соединяют линиями изомощностей пласта.

При резких изменениях мощности фактические данные предварительно усредняют. Для этого выбирают площадки размером 30х30 - 50х50 м и в пределах каждой из них вычисляют среднеарифметическую мощность пласта, которую выписывают в центре площадки и по полученным средним значениям строят изолинии мощности пласта.

2. ПЛАНЫ РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ

Планы разрывных нарушений составляются для шахтных полей, характеризующихся особой тектонической напряженностью. Построение их на месторождениях с крутым залеганием пластов производится на основе погоризонтных планов, при пологом залегании- на основе горизонтальных проекций пластов.

Эти планы используются для построения вертикальных геологических разрезов, погоризонтных планов и проекций пластов.

На планах разрывных нарушений наносятся:

I) разведочные линии и устья скважин с указанием их номеров и точек подсечения пласта;

2) основные капитальные горные выработки;

3) осевые линии складок;

4) все разрывные нарушения.

Разрывные нарушения показываются в виде изолиний поверхностей смесителей. При построении изолиний вначале наносят по координатам точки документации разрывных нарушений с указанием их высотных отметок, амплитуды и знака смещения. На участках, непосредственно примыкающих к точкам документации, по элементам залегания смесителей строят изолинии. Далее производят увязку разрывных нарушений для всего шахтного поля или по участку, для которого составляется план. При увязке помимо геометрических признаков нарушений учитывают общую тектоническую обстановку (сведения об образовании отдельных систем разрывных нарушений в различные фазы тектогенеза, данные о связи мелких и средних разрывных нарушений с крупными нарушениями и др.).

После увязки проводят изолинии поверхностей смесителей в пределах всего плана. Нарушения различных видов рекомендуется вычерчивать линиями разного цвета. При наличии следов скольжения показывают их азимут простирания.

Планы разрывных нарушений составляются в масштабе I:2000, I:5000.

3. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПЛАНЫ, РАЗРЕЗЫ И ГРАФИКИ

Специальные гидрогеологические материалы составляются при сложной гидрогеологической обстановке на шахтном поле.

Гидрогеологические погоризонтные планы составляются в масштабе I:2000 при разработке свиты пластов крутого залегания. На эти планы наносятся:

I) скважины детальной разведки, водопонизительные и гидронаблюдательные;

2) горные выработки, пройденные на данном горизонте;

 3) контуры угольных пластов;

4) разрывные нарушения;

5) зоны повышенной трещиноватости пород;

6) карстовые нарушения;

7) участки дующей почвы;

8) места прорывов воды и плывунов;

9) места усиленного поступления воды в горные выработки (источники, струи, капеж и т.д.);

IO) гидронаблюдательные посты;

II) насосные установки.

При пологом залегании угольного пласта гидрогеологический план составляется путем нанесения на копию планов горных выработок перечисленных выше гидрогеологических пунктов и очагов развития инженерно-геологических явлений.

Для очень сложных гидрогеологических условий гидрогеологические погоризонтные планы и гидрогеологические планы угольных пластов составляются в более крупном масштабе. На них дополнительно к вышеуказанному наносятся дренажные и водоотводные канавы, водопонизительные колодцы, линии водопроводов.

Погоризонтные гидрогеологические планы (рис. I52) позволяют судить о водообильности шахтного поля, обводненности горных выработок и распределении подземных вод по площади шахтного поля. Они составляются по данным гидрогеологической съёмки в горных выработках.

П л а н ы г и д р о и з о п ь е з и л и г и д р о и з о г и п с водоносных горизонтов составляются по данным единовременных замеров уровней воды во всех наблюдательных пунктах в масштабе I:2000 - на обводненных и весьма обводненных шахтных полях с густой сетью наблюдательных пунктов; на умеренно обводненных и слабо обводненных шахтных полях с сравнительно редкой сетью

наблюдательных пунктов - в масштабе I:5000. При построении гидроизопьез (гидроизогипс) необходимо учитывать инфильтрацию на участках легкопроницаемых поверхностных отложений и инфлюацию на участках распространения карстовых воронок и понор. Необходимо учитывать влияние рек, а также искусственные очаги - технические и разведочные скважины.

При построении гидроизопьез (гидроизогипс) одинаковые значения уровня подземных вод в каждом водоносном горизонте соединяются одной замкнутой линией. При этом используются гидрогеологические разрезы и график изменения уровней подземных вод.

План гидроизопьез (гидроизогипс) каждого водоносного горизонта наглядно изображает уровень стояния подземных вод на всей площади шахтного поля в зафиксированный момент времени (рис.I53). Такие планы составляются I раз в год в момент стабилизации депрессионных воронок.

В сложных гидрогеологических условиях строятся планы сдренированности водоносных горизонтов. Для этого на план гидроизопьез рассматриваемого периода накладываются гидроизопьезы поверхности соответствующего водоносного горизонта до шахтного строительства; точки пересечения изолиний будут представлять величину понижения уровня от его первоначального положения за период эксплуатации месторождения. Затем обычным способом между полученными точками проводятся изолинии одинакового снижения уровня в 5, I0,I5,20 и т.д. метров. Такие планы наглядно показывают степень сдренированности водоносных горизонтов.

Гидрогеологические разрезы составляются по характерным профилям с учетом того, чтобы они освещали гидрогеологическую обстановку центральной части шахтного поля и его крыльев. На обводненных и весьма обводненных шахтных полях

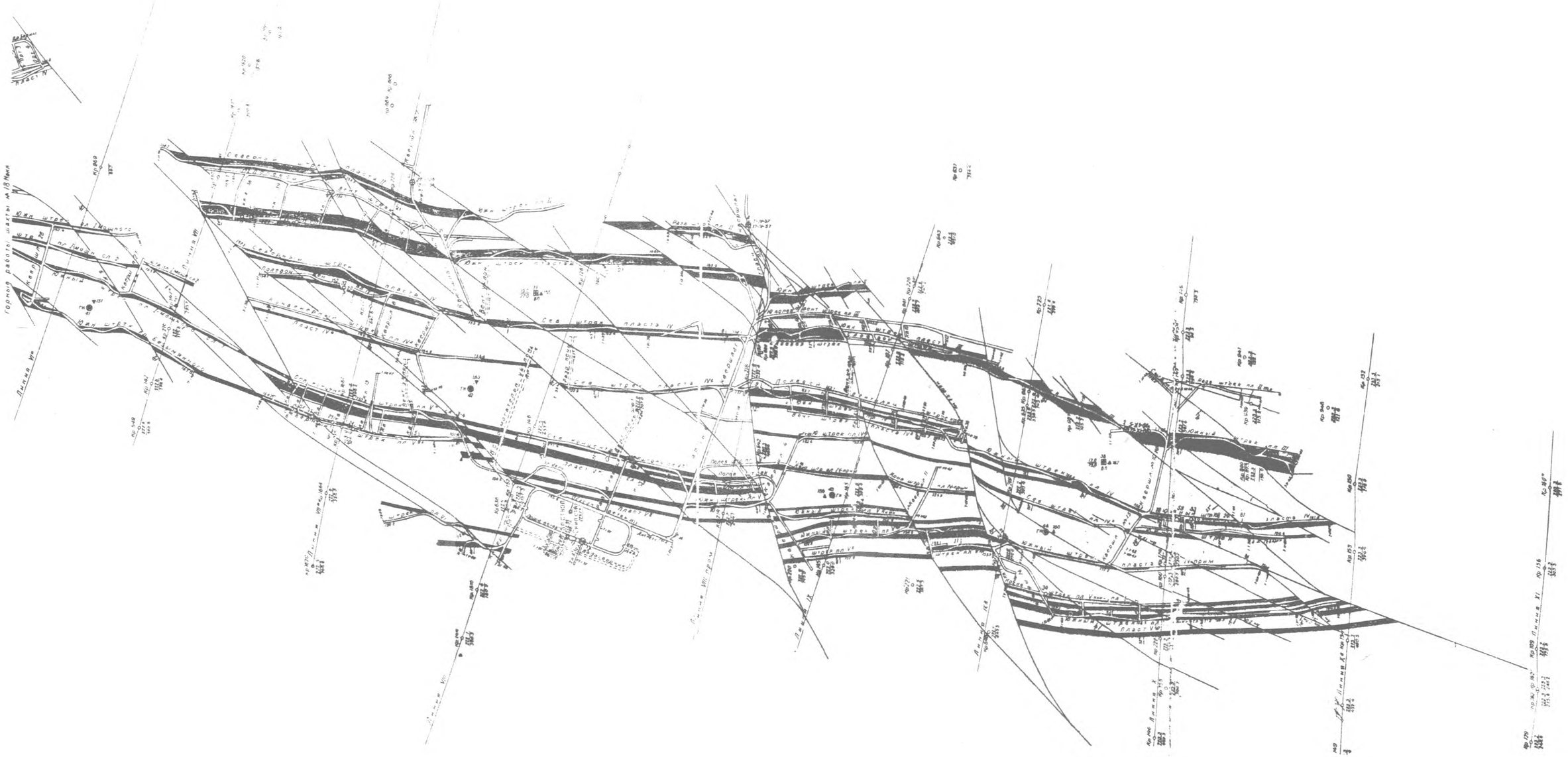


Рис. 152 Гидрогеологический погоризонтный план.

▲ Точки отбора проб воды.

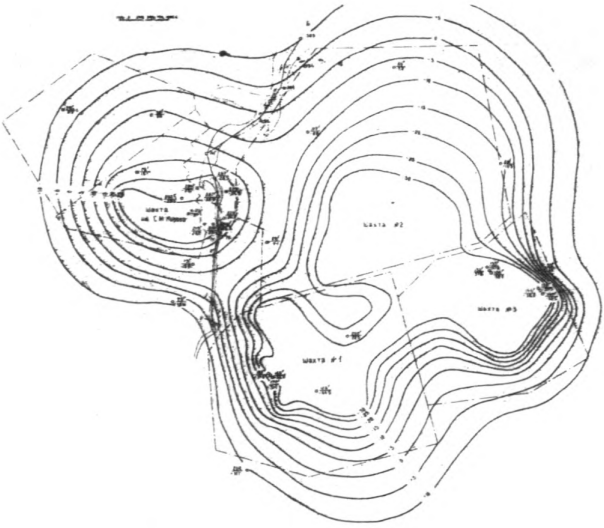


Рис. 153 План гидроизопьез.

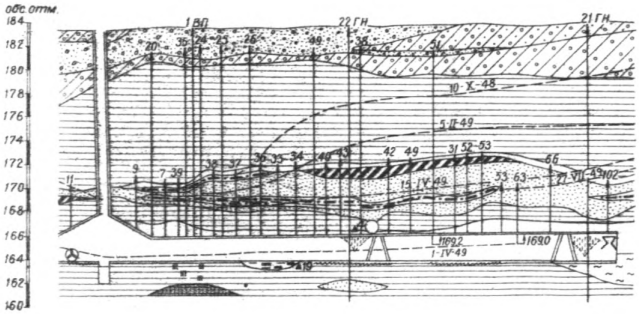


Рис. 155 Гидрогеологический разрез по откаточному штреку.

составляются дополнительные разрезы по отдельным участкам шахтного поля. Гидрогеологические разрезы строятся следующим образом: на геологический разрез наносятся границы водоносных горизонтов (по глубине) и их гидроизопьезы (гидроизогипсы). Если геологический разрез отсутствует, его строят, используя геологические данные по скважинам, попадающим на линию разреза, с указанием глубин скважин и абсолютных отметок их устьев. На разрезе изображается рельеф поверхности и наносятся горные выработки (рис. 154). В дальнейшем каждый год такой разрез может дополняться новыми гидроизопьезами (гидроизогипсами). Масштаб разрезов 1:2000.

Гидрогеологические разрезы дают представление о характере депрессионной воронки и его изменении за год, а также за весь период эксплуатации шахты.

На обводненных и весьма обводненных шахтных полях для штреков главных направлений и панельных штреков составляются продольные гидрогеологические разрезы. Для их построения используются данные геологической документации стенок и забоев (мощность угольного пласта, литологический состав почвы и кровли, трещиноватость вмещающих пород), а также отметки почвы штреков, устьев забивных фильтров и других дренажных выработок. Продольные профили по штрекам должны захватывать породы кровли и почвы на глубину, вскрытую забивными фильтрами, зондировочными скважинами и т.п. На продольном гидрогеологическом разрезе показывается уровень подземных вод в надугольных и подугольных пластах, рассчитываемый на основании показаний замеров в ближайших наблюдательных пунктах, а также все пункты прорывов воды и плывунов, капежа, появления "ключей" в почве, дующие почвы, забивные фильтры, гидронаблюдательные и водопонижающие скважины, водопонижающие колодцы, насосные установки и дренажные канавы (рис. 155).

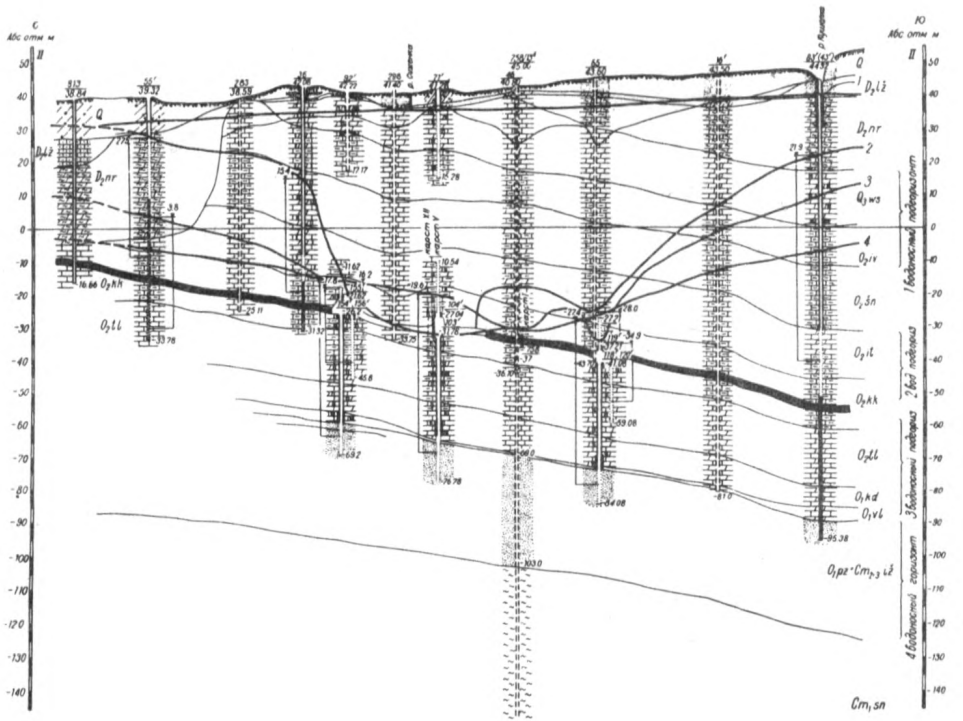


Рис. 154 Гидрогеологический разрез шахтного поля.

Продольные гидрогеологические разрезы составляются в масштабе I:I000 четыре раза в год (при проведении гидрогеологической съёмки в горных выработках), при этом используется один и тот же геологический разрез (см.рис. I55). Они характеризуют обводненность штреков и лав, а также изменение местных воронок депрессии, создаваемых работой осушительных устройств (водопонизительных скважин, забивных фильтров).

Гидрогеологические графики. Отдельно по каждой шахте составляется хронологический график изменения расходов воды во времени во всех наблюдательных пунктах. Пример построения такого графика изображен на рис. I56. По оси ординат откладываются расходы воды в наблюдательных пунктах, по оси абсцисс - время их замеров (декады). В каждом наблюдательном пункте кривая расхода воды на графике должна сопровождаться кривой изменения температуры воды; для этого строится дополнительная шкала температур. Кривые расходов воды сопровождаются пояснениями режима в отдельных точках. Например, на кривой расхода водослива № 8: I - дополнительное поступление воды в выработку из зондировочной скважины № 8I; 2 - прорыв воды в южном штреке пласта; 3 - в районе квершлага (см. рис. I56).

Внизу графика размещаются в том же хронологическом порядке основные метеорологические данные (средние значения за декаду): осадки, среднесуточная температура воздуха.

Аналогично графику расходов строится график изменения уровней воды во всех наблюдательных пунктах. Оба графика сопоставляются друг с другом, что позволяет судить о режиме водоносных горизонтов, глубине залегания и связи между собой, а также о расположении области их питания.

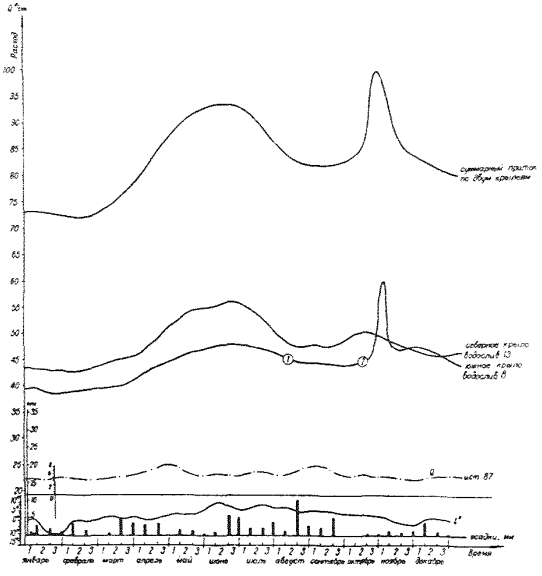


Рис. 156 График изменения расходов воды в наблюдательных пунктах.

4. ПЛАНЫ ГАЗООБИЛЬНОСТИ ПЛАСТОВ

Основой для составления планов газообильности пластов являются гипсометрические планы и проекции на вертикальную плоскость. На эту основу наносятся следующие данные:

I) тектонические нарушения с указанием их названий и основных элементов;

2) точки определения газообильности и полученные значения;

3) изогалы (линии одинаковой газообильности) по каждому пласту, проводимые на основании разведочных и эксплуатационных данных, полученных по отработанным и находящимся в работе участкам;

4) места суфлярных выделений метана с указанием дат начала и прекращения выделений;

5) дегазационные скважины с указанием суммарного дебита газа и его давления по каждой из них;

6) места внезапных выбросов угля и газа, интенсивность и дата выбросов.

Построение планов газообильности производится в масштабе I:2000, I:5000 один раз в год.

§ 3. ПОПОЛНЕНИЕ ПЛАНОВ И ВЕРТИКАЛЬНЫХ ПРОЕКЦИЙ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ГЕОЛОГИЧЕСКИМИ ДАННЫМИ

Планы и проекции горных выработок на вертикальную плоскость составляются маркшейдерской службой и дополняются необходимыми для эксплуатации геологическими, гидрогеологическими и горно-геологическими данными.

На указанных документах находят отражение следующие данные:

I) усредненные данные о мощности и строении угольных пластов;

2) элементы залегания пластов угля и складок;

3) разрывные нарушения;

 4) трещиноватость горных пород;

5) геологические нарушения в угольных пластах, связанные с условиями накопления или с закарстованностью подстилающих пород;

6) сведения о качестве угля;

7) границы выветрелого угля;

8) границы коксующегося угля;

9) участки некондиционных запасов;

I0) границы участков пласта с дующей почвой;

II) границы участков с ложной кровлей;

I2) места внезапных выбросов угля с указанием объёма выброса и даты;

I3) участки внезапного выделения газа;

I4) места взрывов газа и пыли;

I5) места суфлярных выделений метана с указанием даты возникновения и прекращения суфляра;

I6) участки повышенного горного давления и горных ударов;

I7) очаги самонагревания и подземных пожаров;

I8) места прорыва плывунов, заиловки, воды;

I9) места усиленного поступления воды в горные выработки (источники, капеж, струи и т.д. в кровле и подошве).

Пояснения к нанесению на маркшейдерские планы данных, перечисленных в п.п. I,2,3,5 излагаются ниже.

Данные о мощности и строении угольных пластов.

Эти данные приводятся на плане в виде цифровой или графической структурной колонки в очистном пространстве.

Цифровые колонки подписываются в пределах контуров выемки за месяц на планах масштаба I:2000 или в контурах выемки за квартал (для масштаба I:5000). При большой загрузке планов для пластов, выдержанных по мощности, цифровую колонку можно выписывать реже.

В цифровой структурной колонке отмечают квадратной скобкой

справа цифры, соответствующие вынимаемой мощности угольных пачек и породных прослоев, идущих совместно в добычу. Мощность прослоев вынимаемых, но не идущих в добычу дополнительно отделяется квадратной скобкой слева / 70,135/.

Графические структурные колонки вычерчиваются в масштабе I:50 - I:I00, в зависимости от мощности и строения пласта в пределах выемочных участков в характерных точках, но не реже, чем через 200-300 м по простиранию и I00 м - по восстанию (падению) пласта. В случае большой загрузки плана колонки выносятся на поля.

Помимо характерных колонок в свободной части плана приводится одна сводная колонка в масштабе I:200, отражающая структуру угольного пласта и боковых пород. Породы кровли пласта на этой колонке показываются в пределах десятикратной, а породы почвы - пятикратной мощности его.

Нормальные мощности для колонок вычисляются как средние арифметические по участку. Все расчеты производятся порознь по каждой угольной пачке и каждому породному прослою. Там, где угольная пачка (или породный прослой) выклинивается, мощность ее принимается равной нулю. На колонках показываются оставляемые при добыче в кровле и почве пласта пачки угля. Мощность пачек угля пишется справа от колонки, а породных прослоев - слева.

В случае резких изменений мощности на плане обводятся контуры участков, внутри которых помещают цифровую или графическую колонку, а если колонка не вмещается в контур, то отклонения от нормальной мощности (раздувы, пережимы, размывы) показывают условным знаком (приложение I).

Участки раздвоения и расслоения пласта, замещения его породой, некондиционной мощности, ложной кровли и дующей почвы обводятся на плане соответствующим контуром (приложение I).

Элементы залегания пластов угля и складчатые нарушения.

Элементы залегания пласта наносятся на план в виде линии простирания и срелки, указывающей направление падения. Около стрелки записывается значение угла падения в градусах.

Крупные складчатые нарушения П порядка хорошо выделяются на планах масштабов I:2000 - I:5000 по конфигурации штреков, пройденных по простиранию.

Более мелкие нарушения изображаются на планах масштаба I:I000 - I:2000 путем специальных построений.

Для выделения мелких складок на планах горных выработок строится гипсометрия почвы или кровли пласта. С этой целью наносятся все точки с известными высотными отметками, по которым путем интерполяции определяют целочисленные высотные отметки с интервалами, равными принятому сечению изогипс почвы (кровли). Сечение изогипс по высоте выбирается в зависимости от угла падения пласта и масштаба плана. На планах масштаба I:I000 и I:2000 для пластов пологого падения рекомендуется ориентировочно принимать сечение 5-I0 м, а для пластов наклонного падения I0-25 м /80/. Точки с одинаковыми значениями соединяют плавными линиями. При построении изогипс помимо высотных отметок пласта учитывается направление и уклон горных выработок, элементы залегания пласта, встречающиеся разрывные нарушения.

Разрывные нарушения наносятся на план с учетом элементов залегания плоскости сместителя и пласта в виде линий скрещения (прил.I). Определение направления и угла погружения линии скрещения сместителя с пластом может производиться графически на проекции с числовыми отметками или с помощью стереографической сетки.

Мелкие нарушения показываются одной линией. Для мощных зон, которые могут быть изображены в масштабе плана, наносят линии

скрещения их висячего и лежачего крыльев с плоскостью пласта (с его почвой, а для мощных пластов - также с кровлей).

При наличии данных приводится амплитуда смещения.

Трещиноватость горных пород. Данные о трещиноватости приводятся на маркшейдерских планах только для тех участков, где это имеет значение для эксплуатационных работ. Эти данные являются результатом обобщения фактического материала по трещиноватости. Они переносятся со схемы первичных геологических данных в виде линий скрещения основных систем трещин с плоскостью пласта. Около знака трещиноватости на плане пишется средний азимут и угол падения трещин.

Для пластов с углом падения меньше 30^{0} на планах изображаются линии простирания систем трещин.

Сведения о качестве углей. На плане горных выработок показывают точки опробования одним знаком независимо от количества и вида взятых проб. У каждой точки записываются средние показатели качества (содержание золы, летучих, серы, толщины пластического слоя и др.). Проводятся контуры выхода пласта под покровные отложения, границы зон выветрелых и коксующихся углей. Участки некондиционного угля оконтуриваются на плане линией, соединяющей граничные точки угольного пласта с некондиционным углем.

Более полные сводные данные о качестве угля наносят на специальные чертежи или гипсометрические планы к подсчету запасов.

В тех случаях, когда по шахтному полю составляются специальные гидрогеологические планы, чертежи качества углей и планы трещиноватости горных пород, можно не загружать маркшейдерские планы данными по указанным факторам.

До настоящего времени маркшейдерские планы составлялись на планшетах стандартного размера (540х560мм). Более целесообразно

для построения планов и вертикальных проекций использовать полную длину листа ватмана (841 мм). Часть листа, предназначенная непосредственно для плана, сохраняет прежний стандартный размер. Вторая часть листа, подклеивается на полотне с правой стороны планшета. Она может быть использована для вычерчивания разрезов и характерных зарисовок, иллюстрирующих приведенные на плане тектонические и фациальные нарушения угольного пласта. Такие дополнения необходимы для более ясного представления об изменениях мощности и элементов залегания пласта. Зарисовки рекомендуется проводить не менее чем по двум точкам каждого нарушения.

При разработке свиты пластов крутого залегания основные геологические данные, относящиеся к эксплуатируемому горизонту, наносятся на погоризонтный план.

§ 4. ПЕРЕЧЕНЬ ШАХТНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ

Геологические материалы, которые находятся в ведении шахтной геологической службы, разделяются на три группы[x]:

1) материалы детальной разведки шахтного поля;

2) материалы, полученные за период строительства шахты;

3) материалы, составляемые в период эксплуатации.

Материалы детальной разведки шахтного поля. Исходным сводным геологическим материалом, передаваемым в распоряжение шахтной геологической службы геологоразведочными организациями, является геологический отчет по детальной разведке или доразведке шахтного поля, включающий материалы по подсчету запасов и копию протокола ГКЗ по утверждению запасов.

---

x) Перечень составлен с учетом рекомендаций, содержащихся в инструкции по геологическому обслуживанию угольных шахт и в руководствах по геологической и маркшейдерской документации /47, 86, 70, 80, 135, 158/.

Материалы по подсчету запасов должны содержать /88/: таблицы к подсчету запасов, графические материалы и документы с исходными данными к подсчету запасов.

Таблицы к подсчету запасов:

I) таблицы вычислений средних параметров для подсчета запасов по скважинам, выработкам и блокам;

2) таблицы подсчета запасов угля по блокам, пластам и участкам;

3) сводная таблица запасов с подразделением по участкам, пластам, марочному составу и др.;

4) таблица запасов, подготовленных к отработке.

Графические материалы:

I) обзорная карта района месторождения в масштабе I:I00 000 - I:200 000;

2) геологическая карта района месторождения в масштабе I:25000 - I:I00 000 со стратиграфической колонкой и разрезами;

3) геологическая и гидрогеологическая карта месторождения в масштабе I:I000 - I:I0000 на инструментальной основе;

4) геологические разрезы по разведочным линиям в масштабе I:I000 - I:5000;

5) подсчетные проекции пластов и разрезы;

6) колонки буровых скважин в масштабе I:200 - I:500 с каротажными диаграммами и данными опробования;

7) документация горных выработок;

8) структурные колонки угольных пластов.

Текстовые и табличные приложения с исходными данными для подсчета запасов:

I) документы об утверждении кондиций;

2) копии протоколов и другие документы, содержащие указания о направлении и объёмах геологоразведочных работ на данном объекте и о перспективах его промышленного освоения;

3) документы с данными по опробованию и результатам лабораторных, полузаводских и заводских испытаний, а также специальных видов исследования (гидрогеологических, геофизических и др.).

Материалы, полученные за период строительства шахты. В период строительства шахты составляется следующая геологическая и гидрогеологическая документация:

I) геологические разрезы по стволам, подготовительным и эксплуатационным выработкам шахты в масштабе I:200 - I:I00;

2) альбомы с геологическими зарисовками и разрезами угольных пластов в масштабе I:50 - I:20 с литолого-петрографической характеристикой боковых пород;

3) литологические планы околоствольных дворов в масштабе I:500;

4) планы горных работ с нанесением на них геолого-разведочных и осушительных выработок в масштабе I:2000 с указанием мест отбора проб угля и пород;

5) материалы геологической документации по всем контрольно-стволовым, разведочным и гидрогеологическим скважинам;

6) журналы и графики водопритоков в стволы и другие горные выработки шахты;

7) журналы с результатами анализов проб угля, воды и газа, физико-механических свойств горных пород и замеров температуры пород;

8) акты на вскрытие угольных пластов;

9) геологическое заключение, в котором дается оценка геологических, гидрогеологических, инженерно-геологических условий шахты, мощностей и строения угольных пластов, качества угля и т.д.

Материалы, составляемые в период эксплуатации. В комплект материалов, составляемых при эксплуатации, входит:

I) документация горных выработок;

2) документация разведочных и технических скважин;

3) сводные графические материалы;

4) текстовые материалы.

Документация горных выработок. Материалы документации выработок подразделяются на первичные и сводные. К первым относятся все исходные фактические материалы, полученные в процессе документации и опробования горных выработок; сводные материалы являются результатом камеральной обработки и обобщения первичных документов.

Первичные документы.

В число этих документов входят:

I) книжки геологических зарисовок горных выработок.

2) фотографии забоев выработок, участков стенок (в дополнение к зарисовкам);

3) журналы по гидрогеологической съёмке и документации горных выработок..

Данные из книжек с геологическими зарисовками оформляются начисто на другой день после производства работ в виде следующих документов:

I) альбомов разрезов по квершлагам;

2) альбомов разрезов по штрекам (на пластах пологого падения);

3) альбомов разрезов по наклонным капитальным выработкам;

4) альбомов разрезов по очистным выработкам;

5) альбомов разрезов и зарисовок по прочим горным выработкам, а также зарисовок забоев штреков на пластах крутого падения;

5а) картотеки геологических зарисовок (на пластах крутого падения).

Документация разведочных и технических скважин:

I) каталог координат устьев скважин и журнал замеров искривления скважин;

2) геологические журналы;

3) альбомы разрезов разведочных скважин с данными каротажа;

4) журналы и разрезы по скважинам технического назначения;

5) акты на ликвидацию и тампонаж скважин.

Сводные графические материалы

Основные сводные материалы:

I) нормальный стратиграфический разрез;

2) вертикальные разрезы;

3) проекции пластов;

4)карта выходов пластов под покровные отложения;

5) погоризонтные планы;

6) проекции пластов для подсчета запасов.

Специальные планы и разрезы:

I) чертежи показателей качества угля;

2) планы разрывных нарушений;

3) проекции угольных пластов с изолиниями мощностей;

4) планы трещиноватости;

5) гидрогеологические планы, разрезы и графики;

6) планы газообильности.

Текстовые материалы.

К сводным текстовым геологическим материалам по шахтному полю относятся:

1) годовые отчеты по производству шахтно-геологических работ;
2) заключения на осложнения горно-геологических условий с рекомендациями о направлении горных выработок;
3) журналы режимных гидрогеологических наблюдений;
4) книга и формы (5 гр и 25 тп) по учету и движению запасов угля;
5) журнал регистрации геологических материалов.

П Р И Л О Ж Е Н И Я

Приложение I

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

Настоящие условные знаки рекомендуются для использования шахтными геологами.

Необходимость частичного пересмотра и дополнения "Единых условных обозначений для маркшейдерских планов и геологических разрезов" /70/ вызвана недостаточно полной разработкой геологических и гидрогеологических условных знаков для угольных предприятий. В связи с этим в разных угольных бассейнах попрежнему пользуются различными знаками для обозначения пород, разрывных нарушений, трещиноватости и т.д.

Для удобства пользования изменённые и неизменённые условные обозначения для геологических объектов сведены в таблицу. Рекомендуемые условные знаки разделяются на одиннадцать групп:

I) основные типы пород, 2) примеси и включения, 3) твердые горючие полезные ископаемые, 4) прочие знаки, 5) опасные зоны, 6) границы и изолинии, 7) разведанность угольных пластов, 8)морфология угольного пласта, 9) структурные элементы, I0) разведочные выработки, II) гидрогеологические знаки.

Основные пояснения к знакам даны в таблице. При пользовании условными знаками, кроме этого, необходимо учитывать следующее.

I) При изображении литологического состава (знаки № I6-20) для пород слоистой текстуры на зарисовках и других крупномасштабных чертежах следует применять I группу знаков (параллельно слоистости породы); на тех же чертежах для тонких прослоев пород следует использовать II группу знаков. Состав пород, изображае-

мых на мелкомасштабных чертежах, и неслоистых пород на крупномасштабных чертежах, и неслоистых пород на крупномасштабных чертежах показывается знаками П группы. При необходимости применения цветных знаков (например, на разрезах по горным выработкам), применяется IУ группа знаков.

2) Слева от знаков № 59-62 - "место взятия образца или пробы" - пишется номер образца или пробы.

3) Знак № 63 применяется на схемах, где не имеет значения состав изображаемой породы, причем штриховка дается со стороны породы.

4) Знак № 63 применяется на разрезах.

5) Знаки угольных пластов (№ 83-86) употребляются на горизонтальных и вертикальных сечениях.

6) Разрывные нарушения на горизонтальных и вертикальных проекциях обозначаются линиями скрещения с почвой пласта лежачего и висячего крыльев. Для изображения согласного и несогласного падения сместителя введены знаки № I0Iа и I0Iб. С помощью данных знаков можно наглядно изображать различные типы нарушений, показывая зияние или перекрытие пласта (рис.I50, I5I), что очень важно при производстве горных работ.

Для мощных пластов необходимо изображать линию скрещения с кровлей пласта (знак № I02).

При наличии нарушений с незначительной амплитудой или при изображении нарушений на мелкомасштабных планах линии скрещений висячего и лежачего крыльев часто сливаются. В таких случаях рекомендуется изображать только линию скрещения лежащего крыла, показывая направление к линии скрещения висячего крыла знаком № I03.

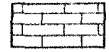
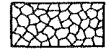
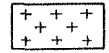
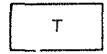
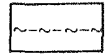
Для обозначения опущенного и поднятого блоков пород в горизонтальных сечениях и проекциях введены знаки № I04 и I05.

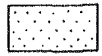
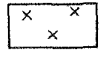
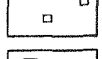
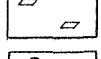
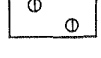
7) Трещиноватость горных пород рекомендуется изображать на участках замера трещиноватости знаками № I06 и I07. Эти знаки предлагаются взамен старого знака, употреблявшегося произвольно (одни геологи ориентировали знак по простиранию трещин, без учета падения, другие - по падению трещин). На горизонтальных проекциях для пластов с углом падения до 30^0 трещиноватость обозначается линиями, направленными по простиранию систем трещин. Длина линий соответствует углу падения трещин в масштабе I мм = 5^0. На горизонтальных проекциях для пластов с углом падения более 30^0 и вертикальных проекциях изображаются линии пересечения систем трещин с плоскостью пласта.

№№ пп	Наименование знака	Знак	Пояснения к знакам
I	2	3	4
		I. Основные типы пород	
I	Почвенный слой		Все знаки, за исключением отмеченных особо, выполняются чёрной тушью.
2	Глыбы		
3	Щебень		
4	Дресва		
5	Валуны		
6	Галечник		
7	Гравий		

I	2	3	4
8	Песок		
	а.крупнозернистый		
	б.среднезернистый		
	в.мелкозернистый		
9	Алеврит		
	а.крупнозернистый		
	б.мелкозернистый		
I0	Глина		
II	Суглинок		
I2	Супесь		
I3	Брекчия		
I4	Конгломерат		

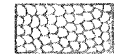
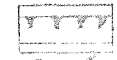
I	2	3	4
I5	Гравелит		
I6	Песчаник крупнозернистый	I II III	IУ Знаки № I6-20
	среднезернистый		светло-коричневый — I группа знаков применяется для слоистых пород на крупномасштабных чертежах (зарисовках и др.)
	мелкозернистый		оранжевый
I7	Алевролит крупнозернистый		жёлтый — II группа знаков применяется для неслоистых пород на крупномасштабных чертежах и для всех пород на мелкомасштабных чертежах (наклон штрихов к горизонту)
	мелкозернистый		жёлто-зелёный
I8	Алевролит углистый		светло-зелёный — III группа знаков применяется для тонких слоев и слоев, вскрытых на малую мощность на крупномасштабных чертежах.
I9	Аргиллит		сиреневый
20	Аргиллит углистый		голубой — IУ группа знаков- для цветного изображения пород на разрезах по горным выработкам.
2I	Мергель		фиолетовый
22	Доломит		

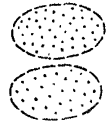
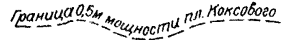
I	2	3	4
23	Известняк		
24	Опока		
25	Горелые породы		Выполняется красной тушью
26	Интрузивные породы		
27	Эффузивные породы		
28	Перемятые породы		
29	Плитчатые текстуры		
30	Сильно трещиноватые породы		
31	Глинка трения в тектоническом шве		Выполняется красной тушью
32	Тектоническая брекчия		Выполняется красной тушью

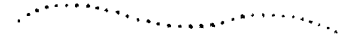
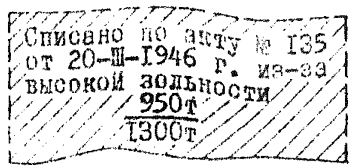
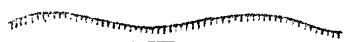
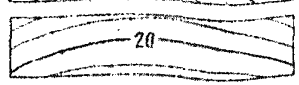
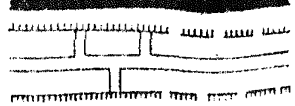
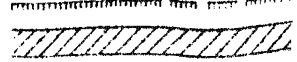
1	2	3	4
		П. Примеси и включения	
33	Песчанистость		Знаки примесей и включений накладываются на знак породы
34	Алевритистость		
35	Глинистость		
36	Известковистость		
37	Кремнистость		
38	Углистость		
39	Железистость		
40	Слюдистость		
41	Пиритизация		
42	Кальцитизация		
43	Включения фосфорита		

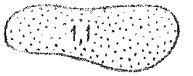
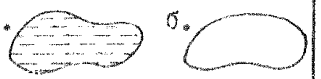
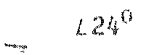
I	2	3	4
44	Сферосидерит		
45	Примесь глауконита		
46	Флора		
47	Фауна		
48	Водоносность		Выполняется зелёной тушью
49	Льдистость		Выполняется зеленой тушью
	III. Твердые горючие полезные ископаемые		
50	Уголь (бурый, каменный, антрацит)		
51	Зольный уголь		
52	Очень зольный уголь		

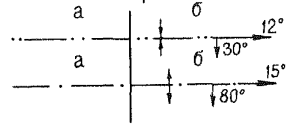
I	2	3	4
53	Сильно трещиноватый уголь		
54	Выветрелый сажистый уголь		
55	Нарушенный перемятый уголь		
56	Кокс		
57	Горючий сланец		
58	Торф		
		IУ Прочие знаки.	
	Место взятия:		
59	образца угля		
60	образца породы		
61	пробы угля		
62	Пробы воды		Выполняется зелёной тушью

I	2	3	4
63	Контакт угля и породы		Применяется на схемах
64	Отработанное пространство		
65	Рыхлые отложения, их нижняя граница а. достоверная б. предполагаемая	 а. б.	
		У. Опасные зоны.	
66	Внезапный выброс угля		
67	Внезапное выделение газа		
68	Прорыв плывуна		Выполняется жёлтой тушью
	а. действующий	а. 	Крест в знаке № 68б выполняется чёрной тушью
	б. ликвидированный	б. 	
69	Внезапный прорыв воды из кровли-К, из подошвы - П выработки:	 К	Выполняется зелёной тушью
	а. действующий	а.	
	б. ликвидированный	б.  П	В знаке № 69б крест выполняется чёрной тушью

I	2	3	4
70	Вывал а. угля б. пустой породы		В знаке № 70а контур выполняется красной тушью, точки - коричневой. В знаке № 70б контур выполняется чёрной тушью, точки - жёлтой.
71	Участок усиленного горного давления		
72	Место проявления горного удара		
73	Дующая почва		Выполняются коричневой тушью по почве горной выработки.
74	Ложная кровля		Выполняется коричневой тушью по верхней границе ложной кровли.
		УI. Границы и изолинии.	
75	Техническая граница шахты		
76	Контур полного выклинивания угольного пласта, минимальной промышленной (рабочей) мощности, а также границы расслоения пласта, зоны замещения угля породой, дующей почвы, ложной кровли		Возле контура дается пояснительная надпись

1	2	3	4
77	Граница выветрелого угля, непригодного для использования		
78	Граница коксующегося угля		
79	Участок некондиционных запасов, списанных с баланса		Контур выполняется чёрной тушью, штриховка зелёной. В числителе пишется фактическое количество полезного ископаемого, в знаменателе – количество полезного ископаемого по данным балансового учёта.
80	Граница зоны вечной мерзлоты		Выполняется зелёной тушью
81	Изогипсы почвы пласта угля		Выполняется синей тушью
82	Гидроизогипсы или гидроизопьезы		Выполняется зелёной тушью
	УП. Угольные пласты		
83	Пласт предполагаемый		
84	Пласт разведанный скважинами		
85	Пласт разведанный горными выработками		
86	Пласт отработан		

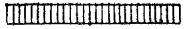
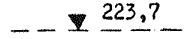
1	2	3	4
		VШ. Морфология угольного пласта.	
87	Размыв угольного пласта		Контур выполняется чёрной тушью, точки - коричневой В контуре подписывается мощность размытой части пласта.
88	Пережим пласта		Рядом со знаком подписывается минимальная мощность.
89	Раздув пласта		Рядом со знаком подписывается максимальная мощность.
90	Флексура		Рядом со знаком подписывается амплитуда флексуры
91	Карст а. заполненный б. полый		Контур выполняется чёрной тушью, внутри заливается жёлтой. В знаке № 91а показывается заполняющая карст порода.
		IX. Структурные элементы.	
92	Элементы залегания: азимут и угол падения		Элементы залегания пласта пишутся чёрной тушью, сместителя - красной тушью
93	Горизонтальное залегание		Применяется на горизонтальных проекциях и сечениях.

I	2	3	4
94	Наклонное залегание		
95	Вертикальное залегание		
96	Опрокинутое залегание		
97	Ось синклинали		а. Для вертикальных проекций б. Для горизонтальных проекций
98	Ось антиклинали		
	Для горизонтальных и вертикальных сечений		Знаки № 99-105 выполняются красной тушью
99	Разрывные нарушения крупноамплитудные		Ширина полосы в знаке № 99 изменяется в зависимости от амплитуды смещения.
100	Разрывные нарушения а. достоверные		
	б. предполагаемые		

I	2	3	4
	Для горизонтальных и вертикальных проекций		
I0I	Линии скрещения с почвой пласта		
	I. висячего крыла	а. – – –

1	2	3	4
106	Трещиноватость горных пород 1) на горизонтальных сечениях и проекциях а. в угольном пласте б. в породах кровли в. в породах почвы	а. пр.65°∠90° пр.148°∠45° б. в.	Линия проводится по направлению простирания систем трещин. Длина линии изображает угол падения трещины в масштабе 1 мм – 5°.
107	2) на вертикальных проекциях и сечениях	П	Выполняется на участках замера трещиноватости. Изображаются линии пересечения систем трещин с плоскостью пласта (трещины замерены в почве – П, кровле – К или в угольном пласте – без буквы).
		X. Разведочные выработки	
108	Скважины ручного бурения	○	
109	Скважины колонковые	○	
110	Скважины технические	◉	
111	Шурфы	⊟	

I	2	3	4
	XI. Гидрогеологические знаки		
II2	Сквозной фильтр		Все гидрогеологические знаки, кроме № II5 и II6, выполняются зелёной тушью. Знаки № II5 и II6 выполняются чёрной тушью, заливка – зелёной тушью.
	а. действующий		
	б. недействующий		
II3	Забивной фильтр		
	а. действующий		
	б. недействующий		
II4	Гидронаблюдательная скважина		
II5	Водопонижающая скважина	 $\frac{15,0}{127,5}$	В числителе дроби дебит в $м^3$/час, в знаменателе уровень воды (абсолютная отметка), м
II6	Водопонижающий колодец		

1	2	3	4
II7	Гидрометрический пункт		
II8	Место усиленного притока воды:		
	а. из кровли выработки	а 	
	б. из почвы выработки	б 	
II9	Место капежа:		
	а. на плане	а 	
	б. на разрезе	б 	
I20	Источник	 I,5	Рядом со знаком подписывается дебит источника (л/сек).
I2I	Уровень подземных вод	 223,7	Рядом со знаком подписывается абсолютная отметка уровня.

Приложение 2

ФОРМУЛЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АМПЛИТУД РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ

Исходные данные:

A – азимут простирания пласта;

α – угол падения пласта;

B – азимут простирания сместителя;

β – угол падения сместителя;

Δ – угол встречи

$\Delta = (A-B)$ для согласного залегания пласта и сместителя

$\Delta = 180^{0} - (A-B)$ для несогласного залегания пласта и сместителя;

ℓ – Горизонтальное смещение, измеряемое вкрест простирания пласта. Величина ℓ положительна при сдвоении и отрицательна при зиянии пласта в горизонтальном сечении.

Определяемые величины (см.рис. 31):

N – нормальное смещение, измеряемое по нормали к пласту. Если величину N можно измерить непосредственно между смещенными частями пласта, но N положительно; если же такого измерения произвести нельзя – отрицательно.

Z – вертикальное смещение, измеряемое в сечении вкрест простирания пласта. Знак определяется так же, как и для N

L – смещение по простиранию сместителя, имеет тот же знак, что и ℓ .

h_1 – смещение по падению сместителя в разрезе вкрест простирания сместителя.

Величина h_1 положительная при перекрытии пласта и отрицательна при зиянии пласта.

H – расстояние по вертикали между точками скрещения пласта и сместителя в разрезе вкрест простирания сместителя.

H – положительно, если при отсчете от лежачего бока к висячему пересечет пласт.

ℓ – расстояние по горизонтали между точками скрещения пласта и сместителя в разрезе вкрест простирания сместителя имеет тот же знак, что и H

Для вычисления амплитуд разрывных нарушений применяются следующие формулы.

Смещение по простиранию сместителя L

$$L = \frac{\ell}{Sin\,\Delta}$$

Нормальное смещение N

$$N = \ell \cdot Sin\alpha$$

$$N = L \cdot Sin\alpha \cdot Sin\,\Delta$$

Вертикальное смещение Z

$Z = \pm \ell\, tg\alpha$ + для согласного залегания пласта и сместителя

$Z = \pm \frac{N}{cos\alpha}$ – для несогласного залегания пласта и сместителя.

Вертикальное смещение H

$H = \frac{\ell}{ctg\alpha - ctg\beta \cdot cos\Delta}$ для согласного залегания пласта и сместителя

$H = \frac{\ell}{ctg\alpha + ctg\beta \cdot cos\Delta}$ для несогласного залегания пласта и сместителя

Смещение по падению сместителя h_1

$h_1 = \frac{\ell}{ctg \cdot sin\beta - cos\beta \cdot cos\Delta}$ для согласного залегания пласта и сместителя

$h_1 = \frac{\ell}{ctg\alpha \cdot sin\beta + cos\beta \cdot cos\Delta}$ для несогласного залегания пласта и сместителя

Горизонтальное смещение b

$$b = \frac{\ell}{ctg\alpha \cdot tg\beta - \cos\Delta}$$ для согласного залегания пласта и сместителя

$$b = \frac{\ell}{ctg\alpha \cdot tg\beta + \cos\Delta}$$ для несогласного залегания пласта и сместителя

$$b = \frac{H}{tg\beta} \; ; \quad b = h_1 \cdot \cos\beta$$

Примечание: При согласном падении пласта и сместителя все величины имеют один знак.

Для несогласнопадающих нарушений знаки N и L совпадают с ℓ, а знаки H, Z, h_1, b имеют противоположный знаки.

Приложение 3

СОПОСТАВЛЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИЙ ГОРНЫХ ПОРОД ПО КРЕПОСТИ

Название пород	Категория по крепости			Примерный коэффициент крепости по шкале Протодьяконова	Коэффициент разрыхления
	по сборнику ЕНВ	по СНиП IУ-I3	по буримости (СУН)		
I	2	3	4	5	6
Галечник	УП	П-Ш			
Гравий	"	"			
Глины легкие	"	П			
Лёсс рыхлый	"	I	I		
Пески рыхлые	"	"	"		
Пески-плывуны	"		П	0,4-0,9	I.8
Суглинки лёссовидные	"	"	I		
Супеси без гальки и щебня	"	"	"		
Торф и растительный слой без корней	"	"	"		
Торф и растительный слой с корнями	"	П			
Туфы и известковые туфы рыхлые	"	I			
Щебень	"	П			

I	2	3	4	5	6
Гипс пористый	УI	П	Ш		
Глины карбонатные	"		"		
Глина тяжелая, ломовая	"	Ш	Ш		
Глина жирная, содержащая до I0% гальки или хряща	"	П			
Лёсс отвердевший	"	Ш	Ш		
Мергель мягкий	"	IУ	П	I-I,5	I,4-I,8
Мелоподобные слабые породы (мергель, опока и др.)	"	Ш	"		
Суглинки моренные и тяжелые, содержащие до I0% гальки или хряща	"	П			
Строительный мусор	"	Ш			
Уголь бурый	"	"	Ш		
Уголь каменный мягкий	"	"	"		
Глины карбонатные плотные	У	Ш		I,5-2	I,4-I,8
Гипс	"	IУ	IУ		
Доломиты выветрелые, очень слабые	"	"	"		

Продолжение приложения 3

I	2	3	4	5	6
Известняки выветрелые, очень слабые	У	IУ	IУ		
Мел плотный	"	У	"		
Мергель средней крепости	"	"	Ш		
Мёрзлые грунты (пески, супеси,суглинки и глины)	"	IУ	У	I,5-2	I,4-I,8
Сланцы глинистые, слабые	"	"	Ш		
Торф мёрзлый	"	"	IУ		
Уголь каменный средней крепости	"	"	"		
Уголь бурый крепкий	"	"			
Алевролиты и аргиллиты средней крепости	IУ	У	У		
Антрацит	"	"	"		
Доломит слабый	"	УI	IУ	2-4	I.8
Конгломерат слабый	"	IУ			
Мергель плотный	"	У	IУ		
Мёрзлые грунты с примесью до I0% валунов	"	"	У		
Песчаник слабый	"	У	IУ		
Сланцы глинистые, углистые средней крепости	"	"	"		
Сланцы песчанистые слабые	"	У			
Уголь каменный крепкий	"	"			

I	2	3	4	5	6
Алевролиты и аргиллиты крепкие	Ш	УП			
Доломиты	"	"	УI		
Известняки мергелистые	"	УI			
Известняки плотные	"	УП	УI		
Мерзлые гравийно-галечные и щебенисто-дресвяные грунты	"	УI	У	4-6	2.0
Песчаники глинистые	"	"	"		
Сидерит	"	УП	УI		
Сланцы песчано-глинистые	"	"	"		
Доломиты крепкие	П	УШ	УП		
Известняки крепкие	"	"	"		
Конгломераты крепкие на известковом цементе	"	"	УШ	8-9	2.0
Песчаники крепкие на кварцевом цементе	"	"	"		
Диабазы	I	IX	УШ		
Известняки исключительно крепкие	"	"	IX	I0-I2	2.2
Песчаники мелкозернистые монолитные окварцованные	"	"	УШ		
Порфириты	"	"	"		

Примечание: ЕНВ - единые нормы выработки на горно-проходческие работы при строительстве угольных шахт и карьеров 1960 г.

СНиП, IУ-I5 - Строительные нормы и правила. Часть IУ. Сметные нормы, том 2, Вып.3 глава I5. Буровзрывные работы. 1965 г.

СУН - Справочник укрупнённых норм для проектирования геолого-разведочных работ. Выпуск 5. Разведочное бурение. 1960 г.

Приложение 4

КОНДИЦИИ ПО МОЩНОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ И ЗОЛЬНОСТИ УГЛЕЙ ДЛЯ ОСНОВНЫХ БАССЕЙНОВ И МЕСТОРОЖДЕНИЙ, ПРИНИМАЕМЫЕ ПРИ ПОДСЧЁТЕ ЗАПАСОВ /127/

Бассейны, месторождения	Марка угля	Особые условия разработки или направления использований угля	Для балансовых запасов		Для забалансовых запасов		Допустимый предел зольности внутрипластовых пачек угля, включаемых в подсчёт балансовых запасов, если среднепластовая зольность не превышает 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
Донецкий	Б-Д		I,0	30	0,45	40	40
	Д,Г		0,6	35	0,45	40	45
	Д,К,ОС	При крутом залегании	0,6	40	0,45	45	45
	Г,Ж, К,ОС	Особо ценные угли, идущие на коксование, при пологом залегании	0,55	40	0,45	0,45	45
	Т,А		0,7	30	0,45	40	40
Львовско-Волынский	Г		0,7	30	0,5	40	45
Подмосковный:							
Месторождения Тульской области	Б	Притоки воды в шахту производительностью 300 тыс.т. в год не должен превышать 1000 $м^3$/час. Балансовые запасы угля в изолированных линзах должны превышать 10 млн.т.	I,3	40	I,0	50	45
Никулинское	Б		I,3	45	I,0	50	50

I	2	3	4	5	6	7	8
Месторождения Калужской, Рязанской и Смоленской областей:							
Хвойнинское, Калужское	Б	Балансовые запасы угля в изолированных линзах должны превышать 10 млн. т.	I,3	45	I,0	50	-
Сафоновское, Ногайское, Середейское	Б	Предельно допустимая обводнённость годовая мощность шахты / напор воды на почву, м / приток воды в шахту, $м^3/ч$ 200 / до 60 / I200 60-I20 / I000 300 / до 60 / I800 60-I20 / I500 450 / до 60 / 2500 60-I20 / 2000	I,4	40	I,0	50	45
Симаковское	Б		I,5	40	I,I	45	45
Все остальные месторождения	Б	Все запасы подсчитываются как забалансовые	-	-	I,I	45	45
Месторождения Кавказа:							
Ткварчельское	Г		0,7	45	0,5	50	50
Чибулъское	Г		I,0	40	0,5	50	50
Ахалцихское	Б		I,0	40	0,7	45	50

Продолжение приложения 4

I	2	3	4	5	6	7	8
Печорский:							
Воркутское	Ж	Идущие на коксование	0,8	25	0,5	50	35
		Энергетические	I,0	30	0,5	50	35
Воргашорское, Юньягинское, Хальмерьюское, Верхне-Сырягинское, Нижне-Сырягинское, Усинское	Г-ОС	Идущие на коксование	0,7	25	0,5	50	35
		Энергетические	0,9	30	0,5	50	35
Интинское	Д	При пологом залегании	I,0	40	0,5	50	40
		При крутом залегании	0,8	40	0,5	50	40
Сейденское, Паэмбойское	Г		I,0	30	0,5	50	35
Бассейны и месторождения Урала:							
Кизеловский	Г,Ж	Идущие на коксование	0,6	35	0,5	50	45
	Г	Энергетические	0,7	45	0,5	50	45
Буланашское	Г		0,9	35	0,7	45	40
Егоршинское	ПА		0,6	30	0,5	45	40
Челябинский	Б	При подземном способе	I,0	45	0,7	50	45

Продолжение приложения 4

1	2	3	4	5	6	7	8
Бассейны и месторождения Казахской ССР:							
Карагандинский	Ж-ОС	Идущие на коксование:					
		при пологом залегании,	0,7	40	0,5	45	45
		при крутом залегании,	0,6	40	0,5	45	45
		угли долинской свиты при пологом залегании	0,6	40	0,5	45	45
		Энергетические	0,9	35	0,5	40	45
Самарское	Ж,КЖ, К	Идущие на коксование: при пологом и наклонном залегании,	0,7	40	0,5	45	45
		при крутом залегании	0,6	40	0,5	45	45
		Энергетические	0,9	35	0,5	40	45
Месторождения Средней Азии:							
Сулюктинское, Кызыл-Кийское	Б		I,2	30	0,7	40	40
Шурабское	Б		I,0	30	0,7	40	40
Джин-Джиганское	Б		I,2	30	0,7	50	40
Кштут-Зауранское	Г		-	-	0,7	40	40
Кара-Кичинское	Б		I,5	30	0,6	50	-

1	2	3	4	5	6	7	8
Кок-Янгакское, Ташкумырское	Д	При пологом залегании	1,0	30	0,6	40	40
		При крутом залегании	0,8	30	0,6	40	40
Фан-Ягнобское	Г,Ж		1,0	35	0,7	50	40
Шаргуньское	К		1,0	30	0,6	40	40
Кузнецкий	Г-ОС,СС	Идущие на коксование	0,7	30	0,5	50	40
	К(легко обогатимые)		0,7	40	0,5	50	40
	Д-Т	Энергетические	1,0	30	0,6	40	40
Горловский:							
Листвянское	А		1,3	20	0,6	30	-
Тунгусский:							
Месторождение г.Надежда	КЖ,К,СС		1,0	35	0,5	45	40
Кайерканское	К,Ж		1,0	35	0,6	45	40
Имангдинское	К,Ж		1,0	35	0,4	45	40
Минусинский:							
Черногорское	Д,Г		1,3	35	0,6	45	45

Продолжение приложения 4

1	2	3	4	5	6	7	8
Иркутский:							
Черемховское, Владимирское, Забитуйское	Г	При подземном способе	1,0	35	0,6	45	40
Новометелкинское	Г		1,0	30	0,6	50	40
Тарасовское	Д-Г		-	-	0,6	40	40
Месторождения Забайкалья:							
Гусиноозерское	Б		1,0	30	0,7	40	40
Черновское	Б	При подземном способе	1,3	25	0,7	40	35
Арбагарское	Б	При подземном способе	1,3	30	0,7	40	35
Букачачинское	Г		1,0	25	0,7	40	35
Ленский:							
Чай-Тумусское	Г		0,9	30	0,7	50	40
Южно-Якутский:							
Чульманское	К,Ж	При подземном способе	0,7	30	0,5	40	40
Буреинский:							
Ургальское	Г		1,0	40	0,6	45	45
Сучанский	Ж,Г	При пологом залегании	0,8	40	0,6	45	45
	Ж,Г	При крутом залегании	0,7	40	0,6	45	45
	Т,Д		1,0	40	0,6	45	45

Продолжение приложения 4

1	2	3	4	5	6	7	8
Месторождения Дальнего Востока:							
Артёмовское	Б		I,3	35	0,7	45	40
Таврическое	Б		I,0	35	0,7	45	40
Майхинское	Б		I,35	40	I,0	45	45
Бикинское	Б		I,0	40	0,5	50	40
Подгородненское	Г		I,0	45	0,6	45	45
Липовецкое	Д		I,0	35	0,6	45	45
Месторождения Северо-Востока СССР:							
Аркагалинское	Г		I,2	30	0,6	45	-
Анадырское	Б		I,2	30	0,7	40	-
Кухтуйское	Б		I,6	30	I,0	40	40
Галимовское	Г		I,2	30	0,6	45	40
Месторождения острова Сахалина	Б	При подземном способе	I,0	35	0,7	45	40
Александровский и Углегорский районы	Г,Ж, К	Идущие на коксование: при пологом залегании,	0,6	35	0,5	45	40
		при крутом залегании	0,5	35	0,5	45	40
	Д,Г, Ж,К,Т	Энергетические	0,8	35	0,6	45	40

Примечание: В отдельных случаях при необходимости обеспечения потребности в углях, учитывая экономическую целесообразность разработки запасов, наименьший предел по мощности пластов может быть снижен до 0,5 м для углей марок Ж,К,ОС для всего Донецкого бассейна и антрацитов для части бассейна в пределах Ростовской области, до 0,6 м для углей Львовско-Волынского бассейна, до 0,6 м для энергетических углей Кизеловского бассейна, до 0,7 м для углей Челябинского бассейна.

ПРОМЫШЛЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ УГЛЕЙ ОСНОВНЫХ УГОЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ И РАЙОНОВ СОВЕТСКОГО СОЮЗА ПО МАРКАМ

Наименование марки	Условное обозначение		ПОКАЗАТЕЛИ									Месторождение
	марки	группы	$V^г$, %		$V^г_{об}$, см³/г		У, мм		$W^р$, %		характеристика нелетучего остатка	
			от	до (вкл.)	от	до (вкл.)	от	до (вкл.)	от	до (вкл.)		
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
			Классификация углей Донецкого бассейна (ГОСТ 8180-59)									
Длиннопламенный	Д		37 и более								Порошкообразный, слипшийся, слабоспекшийся	
Газовый	Г	Г6	35 и более				6	I5				
		ГI6	35 и более				I6	25				
Жирный	Ж	ЖI3	27	менее 35			I3	20				
		Ж2I[x]	менее 35				2I и более					
Коксовый	К	КЖ	I8	менее 27			2I и более					
		КI4	I8	менее 27			I4	20				
Отощенный спекающийся	ОС	ОС6	I4	22			6	I3			Спекшийся без порошка	
		ОС	I4	22			менее 6[xxx]					
Тощий	Т[xx]		9	I7							Порошкообразный, слипшийся, слабоспекшийся	
Полуантрацит	ПА		менее 9		220	330						
Антрацит	А		менее 9		менее 220							

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
Классификация углей Кузнецкого бассейна (ГОСТ 8162-59)												
Длиннопламенный	Д		Более 37								Порошкообразный, слипшийся, слабоспекшийся	
Газовый	Г	Г6	Более 37				6[XXX]	I6				
		ГI7	Более 37				I7	25				
Газовый жирный	ГЖ		Более 3I	37			6[XXX]	25				
Жирный	Ж	ЖI26	Более 33				26 и более					
		Ж26	33 и менее				26 и более					
Коксовый жирный	КЖ	КЖI4	25	3I			I4	25				
		КЖ6	Более 25	3I			5[XXX]	I3				
Коксовый	К	КI3	Менее 25				I3	25				
		КI0	I7	25			I0	I2				
Коксовый второй	$К_2$		I7	25			6[XXX]	9				
Отощенный спекающийся	ОС		Менее I7				6[XXX]	9				
Слабоспекающийся	СС	ICC	Более 25	37							Порошкообразный, слипшийся, слабоспекшийся	
		2CC	I7	25								
Тощий	Т		Менее I7								Порошкообразный, слипшийся, слабоспекшийся	

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
Классификация углей Карагадинского бассейна (ГОСТ 8150-59)												
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^{XXX}	II				
Отощенный спекающийся	ОС		Менее 24				6^{XXX}	II				
Бурый	БЗ		37 и более						До 30(вкл.)			
Классификация углей Печорского бассейна (ГОСТ 6991-54)												
Длиннопламенный	Д		37 и более								Порошкообразный, слипшийся, слабоспекшийся	
Газовый	Г		37 и более				6^{XXX} и более					
Жирный	Ж	>I9	27	37			I9 и более					
		>I0	27	37			I0	I8				
Коксовый	К		Менее 27				I4 и более					
Отощенный спекающийся	ОС		Менее 27				6^{XXX}	I3				
Тощий	Т		Менее I7								Порошкообразный, слипшийся, слабоспекшийся	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Классификация углей Львовско-Волынского бассейна (ГОСТ 8951-58)												
Длиннопламенный	Д	-	33 и более				-	-			Порошкообразный, слипшийся, слабоспекшийся	
Газовый	Г	Г6	33 и более				6^{xxx}	II			-	
		ГI2	33 и более				I2	20			-	
Классификация углей Подмосковного бассейна (ГОСТ 7055-54)												
Бурый	Б	Б2							30	40		
Классификация углей Восточной Сибири (ГОСТ 9477-60)												
Бурый	Б	Б2	40 и более						Более 30	40		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^{xxx}	I2				То же

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
Классификация углей Дальнего Востока (ГОСТ 9478-60)												
Длиннопламенный	Д		37 и более								Порошкообразный, слипшийся, слабоспекшийся	Сучанское, Липовецкое
Газовый	Г	Г6	35 и более				6^{XXX}	I2				Ургальское, Сучанское
Жирный	Ж	Ж6	25	Менее 35			6^{XXX}	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, слипшийся, слабоспекшийся	Уссурийское, Подгороднен-ское, Сучанское
Бурый	Б	Б2	40 и более						Более 30	40		Райчихинское
		Б3	40 и более						До 30 (вкл)			Артемовское, Тавричанское

При выходе летучих веществ 35% и более, если У более 25 мм, уголь также относится к группе Ж2I.

При выходе летучих веществ менее 9% но при объёмном выходе летучих веществ ($V_{daf}^{г}$) более 350 $см^3/г$ 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 7

ДОПУСТИМЫЕ ВЕЛИЧИНЫ РАСХОЖДЕНИЙ МЕЖДУ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОПРЕДЕЛЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА УГЛЯ /178/ x)

Показатели качества	Индекс показателя	Допустимые расхождения в результатах двух определений из одной аналитической пробы в одной лаборатории, %	Допустимые расхождения между результатами определений по дубликатам одной лабораторной пробы в разных лабораториях, %	Примечания
I	2	3	4	5
Влага	W^P, W^n	0,4	0,5	
"	W^a	0,3	-	
Зольность	A^c	0,2	0,3	Зольность угля менее 12%
"	"	0,3	0,5	Зольность угля от 12 до 25%
"	"	0,5	0,7	Зольность угля более 25%
Выход летучих веществ	V^a, V^r	0,3	0,5	Для угля с V^a выходом менее 9%
"	"	0,5	I,0	Для угля с V^a выходом от 9 до 45%
"	"	I,0	I,5	Для угля с V^a выходом 45% и более
Сера	$S^a_{об}, S^a_к, S^a_{ор}$	0,05	0,I	Для угля с содержанием серы до 2% вкл.
"	"	0,I	0,2	Для угля с содержанием серы более 2%
Углерод	C^a	0,5	I,0	
Водород	H^a	0,I5	0,3	

292 x) Данные уточнены по действующим ГОСТ

ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ И ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА УГЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ МЕТАМОРФИЗМА

Приложение 6

Марка угля	W^P	A^c	V^r	$S^c_{об}$	C^r	H^r	O^r	N^r	Q^r	$Q^P_н$	$У_{пп}$	Характеристика нелетучего остатка	Примечание
$Б_1$	54,0-58,0	I5,0-I9,0	6I,0-63,0	I,5-4,0	69,5-60,0	6,I-6,5	I9,0-20,9	0,8-0,9	7I00-7I50	2050-2I70	- -		
$Б_2$	22,5-39,0	9,5-38,0	33,5-50,0	0,2-0,4	66,0-76,5	3,8-5,2	I6,9-27,8	0,5-I,3	6I00-7I50	23I0-3740	- -		
$Б_3$	I5,0-29,5	I3,0-34,0	33,0-50,0	0,4-3,0	69,5-77,5	4,0-5,9	I5,0-22,3	0,6-2,2	6550-7350	3380-4630	- -		
Д	I0,0-I6,5	7,0-28,0	38,0-47,0	0,5-6,6	74,0-79,0	5,0-6,0	II,7-I6,3	I,0-2,3	7250-7800	4350-6200	- -	Порошкообразный, слипшийся, слабо спекшийся	
Г	5,0-I4,0	I0,0-32,0	35,0-47,0	0,5-4,5	76,0-82,5	5,2-6,0	8,2-I2,9	I,0-2,6	7800-8200	49I0-6460	6 25		
Г6	I0,0-II,0	II,5-22,0	40,0-42,5	0,5-I,3	79,5-80,5	5,5-6,0	I0,8-II,9	I,5-2,0	8000	5320-5970	6 I6		
ГI4	8,5	I0,0	4I,0	0,4	83,5	6,I	8,0	I,9	8400	6580	I4 и более		Месторождения о-ва Сахалина
Ж	4,5-8,0	9,0-28,5	28,0-44,0	0,5-5,5	79,0-86,0	5,2-5,9	5,7-8,I	I,3-2,3	8200-8650	5I70-6830	6 25 и более		
IЖ26	6,0	I8,0	37,0	0,6	85,5	5,6	5,8	2,4	8550	6300	26 и более		Кузнецкий бассейн
2Ж26	5,5	8,0	32,0	0,5	86,0	5,5	5,5	2,5	8550	7050	26 и более		Кузнецкий бассейн
К	4,0-7,5	9,0-28,0	2I,0-26,0	0,5-3,0	84,0-88,0	4,8-5,2	3,I-8,7	I,3-2,2	8250-8650	5520-7230	8 25		
$К_2$	6,5	9,0	I7,0	0,6	90,5	4,3	2,5	2,0	8600	7060	6 9		Кузнецкий бассейн
ОС	4,5-6,5	II,0-I9,5	I5,0-I6,0	0,5-2,5	88,5-90,5	4,2-4,5	2,5-2,7	I,5-2,0	8600	6340-6950	6 I3	Спекшийся без порошка (для Донбасса)	
ОС	8,0	40,0	32,0	0,9	78,5	5,3	I3,3	I,5	7600	3970	- -		
Т	4,0-6,0	8,0-43,0	9,0-I6,0	0,4-2,9	86,5-90,0	4,2-4,7	I,4-7,5	0,7-2,0	8I50-8700	4230-7420	- -	Порошкообразный, слипшийся, слабо спекшийся	Экибастузское месторождение
ПА	5,0-6,0	2I,0-25,0	6,0-9,0	0,5	90,0-93,5	3,2-3,6	I,6-4,6	I,0-I,3	8200-8450	5740-5960	- -		
А	5,5	I7,0	менее 9,0	2,0	более 95,0	I,0-2,0	I,4	до I,0	8850	6230		Всегда неспекшийся	Донецкий бассейн

I	2	3	4	5
Фосфор	P^a	0,00I		При содержании P^a в пробе до 0,0I%
"		0,003		При содержании P^a в пробе от 0,0I до 0,05%
"		0,005		При содержании P^a в пробе от 0,05 до 0,I0%
"		0,0I		При содержании P^a в пробе более 0,I%
Двуокись углерода (углекислота карбонатов)	$(CO_2)^a_к$	0,3	0,5	
Теплота сгорания	$Q_б{}^a$	20 ккал/кг		
" "	"	30 ккал/кг		Для угля с $Q_б{}^a$ менее 3500ккал/кг и содержанием $S^a_{об}$ более 4%
" "	$Q_в{}^c$		40 ккал/кг	
" "	"		50 ккал/кг	"
Толщина пластического слоя	У	I мм		При толщине пластического слоя до 20мм
" "	"	2 мм		При толщине пластического слоя более 20мм
Пластометрическая усадка	х	3 мм		
Плотность	P^c	0,0I г/см^3	0,02 г/см^3	

ЛИТЕРАТУРА

I. АБРАМОВ С.К. Гидрогеологические расчеты вертикальных дренажей при осушении угольных месторождений. Углетехиздат, I955.

2. АБРАМОВ С.К. и др. Осушение шахтных полей и карьеров угольных месторождений. Госгортехиздат, I96I.

3. АВЕРШИН С.Г. Горные работы под сооружениями и водоёмами. Углетехиздат, I954.

4. АГРОСКИН А.А. Физика угля. Изд-во "Недра", I965.

5. АЖГИРЕЙ Г.Д. Структурная геология. Изд-во Моск.Университет, I956.

6. АЛЬБОВ М.Н., СТУКОВ Н.В. Опробование буровзрывных скважин на железных рудниках Северного Урала. Сб.Вопросы методики опробования рудных месторождений при разведке и эксплуатации. Госгеолтехиздат, I962.

7. АММОСОВ И.И. и др. Зависимость внезапных выбросов в угольных шахтах от петрографических особенностей углей. Труды института Горючих ископаемых, том УI, I955.

8. АММОСОВ И.И., ЕРЁМИН И.В. Трещиноватость углей. Изд-во АН СССР, I960.

9. АММОСОВ И.И. Стадии изменения осадочных пород и парагенетические отношения горючих ископаемых. Сов.геология, I96I, № 4.

IO. АММОСОВ И.И. и др. Петрографические исследования и прогноз коксуемости углей. "Разведка и охрана недр" I96I, № I2.

II. АММОСОВ И.И. и др. Петрографические особенности и свойства углей. Труды Института геологии и РГИ. Изд-во АН СССР, I963.

I2. АММОСОВ И.И. и др. Промышленно-генетическая классификация углей СССР. Изд-во "Наука", I964.

I3. АММОСОВ И.И. Зона окисления углей. Изд-во "Наука", I965.

I4. АНДРУШКЕВИЧ С.Г. К вопросу классификации пород кровли пологопадающих пластов Донбасса. Труды ВНИМИ сб.32, I958.

I5. АРДАШЕВ К.А. и др. Методика изучения трещиноватости осадочных горных пород применительно к решению задач управления горным давлением. Труды ВНИМИ, сб.5I, I964.

I6. АРДАШЕВ К.А., ШИК В.М. Прибор для перспективного фотографирования внутренних поверхностей труб и скважин. Реферат-обзор. Сбор.ЦНИИТЭИ угля, I964, № 67(7).

I7. БАБОКИН И.А. Шахтные воды и способы борьбы с ними в Подмосковном бассейне. Углетехиздат, I954.

I8. БАБУШКИН В.Д. и др. Методы расчета общего притока воды в шахты угольных месторождений. Изд-во "Недра", I964.

I9. БАГРИНЦЕВА К.И., ШЕРМУКОВ В.В. Зависимость газоносности пластов от тектоники угольных месторождений. "Разведка и охрана недр", I959, № I2.

20. БАНКОВСКИЙ В.А. Трещиноватость в породах карбона Центрального района Донбасса. Труды геолого-исследовательского бюро Главуглеразведки, вып.5, I949.

2I. БАРАНОВСКИЙ В.И. Влияние природных факторов на выбор способов разработки угольных пластов на глубоких горизонтах. ИГД им.Скочинского, I963.

22. БАРОН Л.И., КУЗНЕЦОВ А.В. Абразивность горных пород при добывании. Изд-во АН СССР, I96I.

23. БЕЛИКОВ Б.П. О методике изучения трещинной тектоники месторождений строительного и облицовочного камня. Изд-во АН СССР, I953.

24. БЕЛИКОВ Б.П. и др. Методы исследований физико-механических свойств горных пород. "Физико-механические свойства горных пород", Изд-во "Наука", I964.

25. БЕЛИЦКИЙ А.А. Методика поисков смещённого пласта в условиях Прокопьевского района Кузбасса. Изд-во Томск.индустр. ин-та, т.60, вып. I, I939.

26. БЕЛИЦКИЙ А.А. Важные задачи шахтной геологии в угольной промышленности. "Уголь", I954, № I.

27. БЕЛОУСОВ В.В. Основные вопросы геотектоники. Госгеолтехиздат, I954.

28. БЕЛОУСОВ В.В. Структурная геология. Изд-во Моск.университет, 1961.

29. БЕЛОУСОВ В.В., ГЗОВСКИЙ М.В. Экспериментальная тектоника. Изд-во "Недра", 1964.

30. БОТВИНКИНА Л.Н. и др. Аллювиальные отложения в угленосной толще среднего карбона Донбасса. Научные труды, вып.151 (угольн.сер. № 5), 1954 (Институт геологических наук АН СССР).

31. БОТВИНКИНА Л.Н. Методическое руководство по изучению слоистости. Изд-во "Наука", 1965.

32. БУКРИНСКИЙ В.А., МИХАЙЛОВА А.В. Изучение связи трещиноватости с тектоническими структурами горных пород. Изд-во Моск.горного инст.1963.

33. БУКРИНСКИЙ В.А. Практический курс геометрии недр. Изд-во "Недра", 1965.

34. ВАНИФАТОВ Н.И. Кливаж и управление горным давлением. "Уголь", 1953, № 6.

35. ВАСИЛЬЕВ П.В. Методы геологических наблюдений и исследований в угольных шахтах. Углетехиздат, 1951.

36. ВАСИЛЬЕВ П.В., МАЛИНИН С.И. Влияние основных геологических факторов на поведение горных пород в горных выработках. Госгортехиздат, 1960.

37. ВАСИЛЬЕВ П.В. Оценка месторождений при поисках и разведках. Тр.ВИМС, вып.5, Уголь, Госгеолтехиздат, 1960.

38. ВАСИЛЬЕВ С.П. Шахтная геология угольных месторождений, Углетехиздат, 1955.

39. ВИЛЕСОВ Г.И. Геометризация угольных месторождений, разрабатываемых подземным способом. Вопросы рационализации маркшейдерской службы. Тр.Свердловск.горн. ин-та, вып.XXIX, Металлургиздат, 1957.

40. ВИСТЕЛИУС А.Б. Структурные диаграммы. Изд-во АН СССР, 1958.

41. ВОЗДВИЖЕНСКИЙ Б.И. и др. Разведочное колонковое бурение. Госгеолтехиздат, 1957.

42. ВОЛЬФСОН Ф.И. Некоторые вопросы трещинной тектоники. Изд-во Всес.заочн.политехн.инст., 1954.

43. Временная инструкция по определению содержания свободной двуокиси кремния в руде и породах петрографическим методом. 1947.

44. Временная инструкция по определению выбросоопасности пластов Донбасса (проект). Информ. выпуск № 3-15, [illegible].

45. Временная инструкция для установления на шахтах Кузбасса участков пластов, опасных и неопасных по внезапным выбросам угля и газа. Кемерово, 1966.

46. Временная инструкция по первичной геологической документации полевых геологоразведочных работ. Госгеолиздат, 1951.

47. Временная инструкция по геологическому обслуживанию горных предприятий, разрабатывающих месторождения угля и горючих сланцев. Изд-во МГ и ОН СССР, ВИМС, 1960.

48. Временная инструкция по безопасному ведению дегазационных работ на шахтах. Госгортехиздат, 1963.

49. Геологический словарь. т. I,II, 1955.

50. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР т.I. Госгеолтехиздат, 1963.

51. Геотермические исследования. Изд-во "Наука", 1964.

52. ГЕРАСИМЕНКО Г.И. Геологическая документация и геометризация при разведке и разработке угольных месторождений. Углетехиздат, 1958.

53. ГЕРЦЕН П.Г. Из опыта борьбы с пылью и силикозом в Кизеловском угольном бассейне. "Материалы первой научно-технической конференции по борьбе с силикозом на предприятиях Красноярского края". Красноярск, 1960.

54. ГЗОВСКИЙ М.В. Тектонические поля напряжений. Изв.АН СССР, сер.геофиз., № 5, 1954.

55. ГЗОВСКИЙ М.В. Основные вопросы тектонофизики и тектоники Байджансайского антиклинория. ч.I и II, Изд-во АН СССР, 1959.

56. ГЗОВСКИЙ М.В. Основные вопросы тектонофизики и тектоники Байджансайского антиклинория. ч.III и IV, Изд-во АН СССР, 1963.

57. ГЗОВСКИЙ М.В. Перспективы тектонофизики. В кн."Деформация пород и тектоника". Международный геологический конгресс. XXII сессия, доклады советских геологов. Изд-во "Наука", 1964.

58. ГЛЕЙЗЕР М.И. Опыт определения объёмов угольных штабелей и объёмного веса угля в массиве. Углетехиздат, 1955.

59. Горное дело. Энциклопедический справочник, т.2, 1958.

60. Горное дело. Энциклопедический справочник. т.6, Углетехиздат, 1959.

61. Горное дело. Энциклопедический справочник т.II, Госгортехиздат, 1960.

62. Горное дело. Терминологический словарь. Изд-во "Недра",1965.

63. ГОРЮНОВ И.И. Изучение трещиноватости горных пород по данным электрокаротажа. "Геология и геофизика", 1960, № 3.

64. ГРЕЧИШНИКОВ Н.П. Методы исследования вещественного состава твердых горючих ископаемых. Уголь. Изд-во "Недра", 1964.

65. ГРЕЧУХИН В.В. Геофизические методы исследования угольных скважин. Изд-во "Недра", 1965.

66. ГРИБСКИЙ Н.И. Кернометр - прибор для измерения элементов залегания по ориентированному керну. Бюлл.рационализации и обмена передовым опытом треста "Алтайцветметразведка", 1957, № 2.

67. ГУМЕНЮК Г.И. Изучение физико-механических свойств угля и пород кровли пласта Верхняя Марианна. В сб.статей "Исследование физико-механических свойств пород ...", Изд-во АН СССР, 1962.

68. ДМИТРИЕВ Г.А. Кластические жилы и дайки в угольных пластах и вмещающих породах Интинского месторождения. Докл.АН СССР, т.115, № 5, 1957.

69. ДОКУКИН А.В., ДОКУКИНА Л.С. Возникновение кислотных рудничных вод и борьба с ними. Углетехиздат, 1950.

70. Единые условные обозначения для маркшейдерских планов и геологических разрезов.

71. ЕРЁМИН И.В. Изменение петрографических особенностей углей при окислении их в естественных условиях. Изд-во АН СССР, 1956.

72. ЖЕМЧУЖНИКОВ Ю.А. Общая геология ископаемых углей. Углетехиздат, 1948.

73. ЖЕМЧУЖНИКОВ Ю.А., ГИНЗБУРГ А.И. Основы петрологии углей. Изд-во АН СССР, 1960.

74. ЖУРАВЛЕВ А.М. Опыт бурения технических скважин на шахтах комбината Кузбассуголь. Углетехиздат, 1953.

75. ЗАБАВИН В.И. Каменные и бурые угли. Изд-во "Наука", 1964.

76. ЗАБРОДИН А.С. Опыт поисков смещённой части угольного пласта в нарушенных месторождениях. ч.I, Углетехиздат, 1951.

77. ЗАБРОДИН А.С. Опыт поисков смещённой части угольного пласта в нарушенных месторождениях. ч.II, Углетехиздат, 1952.

78. ЗАБРОДИН А.С. О классификации дизъюнктивов и изучения признаков направления смещения. Научн.тр.Всесоюзн.совещ.по маркшейдерскому делу, Углетехиздат, 1958.

79. ЗАБРОДИН А.С., ГАРБЕР И.С., НИЗГУРЕЦКИЙ З.Д. Методические указания по документации и изучению тектонических нарушений угольных пластов на шахтах Донбасса. Л, Изд-во ВНИМИ, 1958.

80. ЗАБРОДИН А.С., ГАРБЕР И.С., НИЗГУРЕЦКИЙ З.Д. Руководство по геологической документации подземных выработок на шахтах Кузбасса. Л, Изд-во ВНИМИ, 1959.

81. ЗАБРОДИН А.С., КОКОРЕВА К.Л., ТАКРАНОВ Р.А., АСТВАЦАТУРОВ Е.Л. Фотограмметрический метод геологической документации подземных горных выработок (Методические указания). Л, Изд-во ВНИМИ, 1963.

82. ЗИКЕЕВ Т.А. Характеристика качества углей и горючих сланцев. В энцн.спр."Горное дело", т.II, Госгортехиздат, 1960.

83. ИВАНОВ Г.А. Кливаж (отдельность) в углях и вмещающих породах и пути его практического использования. ГОНТИ, 1939.

84. ИВАНОВ Г.А. Каустобиолиты. Курс месторождений полезных ископаемых, ч.IУ Гостоптехиздат, 1946.

85. ИДЬШТЕЙН А.М. Закономерности проявления горного давления. Углетехиздат, 1958.

86. Инструкция по работам шахтной геологической службы на предприятиях Министерства угольной промышленности СССР. Изд-во МУП СССР, 1952.

87. Инструкция по подсчету средних содержаний свободной двуокиси кремния по забою на шахте. Металлургиздат, 1954 г.

88. Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям углей и горючих сланцев. Госгеолтехиздат, 1961.

89. Инструкция по прогнозу метанообильности угольных шахт СССР, 1964.

90. Инструкция по безопасному ведению горных работ на шахтах, опасных по горным ударам (проект). ВНИМИ, 1965.

91. Инструкция по определению коэффициента фильтрации связных грунтов на приборе Ф-1 м. Геолтехиздат, 1962.

92. Исследование физико-механических свойств горных пород применительно к задачам управления горным давлением (труды совещания). Изд-во АН СССР, 1962.

93. Исследования трещиноватых горных пород и их коллекторских свойств. Научн.труды, вып.165, 1961 (ВНИИГРИ).

94. КАЗАКОВСКИЙ Д.А. Методические указания по учету запасов потерь и маркшейдерскому контролю добычи в условиях каменноугольных месторождений. Тр.ВНИМИ, сб.14, Углетехиздат Западугля, 1947.

95. КАЗАКОВСКИЙ Д.А. Сдвижение земной поверхности под влиянием горных разработок. Углетехиздат, 1958.

96. КИРЮКОВ В.В. Руководство по исследованию вещественного состава и свойств ископаемых углей ч.I "Петрографические исследования углей действующих шахт и разведуемых шахтных полей", ЛГИ, 1965.

97. КОРБАНОВА Б.Н. Физические свойства горных пород. Гостоптехиздат, 1962.

98. КОКИН В.К. О бурении контрольных скважин для проходки вертикальных стволов."Шахтное строительство", № 2, 1966.

99. КОНЬКОВ Г.А. Внедрение боковых пород в угольные пласты и связанные с ним явления. Бюллетень научно-технической информации, Госгеотехиздат, 1962, № 3 (37).

100. КОРОЛЕВ А.В. Методы изучения мелкой трещиноватости горных пород. Труды инст.геологии АН Узб.ССР, вып.6, 1951.

101. КОТКИН А.И. и др. Машины, аппараты и механизмы для опробования углей. Киев, Госгехиздат, 1961.

102. КРАШЕНИННИКОВ Г.Ф. Условия накопления угленосных формаций СССР. Изд-во МГУ, 1957.

103. КУВАЕВ И.Н. Особенности методики изучения и характеристики трещиноватости массива горных пород для оценки его устойчивости. Труды ВНИМИ, 1958, сб.32.

104. КУЗНЕЦОВ Г.Н. Механические свойства горных пород. Углетехиздат, 1947.

105. КУЗНЕЦОВ Г.Н. и др. Изучение проявлений горного давления на моделях. Углетехиздат, 1959.

106. КУЗНЕЦОВ С.Т., ВОРОНИН И.Н. Прибор для испытания кернов горных пород на одноосное растяжение в полевых условиях. Технология и экономика угледобычи. ЦНИИТЭИ угля. 1964, № 88.

107. КУЗНЕЦОВ С.Т., ВОРОНИН И.Н. Испытание горных пород на разрыв методом раскалывания. "Технология и экономика угледобычи". Изд-во "Недра", 1964, № 92.

108. КУЛИКОВ П.К. Методы поисков смещенного крыла пласта. Углетехиздат, 1956.

109. КУЛИКОВ П.К. Влияние трещиноватости на ведение горных работ. Кемеровск.обл.Издат, 1958.

110. КУЧЕРОВСКИЙ Л.В. Борьба с пылью на шахтах Кизеловского бассейна. В сб."Борьба с пылью и силикозом на шахтах Кизеловского бассейна", № 2, Госгортехиздат, 1961.

111. ЛИДИН Г.Д. Факторы, предопределяющие газообильность каменноугольных шахт СССР , т.I, Изд-во АН СССР, 1949.

112. ЛИДИН Г.Д. Газовыделения в угольных шахтах и меры борьбы с ними. Углетехиздат. 1952.

113. ЛИХАРЕВ Б.Б.,СЕРЕБРИН И.Я. Механизация отбора бороздовых проб в горных выработках. В сб. "Вопросы методики опробования рудных месторождений при разведке и эксплуатации", Госгеолтехиздат, 1962.

114. ЛОГВИНЕНКО Н.В. Задачи минералогии и петрографии в области изучения угольных толщ. Тр.лабор.геол.угля АН СССР, № 5, 1956.

115. ЛЫТКИН В.А. Механизм пучения пород в подземных выработках. Изд-во "Наука", 1965.

116. МАКЕДОНОВ А.В. Парагенезис углей и конкреций воркутской серии Печорского бассейна. Изв.АН СССР, сер.геол.№ 8, 1957.

117. МАКСИМОВ А.П., АЛФЁРОВ О.С. К вопросу о методике прогноза устойчивости подземных выработок при разработке глубоких горизонтов в донецком бассейне по данным геолого-разведочных работ. Изв.Днепроп.горн.ин-та, т.45, 1965.

118. МАЛИНИН С.И. Вторичные изменения пород, вмещающих ископаемые угли. Изд-во АН СССР, 1963.

119. МАСКИН М.Г., НЕМТИНОВ А.М. Контроль качества углей на шахтах и разрезах. Госгортехиздат, 1961.

120. МАТВЕЕВ Б.В. Механические испытания горных пород методом соосных пуансонов. Углетехиздат, 1957.

121. Международная система классификации каменных углей по типам. Углетехиздат, 1958.

122. МЕЛКОВСКИЙ М.А. Комплексное использование горючих и нерудных ископаемых. Госгортехиздат, 1962.

123. Методическое руководство по геологической съёмке и поискам. Госгеолтехиздат, 1954.

124. Методы геологического изучения трещиноватости горных пород при инженерно-геологических исследованиях. Госэнергоиздат, 1957.

125. Методы изучения осадочных пород т.т.I,II, Госгеолтехиздат, 1957.

126. МИРОНОВ К.В. Геологопромышленная оценка угольных месторождений. Госгортехиздат,1963.

I27. МИРОНОВ К.В. Поиски и разведка угольных месторождений. Изд-во "Недра", I966.

I28. МИРОШНИКОВ Л.Д. О явлении диапиризма в угленосных толщах. Изд.АН СССР, сер.геол. № 5, I957.

I29. МИХАЙЛОВ А.Е. Полевые методы изучения трещин в горных породах. Госгеолтехиздат, I956.

I30. МОЛЧАНОВ И.А. Геометрический метод исследования дизъюнктивов и его применение для поисков смещённой части месторождения. Изв.Томск.индустр.ин-та, т.60, вып.I, I939.

I3I. МОЛЧАНОВ И.И., ТЫЛНОВ А.В. Ранний метаморфизм осадочных пород и его значение для поисков горючих ископаемых. "Разведка и охрана недр", I96I, № 5.

I32. НАДАИ А. Пластичность и разрушение твердых тел. Изд-во иностр.литерат., I954.

I33. НИКОЛАЕВ Н.Л. Шахтная геология угольных месторождений. Углетехиздат, I956.

I34. НОВИКОВА А.С. О трещиноватости осадочных пород восточной части Русской платформы. Изв.АН СССР, сер.геол.,I95I,№ 5.

I35. Образцы маркшейдерских планов и геологических разрезов в масштабах I:200 - I:5000, Углетехиздат, I959.

I36. ОМЕЛЬЯНОВИЧ В.М. Геологическая служба на шахтах Донбасса. Углетехиздат, I953.

I37. ОМЕЛЬЯНОВИЧ В.М. Опыт бурения скважин у затопленных горных выработок. Углетехиздат, I953.

I38. ОМЕЛЬЯНОВИЧ В.М. Шахтная геология угольных месторождений. Изд-во "Недра", I966.

I39. ОНИЩЕНКО Ю.А. Влияние влаги на свойства осадочных горных пород "Уголь Украины", I964, № 4.

I40. ОФФМАН П.Е., НОВИКОВА А.С. Некоторые закономерности трещин усыхания. (к вопросу о происхождении трещин в горных породах). Извест.АН СССР, сер.геол., I953, № 3.

I4I. ОЧЕРЕТЕНКО И.А. Способ замера азимута и угла падения трещин по керну с помощью палетки. "Разведка и охрана недр", I958, № 9.

I42. ПЕРИЯКОВ Е.Н. Тектоническая трещиноватость Русской платформы. Матер. к познан.геолог.строен.СССР, вып.XII, изд .МОИП, I949.

I43. ПЕТРОВСКИЙ Г.Л. Материалы по геологии угольных месторождений и переработке угля. Л., Информационный сборник ВСЕГЕИ, № 36, I960.

I44. ПОГРЕБИЦКИЙ Е.О. О некоторых закономерностях распределения германия в углях Донецкого бассейна. Записки Ленинградского горного института, т.35,вып.2, геология. Углетехиздат, I959.

I45. ПОГРЕБИЦКИЙ Е.О. Генетическая классификация угленосных формаций. Зап.Лен.горн.ин-та, т. X УП, вып.2, геология, I964.

I46. ПОНОМАРЕВА М.Н. и др. Отражательная способность углей Донецкого бассейна. Исследование и классификация углей, сб.№ 25, Гостортехиздат, I962.

I47. ПОПОВА Н.А. Определение пластовой зольности угля по графикам."Разведка и охрана недр", I96I, № 6.

I48. Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах. Изд-во "Недра", I964.

I49. Правила технической эксплуатации угольных шахт. Углетехиздат, I946.

I50. Проблемы геотермии и практического использования тепла Земли,т.I.Труды I Всесоюзн.совещ.по геотерм.исслед.Изд-во АН СССР, I959.

I5I. ПРОНИН А.В. Статистическая обработка в сферической проекции ориентированных величин. "Советская геология",I949, № 37.

I52. ПРОТОДЬЯКОНОВ М.М., ТЕДЕР Р.И. Определение коэффициента крепости твердых горных пород методом толчения. "Исследование физико-механических свойств пород применительно к задачам управления горным давлением". Сб.статей, Изд-во АН СССР, I962.

153. ПРОТОДЬЯКОНОВ М.М. Международное совещание по прочности горных пород в Праге. "Исследование физико-механических свойств пород .." Сб.статей, Изд-во АН СССР, 1962.

154. ПРОТОДЬЯКОНОВ М.М., ЧИРКОВ С.Е. Трещиноватость и прочность горных пород в массиве. Изд-во "Наука", 1964.

155. ПРОХОРОВ С.П., КАЧУГИН Е.Г. Гидрогеологические исследования при разведке месторождений. Госгеолтехиздат, 1955.

156. ПЭК А.В. Трещинная тектоника и структурный анализ. Изд-во АН СССР, 1959.

157. РАЦ М.В. К вопросу о зависимости густоты трещин от мощности слоя. Докл. АН СССР, 1962, т.144, № 5.

158. Руководство по номенклатуре и содержанию маркшейдерской графической документации шахт. Л, изд-во ВНИМИ, 1965.

159. РУППЕНЕЙТ И.В. Давление и смещение горных пород в лавах пологопадающих пластов. Углетехиздат, 1957.

160. РЫЖОВ П.А. Геометрия недр. Изд-во "Недра", 1964.

161. САМСОНОВ М.Т., ЗИНЧЕНКО Б.В. Геолого-промышленная оценка и признаки размывов угольных пластов Карагандинского бассейна. Научн.труды химико-металлург.ин-та АН Каз.ССР, т.I. 1963.

162. САПОЖНИКОВ Л.М. Получение металлургического топлива из газовых и слабо спекаемых углей. Тр.лаборатории геологии углей, вып.УI, изд-во АН СССР, 1956.

163. САПОЖНИКОВ Л.М., ФРОВСКИЙ А.З. Новая техника коксования и обогащения углей. Изд-во АН СССР, 1956.

164. Сдвижение горных пород и земной поверхности. ВНИМИ, Углетехиздат, 1958.

165. СИМОНЯНЦ Л.Е. Разрушение горных пород и рациональная характеристика двигателей для бурения. Изд-во "Недра", 1966.

166. СИНЯГИН В.А., САЧКОВ А.Ф. Обеспыливание атмосферы рудников. Металлургиздат, 1958.

167. СКАБАЛЛАНОВИЧ И.А. Гидрогеологические расчеты по динамике подземных вод. Госгортехиздат, 1960.

I68. СКАБАЛЛАНОВИЧ И.А., СЕДЕНКО М.В. Инженерная геология, гидрогеология и осушение месторождений, Углетехиздат, I963.

I69. СКВОРЦОВ Г.Г., КОРИКОВСКАЯ А.Г. Инженерно-геологическая характеристика пучения пород на угольных месторождениях СССР. Советск.геология, I96I, № II.

I70. СКОК В.И. О ступенях глубинного метаморфизма ископаемых углей. Изв.АН СССР, сер.геолог, 6, I954.

I7I. СКОЧИНСКИЙ А.А. Современные представления о природе внезапных выбросов угля и газа в шахтах и меры борьбы с ними. "Уголь", I954, № 7.

I72. СЛОБОДОВ М.А., КРИВОНОСОВ В.В. Новые приборы для исследования горного давления и сдвижения пород. Труды ВНИМИ, I953, сб.ХХУП.

I73. СМЕХОВ Е.М. и Др. Трещиноватые породы и их коллекторские свойства (методы исследований). Труды ВНИГРИ, I958, вып. I2I; I96I, вып.I65.

I74. СМИРНОВ М.В., ГЛУШИХИН Ф.П. Новый способ изучения трещинообразования в массиве горных пород.Технология и экономика угледобычи,I96I,№ 9

I75. СОНИН С.Д. и др. Борьба с пучением пород в горных выработках. Изд-во "Недра", I966.

I76. Справочник гидрогеолога. Госгеолтехиздат, I962.

I77. Справочное руководство гидрогеолога. Гостоптехиздат, I959.

I78. СТЕПАНОВ Ю.В. и др. Практическое руководство для шахтных геологов Печорского бассейна. Фонды КГРЭ, I965.

I79. СТРАХОВ Н.М. Основы теории литогенеза. т.т. I,П. Изд-во АН СССР, I960.

I80. СЫРОВАТКО М.В. Меры борьбы с подземными водами при горных разработках, I955.

I8I. СЫРОВАТКО М.В. Влияние подземных вод на устойчивость ствола шахты. I950.

I82. СЫРОВАТКО М.В. Гидрогеология и инженерная геология при освоении угольных месторождений. Госгортеиздат, I960.

183. ТАБАКОВ А.Г., ЧЕРНОВ О.И. Работы ВостНИИ в области борьбы с внезапными выбросами угля и газа за 1955-60 гг. В сб. "Борьба с внезапными выбросами в угольных шахтах". Госгортехиздат, 1962.

184. ТАЙЦ Е.М., ТЯБИНА З.С. Изменение микротвердости каменных углей и кокса. Сб."Труды по микротвердости". Изд-во АН СССР, 1951.

185. ТАКРАНОВ Р.А. Равнопромежуточная сетка круговых точечных диаграмм трещиноватости. Изв.ВУЗов, горн.журнал, 1960, № 6.

186. ТАКРАНОВ Р.А. Об определении интенсивности трещиноватости сложно дислоцированных пород. Труды ВНИМИ, 1964, сб.51.

187. ТЕТЕРЕВЕНКОВ В.В. Суфляры метана на шахтах Донбасса. Углетехиздат, 1952.

188. ТЕТЕРЕВЕНКОВ В.В. Газовые ресурсы угольных месторождений СССР. Углетехиздат, 1956.

189. Техническая инструкция по производству маркшейдерских работ, Углетехиздат, 1959.

190. ТОХТУЕВ Г.В. и др. О прочностных свойствах и устойчивости горных пород Кривбасса. "Исследование физико-механических свойств пород". Сб.статей, Изд-во АН СССР, 1962.

191. ТРОФИМОВ А.А. Некоторые неотложные задачи шахтной геологии Карагандинского бассейна. "Уголь", 1954, № 9.

192. ТРОФИМОВ А.А. Трещиноватость пород и угля центральной части Карагандинского бассейна. Труды МГРИ, 1956, т. 29.

193. ТРОЯНСКИЙ С.В. и др. Гидрогеология и осушение месторождений полезных ископаемых. Углетехиздат, 1956.

194. Труды Семинара по горной теплотехнике. Изд-во АН УССР, 1962, вып. 4.

195. УСОВ М.А. Структурная геология. Госгеолиздат, 1940.

196. УШАКОВ И.Н. О документации кливажа и мелкой трещиноватости на маркшейдерских планах. Труды ВНИМИ, 1954, сб. 29.

197. УШАКОВ И.Н. Трещиноватость горного массива в Центральном районе Донбасса и точечный способ ее характеристики. Запис.ЛГИ, 1958, т.36, вып.I.

198. УШАКОВ И.Н. Горная геометрия. Госгортехиздат, 1962.

199. ФЕДОРЕНКО В.С. К методике инженерно-геологического изучения трещиноватости скальных и полускальных пород при изысканиях под гидроузлы в складчатых областях. Вестн. МГУ, сер.геол. 1959, № 2.

200. Физико-механические свойства горных пород. Изд-во "Недра", 1964.

201. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых. Изд-во "Недра", 1964.

202. ФРОЛОВ Н.Ф., ФРОЛОВ Е.Ф. Геологические наблюдения и построения при бурении искривлённых скважин. Гостоптехиздат, 1957.

203. ХОДОТ В.В. Внезапные выбросы угля и газа. Госгортехиздат, 1961.

204. ЦЫТОВИЧ Н.А. Основания и фундаменты на мёрзлых грунтах, 1958.

205. ЧАПОВСКИЙ Е.Г. Лабораторные работы по грунтоведению и механике грунтов. Госгеолтехиздат, 1966 г.

206. ШАМШЕВ Ф.А., ТАРАКАНОВ С.Н. и др. Технология и техника разведочного бурения. Изд-во "Недра", 1966.

207. ШВЕЦОВ М.С. Петрография осадочных пород. Госгеолиздат, 1948.

208. ШЕРЯКОВ Л.Д., БРЕДИХИН А.Н. Шахтный водоотлив. Изд.4, Углетехиздат, 1954.

209. ШИМАНОВСКИЙ С.В. Методы измерения температур горных пород. Изд-во АН СССР, 1952.

210. ШРЕЙНЕР Л.А. и др. Механические и абразивные свойства горных пород. Гостоптехиздат, 1958.

211. ЗЗ В.В. К вопросу о связи трещиноватости в каменных углях Донбасса со складчатой структурой. В кн. "Складчатые деформации земной коры, их типы и механизм образования". Изд-во АН СССР, 1962.

212. KIDUBINSKI A. Wpływ łupnosci skał na przejawy ciśnienio górotwori. "Przeglad Gorniczy", 1962, XVIII, Nr 1.

РАЗДЕЛ Б

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

ГЛАВА I. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК 3

§ I. Содержание и методика документации ... 3

§ 2. Геологическая документация горных выработок, проходимых преимущественно по породам 20

§ 3. Геологическая документация горных выработок, проходимых преимущественно по угольным пластам 3I

I. Геологическая документация подготовительных и очистных выработок, проходимых по пластам пологого и наклонного залегания..... 33

2. Геологическая документация подготовительных и очистных выработок по крутопадающим пластам 42

ГЛАВА 2. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ СКВАЖИН 5I

§ I. Разведочные скважины 5I

I. Документация скважин эксплуатационной разведки 52

2. Документация контрольно-стволовых скважин 56

3. Изучение трещиноватости по данным бурения 58

4. Геофизические методы документации скважин 62

5. Инклинометрия 63

§ 2. Технические скважины 66

ГЛАВА 3. ИЗУЧЕНИЕ РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ 72

§ I. Распознавание и документация разрывного смещения в горной выработке 72

§ 2. Определение положения смещённой части угольного пласта 76

I. Изучение сместителя 78

2. Изучение структуры пород, примыкающих к сместителю 84

3.Увязка встреченного нарушения с разрывами,изученными в соседних горных выработках 93
4.Изучение структуры участка,на котором встречено разрывное нарушение 95
5.Использование закономерностей в геометрическом соотношении плоскости сместителя и плоскости пласта 99
6.Разведка смещённой части угольного пласта I00
§ 3. Об оценке нарушенности угольных пластов I03

ГЛАВА 4. ИЗУЧЕНИЕ ТРЕЩИНОВАТОСТИ И РАССЛАИВАЕМОСТИ ПОРОД I06

§ I. Наблюдения за трещиноватостью в горных выработках I06
§ 2. Обработка наблюдений за трещиноватостью II3
§ 3. Изображение трещиноватости II9
§ 4. Лабораторные методы изучения трещиноватости I25
§ 5. Косвенные методы оценки трещиноватости I3I
§ 6. Изучение расслаиваемости пород I32

ГЛАВА 5. ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВА УГЛЕЙ I39
§ I. Опробование I40
I.Отбор проб I40
2.Обработка проб I44
3.Методы исследования проб I45
4.Документация при опробовании I47
§ 2. Определение границ выветрелого и коксующегося угля I48
§ 3. Составление проектов стандартов I49
§ 4. Обобщение данных о качестве угля I5I

ГЛАВА 6. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ I53

§ I. Гидрогеологическая съёмка I53
§ 2. Гидрогеологическая и инженерно-геологическая документация горных выработок..... I54
§ 3. Режимные наблюдения I55

1.Замеры притоков воды в горные выработки 155
2.Измерение уровней воды в наблюдательных пунктах 161
3.Измерение температуры воды 162
4.Изучение химического состава вод..... 162
§ 4. Мероприятия по осушению шахтного поля и ликвидации прорывов вод в горные выработки 166
§ 5. Метод расчета ожидаемого притока воды в вертикальный ствол шахты 172
§ 6. Многолетняя мерзлота 176
§ 7. Измерение температур горных пород 177

ГЛАВА 7. ИЗУЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ БОКОВЫХ ПОРОД 181

§ 1. Влияние геологических факторов на устойчивость 182
1.Состав и тип цемента пород 182
2.Слоистость и трещиноватость пород ... 183
3.Условия залегания 184
4.Физико-механические свойства 186
§ 2. Характеристика и классификация крепи 187
§ 3. Методы изучения устойчивости 190
§ 4. Пучение пород 193
§ 5. Методы изучения пучения 200

ГЛАВА 8. ИЗУЧЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТ 204

§ 1. Газовыделение 204
§ 2. Горные удары 207
§ 3. Самовозгорание 209
§ 4. Силикозоопасность 210

ГЛАВА 9. СВОДНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ 214

§ 1. Основные шахтно-геологические документы 215
1.Нормальный стратиграфический разрез шахтного поля 215
2.Вертикальные разрезы 215
3.Проекции пластов 220
4.План выходов пластов под покровные отложения и погоризонтные планы..... 226

§ 2. Специальные планы и разрезы 232
§ 3. Пополнение планов и вертикальных проекций горных выработок геологическими данными 242
§ 4. Перечень шахтно-геологических документов 247

ПРИЛОЖЕНИЯ 253

1. Условные обозначения для геологической документации на угольных шахтах 255
2. Формулы для определения амплитуд разрывных нарушений 273
3. Сопоставление классификаций горных пород по крепости 277
4. Кондиции по мощности угольных пластов и зольности углей для основных бассейнов и месторождений, принимаемые при подсчете запасов 281
5. Промышленная классификация углей основных угольных бассейнов и районов Советского Союза по маркам 288
6. Допустимые величины расхождений между результатами определений показателей качества угля 293

ЛИТЕРАТУРА 294

РУКОВОДСТВО ПО ИЗУЧЕНИЮ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ШАХТНЫХ ПОЛЕЙ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Раздел Б

Методика изучения геологических и горно-геологических факторов

Отв.ред. А.С.Забродин Техн.ред. В.С.Сапожников

Печатный цех ВНИМИ Заказ № 78 Тираж 2000 30/XII-67
М-61185 Объем 13 п.л. Цена 90 коп.

gost.e-ecolog.ru