

С. П. ВАСИЛЬЕВ



ШАХТНАЯ ГЕОЛОГИЯ
УГОЛЬНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ



УГЛЕТЕХИЗДАТ · 1955

С. П. ВАСИЛЬЕВ

ШАХТНАЯ ГЕОЛОГИЯ
УГОЛЬНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ

*Утверждено Управлением учебных заведений
Министерства угольной промышленности СССР
в качестве учебного пособия
для горных техникумов*

УГЛЕТЕХИЗДАТ

Москва 1955

АННОТАЦИЯ

В предлагаемой книге „Шахтная геология угольных месторождений“ рассматриваются вопросы, которые встречаются геологам в их практической деятельности при эксплуатации угольных шахт.

Книга является учебным пособием для учащихся горных техникумов и может быть полезной для лиц, интересующихся методами геологических исследований в шахтах.

ВВЕДЕНИЕ

До последнего времени шахтной геологии как самостоятельной дисциплины не существовало, и все те вопросы, которые так или иначе были связаны с работой геолога, выполняемой непосредственно в шахте, рассматривались только в самых общих чертах в курсах «Геология каустобиолитов», «Общая геология угольных месторождений» и частично в курсе «Методика разведочного дела». Тот факт, что только недавно шахтная геология получила права самостоятельной дисциплины, имеет свое историческое обоснование.

При разработке полезных ископаемых всегда ощущалась необходимость в практической помощи со стороны геолога. Однако в прошлом участие геолога в жизни угольного горного предприятия носило случайный характер — его привлекали лишь тогда, когда возникала прямая угроза потери больших или ценных участков месторождения (встреча крупных тектонических нарушений, внезапные прорывы воды в горные выработки, неожиданное выклинивание угольного пласта и т. д.).

Но при отсутствии систематических и планомерных наблюдений и недостаточной полноты геологической документации вопросы, связанные с шахтной геологией, не всегда могли быть удовлетворительно разрешены. Материалы случайных геологических исследований, как правило, не обобщались и не могли использоваться при позднейших исследованиях.

Бурно развивающуюся за годы советской власти угольную промышленность уже не могла удовлетворять такая постановка геологической службы.

При огромных и все возрастающих масштабах угледобычи вопрос технически правильной эксплуатации месторождений, обеспечивающий наиболее полную выемку угля из недр, является чрезвычайно важным.

Как показывает практика разработки угольных месторождений, значительная часть непроизводительных горных работ объясняется недостаточным знанием геологии месторождений, в частности, условий залегания угольных пластов.

Многолетний опыт эксплуатации месторождений многих угольных бассейнов показывает, что даже хорошо поставленная детальная разведка не дает достаточно полного представления об особенностях геологического строения, условиях залегания и об основных показателях угольных пластов на участках между буровыми скважинами. Детальная разведка чаще всего бывает не в состоянии ответить и на вопросы о характере, типах и элементах тектонических нарушений, о наиболее целесообразном использовании углей в промышленности по марочному составу на разведанных площадях. Наконец, целый ряд практических задач, возникающих при разработке угольных месторождений, как например, устранение опасности прорыва плывунов в горные выработки, потери угольного пласта из-за тектонических нарушений, изменение устойчивости кровли по геологическим причинам и др., может разрешаться только при помощи и участии службы шахтной геологии.

Все эти явления, задерживающие горные работы, требуют тщательных и систематических исследований и наблюдений шахтного геолога непосредственно в горных выработках.

Перечисленные выше обстоятельства заставили Министерство угольной промышленности организовать специальную службу шахтной геологии на многих угольных шахтах, а в горных техникумах и геологоразведочных институтах был введен курс «Шахтная геология».

С созданием геологической службы в угольной промышленности были изданы инструкции, правила, положения по шахтной геологии, определяющие права и обязанности геологического персонала шахт и дающие направление развитию геологических исследований. Кроме того, по мере накопления материалов и опыта геологических исследований вопросы, связанные с наблюдениями в шахтах, стали освещаться в печати.

Однако учебников или учебных пособий по курсу «Шахтная геология» для горных техникумов долгое время не издавалось. Первое учебное пособие по данному курсу было выпущено автором в 1950 г.

Подготавливая первое издание книги по шахтной геологии, автор ставил перед собой задачу кратко изложить сущность всех тех геологических явлений, которые в той или иной степени проявляются при разработке угольных месторождений, и дать основную методику исследования, изучения и документирования этих явлений.

В настоящем, втором, издании значительно расширены разделы по тектонике и газоносности угольных месторождений, самовозгоранию углей и более подробно изложена методика геологических наблюдений за угольными пластами и вмещающими их породами; некоторые главы коренным образом переработаны.

В книге помещен раздел о гидрогеологических исследованиях в угольных шахтах, который написан инженером-гидрогеологом А. А. Воробьевым.

Глава I

ЗАДАЧИ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СЛУЖБЫ ШАХТНОЙ ГЕОЛОГИИ

Шахтная геология основывается на изучении угольных месторождений, при исследовании которых используются достижения и методы углепетрографии, углехимии, тектоники и гидрогеологии.

Основной задачей шахтной геологии в угольной промышленности является определение условий залегания угольных пластов и качественной характеристики углей в целях наиболее правильного использования запасов и успешного развития добычи. Для осуществления этой задачи службой шахтной геологии проводится систематическое и всестороннее изучение в горноэксплуатационных выработках геологических, гидрогеологических, морфологических и структурных особенностей, а также качественного (химического, петрографического) состава и технологических свойств углей и их изменений в пласте по простиранию и падению.

Геологические исследования, проводимые службой шахтной геологии, могут носить самый разнообразный характер и проводиться во многих направлениях, основные из которых связываются со следующими явлениями:

- 1) тектонические нарушения месторождения;
- 2) прорывы подземных вод в горные выработки;
- 3) обвалы и обрушения кровли;
- 4) вспучивание боковых пород;
- 5) зональные и местные разубоживания угольных пластов;
- 6) полное и частичное выклинивание угольных пластов;
- 7) размывы пластов углей и угленосных отложений;
- 8) рудничные пожары и самовозгораемость углей;
- 9) внезапные выделения рудничных газов;
- 10) повышение температуры в горных выработках глубоких горизонтов.

Ответственной задачей шахтного геолога является контроль за полнотой использования геологических запасов шахтного поля и снижением потерь по геологическим факторам. Поэтому геологи шахт обязаны знать состояние горных работ шахт и их соответствие утвержденным техническим проектам и данным разведки.

Наконец, уточненные фактические данные об условиях залегания угольных пластов, характере дизъюнктивных нарушений, качестве угля и др., полученные в результате изучения геологических и горнотехнических условий действующих шахт, используются проектирующими и шахтостроительными организациями для проектирования технически правильной разработки месторождений. В частности, исключительно ценные сведения могут быть представлены службой шахтной геологии по освещению вопросов геологии и гидрогеологии на проектируемых глубоких горизонтах шахт, по химизму угольных пластов, прогнозу марочного состава углей, по выяснению условий газоносности и геотермии.

Однако значение шахтной геологии не ограничивается только указанными практическими задачами. Ввиду особенности условий работы шахтных геологов, они могут собрать большой фактический материал, необходимый для решения отдельных вопросов общей геологии угольных месторождений.

Например, вопрос об условиях накопления растительного материала и формирования угольных залежей Подмосковского и Уральского буроугольных бассейнов может получить свое окончательное разрешение только при детальном геологическом изучении в горных выработках характера и типа выклинивания и размыва угольных пластов, геоморфологии угольных залежей, характера и состава контактной зоны угольных пластов и вмещающих их пород.

Таким образом, шахтная геология, деятельность которой направлена на обеспечение правильной эксплуатации и возможно полной выемки запасов шахтного поля, может способствовать накоплению фактических данных в объеме, необходимом для обобщений и научных выводов по многим вопросам общей геологии угольных месторождений.

Глава II

УГЛЕНОСНАЯ ТОЛЩА

§ 1. НАБЛЮДЕНИЯ И ИЗУЧЕНИЕ УГЛЕНОСНОЙ ТОЛЩИ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ

Наблюдения над угленосной толщей и ее изучение проводятся шахтным геологом, главным образом, при проходке квершлагов, ортов и других горных выработок, пересекающих угленосные отложения вкрест простирания, а также при проходке стволов шахт.

Наблюдения в таких выработках дают наглядное представление о геологическом разрезе пород угленосной толщи; в них можно хорошо проследить изменение литологического состава пород, определить их мощность, особенности строения и сложения, характер контакта отдельных пластов и проявления водоносности пород. В отдельных случаях выработками могут быть вскрыты участки со следами древних размывов, а также выявлены тектонические нарушения. По мере подвигания забоя шахтный геолог производит описание строения и сложения пород, их контактов, замеряет мощности, делает геологические зарисовки по стенкам выработок, отбирает образцы штуфов или монолитов по каждому пласту. При встрече угольного пласта, независимо от его мощности, геолог составляет акт пересечения пласта, к которому прилагаются: зарисовка структуры угольного пласта и вмещающих пород с подробным их описанием и результаты анализа по взятым пробам. Место встречи угольного пласта привязывается к ближайшему реперу и наносится на план горных работ. Участки с признаками древних размывов подробно описываются, зарисовываются и также наносятся на план горных работ. При наличии тектонических нарушений проводятся наблюдения и документация в соответствии с методикой, изложенной далее, в главе VI.

По результатам изучения пород и угольных пластов, встреченных горными выработками, составляется нормальный сводный стратиграфический разрез в масштабе 1:1000—1:500 и уточняется ранее установленная синонимика угольных пластов

в пределах шахтного поля и их положение в общем геологическом разрезе. Кроме того, составляется литологическая карта пород угленосной толщи в масштабе 1 : 2000—1 : 5000, а при наличии фациальных изменений в породах угленосной толщи следует составлять несколько дополнительных сводных разрезов, характеризующих эти изменения в различных частях месторождения. При этом используются данные, полученные при проведении горных выработок на различных горизонтах шахтного поля, буровых скважин, а также материалы геологической съемки поверхности.

Стволы шахт являются выработками, по данным которых может быть установлен геологический разрез пород от поверхности земли до почвы угольных пластов. После определения и выбора мест заложения стволов шахты проходятся контрольные буровые скважины — одна или две для каждого ствола, в зависимости от сложности геологического разреза и глубины шахт. Данные, полученные в результате контрольного бурения, представляются в виде графических колонок — разрезов скважин, в масштабе 1 : 200 или более крупном, а также в виде акта об окончании бурения скважин с подробной характеристикой литологического состава, мощности и водоносности каждого слоя и акта проходки угольных пластов с характеристикой их строения, мощности, однородности или полосчатости, состава и мощности породных прослоек.

Геологические наблюдения при проходке стволов шахт имеют большое значение и проводятся вне зависимости от результатов контрольного бурения, так как они позволяют уточнить литологическую и гидрогеологическую характеристику покрывающих пород, угольных пластов и пропластков, их строение и качество.

Документация таких наблюдений производится путем записей в журналах проходки стволов шахт, зарисовок и замеров мощностей и взятия образцов для физико-механических анализов и других лабораторных исследований. Зарисовки ведутся по развернутой поверхности стволов шахты, а при отсутствии дизъюнктивных и пликвативных нарушений или следов эрозионной деятельности — только по одной стороне.

Во всех случаях проходки стволов шахт для шахтного геолога имеет важное значение составление разреза пород, вмещающих угольные пласты, так как они могут влиять на проведение нарезных и очистных работ. В частности, следует обращать особое внимание на водоносные пески, залегающие в кровле рабочих угольных пластов, прорывы которых в горные выработки создают технические трудности при разработке месторождения. При пересечении шахтным стволом водоносных песков должны быть отобраны пробы весом 3—5 кг для изучения их физико-механических свойств.

Для проектировщиков и шахтостроителей совпадение геологических показателей, полученных по данным разведочного бурения и при проходке ствола, имеет большое значение, так как с геоло-

гическими данными в горной части проекта связываются расчеты по разделке околоствольного двора и камер, проведению околоствольных выработок, расчеты по профилированию направлений главных откаточных штреков.

Норм, допускающих расхождение результатов, полученных при контрольном бурении и при проходке стволов шахт, вообще не существует. Если же исходить из соображений чисто технического порядка, то практически едва ли будет иметь значение отклонение от проекта до 1 % в глубине залегания угольного пласта и до 10 % по его мощности, без учета расхождения в строении и качестве угольных пластов.

После окончания проходки стволов шахт, по записям и зарисовкам вычерчиваются колонки — разрезы стволов в масштабах от 1 : 50 до 1 : 500 и составляются акты их проходки.

Геологические наблюдения при проходке наклонных шахт и штолен по существу ничем не отличаются от наблюдений в вертикальных стволах, вследствие чего они здесь не рассматриваются.

§ 2. СОПОСТАВЛЕНИЕ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ПО ГЕОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ

Необходимость в сопоставлении (увязке) отдельных угольных пластов при их разработке может возникнуть тогда, когда при разрывном смещении с обрабатываемым угольным пластом соприкасается какой-либо другой пласт. Хотя такие явления встречаются редко, в практике разработки угольных месторождений известны случаи, когда горные работы за смещением продолжались по новому пласту, по ошибке принятому за прежний. Такая ошибка может произойти только в результате отсутствия должного геологического наблюдения и анализа.

Результаты такой «внеплановой» разработки другого угольного пласта могут быть самые различные. Если новый пласт является объектом разработки другой шахты, то могут быть нарушены план и график работы этой шахты; наличие угля другого качества может отрицательно сказаться на выполнении шахтой плана по качественным стандартам; наконец, последующий возврат к разработке прежнего пласта всегда будет связан с проходкой излишних горных выработок, потерей времени и, в конечном счете, с удорожанием работ.

Переход горными выработками с одного угольного пласта на другой практически возможен не только в тектонически нарушенных месторождениях, но и при спокойном залегании нескольких сближенных угольных пластов, относительно быстро выклинивающихся или расщепляющихся. В данном случае неправильное определение угольных пластов возможно при камеральной обработке материалов детальной разведки, когда основной угольный пласт на участках его временного выклинивания или расщепления может быть принят за другой близко расположенный пласт.

Чтобы в тектонических месторождениях правильно сопоставить между собой разобщенные угольные пласты и определить положение угольного пласта, встреченного горной выработкой за трещиной нарушения, должны быть использованы и сопоставлены все наиболее характерные и устойчивые особенности разрабатываемого и встреченного угольных пластов и вмещающих их пород. К таким особенностям относятся:

а) мощность угольных пластов — один из самых простых и наглядных признаков при сопоставлении пластов в тех случаях, когда мощности разрабатываемого и встреченного за трещиной разрыва пласта резко различаются;

б) строение пласта — один из самых надежных показателей при сопоставлении угольных пластов, оно позволяет иногда по внешнему виду определить, какой встречен пласт (например, одни пласты состоят преимущественно из блестящих углей, другие — из матовых, третьи — из определенного сочетания тех и других и т. д.);

в) слои и пачки углей, резко отличные по своему составу от остальной части угольного пласта и выдержанные на значительном протяжении (например, горизонты с преобладанием какой-либо петрографической разновидности угля или с наличием в них таких устойчивых элементов, как макроспоры, смоляные тела и др.); такие характерные пачки (горизонты) встречаются во многих пластах;

г) характерные и выдержанные прослои пород. В Подмосковном бассейне, например, такими прослоями в основном являются углистые глины, разделяющие пласт угля на две пачки; в пласте Главном Черемховского месторождения руководящим горизонтом служат выдержанные прослои светложелтой пластичной глины, в Донецком бассейне в некоторых пластах наблюдаются один или несколько минерализованных горизонтов, иногда переходящих в тонкие минеральные прослои;

д) характерные минеральные включения, иногда свойственные некоторым угольным пластам — к ним относятся: каолин, мелкие вкрапления которого придают угольному пласту «пятнистый» вид, скопления пирита в форме желваков, прослоек, линзочек, приуроченные к какому-либо горизонту угольного пласта, кальцит, заполняющий трещины в угле и придающий последнему иногда своеобразный и характерный вид;

е) споры и пыльца — руководящие споры и сочетания наиболее распространенных спор, характерные для отдельных пластов, могут быть использованы для сопоставления пластов в бассейнах и месторождениях, где предварительно были установлены спорные характеристики основных угольных пластов (например, в Карагандинском, Подмосковном бассейнах);

ж) зольность и состав золы могут служить надежным самостоятельным показателем в распознавании угольных пластов в тех случаях, когда зольность разрабатываемого пласта будет вы-

держанной и резко отличной от зольности сопоставляемого пласта. Состав золы углей быстро устанавливается спектральным анализом и может служить одним из дополнительных показателей при сопоставлении угольных пластов, особенно в тех случаях, когда зола обоих пластов углей будет различной по составу и процентному содержанию в ней редких элементов;

з) кровля и почва; породы кровли и почвы могут быть использованы для сопоставления угольных пластов в тех случаях, когда они характеризуются какими-либо отличительными литологическими признаками или содержат фауну или флору. Эти признаки имеют вполне самостоятельное, нередко решающее значение и дают возможность не только сопоставить пласты, но и установить стратиграфическое положение пласта, встреченного за нарушением, в колонке нормального разреза шахтного поля. Для этого прежде всего требуется хорошо знать такой разрез и в особенности — породы, вмещающие угольные пласты. Примеры определения угольных пластов по вмещающим породам известны во многих тектонически нарушенных бассейнах, в частности, в Сучанском месторождении, где породы кровли отдельных угольных пластов отличаются большим литологическим разнообразием (грубозернистые песчаники, тонкозернистые полосчатые песчаники с прослоями мелкогалечного конгломерата, глинистые сланцы и т. д.). Для некоторых угольных пластов, как, например, в том же Сучанском месторождении, бывают характерны прослои с фауной или растительными остатками в кровле или почве угольных пластов. Для таких пластов эти слои являются важными руководящими горизонтами; однако встреча их горными выработками, даже в хорошо изученных бассейнах, явление довольно редкое.

Слои с фауной в известняках и глинистых сланцах, залегающих в кровле угольных пластов, встречаются в Донецком бассейне, а также в кровле пород некоторых угольных пластов Егоршинского и Сучанского месторождений. Для шахтного геолога встреча слоев с фауной и флорой представляет большой интерес как для увязки угольных пластов и уточнения их положения в нормальном геологическом разрезе, так и для установления физико-географических условий образования пород кровли или почвы.

Каждый из указанных выше признаков может обеспечить правильность сопоставления угольных пластов только в том случае, если пласты резко различаются по этому признаку. Поэтому для надежности результата сопоставление угольных пластов следует производить не по одному, а по совокупности нескольких признаков.

Глава III

СТРОЕНИЕ И МОЩНОСТЬ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

§ 1. СТРОЕНИЕ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Угольные пласты могут иметь простое и сложное строение. Пласты считаются простого строения, если они по всей своей мощности состоят из угольной массы, не разделяемой породными прослоями. Если же угольный пласт разделяется породными прослоями, то он называется пластом сложного строения. При этом он может состоять из двух или нескольких пачек угля, которые могут иметь различную мощность и качество. Расстояние между пачками может быть различным и может изменяться в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Образование пластов простого или сложного строения связано с условиями накопления растительного материала в водоемах и устойчивостью режима последних.

Равномерное накопление растительного материала в торфяниках создает благоприятные условия для образования угольных пластов простого строения.

При неравномерном, прерывистом накоплении растительного материала образуются пустые породы, расщепляющие угольные пласты. В большинстве случаев прослоями являются сланцы или глины, нередко с значительным содержанием углистых веществ. При достаточной мощности и удовлетворительном качестве межугольные глины иногда также являются полезным ископаемым и добываются одновременно с разработкой угольных пластов (например, в Подмосковном бассейне).

Расщепление угольных пластов — явление довольно частое, оно особенно характерно для мощных пластов многих бассейнов (например, Кузнецкого, Челябинского, Подмосковного бассейнов).

Угольные пласты сложного строения ввиду их большой мощности, а также из-за необходимости выдачи угля только кондиционного качества разрабатываются часто послойно, т. е. по пачкам или слоям, в зависимости от качества и количества пачек

угля, их мощности и расстояния между ними. В связи с этим важно знать, имеет ли встреченное на каком-либо участке расщепление угольного пласта чисто местное значение или же оно захватывает большую площадь и тем самым ставит под сомнение правильность применения данной системы разработки горизонта. Отсюда вытекают основные задачи наблюдения и изучения строения угольных пластов:

а) правильное установление разреза угольных пластов в каждой точке наблюдения по мощности и количеству угольных пачек и породных прослоев, а также качества угля в пачках;

б) установление характера и степени изменения строения угольных пластов по площади шахтного поля и отдельных его участков.

С этой целью в точках наблюдения производится замер мощности пачек угля и породных прослоев, отбор проб угля для анализа и зарисовка пласта. По отдельным точкам наблюдений, нанесенным на планы горных выработок, могут быть составлены линейные профили-разрезы, которыми и определится характер и степень изменения строения угольных пластов в определенных частях шахтного поля.

§ 2. МОЩНОСТЬ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Общая и промышленная мощности

В шахтной геологии различают общую и промышленную мощность пласта.

Общей мощностью называется расстояние по нормали (перпендикуляр) к напластованию от кровли до почвы. Промышленной мощностью называется толщина (по нормали и напластованию) той части угольного пласта, выемка которой технически возможна и экономически целесообразна.

Промышленные мощности угольных пластов устанавливаются Министерством угольной промышленности. По каждому бассейну мощности будут различными, что зависит, главным образом, от класса или типа угля и условий залегания пластов. Например, такие высокоценные угли, как коксующиеся угли Донбасса, разрабатываются при мощности всего 0,4 м, тогда как промышленная мощность бурых углей Подмосковного бассейна считается не менее 0,9 м.

Общая мощность угольных пластов не всегда будет совпадать с рабочей или промышленной мощностью. Поэтому помимо замера общей мощности необходимо определять также и промышленную мощность угольного пласта.

При простом строении угольного пласта высокозольные пачки углей могут встретиться в любой его части, но чаще всего они наблюдаются в контакте с кровлей или почвой, особенно в бурюгольных месторождениях. Такие высокозольные пачки при известном навыке можно без особого труда отличить в забое.

При сложном строении угольного пласта, когда он расщеплен породными прослойками на две или более угольные пачки, правильному определению промышленной его части должно быть уделено особое внимание. Во всех случаях она будет состоять из суммы отдельных кондиционных по качеству пачек, совместная разработка которых технически целесообразна. Те прослойки глины, глинистых и углистых сланцев, которые при эксплуатации возможно отсортировать, из подсчета общей промышленной мощности должны исключаться, тогда как тонкие прослойки пустых пород, которые практически не смогут быть отсортированы, должны включаться в общую промышленную мощность.

При установлении промышленной мощности пластов сложного строения суммарная мощность породных прослоев не должна превышать 50% суммарной мощности угольных пачек.

Истинная и видимая мощности

Маломощные угольные пласты при горизонтальном и пологом залегании вмещаются в габариты горных выработок по их высоте, а при крутопадающих пластах — по их ширине. Поэтому при малых мощностях угольных пластов (0,4—1,0 м) можно наблюдать полный их разрез от почвы до кровли, т. е. истинную мощность. При увеличенных мощностях угольных пластов шахтному геологу иногда приходится иметь дело с неполным разрезом угольных пластов, когда можно наблюдать только какую-то их часть: верхнюю вместе с кровлей, среднюю или, наконец, нижнюю с контактом почвы. В таких случаях можно измерить только видимую мощность угольных пластов. Невозможность наблюдения полного разреза угольных пластов в забоях горных выработок может обуславливаться не только сечением горных выработок. При сложном рельефе почвы угольных пластов нередко оставляется какая-либо часть пласта в почве горных выработок ввиду необходимости соблюдения величины их уклона. При неустойчивой кровле, при явлениях вспучивания глин также может возникнуть необходимость оставления угольных пачек в кровле или почве горных выработок. Таким образом, и в этих случаях шахтный геолог не может наблюдать истинную мощность. Между тем знание полной промышленной мощности имеет большое практическое значение, так как дает возможность определить потери угля в почве или кровле при подготовительных и очистных работах. Известно, что при неправильной разработке угольных месторождений потери из-за оставления части угольных пластов в недрах могут достигать очень больших размеров. В этих случаях роль шахтного геолога сводится не только к фиксации такого положения, но и к предупреждению внеплановых потерь и к участию в разработке более рациональных способов возможно полной выемки угля.

Установление истинных мощностей производится большей частью путем бурения шпуров из горных выработок в кровлю или

почву угольных пластов. Расстояние между точками бурения устанавливается в зависимости от условий залегания угольных пластов, степени изменчивости их мощности и т. д.

Помимо указанного способа, нескрытая мощность угольных пластов может быть определена и горноразведочными выработками (ортами, шурфами, квершлагами).

Изменения (колебания) мощностей угольных пластов

При разработке угольных месторождений наблюдаются изменения мощностей одних и тех же угольных пластов; характер этих изменений обуславливается различными геологическими факторами, рассматриваемыми ниже.

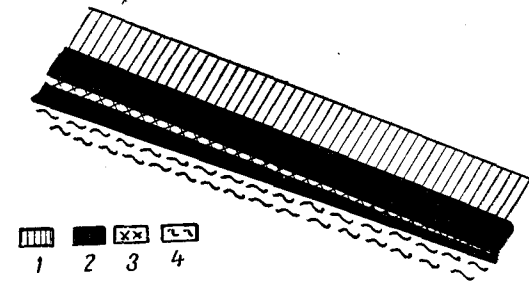


Рис. 1. Отложение угольного пласта на неровном дне. Донецкий бассейн:
1 — сланец песчано-глинистый; 2 — уголь; 3 — углистый сланец; 4 — «кучерявчик»

1. Изменения мощности, связанные с условиями образования угольных пластов, происходят вследствие неровностей дна торфяных болот и неравномерного накопления растительного материала на площади торфяника. Чаще всего при этом просходит утонение угольных пластов, нередко до непромышленной мощности, а иногда и до полного их выклинивания.

Утонения и выклинивания могут встречаться в бассейнах различного типа угленакопления; в зависимости от этого и характер этих явлений будет различным.

В бассейнах геосинклинального типа, накопления растительного материала происходили в условиях открытых водоемов на относительно больших глубинах. Генетическим выклиниваниям при таких условиях свойственно постепенное уменьшение мощности угольных пластов обычно за счет нижней части (пачки), нередко с заменой последней литологически близкими к ней породами, как углистыми сланцами, углистыми глинами (рис. 1).

В месторождениях платформенного типа, где накопление растительного материала происходило в неустойчивых, переменных условиях мелководных водоемов с неровным дном, утонение, а также увеличение мощности угольных пластов имеют несравненно

более широкое распространение. Утонения и выклинивания угольных пластов в бассейнах этого типа наблюдаются на сравнительно коротких расстояниях, особенно в приконтурных участках месторождений, для которых характерным является преобладание песчаных пород, вмещающих угольные пласты, при отсутствии резкого контакта с последними, и значительное, резкое повышение зольности угля. На внутриконтурных участках утонение угольных пластов до непромышленной мощности и полного выклинивания встречается реже, причем в отличие от приконтурных участков вмещающими породами в большинстве случаев являются глины (рис. 2).

Нередко местные выклинивания нижних пачек или всего уголь-

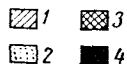
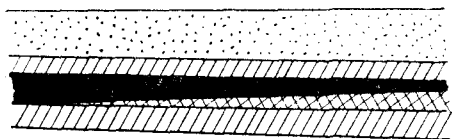


Рис. 2. Характер выклинивания угольного пласта в Подмосковном бассейне: 1 — пластичная глина; 2 — песок; 3 — углистая глина; 4 — уголь



Рис. 3. Отложения угольного пласта на неровном дне. Подмосковный бассейн: 1 — песок; 2 — уголь; 3 — кора выветривания; 4 — известняк

ного пласта создаются выступами и неровностями ложа, подстилающего угольный пласт (рис. 3).

Самой простой формой выклинивания угольного пласта является постепенное уменьшение его мощности до полного исчезновения (рис. 4). Однако нередко угольный пласт сначала рас-

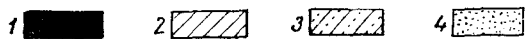
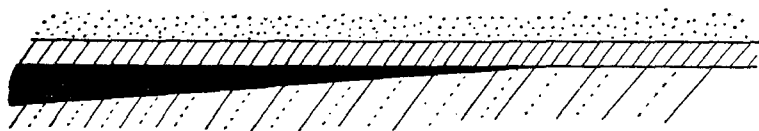


Рис. 4. Простейший случай выклинивания пласта: 1 — уголь; 2 — глинистый сланец; 3 — глинистый песчаник; 4 — кварцевый песчаник

щепляется, а затем уже выклинивается (рис. 5). Обычно в песчаных породах расщепившиеся части отходят друг от друга на большее расстояние, чем в глинистых.

Иногда угольные пласты в краевой части расщепляются вначале на несколько тонких угольных пластов, которые в свою очередь также расщепляются на еще более тонкие пачки (рис. 6).

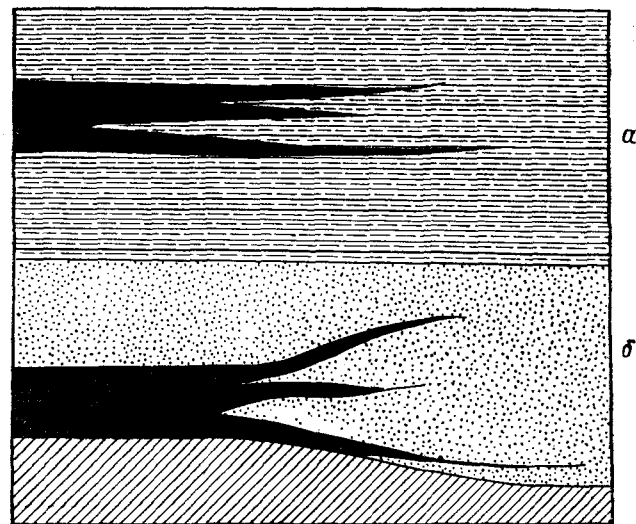


Рис. 5. Виды выклинивания угольных пластов: 1 — глина; 2 — песчаник; 3 — уголь; 4 — глинистый сланец

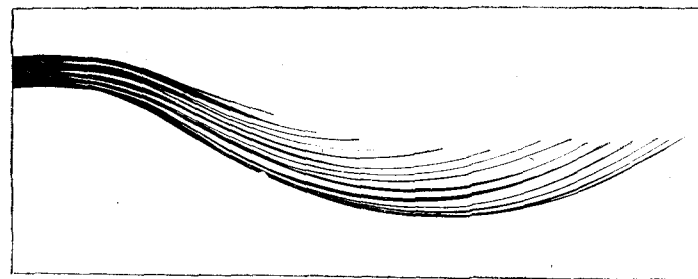


Рис. 6. Выклинивание угольного пласта Челябинского бассейна

При генетических выклиниваниях наблюдаются и более сложные взаимоотношения угольных пластов с вмещающими их породами (рис. 7, 8).

2. Изменения мощностей угольных пластов вследствие их размывов. Размывы угольных пластов происходят главным образом в результате эрозионной деятельности поверхностных текучих вод и значительно реже — моря. Размывы могли происходить как в период торфообразования, так и в последующее время. Размывы встречаются во многих угольных бассейнах, но чаще всего они наблюдаются в бурогольных месторождениях платформенного типа угленакопления. По своей форме и характеру, изменения мощности и выклинивания вследствие размыва, резко отличаются

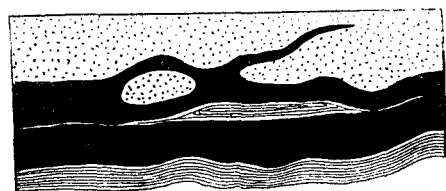


Рис. 7. Соотношение угольного пласта с кровлей. Донецкий бассейн: 1 — песчано-глинистые породы; 2 — уголь; 3 — сланец

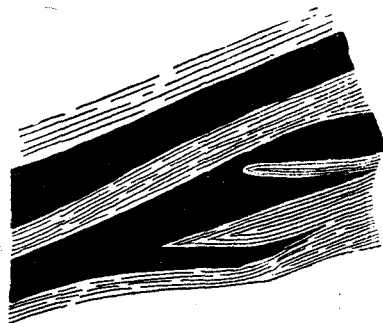


Рис. 8. Соотношение угольного пласта с почвой. Донецкий бассейн: 1 — уголь; 2 — глинистый сланец

от генетических. В данном случае не наблюдается постепенного утонения угольных пластов, а последние обычно резко срезаются и замещаются при этом почти исключительно песчаными отложе-

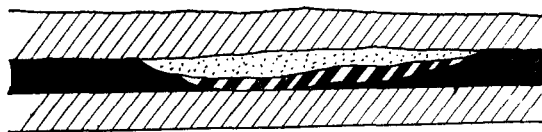


Рис. 9. Размыв угольного пласта в период образования торфяника: 1 — глины; 2 — пески; 3 — загрязненный уголь; 4 — уголь

ниями. Если размыв угольной залежи происходил еще в стадии торфообразования, то в кровле угольного пласта не наблюдается нарушения сплошности пород. При разработке угольных месторождений Урала, Подмосковного бассейна и др. имеют место примеры значительных размывов угольных пластов, происшедших еще в период торфообразования (рис. 9).

Размывы, происшедшие после образования кровли угольных пластов, могут захватывать один или несколько угольных пластов и связаны с более крупными и устойчивыми по времени водотоками, до рек включительно. Об этом свидетельствуют форма и величина размывов, которые прослеживаются горными выработками нередко на многие сотни метров в виде извилистых полос различной ширины. Участки размывов характеризуются развитием почти исключительно песчаных отложений, полностью замещающих не только угольные пласты, но и вмещающие их породы (рис. 10). В зависимости от длительности, скорости и направления течения проточных вод, от чистоты воды и от крепости и строения угольных пластов могут встретиться самые разнообразные размеры и формы размыва угольных пластов и их контакта с породами зоны размыва. Для большинства размывов, происшедших после образования угольных пластов, характерными будут:

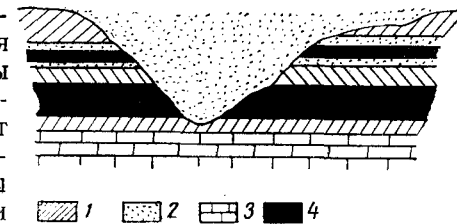


Рис. 10. Размыв угленосных отложений: 1 — глины; 2 — пески; 3 — известняк; 4 — уголь

- относительно большие размеры самого размыва по площади;
- размыв пород, залегающих в кровле, а иногда и в почве угольного пласта;
- относительная однородность песчаных отложений, замещающих угольные пласты в зонах размыва;
- резкий контакт пород зоны размыва с угольными пластами;
- неизменность или слабое изменение качества угля контактной зоны.

Прослеживание в угольном пласте зоны размыва производится путем наблюдения ее в горных выработках и увязки отдельных мест встречи этой зоны.

В результате таких наблюдений и нанесения отдельных мест размыва на план горных работ получают четкие границы зоны размыва (рис. 11).

Размывы угольных пластов могут быть вызваны также и наступающим морем, в период быстрого опускания сформировавшегося торфяника под уровень моря. Такого рода размывы наблюдаются, например, в Донецком бассейне; они характеризуются крайне неровной поверхностью отдельных участков, с углублениями и впадинами, заполненными известняком (рис. 12).

Заполнение углублений размыва не известняками, а глинистыми сланцами свидетельствует о более медленном погружении торфяника под уровень моря, чем в первом случае.

3. Изменения мощности угольных пластов по причинам тектонического характера наблюдаются исключительно в зонах проявления тектонических подвижек, где угольные пласты растягиваются и выжимаются, уменьшаясь в мощности, образуя пережимы, или, наоборот, — в результате сил сжатия увеличиваются по мощности, образуя раздувы.

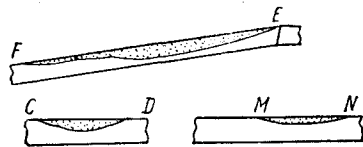
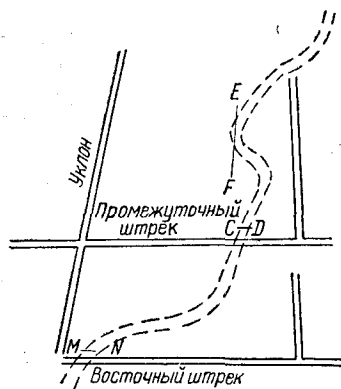


Рис. 11. Русловой размыв угольного пласта. Кузнецкий бассейн:

1 — русло; 2 — горные выработки; 3 — песчаник; 4 — уголь

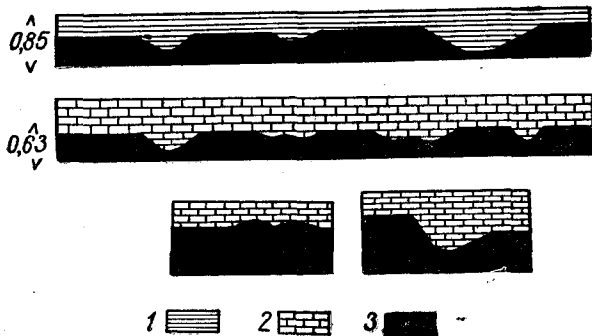


Рис. 12. Размывы угольных пластов. Донецкий бассейн:

1 — глинистый сланец; 2 — известняк; 3 — уголь

сажистый, иногда с включением частиц боковых пород. В случае же последующей цементации солями железа, кремния или кар-

бонатами, рыхлый уголь может быть превращен в плотную углестую массу. В раздувах угольный пласт часто приобретает площадчатость или имеет брекчиевидный характер, с неровным «заноэзистым» изломом. В результате засорения материалом из боковых пород качество угля как в пережимах, так и в раздувах является более низким.

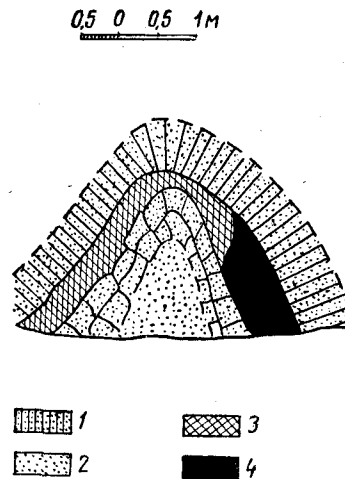


Рис. 13а. Пережим угольного пласта в своде антиклинала:

1 — песчаник; 2 — трещиноватый песчаник; 3 — перемятый уголь; 4 — площадчатый уголь (нарушенный)

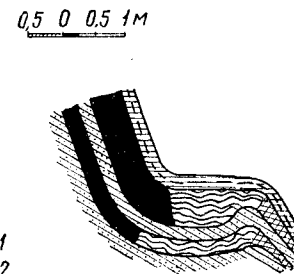


Рис. 13б. Раздув и пережим угольного пласта во флектуре:

1 — площадчатый уголь; 2 — блочатый уголь; 3 — сажистый уголь; 4 — аргиллит; 5 — песчаник

Пережимы и раздувы угольных пластов, как и всякие нарушения, должны наноситься на планы горных работ. Мощности желательно изображать в горизонталях (изомощностях). В простейшем виде зона нарушений должна очерчиваться на плане контуром с указанием мощностей внутри контура. Для наглядности планы дополняются зарисовками и разрезами.

§ 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ

В горных выработках замер мощностей угольных пластов следует производить в точках взятия проб, а также в местах изменения мощностей. В зависимости от направления, по которому измеряется видимая мощность, различают горизонтальную и вертикальную мощности. Если угольный пласт прослеживается выработкой и мощность его полностью вскрывается забоем, то истинную мощность измеряют непосредственно рулеткой (рис. 14а).

В других случаях (рис. 14б) — в горизонтальных выработках, квершлагах, рассечках, ортах вкрест простирания можно измерить только горизонтальную мощность l_1 , а в вертикальных (шахтах, гезенках, шурфах) — вертикальную мощность l_2 (рис. 14б).

Зная одну из этих величин, всегда можно определить истинную мощность. Как видно из рис. 15, где представлен вертикальный разрез угольного пласта (AB — горизонтальная мощность

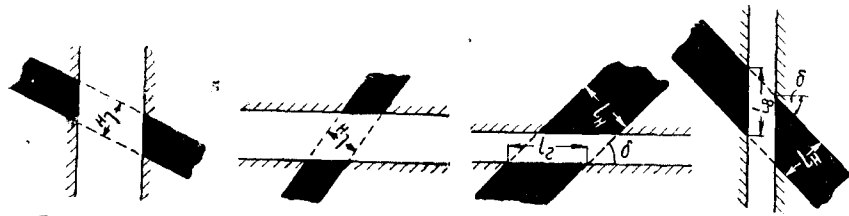


Рис. 14а. Непосредственное измерение истинной мощности пласта по обнажению в выработках

Рис. 14б. Определение горизонтальной и вертикальной мощностей в выработках

H_r , AC — истинная мощность H_n , AD — вертикальная мощность H_v , она определяется из прямоугольного треугольника ABC по формуле

$$H_n = H_r \cdot \sin \alpha.$$

Из прямоугольного треугольника ACD следует:

$$H_n = H_v \cdot \sin \beta = H_v \cdot \sin (90 - \alpha)$$

или

$$H_r = \frac{H_n}{\sin \alpha} \quad \text{и} \quad H_v = \frac{H_n}{\sin (90 - \alpha)}.$$

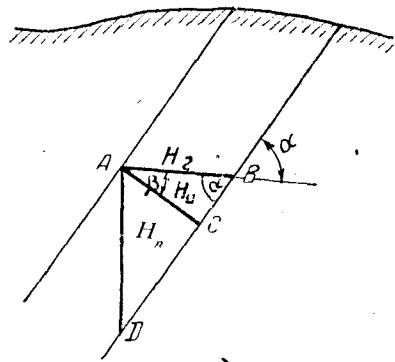


Рис. 15. Определение истинной мощности

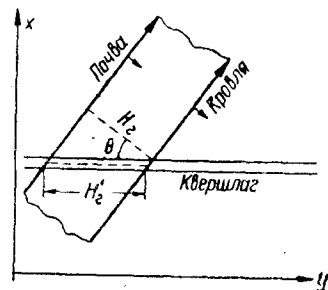


Рис. 16. К определению горизонтальной мощности по кверхшлагу

В том случае, когда горизонтальная выработка пройдена не точно вкост простираения угольного пласта, а под каким-то косым углом θ (рис. 16), горизонтальную мощность H_r по измеренной H_n определяют по формуле

$$H_r = H_n \cdot \cos \theta.$$

Замеры мощности угольного пласта по ряду горных выработок в различных точках представляют возможность шахтному

геологу определить среднюю мощность пласта. Последняя вычисляется как среднеарифметическая или как средневзвешенная и должна характеризовать истинную мощность с достаточной точностью.

При определении средней мощности могут иметь место в основном два случая:

1. Мощность залежи изменяется равномерно по выработке, ряду выработок или площади подсчета (или имеет незначительные колебания); точки замера расположены равномерно по соответствующей линии или площади подсчета.

В этом случае средняя мощность t_{cp} определяется по формуле среднего арифметического

$$t_{cp} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n}{n},$$

где t_1, t_2, \dots, t_n — значения мощности в точках замера; n — число измерений.

2. Мощность залежи по данному направлению или участку изменяется неравномерно. Тогда точки замера мощности должны быть выбраны в местах характерных изменений мощности с та-

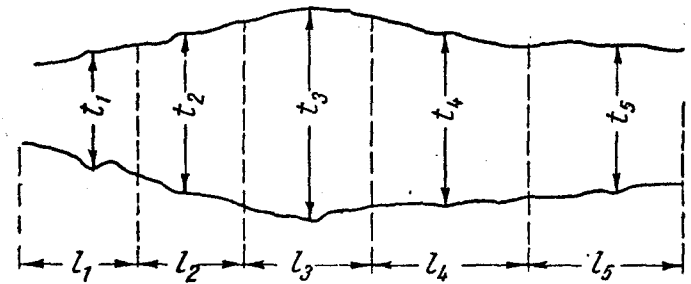


Рис. 17. К определению средней мощности пласта

ким расчетом, чтобы на участке между каждыми двумя соседними измерениями мощность изменялась равномерно. При этом, в отличие от предыдущего случая, расстояния между точками замера будут разные (рис. 17).

Условно считаем, что замер t_2 соответствует отрезку l_2 , равному сумме половины расстояния до предыдущего замера t_1 и половины расстояния до следующего замера t_3 ; замер t_3 соответствует отрезку l_3 , равному полусумме расстояний до замеров t_2 и t_4 и т. д.

Каждый из отрезков l_1, l_2, \dots, l_n характеризует сферу влияния соответствующих значений мощности t_1, t_2, \dots, t_n и определяет так называемый «вес» соответствующего замера.

В предыдущем случае «веса» всех замеров были равны. В этом же случае — при разных «весах» — вычисление средней

мощности должно быть произведено по формуле среднего взвешенного (или среднего динамического):

$$t_{\text{ср}} = \frac{t_1 l_1 + t_2 l_2 + \dots + t_n l_n}{l_1 + l_2 + \dots + l_n}.$$

Сопоставляя обе формулы, видим, что формула среднего арифметического представляет частный случай формулы среднего взвешенного при равенстве расстояний между точками замера, а следовательно, и равенстве «весов» всех измерений.

Если расстояния между замерами колеблются в небольших пределах (примерно до $\pm 25\%$ среднего), формула среднего взвешенного практически не дает ощутимых уточнений по сравнению с формулой среднего арифметического. Поэтому применение ее (ввиду большей сложности подсчета) целесообразно лишь при значительных колебаниях «весов».

Необходимо также помнить, что формула среднего взвешенного дает правильный результат только в том случае, когда изменение мощности пласта от замера к замеру происходит достаточно плавно, т. е. когда точки для замеров выбраны в характерных местах пласта.

Если же точки определения мощности не удовлетворяют в достаточной степени этому условию, может случиться, что замеру, имеющему в действительности малую сферу влияния, будет дан больший «вес» или наоборот, и тогда средняя мощность будет вычислена с ошибкой.

Глава IV

КРОВЛЯ, ПОЧВА И КОНТАКТ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

§ 1. ИССЛЕДОВАНИЯ КРОВЛИ И ПОЧВЫ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

При разработке угольных месторождений большое значение имеет знание литологического состава и физико-механических свойств пород, вмещающих угольный пласт, особенно при решении вопросов управления кровлей в подготовительных выработках и при выемке угля.

При проведении горных выработок и выемке угольных пластов производится обнажение больших площадей кровли. Поэтому всестороннее знание пород, залегающих в кровле угольных пластов, и прогноз их поведения при выемке угля приобретает особое значение. Например, трудно обеспечить своевременную посадку кровли лавы, не зная литологию пород — при крепкой кровле может произойти задержка посадки или, наоборот, при очень слабой, неустойчивой кровле произойдет самопроизвольная, преждевременная посадка. В обоих случаях будет нарушен график работ участка и потребуются дополнительные расходы.

Такие основные геологические и технические показатели кровли и почвы, как литологический состав пород, их обводненность, устойчивость и характер поведения весьма важны как при проведении подготовительных выработок, так и при очистных работах. При наличии на отдельных участках шахтного поля неблагоприятных геолого-гидрогеологических условий в горных выработках могут произойти обвалы, обрушения, оползни, вывалы пород, а также внезапные прорывы вод. Своевременное принятие мер к предотвращению этих явлений, а также успешность борьбы с ними в значительной степени зависят от возможно полного знания указанных выше геологических и технических характеристик пород кровли и почвы угольных пластов. Следует учесть, что все эти явления вызываются в значительной части несоблюдениями правил эксплуатации в части крепления выработок и управления кровлей. Поэтому в задачи шахтной геологии входит подробное изучение горнотехнических условий, вызывающих указанные

явления, и выработка мероприятий по их предупреждению и ликвидации. Рассмотрим сущность таких явлений, как вывалы, обвалы, обрушения, оползни и прорывы воды и зависимость их от существующих геологических и гидрогеологических факторов.

а) Вывалы пород и ложная кровля. В некоторых угольных бассейнах устойчивая кровля при ее обнажении обладает свойством отслаиваться по трещинам кливажа, в результате чего происходит выпадение кусков породы различных размеров. Обычно вначале происходит выпадение отдельных мелких кусков породы, затем размеры их постепенно возрастают и начинают вываливаться большие глыбы породы. Размеры и формы выпадающих кусков породы связаны с характером отдельностей, системой и направлением трещин.

Слои, слабо связанные с основной кровлей, чаще всего сланцы и сланцеватые глины, создают так называемую «ложную» кровлю. Горняки устанавливают наличие такой кровли по звуку, который получается при ее остукивании молотком или топором: если при ударе по кровле слышен звонкий и чистый звук, то это свидетельствует о безопасном состоянии кровли, глухой же звук служит признаком наличия в кровле трещин. Однако следует иметь в виду, что при значительной толщине породы в кровле, даже при наличии трещин, отдельные части ее могут при остукивании дать чистый звук.

Более надежен так называемый вибрационный способ опробования кровли. Заключается он в том, что концы пальцев одной руки прикладывают к кровле, а другой рукой ударяют по этой кровле тяжелым предметом (топором, ломом, молотом). Если при этом пальцы ощущают даже слабое дрожание, то это служит признаком того, что часть кровли в данном месте не связана с общим массивом, даже если при ударе получается ясный и чистый звук.

Когда залегающие в непосредственной кровле пласта угля слабые породы имеют небольшую мощность, завал очистного пространства может произойти от разрушения этой «ложной» кровли крепью, стойки которой продавливают обаполы и нарушают непосредственную «ложную» кровлю. Порода начинает отваливаться, происходит «обгрывание» крепи, и кровля, оставаясь без достаточной поддержки, обрушается, опрокидывает оставшуюся крепь и заваливает все очистное пространство.

При наличии слабой почвы, стойки крепи под воздействием давления кровли вдавливаются в почву и поэтому не оказывают достаточного сопротивления давлению, что и приводит в конце концов к обрушению кровли.

После выемки угля почва пласта в выработанном пространстве получает возможность изгибаться, появляются растягивающие усилия, которые приводят к раскрытию тектонических трещин и к образованию новой трещиноватости, а в общем итоге — к образованию неустойчивых пород, склонных к обрушению.

Глинистые сланцы с блестящей гладкой, как бы скользящей поверхностью нередко вываливаются глыбами. Песчаники и известняки являются наиболее устойчивыми породами, но при наличии трещиноватости они также могут давать вывалы.

Помимо трещин кливажа, в кровле часто образуются трещины, вызванные проведением эксплуатационных работ («эксплуатационные» трещины). Появление таких трещин сигнализирует об опасном состоянии кровли, особенно если они пересекаются с направлением кливажа пород. В таких случаях возможно вываливание глыб пород, чаще всего треугольной формы.

Резко может ослабить кровлю угольных пластов также и трещиноватость, вызванная тектоническим напряжением. Такого рода трещиноватость наблюдается в складчатых месторождениях, в местах перегибов угольных пластов, а также в зонах тектонических нарушений с разрывами сплошности угольных пластов. В этих зонах породы, вмещающие угольные пласты, теряют свою связность, механическую прочность и становятся опасными по массовым вывалам.

При обнажении в кровле слабых, рыхлых песчаников, мергелей и других слабосвязанных, неустойчивых пород вывалы могут происходить и без каких-либо признаков нарушения и трещин кливажа.

Явления отслаивания и вывалов пород чаще всего наблюдают при разработке угольных пластов горизонтального и пологого залегания.

б) Обвалы и обрушения местного значения также характерны в основном для шахт, разрабатывающих подогорающие пласты, но часто встречаются и на крутопадающих пластах. В последнем случае, вследствие крутого падения, обрушаются не только кровля, но и уголь и почва пласта. Как правило, при крутом падении обвалы кровли и угля в очистных выработках протекают чрезвычайно бурно, захватывая не только все очистное пространство, но и штреки. Геологическими факторами, которые могут привести к обвалам угля и пород в очистном пространстве, являются наличие ложной кровли, тектонические нарушения и слабая почва.

в) Оползни. При разработке крутопадающих пластов могут происходить завалы участков, вызванные оползнями, чаще всего «ложной» почвы. Под «ложной» почвой может быть тонкий пласт (до 1,5—2 м) глинистой породы, залегающей непосредственно в почве угольного пласта, на пачке угля или другой породе с ясно выраженными плоскостями напластования. На крутом падении при увлажнении породы ложной почвы, вследствие малого коэффициента трения между ней и подстилающей слоистой породой или углем, может происходить оползание ложной почвы.

Оползание почвы вызывает быстрый завал штреков, оползание («уход») угольных целиков и бутовых ножек и при значительном

развитии может привести к завалу всего участка. Нередко «ложная» почва, оползая, увлекает за собой крепь, из-за чего происходит обрушение кровли.

Оползания почвы происходят только при крутом залегании угольных пластов.

г) Прорывы воды в горные выработки в основном характерны для угольных бассейнов с неустойчивой обводненной песчаной кровлей. Прослойки водоупорных глин, отделяющие угольные пласты от вышележащих водонасыщенных песков, не всегда являются надежной преградой.

Непосредственными причинами возникновения прорывов подземных вод из кровли пластов в горные выработки являются нарушения самой кровли угольных пластов, вызываемые неосторожной подработкой и «упусканием» кровли, низкокачественным и несвоевременным креплением, быстрой посадкой лав, высоким гидростатическим давлением вод, и др. Так, например, трещины, образованные взрывными работами, могут иногда вызвать прорыв воды в выработку.

При некоторых прорывах притоки воды достигают сотен кубических метров в час. Выносимый вместе с водой песок заносит горные выработки на большом протяжении.

Известен пример внезапного прорыва вод в одну из шахт Подмосковского бассейна, где песком было занесено более 6000 м штреков.

Прорывы воды из кровли угольного пласта нередко сопровождаются образованием провалов на поверхности земли.

Ликвидация прорывов обычно начинается с сооружения различного вида перемычек, преграждающих путь прорвавшимся водам, и с усиления водоотливных средств.

Наблюдения и изучение кровли в горных выработках сводятся в основном к определению устойчивости пород, характера давления и поведения кровли в различных геологических условиях.

В зависимости от способности пород удерживаться в кровле при обнажении их подразделяют на устойчивые, малоустойчивые, слабые и сыпучие. При проведении подготовительных выработок важно определить также степень устойчивости кровли незакрепленного пространства и в соответствии с этим установить возможность продвижения забоев без крепления. Для этого шахтный геолог должен следить за изменениями литологического состава пород, их трещиноватости, слоения и строения в зависимости от наличия тех или иных пород (глины, сланцы, пески, песчаники, аргиллиты и т. д.). Участки с замеченными изменениями в составе или свойствах пород кровли или почвы должны отмечаться на рабочих планах горных выработок, а характер изменений записываться в полевой книжке, а иногда и зарисовываться.

При изучении ложной кровли должно быть выяснено:

1) через какой промежуток времени после выемки угля кровля начинает обрушаться;

2) легко ли организовать ручную обборку такой кровли;

3) возможно ли отработать вначале ложную кровлю, а затем выбирать уголь;

4) какая существует взаимосвязь кливажа угольного пласта с кливажем кровли.

Задачи, которые ставятся перед шахтными геологами при изучении вопросов горного давления и управления кровлей, в конечном счете решаются на основе изучения механических свойств горных пород, их сопротивления разрушению и поведения в различных условиях. Остальные же свойства — минералогический состав, структура, твердость и пр. являются подсобными при решении этой задачи. Они позволяют судить о тех изменениях в механических свойствах пород, которые могут произойти с изменением, например, влажности, трещиноватости и т. д.

Кровля большинства каменноугольных месторождений бассейнов параллельного типа угленакопления характеризуется устойчивостью и выдержанностью литолого-петрографического состава пород; наблюдения над вмещающими породами на таких месторождениях обычно носят контрольный характер. При обнаружении первых признаков изменения состава пород и их устойчивости шахтный геолог должен усилить наблюдения, а при явном ухудшении, с появлением слабых и неустойчивых пород, значительной трещиноватости, отслаивания, увеличения капеза должна быть поставлена в известность администрация шахты для принятия необходимых мер предосторожности.

Если у шахтного геолога имеются основания сомневаться в правильности данных детальной разведки об условиях залегания пород, вмещающих угольный пласт, и их составе, или если по горнотехническим соображениям характер пород кровли или почвы должен быть точно известен на ближайших расстояниях от забоев, может быть произведена эксплуатационная разведка путем проходки скважин с поверхности или из горных выработок.

На месторождениях, где водоносные пески залегают непосредственно в кровле угольных пластов, или где такие пески отделены от пластов угля глинами небольшой мощности, горные выработки проходятся с обязательным оставлением защитного слоя пород и заложением забивных фильтров. При недостаточной же мощности этого слоя может быть оставлена даже верхняя пачка угольного пласта.

Результаты наблюдений и исследований пород, непосредственно вмещающих угольные пласты, имеют не только прикладное значение. Они могут также дать дополнительный фактический материал к выяснению деталей условий осадкообразования в граничные периоды до и после накопления растительных остатков, образовавших уголь. Поэтому при исследованиях пород кровли и почвы угольных пластов следует отмечать особенности строения и слоения пород, характер перехода их (резкий или постепенный) к угольному пласту и документировать наличие в этих

породах органических остатков, неорганических включений и новообразований (гальки, конкреции и т. п.). Органические остатки (флоры, фауны) отбираются в количестве, достаточном для исследований и для коллекций. Наличие растительных остатков в породах кровли или почвы углей может служить дополнительным фактором при определении их генезиса. С этой точки зрения, помимо фиксации наличия остатков, важно отметить, какие части растений встречаются, и характер их сохранности, а также к какому типу они относятся (фюзен, отпечатки, ядра и др.). Эти материалы позволяют устанавливать условия, при которых могло произойти отложение остатков. Так, например, мелкораздробленные остатки растений говорят о длительном их переносе и истирании, наличие же крупных легкоразрушаемых кусков фюзена скорее всего указывает на образование их на месте и т. д. В результате наблюдений, описаний и зарисовок пород кровли и почвы, а также по отобраным образцам шахтный геолог может получить данные для выделения маркирующих горизонтов и прослоек, характерных для кровли и почвы данного угольного пласта.

§ 2. НАБЛЮДЕНИЯ ЗА КОНТАКТНОЙ ЗОНОЙ И КОНТАКТОМ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ С ВМЕЩАЮЩИМИ ПОРОДАМИ

С точки зрения условий образования угольных пластов их контакт с вмещающими породами и контактная зона угля характеризуют те физико-географические условия, которые существовали в начале и в конце накопления растительного материала в торфяниках. Характер контакта, который в основном зависит от быстроты смены накопления осадков, определяется главным образом особенностями перехода одних пород в другие. Контакт будет резким, если литологический состав двух соприкасающихся пластов будет резко различен. Это различие может быть связано или с перерывом в накоплении осадков или может происходить за счет последующего размыва нижележащего горизонта. Контакт будет нечетким, когда макроскопически он трудно улавливается ввиду незаметного различия признаков и малоотличающегося состава пород, образующих контакт. При нормальном контакте в разрезе достаточно четко и ясно наблюдается смена по литологическому составу, текстуре и гранулометрическому составу зерен обоих соприкасающихся слоев. Контактная зона может быть измененной и отличной от остальной части угольного пласта. Это отличие может заключаться в изменении качества угля за счет его общей загрязненности (переслаивание с породными прослойками, появление включений кусков породы, замещение угля углистыми сланцами и глины), в наличии трещиноватости и раздробленности части этих пластов, изменении их физических свойств и в различии петрографического состава. Следует иметь в виду, что характер контактной зоны угольных пластов не всегда отражает естественные, первоначальные условия ее образования,

так как целый ряд последующих геологических процессов мог внести в нее большие и резкие изменения (внедрение магмы, тектонические процессы, увеличение горного давления). Нередко контактная зона угольных пластов достаточно четко отличается от остальной части угольных пластов по однородности и чистоте органической массы, петрографическому составу угля и степени его монолитности. Геологические наблюдения над этой зоной сводятся к замерам ее мощности, описанию ее характерных особенностей и зарисовкам наиболее интересных и типичных изменений.

В бассейнах лимнического типа угленакопления изменения контактной зоны в кровле и почве в основном сводятся к разубоживанию органической массы из-за общего ее загрязнения. В этом случае шахтный геолог должен установить характер линии контакта по степени ее четкости, количеству, мощности и литологический состав породных прослоек, размещение и характер неорганических включений. Для месторождений, тектонически нарушенных, контактная зона может характеризоваться наличием увеличенной трещиноватости и изменением физико-механических свойств угля (раздробленностью, перетертостью, слабостью). В этом случае следует отметить степень и характер таких изменений и произвести замеры ориентировки элементов трещиноватости. В зонах термических воздействий магмы контактная часть угольных пластов нередко отличается высокой степенью метаморфизма, наличием графитизированного угля или естественного кокса.

С изучением контакта может быть связан вопрос делимости угля от вмещающих пород, которая не везде одинакова. Объяснение этого явления следует искать в условиях образования контактной зоны вмещающих пород и в последующих физико-химических процессах, происходивших в ней (например, цементация солями растворов). Наиболее легко уголь отделяется от вмещающих его пород при резком контакте (т. е. при быстрой смене периода накопления растительного материала). Наоборот, при постепенном переходе угольного пласта в родственные ему породы (углистые сланцы, глины), последние не всегда легко отделяются. Это обстоятельство имеет практическое значение не только при отбойке, но и при обогащении угля.

Глава V

ЭЛЕМЕНТЫ ЗАЛЕГАНИЯ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ
И ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЕ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ

§ 1. ПОНЯТИЕ ОБ ЭЛЕМЕНТАХ ЗАЛЕГАНИЯ ПЛАСТА

Для полного и наглядного пространственного представления о положении угольных пластов в недрах необходимо определить их мощность и элементы залегания — простирание и падение. Определение этих элементов также необходимо для установления характера и типа тектонических нарушений и при геометрических построениях для решения задач, связанных с практической деятельностью маркшейдерской и геологической службы в угольных шахтах.

Линией простирания пласта называется горизонтальная линия в плоскости лежащего или висячего его бока; простиранием пласта считается азимут этой линии, т. е. положение ее в отношении стран света. Линией падения пласта называется линия с наибольшим углом падения, проведенная в плоскости лежащего или висячего бока пласта. Обе эти линии взаимно перпендикулярны и поэтому азимут линии простирания равен азимуту линии падения плюс 90° . Так как при одном и том же простирании пласт может иметь два направления, принято считать, что линия простирания направлена вправо от направления линии падения.

Углом падения называется угол между линией падения и горизонтальной плоскостью.

Элементы залегания могут измеряться непосредственно в горных выработках или, когда непосредственное определение элементов залегания затруднительно, — косвенными способами; косвенные способы делятся на графические, осуществляемые при помощи геометрических построений, и аналитические, — выполняемые по формулам аналитической геометрии. В дальнейшем мы рассмотрим только графический способ, который практически обеспечивает достаточную точность получаемых результатов и дает пространственное наглядное представление об определяемых величинах.

Элементы залегания угольных пластов в горных выработках непосредственно определяются горным компасом или подвесной буссолью с полукругом. В горном компасе азимутальное кольцо разделено на 360° с возрастанием делений от 0 до 360° против хода часовой стрелки. Поэтому величина азимута линии простирания определяется непосредственно по северному концу магнитной стрелки. Для определения величины угла наклона в горном компасе имеется специальное устройство, которое состоит из пластинчатого отвеса и шкалы градусных делений в форме полукруга на дне буссольной коробки. Отвес горного компаса свободно вращается вокруг штифта, на котором насажена магнитная стрелка. Надписи делений полукруга идут в обе стороны от 0 до 90° , при этом нулевое деление соответствует показанию отвеса при горизонтальном положении длинной стороны компаса, а 90° — при вертикальном ее положении. Перед производством замера на поверхности обнажения висячего или лежащего бока угольного пласта предварительно очищают площадку для непосредственного прикладывания компаса. При наклонном и крутом падении угольных пластов удобнее вначале определить азимут направления линии падения и угол падения, а затем простирание, а на пластах пологого падения удобнее сначала определять простирание. Для определения угла наклона горный компас ставят на обнаженную плоскость на длинное ребро в вертикальное положение индексом N по падению и находят такое положение, при котором отвес будет показывать наибольший отсчет по полукругу. Это и будет соответствовать углу падения пласта. Для определения азимута линии падения компас, не отрывая длинной стороны от линии падения, кладут на плоскость обнажения и прочерчивают линию вдоль короткого ребра компаса. Затем, не смещая короткое ребро компаса с прочерченной линии, приводят коробку компаса в горизонтальное положение, после чего открепляют зажимный винт магнитной стрелки и берут отсчет по ее северному концу.

Азимут линии простирания можно получить, если от азимута линии падения отнять 90° , или же его можно измерить самостоятельно. Для этого длинное ребро компаса прикладывают к прочерченной линии простирания северным (нулевым) делением по направлению простирания влево от линии падения, приводят компас в горизонтальное положение и берут отсчет по северному концу стрелки.

Определяя углы падения, компас следует слегка наклонять, чтобы отвес отходил от лимба и висел свободно; при отсчетах же отвес должен касаться лимба. При измерении азимутов простирания и падения необходимо следить за тем, чтобы вблизи не было железных предметов.

координат и наносим точку M , от которой под азимутами α_1 и α_2 проводим прямые — проекции замеренных направлений. Выбрав какое-либо произвольное сечение ΔZ , строим углы δ_1 и δ_2 и отрезками Z_1 и Z_2 градуируем указанные прямые. Через точки с одноименными отметками проводим прямые — горизонтали плоскости, которые и будут характеризовать истинное простирание угольного пласта α . Перпендикуляр же к этим горизонталям MD очевидно определит азимут падения пласта. Зная проекцию отрезка $Z_1-Z_2-Z_3$ на линии MD , можно определить угол падения δ путем его построения.

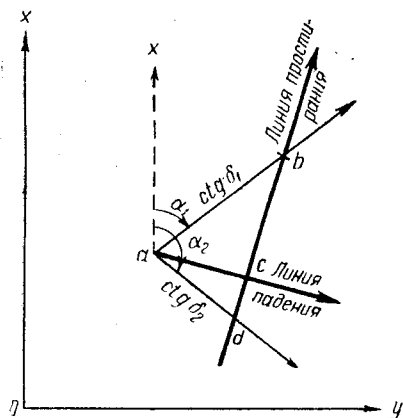


Рис. 21. Определение простирания и падения пласта способом котангенсов

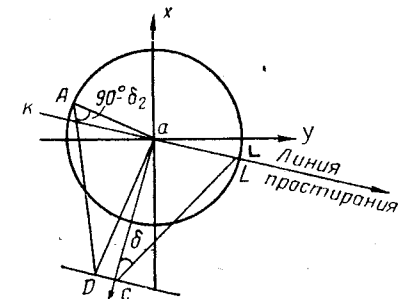


Рис. 22. Определение угла падения пласта по обнажениям в квершлагах

Способ котангенсов (рис. 21). При данном способе на плане, так же как и при способе плоскости, строят координатные оси и из произвольной точки a проводят по замеренным азимутам α_1 и α_2 проекции линий обнажений ab и ad . По готовым таблицам находят натуральные значения котангенсов замеренных углов δ_1 и δ_2 . Выражая значения котангенсов соответственно длинами отрезков в принятом масштабе (шкала котангенсов), эти длины откладывают от точки a на проекциях замеренных линий. Прямая, проведенная через концы отрезков — точки d и b — будет являться линией простирания; азимут направления ее замеряют по чертежу транспортиром. По длине перпендикуляра ac и масштабу котангенсов находится искомый угол δ .

Таким образом, определение азимута линии простирания и падения, а также истинного угла падения угольного пласта можно производить по двум видимым линиям падения, которые легко выбираются в горной выработке. Так, если в шурфе прямоугольного сечения нельзя измерить простирание и падение пласта непосредственно, то измеряют азимуты двух смежных стенок шурфа и углы видимого падения пласта в этих стенках (см. рис. 19). При замерах азимуты падения надо горный компас приклады-

вать к стенке шурфа так, чтобы нулевое деление буссоли было направлено в сторону видимого падения. После того, как измерены азимуты и углы наклона линий обнажения на смежных стенках, истинное простирание и падение угольного пласта находят графически одним из описанных выше способов.

В квершлагах, которые вскрывают угольные пласты точно вкостр простирания, обнажение пласта в кровле или почве выработки дает истинную линию простирания, а обнажение в боковой стенке — истинную линию падения. Но так как квершлаг нередко пересекают угольные пласты под каким-то косым углом к их простиранию, то углы наклонов угольных пластов в боковых стенках будут меньше истинных углов падения и их нужно находить.

Пусть, например, в данной точке $A(x, y, z)$ в квершлагах замерены: азимут линии простирания $\alpha_1 = 105^\circ$, азимут направления видимого падения $\alpha_2 = 203^\circ$ и угол видимого падения $\delta_2 = 30^\circ$ (рис. 22). Требуется найти истинный угол падения графическим способом. Для этого на плане строим координатные оси, в центре которых помещаем точку a . По азимуту $\alpha_1 = 105^\circ$ через точку a проводим линию простирания KL . Из точки a проводим проекции линии падения aC под азимутом $105^\circ + 90^\circ = 195^\circ$ и линию видимого падения aD под азимутом $\alpha_2 = 203^\circ$. Из центра a описываем окружность произвольного радиуса aA и проводим aA перпендикулярно aD . В точке A строим угол 60° , дополняющий угол $\delta_2 = 30^\circ$ до 90° и сторону угла продолжаем до пересечения ее с линией видимого падения в точке D . Из точки D проводим прямую DC параллельно прямой KL до пересечения с линией падения aC в точке C . Соединив точку C с точкой L , получим угол aCL , равный искомому углу падения δ , величину которого измеряют транспортиром. В данном случае $\delta = 30^\circ 30'$.

§ 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАЛЕГАНИЯ ПО ЗАРИСОВКАМ ОБНАЖЕНИЙ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА В СТЕНКАХ ШУРФА

Если имеется зарисовка пород и угольного пласта по всем четырем стенкам шурфа в виде развертки в определенном масштабе, то, зная азимуты простирания стенок шурфа и видимые углы наклона пластов каждой стенки, можно вычислить истинные элементы залегания угольного пласта. Пусть имеется план шурфа прямоугольного сечения $ABCD$, азимут стенки AB которого равен α_1 (рис. 23, а), и развертка зарисовок вертикальных стенок шурфа в плоскости листа, выполненных в каком-либо масштабе (рис. 23, б). Чтобы найти проекцию линии простирания пласта на плане, проводим на развертке произвольную горизонтальную прямую KL . Прямая KL пересекает всякий бок угольного пласта в точках m и n , лежащих на стенках шурфа: точка m на стенке AB , точка n на стенке CD . Точки m и n переносим соответственно на план стенок шурфа и находим их проекции m' и n'

(рис. 23, а). Прямая, соединяющая точки m' и n' , является проекцией искомой линии простирания, азимут которой α можно измерить на плане транспортиром. Направление линии простирания не трудно установить на развертке, по которой видно, что наивысшая точка пласта лежит на ребре B , низшая на ребре D , т. е. на плане падение направлено от точки B к точке D . Следовательно, простирание имеет направление от m' к n' . Для определе-

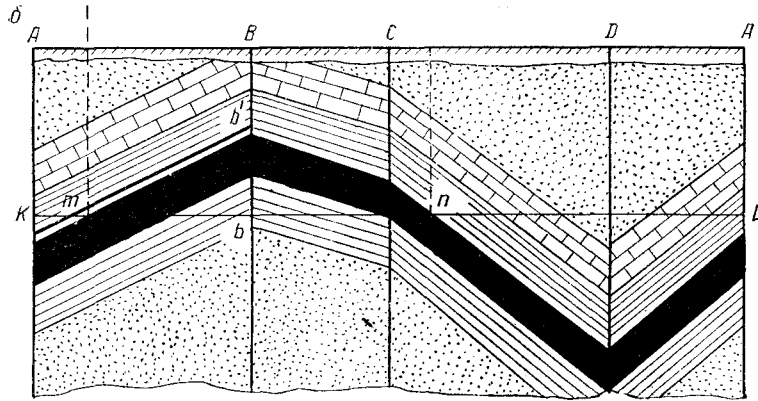
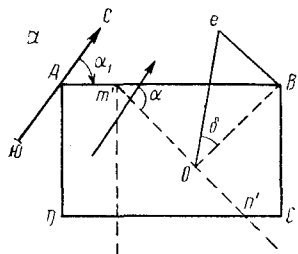


Рис. 23. План шурфа (а) и развертка ориентированных стенок шурфа (б)

ния истинного угла наклона пласта δ на плане из точки B (наивысшей) опускаем перпендикуляр BO на линию простирания, т. е. находим проекцию линии падения. Из этой же точки B перпендикулярно к BO откладываем отрезок Bb_1 , равный bb_1 на развертке. Соединив точку l с точкой O , получим искомый угол δ .

Глава VI

ТЕКТОНИКА

§ 1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ

Первоначальные формы и условия залегания угольных пластов и вмещающих их пород не всегда остаются неизменными. Под действием внутренних сил земли и возникающих тектонических движений угольные пласты могут собираться в складки, разрываться и перемещаться в различных направлениях. Такие

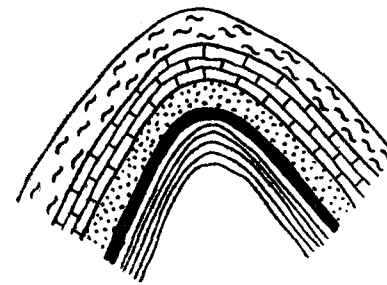


Рис. 24. Пликативное нарушение в залегании свиты, пласта (складчатая форма)

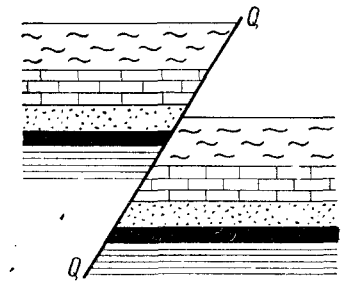


Рис. 25. Дизъюнктивное (разрывное) нарушение в залегании свиты, пластов. $Q-Q$ — трещина разрыва

изменения в залегании угольных пластов принято называть нарушениями или дислокациями. Различают два вида нарушений — пликативные и дизъюнктивные.

К пликативным нарушениям относятся такие, при которых породы и угольный пласт изменяют свое первоначальное положение и оказываются смятыми и собранными в складки, но без разрыва сплошности (рис. 24).

Дизъюнктивные или разрывные нарушения характеризуются разрывом сплошности пород и угольных пластов с перемещением разорванных частей (рис. 25).

Между указанными видами нарушений существует тесная связь и они могут переходить одно в другое.

§ 2. ЗНАЧЕНИЕ ТЕКТОНИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Знание структуры месторождения в тектонически нарушенных бассейнах является непременным условием для правильного ведения горных работ. Встретившееся нарушение может сорвать график работ и снизить выполнение плана угледобычи из-за потери угольного пласта. В нарушенных участках усложняется крепление и поддержание горных выработок, а иногда создается угроза затопления в связи с резким увеличением притока воды по тектоническим трещинам и в зонах смятия. В тектонически нарушенных участках часть угля остается невыбранной, т. е. увеличиваются потери угля и возникает опасность подземных пожаров от самовозгорания невынутого угля. Кроме того, в нарушенных участках часто происходит бурное выделение метана.

Места тектонических нарушений характеризуются слабой устойчивостью пород, поэтому здесь нередко возникают внезапные обвалы кровли угольных пластов.

Обязанностью шахтного геолога является изучение и правильное объяснение встретившегося тектонического нарушения. В некоторых случаях геолог может заранее предвидеть приближение нарушений и предупредить о них администрацию шахты с тем, чтобы администрация шахты могла своевременно принять необходимые меры.

Приближение к тектоническим нарушениям в ходе горных работ можно определить по ряду признаков. Например, часто наблюдаются:

- а) резкое изменение элементов залегания угольных пластов;
- б) резкое нарушение параллельности кровли и почвы (появление волнистости или выступов);
- в) появление усиленного «капежа»;
- г) появление трещиноватости в породах кровли и почвы;
- д) потеря структуры угля (уголь становится бесструктурным и теряет свою крепость);
- е) в газоносных месторождениях усиливается выделение метана.

§ 3. ПЛИКАТИВНЫЕ НАРУШЕНИЯ

Элементы и формы складок

Формы поверхности складок весьма разнообразны и обычно очень сложны. Поэтому практически допускается приближенное построение складок исходя из геометрических свойств правильных поверхностей. В частности, на ограниченных участках может быть допущен способ построений, основанный на геометрических свойствах конической и цилиндрической поверхностей, которые

подробно рассматриваются в курсе «Горная геометрия». Ниже мы остановимся только на отдельных частях или элементах цилиндрической складки, рассматривая последнюю как физическое тело правильной геометрической формы.

На рис. 26 в перспективе (а) и разрезе (б) изображена поверхность складки. В ней различают:

а) крылья складки, приближающиеся к плоскостям боковые части этой поверхности ABA_1B_1 и CDC_1D_1 (AB и CD — на разрезе);

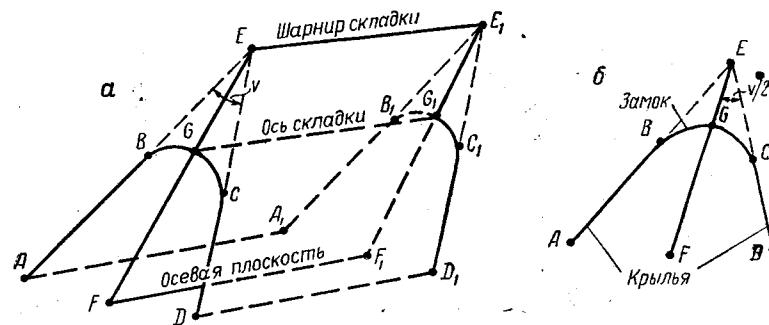


Рис. 26. Элементы складки

б) замок складки — часть поверхности складки BC , по которой происходит постепенный переход одного крыла в другое;

в) шарнир складки — линия EE_1 , по которой пересекаются продолженные крылья складки;

г) угол складки — двугранный угол AED (V) между крыльями складки;

д) осевая плоскость — поверхность EE_1FF_1 , проходящая через биссектрисы углов складки и ее шарнир. В осевой плоскости породы испытывают наиболее сильные напряжения и деформации. Следовательно, в этой зоне породы больше всего подвергаются смятию и дроблению — факторам, осложняющим проведение горных выработок;

е) ось складки — линия GG_1 , по которой осевая плоскость пересекается с поверхностью замка.

Для определения формы складки и ее пространственного положения важно знать элементы залегания складки, к которым относятся:

а) азимуты линии простираения и углы падения крыльев складки;

б) азимут линии простираения и угол падения осевой плоскости;

в) углы простираения и падения шарнира и оси складки;

г) угол складки.

Формы складок горных пород и угольных пластов могут быть самые разнообразные. Они зависят от многих причин, и в частности, от литологического состава и механических свойств пород. Так, песчаники часто образуют складки с большим радиусом кривизны (рис. 27), в то время как более пластичные породы, например глины и сланцы, под тем же давлением дают более сложные по форме складки.

По взаимному расположению элементов складки различают следующие их виды:

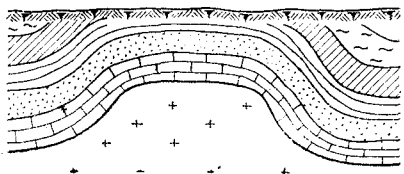


Рис. 27. Сундучная складка

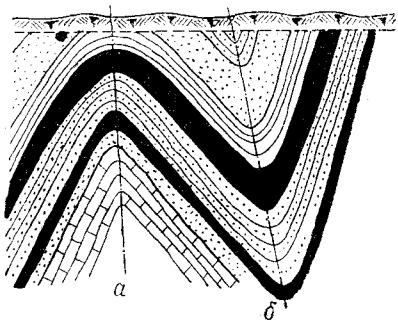


Рис. 28. Антиклинальная (а) и синклиналиная (б) складки в вертикальном разрезе

углами и осевая плоскость занимает вертикальное и симметричное положение. Встречаются они редко;

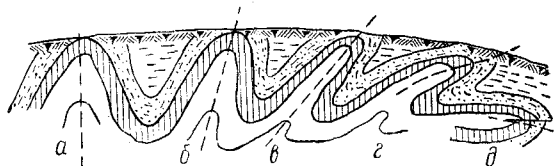


Рис. 29. Различные виды складок в зависимости от наклона осевой плоскости

б) косые складки (рис. 29, б), у которых крылья падают в разные стороны и имеют разные углы наклона;

в) опрокинутые складки (рис. 29, в), крылья которых падают в одну сторону в результате усиления бокового давления;

элементов складки различают следующие их виды:

1) по положению шарнира (оси) складки относительно крыльев различают антиклинальные и синклиналиные складки. Антиклинальной складкой называют такую, у которой падение крыльев направлено от оси (или шарнира) (рис. 28, а). Складку называют синклиналиной (рис. 28, б), если падение ее крыльев и осевой плоскости направлено в сторону оси (шарнира);

2) по углу наклона шарнира (оси) складки к горизонту различают горизонтальные, наклонные и вертикальные складки;

3) по углу наклона осевой плоскости к горизонту различают:

а) прямые складки (рис. 29, а), крылья которых падают в разные стороны под равными

г) лежащие складки (рис. 29, г) — характеризуются слабо-наклонным положением их осевых плоскостей;

д) перевернутые складки (рис. 29, д), у которых осевые плоскости совпадают с направлением одностороннего бокового давления;

4) по величине угла V различают складки:

а) нормальные (см. рис. 29), у которых угол складки больше 0° и меньше 180° ;

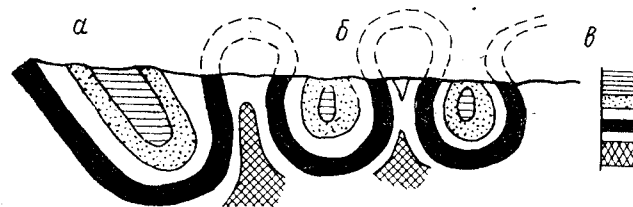


Рис. 30. Изоклинальная (а) и веерообразные (б) складки. Стратиграфическая колонка (в)

б) изоклинальные (рис. 30, а), у которых угол складки равен 0° и крылья складки параллельны между собой;

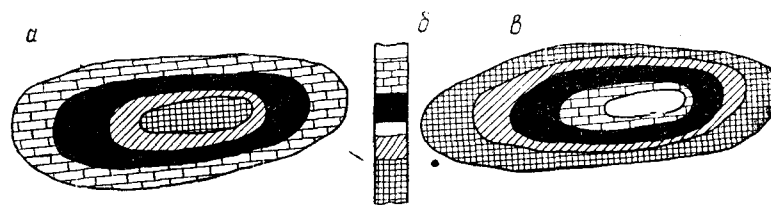


Рис. 31. Брахискладки в плане:

а — брахантиклинальная складка; б — стратиграфическая колонка; в — брахисинклиналиная складка

в) веерообразные (рис. 30, б), у которых ядро и шарнир расположены по одну сторону относительно замка складки. Складки антиклинальной и синклиналиной форм, у которых длина по простиранию складки в 5—6 раз больше ее ширины, называются соответственно брахантиклинальной (рис. 31, а) и брахисинклиналиной (рис. 31, в). У антиклинальной складки породы центральной части являются более древними, чем на периферии, тогда как у синклиналиной складки, наоборот, породы центральной части (ядра) относятся к более молодым отложениям, чем на периферии.

Наблюдения над складчатыми формами

Участки, осложненные пликативными нарушениями, шахтным геологом изучаются по материалам разведочных и эксплуатационных работ, а также на основании данных геологической съемки. Элементы залегания пород и угольных пластов в отдельных

и встречен дважды, например по линии NN' , когда угол ν — тупой или, наоборот, растянут, и по линии NN будет отсутствовать, когда угол ν острый (рис. 33).

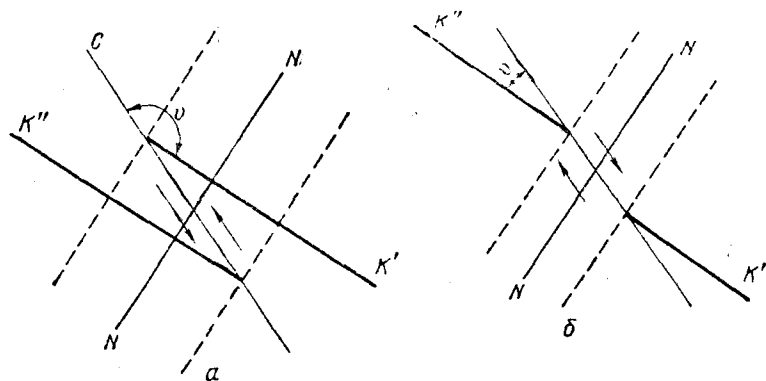


Рис. 33. Смещение пласта:

а — с перекрытием крыльев (удвоение пласта); б — с зиянием (растяжением) крыльев

О классификациях форм дизъюнктивов

Тектонические нарушения нередко сильно затрудняют эксплуатационные работы. Поэтому уже давно работникам горной промышленности пришлось заняться изучением и классификацией дизъюнктивов. Впервые классификацию дизъюнктивов стали вырабатывать маркшейдеры, которые, решая производственные задачи, вынуждены были заниматься изучением тектонических нарушений и практически определять местоположение смещенных частей угольных пластов. Вначале такие классификации были очень громоздки и сложны. Значительное упрощение в классификацию нарушений внесли русские ученые: так, П. М. Леонтовский в своей классификации в 1905 г. сократил число различных форм разрывов с нескольких сотен до 71. В 1907 г. В. И. Бауман предложил новую классификацию, в которой насчитывалось только 43 формы разрывов. Наконец, последняя классификация — выдающегося советского ученого П. К. Соболевского — еще более упростила представление о пространственном положении всех возможных форм дизъюнктивов.

В основу указанных геометрических классификаций были положены геометрические признаки дизъюнктивов, т. е. признаки всех возможных геометрических форм, которые могут получаться при сочетании трех плоскостей дизъюнктивов (сместителя и обоих крыльев) и их элементов в пространстве. Общим основным признаком геометрических классификаций является принятое в них направление перемещения смещенного крыла пласта, за которое принимается не действительное (истинное) направление

перемещения, а условное — перпендикулярно к линии пересечения пласта со сместителем.

В сравнительно недавние годы геологи стали создавать свои, геологические, классификации дизъюнктивов, с учетом их генезиса, механизма проявления и последовательности образования. Наиболее полно вопрос о разрывных нарушениях рассмотрен акад. М. А. Усовым, проф. И. А. Молчановым, а в последние годы А. А. Белицким, которые предложили классификации, основанные не на условных, а на действительных направлениях перемещения смещенного крыла, определяемых по ряду геологических признаков. Вместе с тем, в этих классификациях широко используются и геометрические признаки, горногеометрическая терминология дизъюнктивов и геометрическая методика их построения. В дальнейшем мы кратко изложим только основные формы дизъюнктивных нарушений, которые встречаются при разработке угольных месторождений.

Формы дизъюнктивов

Движение разорванных частей относительно друг друга по своему характеру может быть очень сложным, и поэтому практически эти движения рассматриваются как прямолинейные, поступательные. Сама форма разрывов зависит, с одной стороны, от взаимоотношения сместителя и пласта, а с другой от направления перемещения смещенного крыла пласта. Преобладающее количество тектонических нарушений с разрывом сплошности пород возникает при тангенциальных (боковых) напряжениях, при которых висячее крыло пласта перемещается относительно лежащего крыла по линии восстания сместителя. Получающиеся при этом многообразные формы разрывов можно свести к четырем основным: согласному и несогласному взбросу и прямому и обратному надвигу, которые и принимаются за исходные формы для составления геологической классификации.

Взбросы являются наиболее распространенными формами тангенциальных дизъюнктивов и характеризуются перемещением висячего крыла вверх по плоскости сместителя, т. е. по его восстанию.

Различают согласный и несогласный взбросы. При согласном взбросе сместитель и пласт падают в одну сторону, но сместитель падает круче пласта (рис. 34, а); если перемещение висячего крыла относительно лежащего происходит строго по восстанию, обязательно произойдет удвоение угольного пласта.

При несогласных взбросах пласты и сместитель падают в разные стороны. Несогласный взброс резко отличается от согласного тем, что у него в горизонтальном сечении крылья растягиваются по сместителю (рис. 34, б).

Прямой надвиг (по М. А. Усову) в большинстве случаев представляет результат развития согласного взброса. При последующих

тангенциальных движениях перемещение по сместителю возобновилось, но только со стороны висячего крыла, которое стало опускаться вниз. Другое объяснение этой формы дает А. А. Белицкий, который считает, что в данном случае происходило не опускание, а движение вверх висячего крыла (рис. 35, б).

Обратным надвигом называется такая форма дизъюнктива, при которой пласт и сместитель падают в одну сторону, как и при согласном взбросе, но, в отличие от последнего, сместитель падает

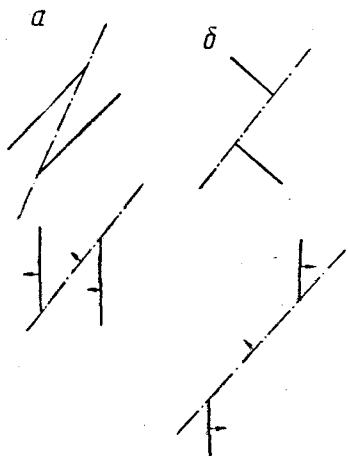


Рис. 34.

а — согласный взброс; б — несогласный взброс

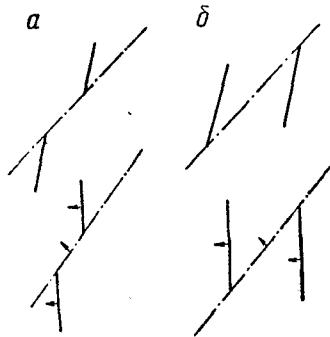


Рис. 35.

а — обратный надвиг; б — прямой надвиг

положе пласта (рис. 35, а). От этого нарушения, как видно из разреза, также происходит растяжение крыльев пласта по сместителю.

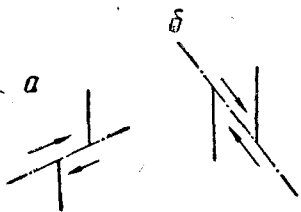


Рис. 36. Горизонтальное сечение:

а — прямой сдвиг; б — пересдвиг

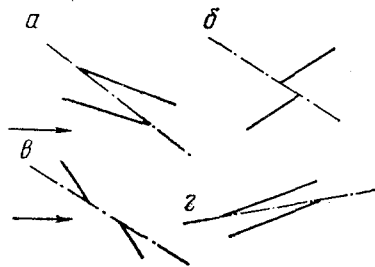


Рис. 37.

а — согласный подброс; б — несогласный подброс; в — обратный надвиг; г — прямой подвиг

Сдвиги представляют собой формы дизъюнктивов, при которых крылья пласта перемещаются в горизонтальном направлении по более или менее крутым сместителям. Различают собственно прямой сдвиг, при котором разорванные крылья раздвигаются

(рис. 36, а) и пересдвиг, при котором происходит перебрасывание, надвигание крыльев (рис. 36, б).

Все перечисленные формы дизъюнктивов представляют собой морфологически наиболее простые разрывы, при которых движение крыльев происходит или по восстанию сместителя (взбросы и надвиги) или по простиранью сместителя (сдвиги). Обычно же имеют место разрывы, при которых крылья перемещены в каком-то наклонном по отношению к элементам залегания сместителя положении.

При образовании дизъюнктивов возможно также перемещение не висячего, а лежащего крыла пласта (подвиги и подбросы). Однако такие дизъюнктивы при разработке месторождений не имеют практического значения (рис. 37).

Опыт разведки и разработки угольных месторождений показывает, что подавляющее большинство дизъюнктивов связано с проявлением тангенциального давления при образовании складчатых структур и менее значительная их часть вызывается силами вертикального (или радиального) направления. Главной формой радиальных дизъюнктивов являются нормальные или прямые сбросы, у которых висячее крыло опускается относительно лежащего крыла (рис. 38, а). В обратных же сбросах перемещение пород идет по лежащему боку сместителя (рис. 38, б). При обычных сбросах перемещение происходит в плоскости сместителя по его падению. Однако могут быть случаи и сбросов-сдвигов, висячее крыло которых перемещалось в некотором косом направлении.

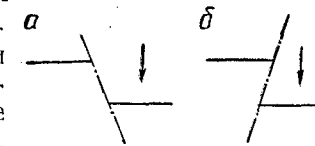


Рис. 38:

а — нормальный сброс; б — обратный сброс

Признаки дизъюнктивных нарушений

Внешнее сходство многих дизъюнктивов заставляет прибегать к дополнительным геологическим критериям для суждения об их характере и направлении смещения. Отдельные признаки дизъюнктивных нарушений и смещений приходится наблюдать как в естественных, так и в искусственных обнажениях пластов. Эти признаки должны быть тщательно исследованы, задокументированы и их положение в пространстве должно быть определено достаточно точно.

К числу таких признаков относятся: признаки на поверхности, метки движения, изгибы волочения пластов, зеркала скольжения пород, материал, заполняющий сместитель.

1. Признаки на поверхности. Трещины смещения нередко довольно отчетливо выражены на поверхности в скалистых обнажениях, выемках и оврагах, где можно измерить их элементы. В равнинной местности, где смещений непосредственно

не наблюдается, они устанавливаются при составлении пластовых карт картированием выходов пород на поверхность.

В данном случае при наличии смещений наблюдается стратиграфическое несоответствие между отдельными слоями: например, слои не следуют нормально друг за другом, часто исчезают и т. д. Хорошо обнаженная поверхность дает наглядную картину распределения смещений в горизонтальном сечении на значительных площадях. Однако необходимо иметь в виду, что по взаимному положению крыльев смещения только по выходам на поверхность нельзя точно установить направления перемещения крыла, так как разного вида перемещения могут дать одинаковый эффект.

2. Метки движения наблюдаются на поверхности сместителя в виде царапин, борозд, желобков и т. д. Обломок породы, находившийся в трещине, при движении оставляет след, причем в начале движения этот след будет тонким (узким) и затем, по мере раздавливания и истирания обломка, след утолщается (уширяется) и становится менее глубоким. При наблюдениях над метками движения нужно фиксировать, на каком крыле или боку ведется наблюдение; наряду с замерами элементов залегания пород и сместителя нужно обязательно определять азимуты направлений меток, ставя компас севером к уширенным частям меток. Иногда на одной поверхности сместителя наблюдаются метки движения нескольких направлений; в этом случае наряду с определением азимутов направлений каждой группы меток необходимо установить относительный их возраст с целью установления последовательности и очередности направлений в движении разорванной части.

3. Изгибы волочения или завороты крыльев в пластов. Породы и угольные пласты, перемещаясь в плоскости трещины смещения (сместителя), часто имеют следы волочения в частях крыльев, прилегающих к трещине. Иногда эти следы выражаются в виде резкой гофрировки слоев или в виде заворотов крыльев, которые своей выпуклостью часто указывают направление перемещения. В некоторых случаях разрыв пластов пород и угольных пластов сопровождается следами волочения отдельных оторванных кусков угля, остающихся на пути перемещения в трещине. Последнее обстоятельство дает возможность быстро найти смещенную часть угольного пласта. Общее направление перемещения части пласта также может быть установлено по стратиграфическому положению пород по обе стороны трещины.

4. Зеркала скольжения представляют собой полированные участки трещин смещений, на которых заметны следы движения смещенного крыла в виде штрихов, борозд, шероховатостей, обычно расширяющихся в направлении перемещения.

5. Сопутствующие мелкие трещины. Иногда основная трещина смещения по обе стороны сопровождается се-

рней мелких трещин, примерно той же самой ориентировки, которые могут служить признаком близости сместителя. Нередко сместитель является проводником для подземных вод, которые способствуют цементированию кусков различных пород и образованию брекчий трения и «глинки», если породы сильно перетерты.

Характер проявлений тектонических нарушений

Тектонические нарушения в различных угольных бассейнах и месторождениях проявляются далеко не в одинаковой степени. В одних случаях тектонические элементы являются настолько крупными, что в каждой обособленной структурной единице размещается несколько шахтных полей. В других же случаях многочисленные тектонические нарушения наблюдаются в пределах одного шахтного поля, во многих горных выработках. Поэтому с точки зрения практического изучения геологии угольных месторождений при их разработке все тектонические проявления можно подразделить на три основные группы: крупная, или основная, средняя, или дополнительная, и мелкая.

Крупная тектоника обуславливает общее тектоническое строение всего района угольного месторождения и сюда относятся основные антиклинальные и синклинальные складки и разрывные нарушения. Характер крупной тектоники определяет выбор и местоположение шахтного поля и общие условия эксплуатации, но в ходе работ не осложняет их и проявляется лишь в общем падении угольных пластов. Крупная тектоника начинает выявляться уже в первой стадии исследования угольного района, иногда при геологической съемке, и окончательно устанавливается при разведке.

Средняя тектоника возникает и развивается на фоне крупной, дополняя последнюю на отдельных участках района. Таким образом, средняя тектоника осложняет крупную, но не уничтожает черты основного строения месторождения, определяемые крупной тектоникой.

Средняя тектоника не всегда улавливается разведочными работами и устанавливается чаще всего в ходе шахтного строительства и при разработке месторождения. Характер средней тектоники в деталях может быть выяснен только по наблюдениям в целом ряде горных выработок, так как отдельная выработка вскрывает только часть тектонического нарушения и поэтому не решает вопроса о форме и характере встреченного нарушения для всего месторождения в целом.

Вследствие того, что средняя тектоника осложняет разработку угольных месторождений во многих тектонически нарушенных бассейнах, изучение элементов средней тектоники является основной работой шахтных геологов.

Мелкой тектоникой называют такие тектонические нарушения, характер которых выясняется одной горной выработкой. Эти нарушения сильно ослабляют устойчивость кровли и почвы

угольных пластов, способствуют засорению угля боковыми породами и тем самым осложняют проходку горноподготовительных выработок и эксплуатационные работы. В отдельных случаях, при сплошном развитии мелкой тектоники, целые участки шахтного поля могут оказаться непромышленными.

Наблюдения над дизъюнктивами и их документация

Смещения угольных пластов в горных выработках могут наблюдаться непосредственно или устанавливаться по ряду признаков, которые иногда настолько показательны, что дают возможность быстро решать вопрос о характере встреченного нарушения.

Для полного представления о встреченном нарушении и для определения его пространственного положения должны быть изучены и задокументированы все прямые и косвенные признаки, относящиеся к исследуемому смещению и измерению элементов залегания. Последние не всегда доступны непосредственному наблюдению и тогда о них приходится судить только по слабым дополнительным признакам. Естественно, что тщательные и систематические наблюдения над морфологией сместителей и характером пород, участвующих в образовании структур, дадут геологу в большинстве случаев достаточный материал для решения вопросов, возникающих при эксплуатации месторождения.

Крупные дизъюнктивные нарушения большей частью обнаруживаются с поверхности геологическим картированием и построением на картах или планах выходов пластов.

Положение нарушений, обнаруженных геологической съемкой, и их характеристика в дальнейшем уточняются дополнительными разведочными скважинами и проводимыми горными выработками; последние хотя и дают наиболее достоверную и полную характеристику дизъюнктивов, однако судить о форме дизъюнктивных нарушений, давать правильные прогнозы их распространения и решать соответствующие вопросы возможно только по совокупности наблюдений в горных выработках, результатов геологической съемки и разведки. Поэтому при встрече дизъюнктивов необходимо прежде всего проанализировать все маркшейдерские геологоразведочные и геологосъемочные материалы, которые могут иметь к ним отношение, тщательно осмотреть, зарисовать, измерить элементы залегания угольного пласта и сместителя, привязать их к ближайшим маркшейдерским точкам и нанести на маркшейдерские планы.

При наличии резко выраженной поверхности сместителя, с метками движения и бороздами скольжения, измеряются их элементы залегания. Если сместитель представлен зоной измененных и раздробленных пород, то последние описываются и измеряются их мощности. Большое значение для установления формы нарушения и положения смещенного крыла представляют породы, встреченные за сместителем (по другую его сторону). Они дол-

жны быть литологически подробно охарактеризованы с замером их элементов залегания; в отдельных случаях производятся зарисовки.

Для дополнительного последующего изучения следует в зоне нарушения отобрать наиболее интересные образцы пород и угля, характеризующие эту зону. Предполагаемые линии дизъюнктивных нарушений должны быть своевременно нанесены на маркшейдерские планы в карандаше с тем, чтобы при проектировании горных работ эти нарушения были учтены. После уточнения нарушений горными работами эти линии на плане закрепляются тушью.

Представления о нарушениях в горных выработках дают вертикальные разрезы вкрест простирания пород (в основном обнажения в выработках квершлагного типа). Однако при сложном распределении тектонических трещин наличие одних вертикальных разрезов является недостаточным.

Наиболее наглядное представление о характере и распределении нарушений может дать система горизонтальных разрезов, приуроченных к основным эксплуатационным горизонтам (погоризонтные планы).

Поэтому на разрабатываемых угольных месторождениях для правильного отображения всех существующих нарушений следует иметь не только геологические разрезы вкрест простирания пород, но и комплект систематически пополняемых погоризонтных планов горных выработок в масштабе 1:1000 и крупнее.

На погоризонтных планах необходимо наносить и вмещающие горные породы, вскрытые квершлагами, обозначив их условными знаками. Нарушения, встречаемые горными выработками, достаточно обозначать на этих планах условным знаком — красной чертой, с указанием их простирания и падения и номера страницы полевого журнала, куда заносятся результаты измерений (мощность, азимуты линий простирания и углы падения пласта до нарушения и в точке наблюдения).

Важное значение при документации тектонических нарушений имеют их зарисовки, по которым составляют планы и разрезы деталей нарушений в масштабе 1:100 или 1:200. В качестве примера ниже приводится документация некоторых из наблюдаемых дизъюнктивных нарушений в горных выработках.

На рис. 39, а изображен план нарушения угольного пласта в штреке горизонта 250 м одной из шахт Донбасса. Элементы залегания пласта $\alpha_p = 297^\circ$ и $\delta_p = 56^\circ$. В кровле и почве пласта, состоящего из двух пачек угля, залегает глинистый сланец. Характер поведения пласта у нарушения виден на плане. Резко выраженная плоскость сместителя не имела борозд скольжения. Элементы плоскости сместителя $\alpha_q = 270^\circ$ и $\delta_q = 60^\circ$. Сместитель представлен зоной нарушения перетертых пород (глинистых сланцев) мощностью 0,9 м. За зоной встречен крепкий глинистый сланец.

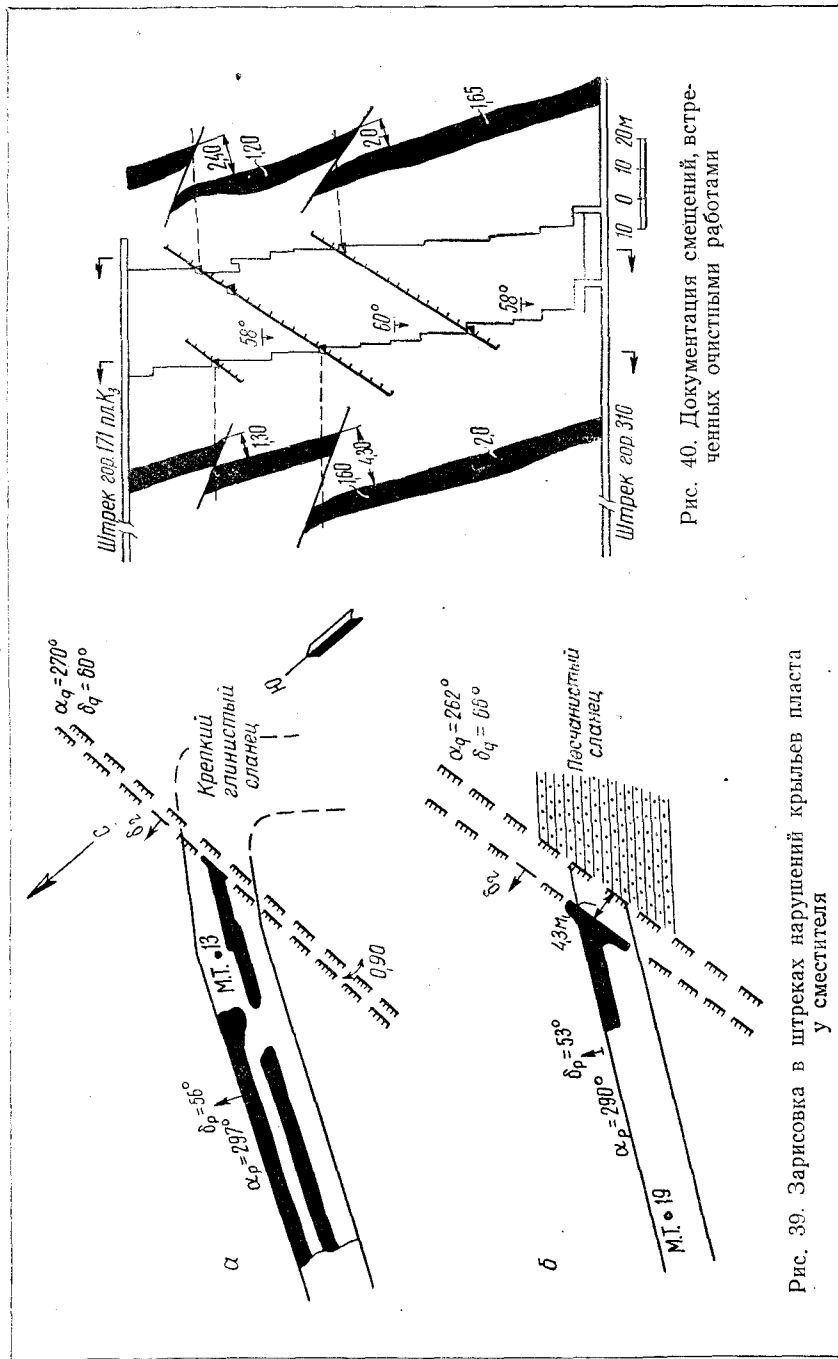


Рис. 40. Документация смещений, встреченных очистными работами

Рис. 39. Зарисовка в штреках нарушений крыльев пласта у сместителя

На рис. 39, б в плане изображено нарушение другого пласта того же горизонта. Элементы залегания пласта угля $\alpha_p = 290^\circ$, $\delta_p = 53^\circ$. В кровле пласта глинистый сланец, в почве — крепкий песчано-глинистый сланец. Элементы залегания резко выраженной плоскости сместителя $\alpha_q = 262^\circ$, $\delta_q = 66^\circ$. Сместитель представлен зоной нарушенных пород глинистого сланца мощностью 4,3 м. За этой зоной встречены песчанистые сланцы. На отдельных кусках породы нарушенной зоны отчетливо выделялись борозды скольжения. Поведение пласта у нарушения изображено на плане.

На рис. 40 изображен план нарушений, встреченных очистными работами по угольному пласту на горизонте 171/310 шахты Донбасса. План составлен в плоскости пласта. По штрекам на планах горных работ нарушения не отмечены. Характер нарушения пласта виден по составленным разрезам пласта, развернутым до совмещения с плоскостью чертежа. Элементы залегания угольного пласта $\alpha_p = 122^\circ$, $\delta_p = 58-60^\circ$. Сместители представлены в виде трещин. Переход из одной части пласта в другую совершался посредством печей.

Графическое изображение дизъюнктивов

Правильное и наглядное изображение дизъюнктивов имеет важное значение при их исследовании, а также при решении практических задач, в частности при поисках смещенного крыла пласта угля. Существует несколько способов графического изображения дизъюнктивов. Чаще всего они изображаются взаимно-перпендикулярными разрезами в горизонтальном, поперечно-вертикальном и продольно-вертикальном сечениях и, значительно реже, способами аксонометрических (блокдиаграммы) и стереографических построений.

Большой опыт, накопленный при исследованиях разрывных тектонических нарушений в Донцком и Кузнецком бассейнах, показал, что наиболее рациональным способом изображения этих нарушений следует признать метод проекций с числовыми отметками. Сущность этого метода сводится к изображению в горизонталях плоскостей сместителя и пласта в плане (проекция P_1 и P_2) и к построению линии их пересечения. Для этого прежде всего нужно знать элементы залегания указанных плоскостей (сместителя и пласта), а именно: азимуты их простирания α_1 и α_2 и углы падения β_1 и β_2 , которые замеряются в горных выработках (рис. 41). Поскольку плоскости сместителя и пласта изображаются на плане в горизонталях, то при их построении устанавливается так называемое «заложение», т. е. расстояние между двумя соседними горизонталями в плане (проекция). Например, для получения заложения на каком-либо участке с сечением горизонталей через 10 м (рис. 42) в масштабе плана строится прямоугольный треугольник, у которого катет OO_1 является вертикальным

расстоянием между двумя соседними горизонталями (например, между горизонталями с отметками 50 и 60 м), гипотенуза OB — истинная длина пласта между этими горизонталями и BO_1 — ее горизонтальная проекция — будет являться заложением. Очевидно, что для построения заложения требуется знать угол наклона пласта β . Таким образом, зная азимут простираемости плоскости α и угол наклона β , можно изобразить эту плоскость в проекции с числовыми отметками.¹

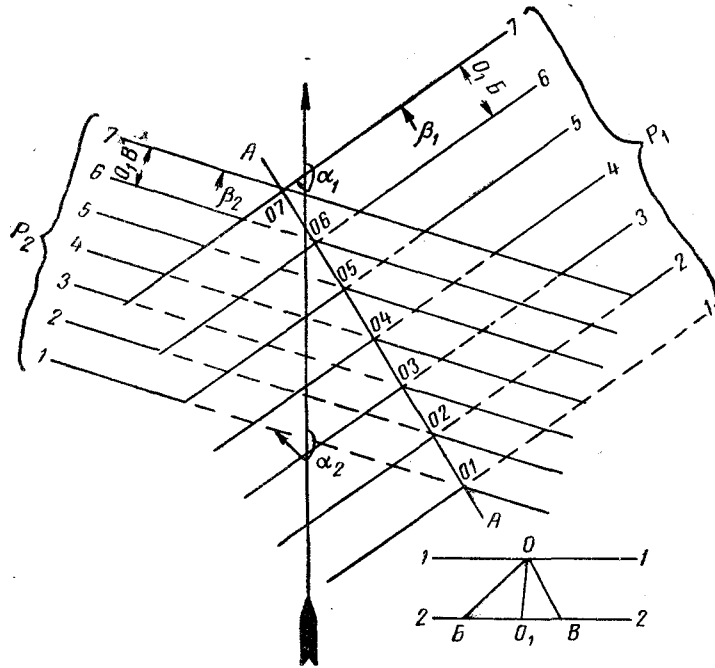


Рис. 41. Изображение двух пересекающихся плоскостей в проекции с числовыми отметками

На рис. 41 показано графическое изображение двух пересекающихся плоскостей, без перемещения разорванных крыльев пласта относительно друг друга. Если же висячее крыло переместится относительно лежачего, предположим, по восстанию сместителя (P_2) на 5 м, тогда и линия пересечения сместителя и пласта тоже переместится по восстанию сместителя на ту же величину 5 м и займет положение $A'A'$ с соответствующим увеличением высотной отметки каждой горизонтали на 5 м (рис. 43, а). Чтобы выяснить положение элементов разрыва в пространстве, необходимо изобразить его в числовых отметках в пределах двух

¹ Подробнее о проекции с числовыми отметками и графических задачах, решаемых в этой проекции, изучается в курсе „Горная геометрия“.

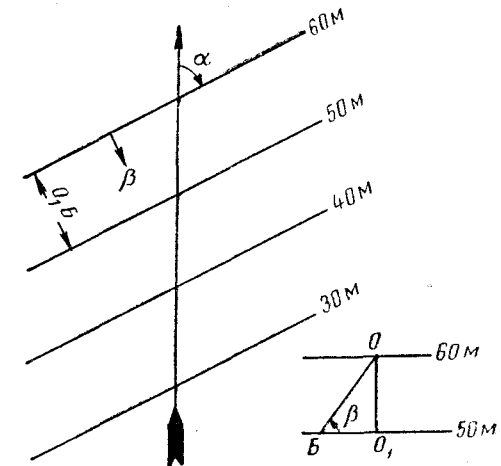


Рис. 42. Изображение плоскости с элементами залегания в проекции с числовыми отметками

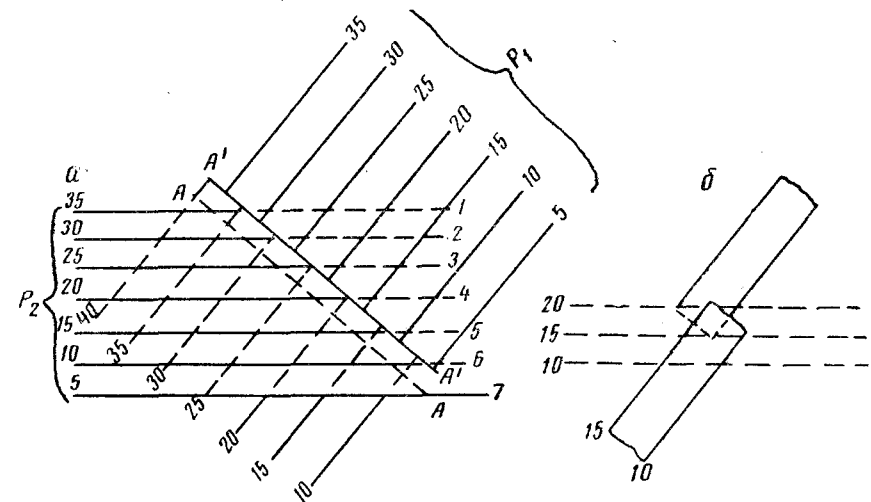


Рис. 43. Изображение разрыва с числовыми отметками:
 P_1 — пласт; P_2 — сместитель; AA — линия пересечения лежащего крыла со сместителем;
 $A'A'$ — линия пересечения висящего крыла со сместителем

любых горизонтов, так как только в этом случае можно видеть взаимное расположение крыльев пласта относительно друг друга, элементы залегания пласта и сместителя, линию их пересечения и направление перемещения разорванной части пласта (рис. 43, б).

В данном примере мы условно допустили, что перемещение висячего крыла происходило строго по восстанию сместителя, с амплитудой перемещения по вертикали в 5 м. В действительности же крыло может перемещаться в любом направлении и на любую величину. Величина амплитуды перемещения может быть

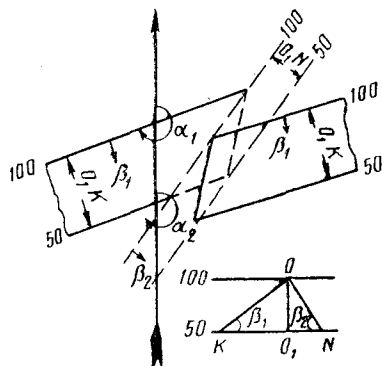


Рис. 44. Изображение разрыва в проекции с помощью двух горизонталей пласта и сместителя

определена только в тех случаях, когда представляется возможным установить точное местоположение в стратиграфическом разрезе пород по другую сторону сместителя и при условии знания направления движения смещенного крыла. Однако очень часто определить величину амплитуды перемещения крыла не представляется возможным и приходится удовлетворяться изображением формы разрыва с указанием только направления перемещения крыла.

Чтобы изобразить любую форму разрыва в проекциях с числовыми отметками, сначала вычерчивают в плане лежащее крыло пласта (предполагая его несмещенным) и сместитель на одном каком-либо горизонте, допустим, на горизонте с отметкой 100 м (рис. 44). Затем изображают то же крыло и сместитель на другом горизонте (например, с отметкой 50 м) по заложению пласта O_1K и сместителя O_1N , которые устанавливаются по замеренным углам падения β_1 и β_2 . Далее, зная направление перемещения висячего крыла относительно лежащего крыла, находят положение крыльев пласта. Как видно из изложенного, при изображении тектонического разрыва в проекции, формы и размеры отдельных элементов разрывов искажаются. Вместе с тем, иногда для решения практических задач требуется знание истинных значений

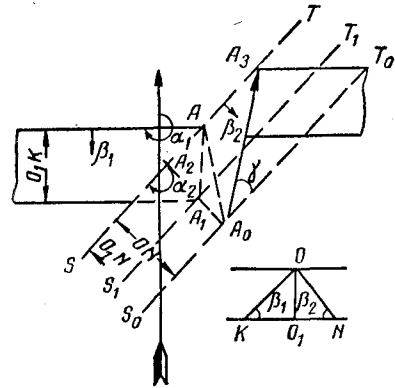


Рис. 45. Нахождение совмещенного положения с планом сместителя и линии пересечения пласта со сместителем способом вращения

элементов. Допустим, необходимо определить истинное положение линии пересечения AA_1 (рис. 45) лежащего крыла пласта со сместителем, элементы залегания которых $\alpha_1 \beta_1$ и $\alpha_2 \beta_2$ заданы, а также нужно провести линию перемещения висячего крыла пласта, которая составляет с простираем сместителя угол γ . Для этой цели путем вращения плоскости сместителя вокруг линии его простираения ST совместим данную плоскость с планом. При этом точка A_1 , перемещаясь по линии A_0A_2 перпендикулярно оси вращения ST , при совмещении сместителя с планом займет положение A_0 на расстоянии $A_0A_2 = ON$ от оси. В результате получаем совмещенное положение плоскости сместителя S_0T_0 , а также линии пересечения пласта со сместителем AA_0 . Зная угол γ , можно в точке A_0 под этим углом провести линию перемещения A_0A_3 и, следовательно, более точно определить взаимное расположение крыльев пласта.

§ 5. ИЗУЧЕНИЕ И РАЗВЕДКА ДИЗЬЮНКТИВОВ ПРИ ОТЫСКАНИИ СМЕЩЕННОЙ ЧАСТИ ПЛАСТА

Изучение тектоники месторождения шахтным геологом имеет большое практическое значение при поисках смещенных частей угольных пластов в ходе разработки месторождения. В этом случае от шахтного геолога требуется правильное и быстрое решение вопроса о положении смещенного крыла, так как при встрече нарушений происходит остановка отдельных забоев, а иногда и целых участков на длительное время. Кроме того, зная расположение смещений, можно в отдельных случаях во-время остановить горные работы, например для предохранения от возможного затопления горных выработок.

Шахтный геолог по данным наблюдений и в результате тщательного анализа всех имеющихся материалов должен дать заключение о характере и типе нарушения и о возможном местоположении смещенной части угольного пласта. Если же имеющихся данных для такого заключения будет недостаточно, он должен поставить вопрос о разведке встреченного нарушения.

Существуют два основных направления в методике таких поисков: геологическое, основанное на целом ряде прямых или косвенных геологических признаков и показателей, и горногеометрическое (маркшейдерское), являющееся по существу методом геометрического анализа возможных дизъюнктивных форм. В практике исследований дизъюнктивов оба метода должны дополнять друг друга.

Формы и виды тектонических нарушений чрезвычайно разнообразны и имеют свои особенности не только в различных угольных бассейнах, но и в отдельных районах, в зависимости от господствующих в них общего характера дизъюнктивов и типа складчатости. Поэтому для правильного понимания отдельных нарушений угольных пластов необходимо рассматривать эти

нарушения в тесной связи с общей тектоникой района месторождения, так как только на основании ее закономерностей можно в известной степени определить господствующие формы нарушений на данном месторождении. Так, например, установлено, что в Кузнецком бассейне наибольшее распространение имеют согласные взбросы с перекрытием разорванных крыльев, что является важной геологической предпосылкой при изучении вновь встреченного нарушения. Поскольку необходимой предпосылкой для правильного решения задачи поисков смещенной части является знание формы и характера смещения, то при встрече горной выработкой тектонического нарушения прежде всего выясняется, проявилось ли это нарушение в других выработках, на других горизонтах и в какой форме, а также имеет ли оно отражение на земной поверхности. Совершенно очевидно, что если данное нарушение уже встретилось ранее, задача поисков смещенной части будет значительно проще. Если же встреченное горной выработкой нарушение является новым, то при его обследовании необходимо произвести наблюдения для установления его формы и типа и для определения направления движения смещенной части угольного пласта. Тектонические нарушения легче всего расшифровываются в мелкой тектонике, когда одной и той же выработкой вскрывается как само нарушение, так и оба разорванных крыла угольного пласта.

Гораздо сложнее обстоит дело тогда, когда смещенное крыло не наблюдается в забое и разрывное смещение лишь частично обнаруживается одной горной выработкой.

Поскольку исследование нарушения начинается с определения элементов залегания сместителя, то положение последнего в отношении угольного пласта имеет существенное значение. Например, если сместитель пересекает угольный пласт под прямым углом или под углом, близким к прямому, то линия пересечения пласта и сместителя выделяется достаточно рельефно и определение элементов последнего обычно не представляет затруднений (рис. 46, а). В тех случаях, когда сместитель пересекает пласт по простиранию и падению под острым углом, линия встречи пласта со сместителем в площади забоя проходит по пласту, почве или кровле пласта. Например, если наблюдения показывают, что угольный пласт начинает постепенно срезаться с кровли или почвы, то очевидно, что сместитель проходит в этом же месте и его положение также легко определяется. Однако довольно часто забой осложняется дополнительными трещинами и смятой зоной пород. В таких случаях правильно определить положение сместителя и направление перемещения смещенного крыла можно только путем тщательного разбора и анализа следующих геологических признаков: характера проявления сместителя, признаков смещения и литологического состава пород в боках сместителя.

а) Характер проявления сместителя определяется соотношением элементов залегания пласта и сместителя. Если последний имеет падение согласное или близкое к согласному с угольным пластом, т. е. пересекает пласт под острым углом, то при разрыве пласта не возникает сильно деформирующих напряжений, и сам угольный пласт, как и породы в боках сместителя, почти совсем

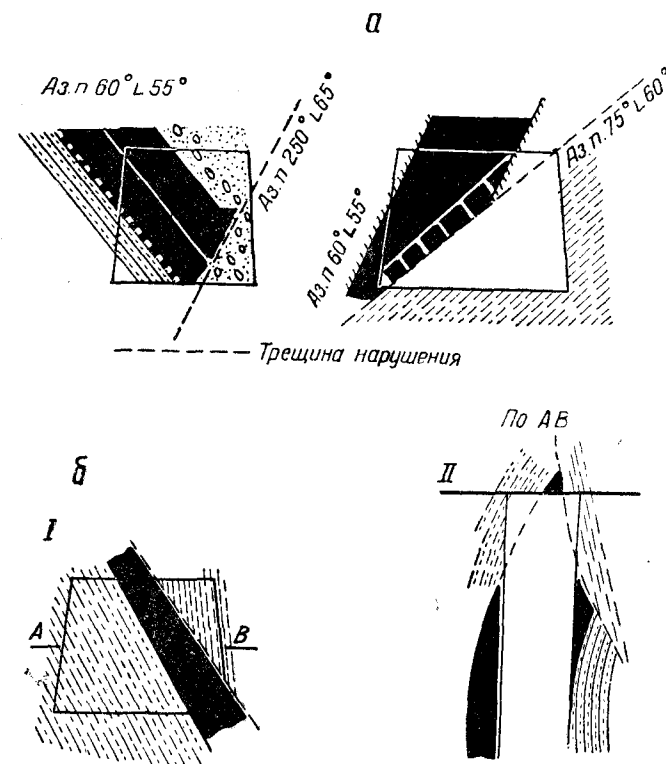


Рис. 46. Нарушения, вскрытые горными выработками

не претерпевает деформации. Значительно большие напряжения будут создаваться при пересечении сместителем угольного пласта под большими углами. В таких случаях пласт угля и породы будут смяты больше, а поверхности сместителя будут отличаться шероховатостью и волнистостью. Например, в случаях несогласного взброса, особенно, когда угольный пласт пересекается сместителем почти под прямым углом, при разрыве и растяжении пласта имеет место сильное трение, в результате чего породы и уголь в боках сместителя сильно деформируются, образуя зоны смятия. Таким образом, для продольных нарушений характер проявления сместителя может служить одним из критериев в определении типа смещения и направления перемещения смещен-

ного крыла угольного пласта. Гладкое срезание пласта трещиной и спокойное залегание пород в боках сместителя будут указывать на то, что встреченный в забое дизъюнктив вероятнее всего может быть отнесен к согласному взбросу или к прямому надвигу, а следовательно, в горизонтальном сечении пласт будет сдвоен. Напротив, неровное, волнистое срезание пласта трещиной, сильно нарушенные породы в боках сместителя, иногда наличие целой зоны смятия должны указывать на то, что данный дизъюнктив может быть отнесен к несогласному взбросу или к обратному надвигу, и в горизонтальном сечении пласт будет растянут.

б) Признаки смещения широко используются при поисках смещенной части угольного пласта. В частности хорошие и надежные результаты дают завороты угольных пластов. Направленные движения разорванного крыла определяется также характером борозд скольжения на поверхности трещины смещения, которые заслуживают самого тщательного исследования, со взятием специально образца для рассмотрения его под бинокулярной лупой. Образец должен быть ориентирован в отношении стран света и его положения в трещине. Для этого на его поверхности проводят линии падения и простирания поверхности трещины. Сама форма и глубина борозды может указать на направление движения. Так, например, глубина борозды по мере истирания и раздавливания кусочка породы постепенно уменьшается в направлении движения смещенного крыла и форма ее становится расплывчатой и неясной.

в) Литологический состав пород в боках сместителя может служить достаточно надежным критерием для определения его плоскости и направления поисков смещенной части угольного пласта только в тех случаях, когда хорошо известны нормальный разрез толщи, вмещающей угольный пласт, ее состав, строение и структура. Например, на рис. 46, б видно, что порода почвы пласта в забое оказалась той же, что и в нормальном разрезе, тогда как в кровле полосчатый песчаник сменен аргиллитом. Так как этот аргиллит в нормальном разрезе стратиграфически залегает выше пласта угля, то ясно, что угольный пласт согласно рис. 46, б следует искать влево от штрека.

Крупные и средние дизъюнктивы нередко сопровождаются серией однотипных мелких нарушений, полностью вскрываемых одной горной выработкой. Элементы и формы залегания таких мелких тектонических проявлений также могут быть использованы при поисках смещенной части угольного пласта. Например, на рис. 47, а мелкие смещения, вскрытые горной выработкой, представляют собой нормальные надвиги с перекрытием крыльев. Вероятно, что и основное смещение также будет надвигом и, следовательно, смещенная часть пласта угля должна находиться в кровле выработки.

Если же мелкие смещения являются сбросами, то можно предположить, что и основное смещение также будет сбросом, и утерянный угольный пласт в таком случае следует искать в почве выработки (рис. 47, б).

Если за сместителем обнаруживаются породы кровли или почвы угольного пласта, стратиграфическое положение которых определяется по нормальному разрезу (колонке) района месторождения, то направление поисков устанавливается относительно легко. Однако это возможно только в том случае, когда известно,

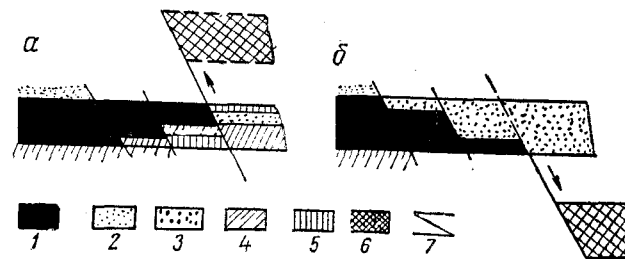


Рис. 47. Мелкие нарушения в забое выработки:

1 — уголь; 2 — тонкозернистый кварцевый песчаник; 3 — аркозовый песчаник; 4 — глинистый сланец; 5 — алевролит; 6 — угольный пласт в смещенном крыле; 7 — линия нарушения

что выработка подошла к смещению со стороны ненарушенного крыла угольного пласта. Например, если в нормальном разрезе угленосной толщи (рис. 48) в 10 м над угольным пластом залегает глинистый сланец с фауной, а на 15 м ниже угольного пласта лежит слой конгломерата с яшмовой галькой, то при встрече за нарушением глинистого сланца с фауной следует, что встреченное нарушение представляет сброс с понижением на 10 м сброшенного крыла по нормали. В случае встречи за нарушением конгломерата с яшмовой галькой будет взброс с перемещением вверх разорванного крыла на 15 м по нормали.

Другое представление о типе смещения в данном примере мы будем иметь, если допустим, что горная выработка подошла к сместителю со стороны нарушенной части угольного пласта. Тогда, приняв за ненарушенную часть те породы, которые встречены за сместителем, мы в первом случае будем иметь форму нарушения — взброс, во втором сброс. Следует иметь в виду, что в определении положения угольного пласта и пород за сместителем важное значение имеют руководящие горизонты, характерные по литологическому составу или содержащие флору, фауну, как, например, «проводники» — тонкие пласты, залегающие в кровле или почве основных угольных пластов.

По всем указанным выше геологическим признакам устанавливается истинное направление движения смещенной части угольного пласта и форма самого нарушения. Но часто эти признаки отсутствуют и, кроме того, перемещения в разных направлениях

могут создавать одинаковое видимое положение крыльев. Поэтому в таких случаях пользуются условным направлением перемещения в плоскости сместителя; перпендикулярно к линии скрещения, считая, что условное направление является кратчайшим расстоянием до смещенной части залежи.

Для выяснения формы тектонических нарушений при определении направления поисков смещенного крыла пласта были разработаны и предложены также аналитический и графический спо-

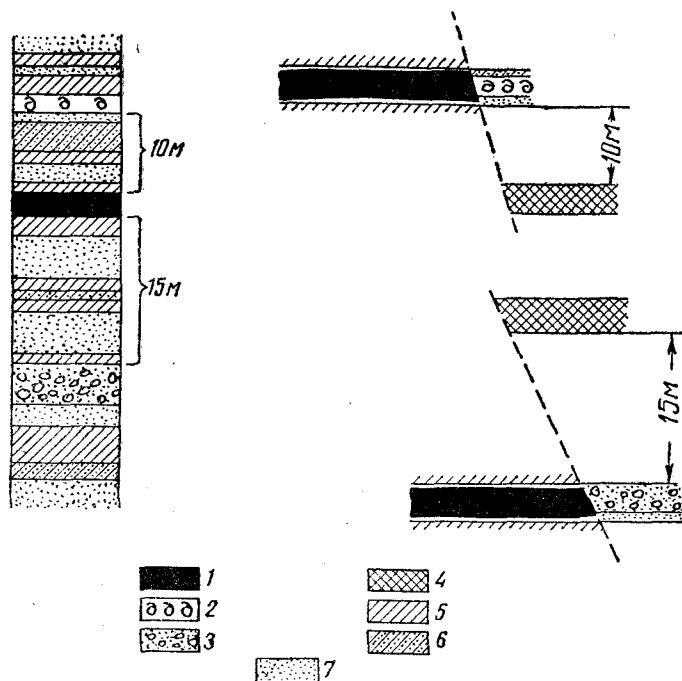


Рис. 48. Установление перемещения крыла по геологическому разрезу:

1 — уголь; 2 — глинистый сланец с фауной; 3 — конгломерат с яшмовой галькой; 4 — угольный пласт в смещенном крыле; 5 — глинистый сланец; 6 — песчано-глинистый сланец; 7 — песчаник

собы, которые нашли себе широкое применение среди шахтных геологов Кузнецкого бассейна.

Ниже мы рассмотрим оба эти способа, предложенные А. А. Белицким для сложных диагональных разрывов.

При аналитическом способе пользуются формулой

$$l = H \left(\operatorname{ctg} \delta_1 + \operatorname{ctg} \delta_2 \cdot \cos \omega \pm \frac{\operatorname{ctg} \gamma \cdot \sin \omega}{\sin \delta_2} \right), \quad (1)$$

где l — видимое горизонтальное смещение пласта, измеренное вкрест его простирания, которое может быть положительным или отрицательным. При совпадении направ-

ления величины l с падением пласта берется знак (+) при несовпадении берется знак (—). Величина l при этом всегда измеряется в направлении от лежащего крыла к висячему (рис. 49, 50);

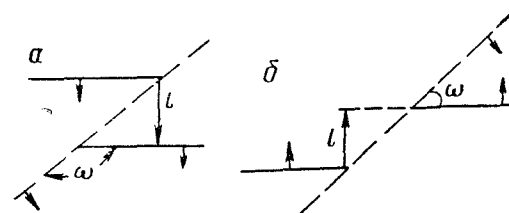


Рис. 49. Положительное значение в согласнопadaющих разрывах соответствует сдвигу (а), в несогласнопadaющих — зиянию пласта (б)

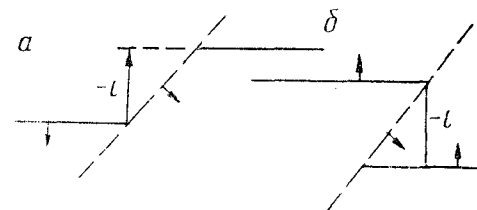


Рис. 50. Отрицательное значение в согласнопadaющих разрывах соответствует зиянию (а), а в несогласнопadaющих — сдвигу пласта (б)

H — вертикальная высота перемещения;

δ_1 — угол падения пласта;

δ_2 — угол падения сместителя;

ω — угол встречи пласта и сместителя — вершина угла, относительно которого стрелки, указывающие падение пласта, направлены навстречу друг другу;

γ — угол между простиранием сместителя и направлением штрихов перемещения на плоскости сместителя.

При определении знака перед дробью необходимо придерживаться следующего правила: если повернем план, изображающий разрыв, так, что сместитель будет падать на нас, то в случае, когда пласт будет падать направо, нужно брать знак (+), а если налево, то знак (—).

Для того чтобы аналитическим методом установить характер нарушения и соответственно положение смещенного крыла пласта, в забое необходимо получить следующие данные:

а) азимут и угол падения пласта (α_1 и δ_1);

б) азимут и угол падения сместителя (α_2 и δ_2);

в) угол наклона штрихов, образовавшихся на плоскости сместителя к горизонту, лежащей в плоскости сместителя (γ).

Например, после исследования встреченного разрыва в забое были получены следующие данные: $\delta_1 = 45^\circ$, $\delta_2 = 70^\circ$, $\omega = 133^\circ$ и $\gamma = 42^\circ$. Подставим эти величины в выражение, стоящее в скобках формулы (1),

$$\text{ctg } 45^\circ - \text{ctg } 70^\circ \cos 133^\circ + \frac{\text{ctg } 42^\circ \cdot \sin 133^\circ}{\sin 70^\circ}.$$

По таблицам натуральных тригонометрических величин находим:

$\text{ctg } 45^\circ = 1$	$\text{ctg } 42^\circ = 1,111$
$\text{ctg } 70^\circ = 0,364$	$\sin 133^\circ = 0,731$
$\cos 133^\circ = 0,682$	$\sin 70^\circ = 0,940$

Подставив эти величины в формулу, получим:

$$1000 - (0,364 \cdot 0,682) + \frac{1,111 \cdot 0,731}{0,940} = 1,612,$$

т. е. положительную величину; следовательно, положительной величиной является и l , и форма разрыва будет характеризоваться сдвоением пласта (рис. 49, а).

При графическом способе, зная те же величины, замеренные в забое, а именно:

- угол падения пласта $\delta_1 = 45^\circ$;
- угол падения сместителя $\delta_2 = 70^\circ$;
- угол встречи пласта и сместителя $\omega = 133^\circ$;
- угол между простиранием сместителя и штрихом $\gamma = 42^\circ$,

можно разрыв изобразить графически и по графику определить форму данного разрыва и направление перемещения искомого крыла.

Для этого вначале изображаем известное крыло и сместитель в проекциях с числовыми отметками (рис. 51). Затем находим совмещенное положение сместителя и линии пересечения пласта со сместителем. Далее, в точке A_0 проводим под углом 42° линию направления перемещения смещенного крыла пласта (A_0A_2) и таким образом находим взаимное расположение разорванных частей пласта относительно друг друга. Из чертежа видно, что в данном случае разрыв имеет форму, соответствующую взбросо-сдвигу.

В разное время маркшейдерами было предложено много различных правил по отысканию потерянной части угольных пластов. Однако вследствие большого разнообразия форм дизъюнктивов, эти правила не получили широкого применения; применение таких правил заранее связывается с определенными и предварительными данными о смещениях, которые на практике не всегда бывают известны. В частности, П. М. Леонтовский и В. И. Бауман свои правила строили исходя из известного относительного расположения смещенных частей, т. е. когда уже известен тип смещения, если же тип смещения остается невыясненным, то эти правила неприменимы.

Для отыскания смещенной части главным условием является четкая и систематическая документация нарушения при разведке и в горных выработках и правильная обработка этой документации. В решении сложных задач при поисках смещенных частей есть общие положения, которые могут быть сведены к следующему: при встрече нарушения в горной выработке замеряют элементы залегания

угольного пласта и сместителя и устанавливают, со стороны какого крыла выработка подошла к сместителю. По ряду геологических признаков (борозды, штрихи, завороты) устанавливают тип смещения, т. е. устанавливают одно из двух возможных направлений движения в плоскости смещения. Затем определяют угол γ в плоскости сместителя и возможное расположение крыльев нарушения. Если перечисленные факторы не позволяют установить направление, в котором следует искать смещенную часть угольного пласта, то проводят разведку смещенной части буровыми скважинами с поверхности или из горных выработок. После того как установлено расположение искомого крыла в отношении первого, определяют величину (амплитуду) перемещения. Последняя определяется по выходам смещенного крыла на поверхность, по планам горных выработок, вскрывших оба крыла смещения, или по стратиграфическим сопоставлениям (геологическим разрезам) пород одного крыла относительно смещенного другого. Затем строят поверхность смещенного крыла на плане в горизонталях по его элементам залегания. Если последние неизвестны, то поверхность строят по элементам залегания того крыла, со стороны которого подошли к сместителю. По полученному плану уже решают вопрос — в каком направлении задать горную выработку на смещенную часть угольного пласта.

В тектонически нарушенных бассейнах шахтный геолог может встретить разнообразные формы нарушений, которые часто невозможно заранее предугадать, и только в каждом отдельном случае тщательный анализ всех геологических факторов, наряду с геометризацией, даст возможность правильно расшифровать встреченное нарушение.

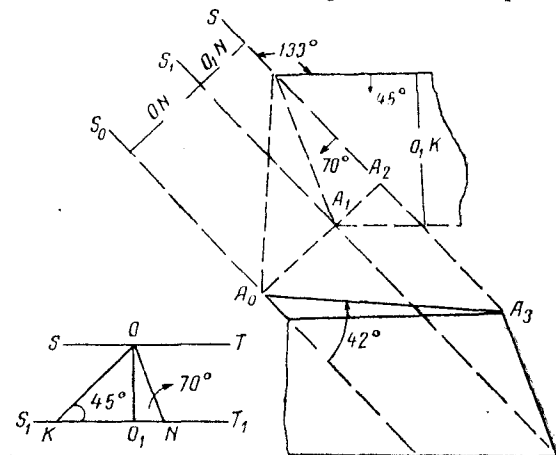


Рис. 51. К примеру определения направления поисков всячего крыла (по А. А. Белицкому)

Глава VII

ТРЕЩИНОВАТОСТЬ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ И ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД (КЛИВАЖ)

§ 1. ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Пласты угля, а также породы кровли и почвы очень часто бывают разбиты трещинами различного размера, которые обычно располагаются в строго определенных направлениях. Наличие систем таких видимых или скрытых трещин вызывает у угля и пород возможность раскалывания по какому-нибудь одному или нескольким направлениям с образованием различных форм отдельностей: столбчатой, кубической, призматической, плитчатой и др.

Явление трещиноватости в угольных пластах и породах носит название «кливаж». Трещиноватость или кливаж появляются под воздействием внешних сил (экзогенных) или под действием процессов, происходящих в самом пласте (эндогенных). Эндогенная трещиноватость является результатом физического и химического изменений вещества углей или пород за счет сокращения их объема при потере влаги и явлениях диагенеза. Трещиноватость, которая вызывается напряжением под влиянием сил внешнего давления, носит также название тектонической, а кливаж соответственно называют экзогенным или экзокливажем. Наконец, трещиноватость в угольных пластах и вмещающих породах может быть вызвана при эксплуатационных работах искусственно: нарушением равновесия пород при проходке горных выработок, при очистных работах, при ослаблении сопротивления угля горному давлению из-за частичной его выемки. Такого рода кливаж называют «эксплуатационным».

Прирожденная трещиноватость (эндокливаж) характеризуется тремя взаимно сопряженными системами трещин, одна из которых совпадает с плоскостью пласта, а две другие нормальны к первой и перпендикулярны друг к другу. Первая из этих систем выражена более отчетливо и является основной или главной, другие же, менее отчетливые, носят название торцевых или второстепенных.

В углях эндокливаж обычно проявляется в виде сгущенной системы трещин, расстояния между которыми измеряются сантиметрами и даже миллиметрами. Эндокливаж наблюдается во всех углях. В бурых углях, а также в длиннопламенных и газовых развиты преимущественно толстостолбчатые отдельности размерами до 5—10 и более сантиметров; блестящим углям типа кларена и витрена свойственны тонкоплитчатые отдельности. Очень хорошо развита трещиноватость в тощих углях и антрацитах. Плоскости трещин эндокливажа не несут каких-либо следов трения; часто, особенно в однородных блестящих углях, наблюдаются так называемые глазковые структуры (например, в Ткибульском, Черемховском месторождениях). Глазки представляют собой своеобразные поверхности раскалывания, нередко с радиальной лучистостью; в некоторых случаях они оказываются плоскими, но чаще бывают вогнутыми или выпуклыми. Различают также раковистую, табличчатую, ленточную и другие виды поверхностных плоскостей трещин.

В породах прирожденная трещиноватость обычно выражена менее резко, чем в углях, и неодинаково для различных пород, в зависимости от их пластичности. В глинистых сланцах размеры отдельностей в общем колеблются от 3 до 15 см; в таких крупнозернистых породах, как песчаники, кливажные трещины располагаются по сравнительно редкой сетке с расстоянием между трещинами в десятки сантиметров.

Отличительными признаками при определении эндогенных трещин являются следующие:

1) основная или главная плоскость выделяется более отчетливо, чем торцевые, и образует в забое и на кусках отбитого угля крупные, ровные и гладкие грани. Местами трещиноватость по основной плоскости появляется настолько интенсивно, что весь угольный пласт кажется состоящим из тонких пластинок, ориентированных параллельно этой плоскости;

2) поверхности торцевых трещин всегда нормальны или почти нормальны к поверхности напластования, а линии скрещения трещин перпендикулярны к кровле и почве пласта;

3) обе торцевые плоскости взаимно сопряжены и почти перпендикулярны друг к другу, поэтому, заметив одну плоскость, легко отыскать другую;

4) торцевые плоскости выражены значительно слабее в смысле густоты и ясности их проявления. В забое и на отбитых кусках угля они проявляются в виде мелких граней, срезающих под прямым углом выступы пластин, выкалывающихся по основной плоскости;

5) одинаковая направленность природенной трещиноватости отличается значительным постоянством и характерна для смежных угольных пластов. Поэтому, зная направление этих трещин

на каком-либо участке одного пласта, можно горные выработки проводить с учетом этого направления на других участках и в других угольных пластах.

Известным признаком природной трещиноватости является также наличие в трещинах минеральных отложений: кальцита, пирита, каолина. По стенкам тектонических трещин минеральные образования также могут выделяться, но эти выделения являются менее характерными.

Другая группа трещиноватости — тектоническая обязана своим происхождением срезающим напряжениям, возникающим при сжатии угленосных отложений. Такая трещиноватость более всего распространена в местах интенсивной складчатости, т. е. развития динамических усилий. Направление, размеры и количество трещин тектонического происхождения зависят от структуры месторождения, физических свойств угля или пород, а также от силы, направления и длительности давлений. Более или менее общим признаком тектонической трещиноватости являются следы трения в виде штриховатых или ступенчатых поверхностей отдельных трещин. Тектоническая трещиноватость обычно представлена двумя системами взаимно перпендикулярных и наклоненных в разные стороны трещин. Иногда развивается несколько систем тектонических трещин, разбивающих уголь на многочисленные отдельные неправильных форм. Чаще всего тектонические трещины имеют небольшие размеры (2—10 см) и располагаются в плоскости напластования произвольно.

Общими признаками эксплуатационных трещин, образующихся при ведении горных работ под влиянием давления пород в выработанном пространстве, будут следующие:

1) трещины образуются вблизи подготовительных и очистных забоев;

2) общее направление главных трещин параллельно груди забоя;

3) при изменении направления плоскости забоя изменяется и направление трещин, причем они искривляются, огибая выступы забоя и следуя направлению его стенок;

4) в узких выработках — в печах, штреках и др. трещины в кровле искривляются в сторону движения забоя.

Трещины, образующиеся при ведении горных работ, будут иметь всегда матовые поверхности, без всяких следов притирания и ровные — без струйчатых поверхностей; кроме того, поверхности трещин, проходящие по углю, часто бывают покрыты угольной пылью.

Шахтный геолог должен уметь правильно различать природу трещиноватости, потому что каждому типу трещин свойственны свои закономерности расположения и проявления, которые в совокупности определяют горнотехнические условия разработки угольных месторождений.

§ 2. НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ТРЕЩИНОВАТОСТЬЮ И ИХ ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Результаты наблюдения за трещиноватостью в горном деле могут быть использованы при выборе наиболее рациональных методов управления кровлей, при выборе направления движения очистных забоев горноподготовительных выработок, а также при выборе системы разработки. Например, известно, что в угольных пластах, склонных к внезапным выбросам газа, очистные работы, в целях безопасности, рекомендуется ориентировать в направлении, перпендикулярном к трещинам. В пластах же газоносных, но не склонных к внезапным выбросам, наоборот, в целях меньшей газоотдачи, иногда выработки ориентируют по кливажу.

При трещиноватой кровле, а также при разработке мощных пластов угля для большей устойчивости желательно избегать совпадения забоев лавы с направлением каких бы то ни было трещин. Примером может служить случай при разработке пласта Горелого в Кузнецком бассейне, когда линия забоя почти совпала с направлением основной трещиноватости. Вследствие этого по плоскостям основной трещиноватости отделялись глыбы угля, которые давили и ломали крепь, и выработки выходили из строя. После же изменения направления очистных забоев не было ни одного случая обрушения кровли и потери угля были резко снижены.

Известно также, что при добыче уголь легче всего отбивается «слоями», заключенными между основными плоскостями приложенной трещиноватости. Поэтому, определяя направление этих плоскостей, шахтный геолог тем самым дает возможность эксплуатационникам располагать забои горных выработок с учетом наиболее благоприятных условий выемки.

Наблюдения над трещиноватостью в горных выработках в основном сводятся к измерению их элементов, к описанию характера поверхности трещин (гладкие, штриховатые, струйчатые, волокнистые и т. д.), типов и форм отдельностей. Описанию также подлежат материал заполнения трещин и, кроме того, минеральные включения, с указанием их характера: кристаллы, примазки, натеки, налеты и т. д. При наличии двух и более систем трещиноватости (кливаж) следует выделять главные и второстепенные системы по степени выраженности каждой из них. Замеры для каждой системы трещин в одном забое или выработке нужно делать многократно, с целью получения средних величин. Замеры элементов залегания (азимуты направления и падения трещин и угол падения) трещин производятся горным компасом, в основном в тех точках, где замеряются элементы залегания угольных пластов. При наблюдениях над трещиноватостью в полевой книжке следует записывать:

а) место наблюдения в горной выработке;

б) все замеры элементов залегания для каждой наблюдаемой плоскости;

- в) интенсивность кливажа в смысле густоты (частоты) расположения трещин;
- г) легкость отслаивания по плоскостям трещин;
- д) характер поверхности трещин: изгибы, наличие следов приростания, штрихов и т. д.;
- е) условия залегания угольного пласта или вмещающих пород;
- ж) ориентировку плоскости обнажения пласта.

Одновременно с записями этих сведений должна производиться зарисовка забоя с расположением важнейших трещин и напластования, а также должен производиться отбор типовых образцов отдельностей с указанием их пространственной ориентировки.

Обработка данных наблюдения над трещиноватостью угольных пластов и пород заключается в следующих операциях:

1. Подсчет средних элементов залегания для каждой системы. Все данные средних замеров по точкам представляются в сводных таблицах по пластам, в которых точки должны быть распределены в порядке их пространственного расположения.
2. Нанесение элементов залегания трещин на планы подземных работ (структурно-качественные карты).
3. Увязка данных наблюдений в отдельных точках с геологической структурой шахтного поля (типом складок и тектонических нарушений).

§ 3. ГРАФИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ТРЕЩИНОВАТОСТИ

Данные наблюдения за трещиноватостью угольных пластов и вмещающих пород желательны, а во многих случаях необходимо изображать графически. Графическое изображение трещиноватости дает наглядное представление о пространственном расположении и преобладающих элементах залегания как отдельных трещин, так и их совокупности (группы), т. е. дает представление о качественной и количественной сторонах этого явления.

Графики трещиноватости помогают быстро решать вопрос о рациональной ориентировке забоев горноподготовительных и очистных выработок. Кроме того, они облегчают выяснение сущности явления трещиноватости, его генезиса, способствуют установлению связи трещиноватости со структурными элементами месторождения и зависимости трещиноватости от типов разрывных нарушений.

В практике разработки угольных месторождений трещиноватость часто изображается в виде так называемой «розы трещиноватости», наподобие «розы ветров» (рис. 52).

За основу графика берется окружность, разделенная на 360° через 5 или 10°, в зависимости от удобства построения. Затем, по данным журнала наблюдений, из центра окружности откладываются линии простирания отдельных трещин в масштабе,

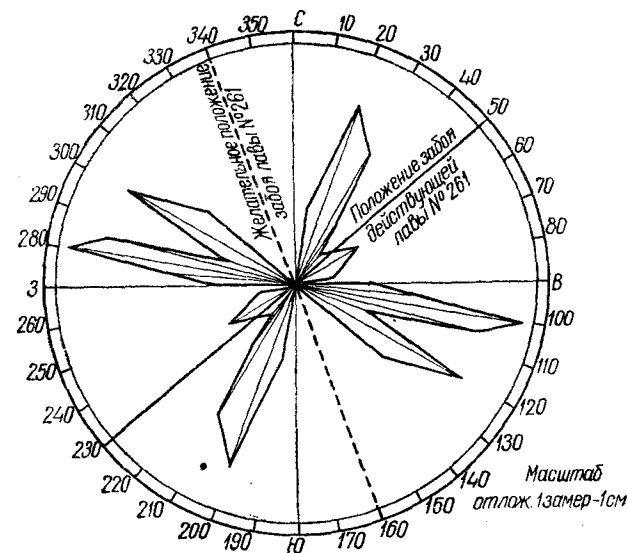


Рис. 52. «Роза трещиноватости»

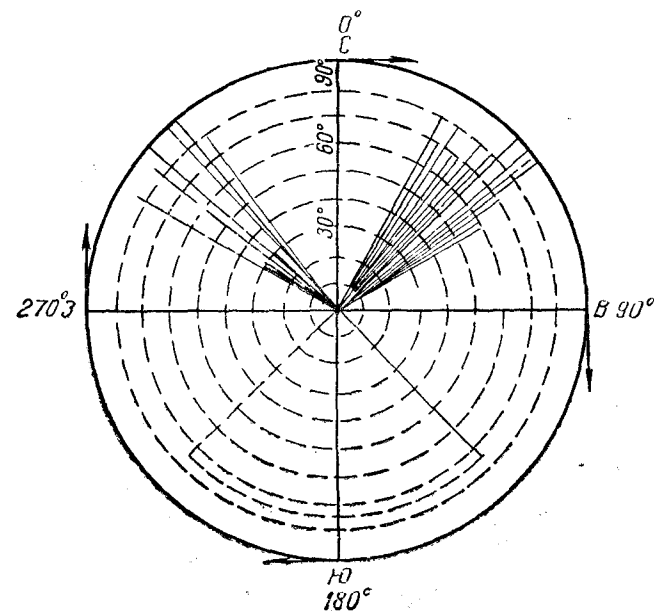


Рис. 53. Изображение трещиноватости (по А. И. Ефимову)

зависящем от степени трещиноватости и количества полевых наблюдений, например: одна трещина — 1 см. Очевидно, что чем больше было наблюдений, тем мельче следует принимать масштаб. Для большей наглядности трещины, имеющие примерно одинаковое направление, объединяются в группы. «Розы трещиноватости» дают наглядное представление только о направлении простирания трещин и их количественном соотношении. Для изображения же полного пространственного положения трещинова-

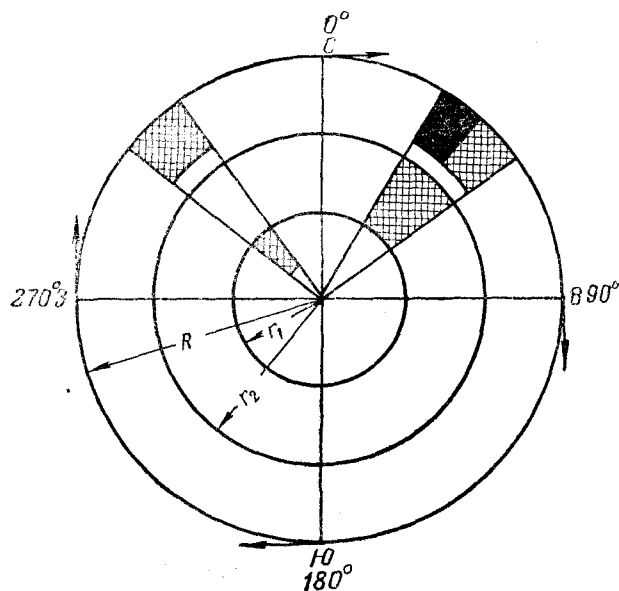


Рис. 54. Изображение трещиноватости (по Д. С. Соколову и А. А. Смирнову)

тости, т. е. не только простирания самих трещин, но и угла их падения и азимута направления падения, применяется диаграмма, изображенная на рис. 53.

В данном случае за основу построения также берется окружность, разделенная на 360° , которая двумя линиями делится на четыре части. Внутри окружности на равных расстояниях проводятся восемь вспомогательных окружностей, которые делят радиус основной окружности на девять частей, каждая из которых условно будет соответствовать 10° .

Простирания трещин наносятся в соответствующей четверти круга с таким расчетом, чтобы, при прибавлении к азимуту простирания 90° по ходу часовой стрелки, получился установленный азимут падения трещины. Например, если трещина простирается на СЗ — 315° и на ЮВ — 135° , то при известном направлении падения трещины на ЮЗ — 225° простирание трещины следует на-

носить Ю-В — 135° , так как только в этом случае мы получим азимут падения 225° . Величина угла падения трещин на диаграмме отмечается длиной радиуса, и чем больше угол, тем более длинным радиусом он будет характеризоваться. Вертикальное падение будет соответствовать всему радиусу большой окружности. Качественное отличие трещин (открытые, закрытые, выполненные материалом, со следами скольжения и др.) на диаграмме можно отмечать соответствующими цветами.

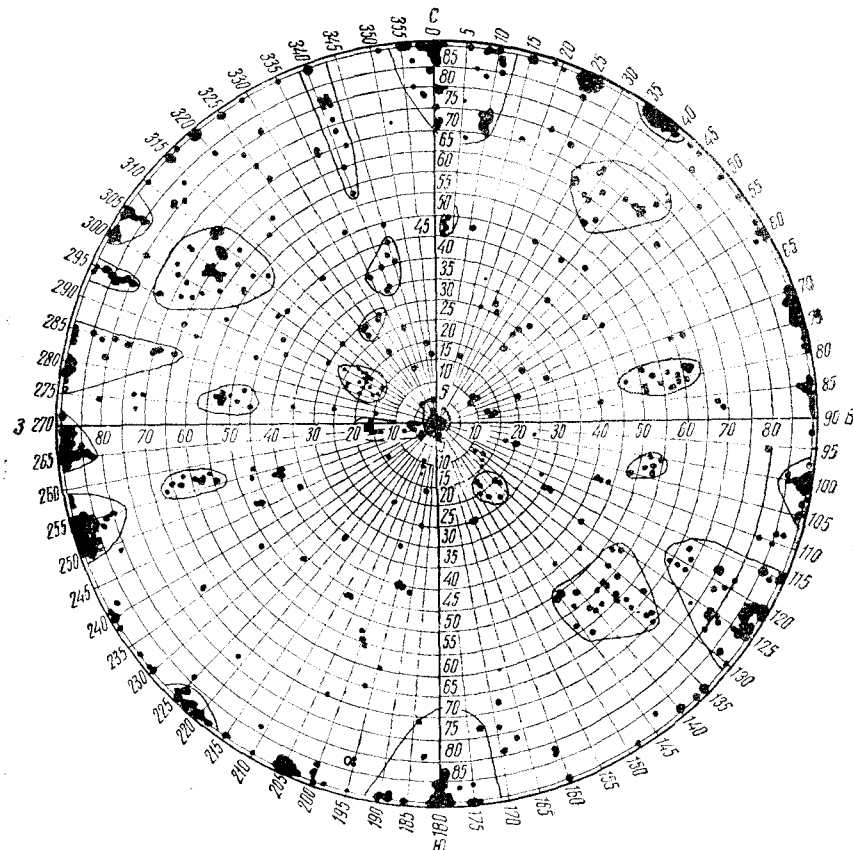


Рис. 55. Изображение трещиноватости (по Г. Г. Ключанскому)

Данные рассмотренной диаграммы могут быть обобщены в группы по признаку однородности элементов залегания. С этой целью на особый график (рис. 54) наносятся группы трещин, близких по простиранию (например, в границах от 320 до 340°).

В этих границах, определяемых двумя радиусами, размещаются группы трещин с различными углами падения. С этой целью предварительно проводятся две окружности на равных расстояниях ($1/3 R$). В пределах самой малой окружности располагаются

все пологопадающие трещины (с углами падения до 45°), между малой и средней окружностями группа крутопадающих трещин ($45-80^\circ$) и между средней и большой окружностями — трещины вертикальные ($80-90^\circ$). Количественные соотношения между отдельными группами трещин на графике изображаются отрезком радиуса, общая длина которого принимается за 100%. Качественное различие трещин каждой группы можно отразить различной окраской или штриховкой частей сектора.

Таким же методом, но, используя азимут падения, а не простирания, можно получить изображения трещин следующим способом (рис. 55).

Основной круг разделяют двумя взаимно перпендикулярными линиями на четыре части. На основной окружности деление проводят через 5° . Точки деления окружности соединяются прямыми линиями с центром. Основной радиус через 5—10 единиц делят на 90 равных частей и через точки деления проводят дополнительные окружности. Пользуясь радиусом, определяют азимуты падения трещин, а угол падения определяется дополнительными окружностями. Обе величины отображают в одной точке. Направление же простирания трещины устанавливают путем прибавления или вычитания 90° от направления падения. Например, точка А на чертеже будет характеризовать следующие элементы трещины; азимут линии падения — 70° , угол падения — 60° и азимут простирания трещины 160° или 340° .

Для большей наглядности можно цветными линиями провести простирания преобладающих трещин; длины линий таких простираний должны при этом находиться в соответствии с количеством трещин данного типа. Основное преимущество такого графика заключается в том, что перед его составлением не требуется предварительного объединения трещин в группы, которые сами собой определяются на графике, т. е. по существу в значительной степени отпадает необходимость в громоздкой предварительной обработке материала наблюдений.

Глава VIII

КАЧЕСТВО УГЛЕЙ

§ 1. ИЗУЧЕНИЕ СТРОЕНИЯ И СОСТАВА УГЛЯ

В процессе разработки углей изучают их петрографический состав, проводят элементарные и технические анализы, а также изучают их технологические свойства. Качество углей разных пластов никогда не бывает одинаковым и даже в одном пласте качество углей не является постоянным и может изменяться в пределах разрабатываемого шахтного поля по простиранию и падению пласта (по отдельным крыльям, горизонтам, лавам и забоям). Разнообразие качественного состава углей объясняется различными природными условиями образования угольных пластов и последующими воздействиями на них таких физико-химических и геологических факторов, как горное давление, температура, тектоническое напряжение и процессы окисления.

Петрографический состав углей

Вопросы петрографии углей подробно рассматриваются в учебных курсах геологии каустобиолитов, поэтому ниже мы остановимся очень кратко только на характеристике составных частей угля по физическим признакам. Для шахтного геолога имеет большое значение умение правильно различать и описывать петрографические разновидности углей, которые дают первое представление об их качественной стороне. За редкими исключениями угольные пласты петрографически неоднородны и состоят из нескольких составных частей — ингредиентов, достаточно хорошо различимых невооруженным глазом и тем более под микроскопом. Ингредиенты характеризуются не только определенными физическими свойствами, но и имеют различный химический состав и различную структуру.

В полосчатых углях выделяют четыре основных ингредиента: два матовых — дюрен и фюзен и два блестящих — кларен и витрен.

Дюрен (твердый) отличается плотным однородным сложением, большей твердостью и вязкостью в сравнении с другими ингредиентами. В полосчатых угольных пластах образуются значительные прослоны матового угля без всякой видимой слоистости. Под микроскопом, в прозрачном шлифе дюрен представляет собой скопление форменных прозрачных элементов (спор, кутикулы, смоляных тел), погруженных в основную бесструктурную массу и ею сцементированных. Крупные споры — мегаспоры или макроспоры нередко можно наблюдать в дюрене невооруженным глазом или через лупу.

Фюзен (вытянутый, удлиненный) представляет собой легко-разрушаемые хрупкие угли волокнистой структуры, которые внешне очень напоминают древесные угли. В значительной части фюзеновые угли являются минерализованными, причем минеральные вещества составляют иногда более 50% всей массы. Вследствие волокнистого строения и различной ориентировки волокон фюзен имеет характерный шелковистый блеск. Под микроскопом в тонком шлифе фюзен непрозрачен и имеет сплошную клеточную структуру; стенки клеток черные и непрозрачные, а их отверстия просвечивают. Эти отверстия могут быть свободными или заполнены минеральными образованиями. Клеточное строение фюзена также обнаруживается и при его наблюдении в аншлифе, в отраженном свете. Изучение фюзена показало, что он состоит главным образом из древесных частей растений.

Кларен (светлый, ясный), так же как и дюрен, встречается мощными прослоями, а иногда им слагаются целые пласты углей, в которых наблюдаются более или менее заметная слоистость и постепенный переход в матовый уголь. Так же как в дюрене, под микроскопом основная бесструктурная масса кларена содержит форменные элементы, но только в значительно меньших количествах.

Витрен (стеклянный) представляет собой однородную блестящую разновидность угля с раковистым, стеклообразным изломом. Витрен обычно встречается в виде тонких, резко ограниченных линзочек и прослоек, легко выкрашивающихся и переходящих в мелочь при добыче.

В зависимости от преобладания в строении угольных пластов тех или иных ингредиентов, угли обычно и называют дюреновыми (матовые), клареновыми (светлые, полублестящие) или смешанными (полосчатые). Как правило, блестящие разновидности углей отличаются наименьшей зольностью. Дюрен загрязнен преимущественно глинистым материалом, зола фюзеновых углей состоит главным образом из карбонатов (CaCO_3 и FeCO_3) и частично образована глинистым материалом.

Существуют следующие методы исследования и изучения строения, состава и качества углей: микроскопический, петрографический, химический и технологический.

Микроскопическое исследование. Исследования петрографического состава и строения углей под микроскопом

стали применяться шахтными геологами сравнительно недавно. Такие исследования, особенно полосчатых, разнородных углей, способствуют разрешению ряда вопросов прикладного характера. Они позволяют быстро определять вещественный состав отдельных типов углей, который в известной степени является показателем качества угля. Например, угли, пригодные для сухой перегонки и получения из них дегтя, легко распознаются под микроскопом по наличию в них остатков водорослей, из которых они образовались.

Приближенная качественная характеристика угля может быть определена по петрографическим признакам в тех случаях, когда нельзя получить полноценную пробу угля для непосредственных технологических испытаний. Микроскопические исследования угля открывают в нем некоторые устойчивые элементы, и в частности споры. По формам и количественному соотношению таких спор часто представляется возможным судить о положении пласта в нормальном стратиграфическом разрезе, что особенно важно в тектонически сложных месторождениях, где нередко приходится увязывать между собой угольные пласты. По петрографическим признакам можно также в известной степени судить о метаморфизме.

Угли под микроскопом изучаются в основном в проходящем свете, в тонких прозрачных шлифах, в которых получается полная и ясная картина микроструктуры угля, хорошо устанавливаются его составные части (ингредиенты) и вещества, из которого они состоят. Угли высокой степени метаморфизма, которые не дают прозрачных шлифов, исследуются в полированных шлифах (аншлифы) в отраженном свете¹. По аншлифам о характере изучаемых деталей строения можно судить исключительно по их форме, причем многие детали не выявляются.

Под микроскопом угли могут также изучаться в виде тонких срезов, которые переносятся на предметное стекло. Перед срезом небольшие кусочки угля ($1-2 \text{ см}^3$) с целью размягчения предварительно обрабатываются спиртовым раствором едкого кали в течение 2—3 недель и затем (после промывки горячим спиртом) — фенолом. Самый срез уже размягченного угля производится бритвой.

Для изучения угля применяется также метод мацерации, при котором сильно окисляющими веществами растворяют легко растворимые части угля и выделяют более устойчивые части.

Химическое исследование. При разработке угольных месторождений химические анализы служат основным методом изучения качества угля. Проводятся они в химических лабораториях шахты, треста или комбината по образцам угля, доставляемым в эти лаборатории по указанию шахтного геолога.

¹ В настоящее время разработаны методы изготовления прозрачных шлифов из углей высокой степени метаморфизма.

При химических исследованиях, в зависимости от их назначения, делаются элементарные или технические анализы угля.

Элементарный анализ производится с целью определения количественного соотношения (в %) элементарного состава вещества углей, при этом анализе определяют содержание углерода, водорода, азота и содержание серы; иногда определяют содержание фосфора.

Содержание углерода (на органическую массу) в углях различно и зависит от степени обуглероживания. В бурых углях содержание углерода составляет в среднем 65—70%, в каменных 75—85%, в антрацитах до 95—97%. Количество водорода в сапропелевых углях доходит до 11%, в гумусовых углях колеблется от 6 до 4%, а в антрацитах может снижаться до 2%. Содержание азота в гумусовых углях составляет 1—2%. Количество кислорода убывает от бурых углей к антрацитам, где его содержание всего 1—2%. Содержание серы в углях различно и колеблется от долей процента до 8% и более.

В углях сера находится в следующих формах:

а) органическая сера, связанная с углем химически; она вошла в состав растений, из которых образовался уголь;

б) пиритная сера встречается в углях в виде сульфидов, главным образом пирита и марказита, которые находятся в углях в форме пропластков, линз, прослоек, прожилков, конкреций и др.;

в) сульфатная сера встречается в виде сульфатов, главным образом CaSO_4 и FeSO_4 . Сульфатная сера обычно является результатом окисления пирита и характерна для выветрелой части угольных пластов или для угля, долго хранившегося на поверхности.

Сера, особенно сульфидная, является вредной примесью в углях, особенно в коксе. Считается, что увеличение в коксе содержания серы на 1% повышает расход руды на 2,8%, известняка на 37% и кокса на 17%; производительность доменной печи при этом снижается на 16,2%. Переходя в железо, сера ухудшает его качество.

Содержание фосфора в угле крайне неравномерно, и если, например, в донецких углях количество фосфора определяется всего в 0,01—0,02%, то в углях Кузбасса его содержание доходит до 0,1%. Фосфор является очень вредной примесью в коксующихся углях, так как из кокса полностью переходит в чугун и резко снижает качество последнего.

Технический анализ является основным видом изучения качественного состава углей. Он широко применяется в угольной промышленности, поскольку таким анализом определяются главные и решающие для промышленности качественные показатели: влага, зольность, летучие вещества, коксовый остаток и теплотворная способность.

В л а г а. Уголь всегда содержит влагу. Однако при хранении угля на поверхности он теряет так называемую внешнюю влагу, которая испаряется в окружающий воздух, после чего уголь переходит в воздушно-сухое состояние. Содержащаяся же в угле гигроскопическая, или внутренняя, влага может быть удалена только при его нагревании до температуры 105°. При технических анализах определяется влажность воздушно-сухой пробы, а иногда и влажность свежедобытого угля или угля, отправляемого потребителю.

Влажность является отрицательным качественным показателем, так как при ее избытке снижается теплотворная способность угля, транспорт загружается излишним балластом; кроме того, влага вредит некоторым операциям обогащения.

З о л а. Зола в угле содержится в следующих формах:

а) зола внутренняя — конституционная, или растительная, которая химически связана с веществом угля;

б) зола наносная, т. е. принесенная ветром или водой в период накопления растительного материала. Она связана с органической массой механически и обычно состоит из мельчайших частиц глинистого вещества и кварца;

в) зола, получаемая из прослоек пустой породы в пласте угля;

г) зола от пород и минеральных образований, которые заполняют трещины в углях. Этот материал — вторичного происхождения и может быть очень разнообразным по своему составу и форме: может состоять из глин, песка, сланцев, гипса, сидерита и даже кристаллических пород;

д) зола, получаемая от случайной примеси кусков породы из почвы или кровли при разработке пласта угля.

Зольность углей является исключительно важным и решающим качественным показателем, от которого зависит пригодность угля к использованию. Зольность углей колеблется в широких пределах: от 2—3 до 40 и даже до 50%.

Верхнюю границу зольности следует считать условной, поскольку она устанавливается в соответствии с требованиями промышленности для различных типов углей. Так, для каменных углей и антрацитов предельная зольность углей обычно около 30%; для битуминизированных углей, например для кеннелей и богхедов, а также для бурых углей, допускается большая зольность — до 40 и 45%.

В зависимости от состава зола углей используется в шлакобетонном или цементном производстве, для выработки шамотных изделий, получения окиси алюминия. В золе иногда содержатся редкие элементы.

Л е т у ч и е в е щ е с т в а — это те газообразные вещества, которые выделяются из угля в результате разложения органической массы при высоких температурах без доступа воздуха. По мере увеличения степени метаморфизма количество летучих

веществ в углях уменьшается и у антрацитов доходит до 1—2%. Сапропелевые угли дают самый высокий выход летучих веществ: от 70 до 93,9%.

Коксовый остаток — твердый продукт, остающийся в тигле после удаления летучих веществ, в котором содержится часть органического вещества и золообразующие примеси. Характер коксового остатка (королька) весьма важен для промышленной характеристики углей, используемых для получения металлургического кокса. По внешнему виду коксовый остаток может быть порошкообразный, спекшийся в различной степени или сплавленный.

Теплотворная способность играет большую роль при оценке углей как топлива. Теплотворная способность углей колеблется в широких пределах; так, для бурых углей Подмосковного бассейна она не превышает 4500 кал, для коксовых углей Донбасса составляет 8600—9000 кал и для антрацитов до 8200—8500 кал.

§ 2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УГЛЕЙ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Современная промышленность все шире использует угли как исходное сырье для технологической переработки с целью получения из них ценных продуктов. Отсюда меняются и требования к качеству угля, — если прежде качество угля в основном определялось только допустимым содержанием золы, то с расширением области использования углей и совершенствованием технологии их переработки расширились и требования, предъявляемые к качеству углей.

В настоящее время угли используются для сжигания, коксования, полукоксования, газификации, гидрогенизации и экстракции.

Непосредственное сжигание углей в топках для получения энергии до сих пор является основным способом их использования. Для этой цели могут быть пригодны угли всех типов и марок, если содержание в них золы не чрезмерно высокое. С целью снижения процента зольности низкозольных углей последние предварительно обогащаются.

Процесс обогащения заключается в отделении и удалении из угля породных прослоек, а также минеральных включений, дающих так называемую внешнюю золу. Тонкорассеянные минеральные примеси, образующие внутреннюю зольность, почти не поддаются удалению, и такие угли считаются труднообогатимыми. В настоящее время часть высокозольных углей сжигается в виде пыли с вдуванием тонкоизмельченного угля в топку котлов через форсунки. Такой вид сжигания обеспечивает более полное сгорание угля, при меньшем его расходе, чем кускового угля. Сжигание низкосортного угля в топках производится также в виде брикетов, т. е. плиток, прессованных из нестойких, бы-

стро рассыпающихся углей (в основном бурых) и угольной мелочи, с добавлением в нее в отдельных случаях битумов как связующих веществ.

Коксование основано на способности коксующихся сортов углей или их смесей при нагревании (750—1100°) без доступа воздуха давать твердый остаток — кокс и побочные продукты. Главным потребителем кокса является металлургическая промышленность. Для коксования используются неокисленные каменные угли, в качественную характеристику большинства которых должны входить нормы содержания золы, серы, влаги, летучих веществ и фосфора. Для коксования ранее использовались одни «коксовые» угли, самостоятельно пригодные для производства кокса. В последнее же время на коксование стали использовать угли разных марок, из которых готовят смесь (шихту). В процессе коксования кроме остатка — кокса получают деготь (смолу), аммиачную воду и газ. В свою очередь деготь служит исходным сырьем для изготовления разнообразных и многочисленных химических продуктов, широко применяемых во многих отраслях промышленности; аммиачная вода идет на изготовление азотной кислоты, а коксовальный газ на выработку сложных синтетических продуктов.

Полукоксование основано на свойстве углей при нагревании до 500—600° разлагаться на газ, деготь и подсмольную воду с конечным твердым остатком — полукоксом. Решающим показателем в характеристике углей, идущих для полукоксования, является выход первичного дегтя как сырья для получения искусственного жидкого топлива (бензина, керосина, масел). Каменные угли дают выход дегтя от 5 до 15%, бурые угли до 20%, а сапропелиты до 30% и более, из расчета на обезвоженный уголь. Полукоксы и газ, получаемые при полукоксовании, используются главным образом как высококалорийное топливо.

При переработке углей получают газы, которые могут быть использованы для промышленных и бытовых нужд. Процесс получения газа из угля называется газификацией. В зависимости от видов переработки получают газы: коксовальный, полукоксовальный, смешанный, генераторный. Для углей, предназначенных для газификации, имеют большое значение следующие их показатели: прочность, склонность к растрескиванию при сушке и термическая устойчивость. Для оценки углей как газогенераторного топлива важно знать состав и плавкость золы, состав первичного газа и процент выхода продуктов полукоксы.

Гидрогенизация (получение искусственного жидкого топлива) производится путем воздействия водорода на уголь в присутствии катализаторов, в результате чего получается выход жидких горючих (до 70% от горючей массы). Для этого процесса применяют только малозольные, в основном битуминозные угли.

Экстракция (получение горного воска) производится из битумов бурых углей. Основным показателем при оценке углей,

идущих для экстракции, является не только общий выход битума, но главным образом процентное содержание воска и качественная его характеристика.

§ 3. КЛАССИФИКАЦИЯ УГЛЕЙ

При исследовании и изучении углей определилась необходимость в их классификации по тем или иным свойствам и признакам. При всем разнообразии имеющихся классификаций они в основном базируются на двух принципах. Первый, основанный на данных химического изучения природы углей и условиях их происхождения, рассматривается в химических и генетических классификациях. В основу второго принципа положены важнейшие технологические свойства углей, имеющие значение для их использования в промышленности.

Наибольшей известностью с конца прошлого столетия пользовалась химическая классификация Грюнера (табл. 1), составленная для углей западноевропейских бассейнов. Как и все химические классификации, она основывалась на степени углефикации и имела ряд таких показателей, как выход кокса, характер коксового королька, содержание водорода, отношение $\frac{O+N}{H}$, которые имеют большое практическое значение.

Таблица 1

Типы углей	Элементарный состав			$\frac{O+N}{H}$	Выход кокса, %	Свойства кокса
	C	H	O+N			
1. Сухие длиннопламенные	75—80	5,5—4,5	19,5—15	3—4	50—60	Порошок или чуть спекшийся
2. Жирные длиннопламенные или газовые	80—85	5,8—5	14,2—10	3—2	60—68	Сплавленный, сильно вспученный
3. Жирные или кузнечные	80—89	5—5,5	11—5,5	2—1	68—74	Сплавленный, средней плотности
4. Коксовые	84—91	5,5—4,5	6,5—5,5	1	74—82	Сплавленный, очень плотный
5. Тощие или полуантрациты	90—93	4,5—4	5,5—3	1	82—90	Спекшийся или порошок .

Благодаря этому, а также благодаря простоте построения и универсальности, классификация Грюнера в свое время получила довольно широкое распространение также и в России. В связи с развитием технологии углей и новыми направлениями использования их в промышленности, классификация эта устарела и была значительно переработана. В таком виде она в настоящее

время известна под названием Донецкой классификации углей (табл. 2).

Таблица 2

Марка	Горючая масса		Условная органическая масса, %			
	%	кал/кг	C	H	N	O
Д	Больше 42	7650—8100	76—86	5,0—6,0	1,8	Среднее 10—17,5
Г	35—44	7900—8300	78—89	4,5—5,5	1,7	6,8—16
ГЖ	26—35	8300—8700	84—90	4,0—5,4	1,7	5—10,5
К	18—26	8400—8750	87—92	4,0—5,2	1,5	3—8
ПС	12—18	8450—8720	89—94	3,8—4,9	1,5	2—5
Т	Меньше 17	8300—8700	90—95	3,4—4,4	1,2	1,6—4,5

До последнего времени не находила отражения в промышленных классификациях числовая оценка коксуемости углей, что придавало этим классификациям расплывчатый характер. Этот пробел был восполнен советскими учеными Л. М. Сапожниковым и А. П. Базилевичем, которыми был предложен метод определения так называемых пластометрических параметров, характеризующих коксуемость углей. На основании оценки углей этим методом оказалось возможным производить наиболее рациональный подбор углей по их коксующимся свойствам при шихтовании.

Классификация углей по степени рационального их использования в промышленности, предложена Ю. А. Жемчужниковым (табл. 3).

Таблица 3

Направление использования	Промышленный класс	Виды углей	Подвиды	Примеры
Химико-технологическое	Экстракционные	Землистые бурые угли и слоистые (украинские) богхеды	1. После экстракции брикетизируемые	Украинские бурые угли, хахарейский слоистый богхед
			2. После экстракции перегоняемые	
Металлургическое	Коксовые	Каменные угли	1. Коксующиеся самостоятельно	Иркутские сапропелиты, подмосковный сапропелит, рабдописсит и др.
			2. Коксующиеся в смеси с отощающими присадками	

Продолжение табл. 3

Наименование использования	Промышленный класс	Виды углей	Подвиды	Примеры
Энергетическое	Доменные	Некоторые тощие каменные угли	3. Коксующиеся в смеси с жирными присадками 4. Угли, служащие жирной присадкой 5. Угли, служащие тощей присадкой	Волковский пласт Кузбасса
	Непосредственно сжигаемые Брикетные		1. Брикетующиеся без связующего материала 2. Брикетующиеся со связующим материалом	Всевозможные угли

В табл. 3 наглядно, хотя и в общих чертах, дается представление о характере применения в промышленности того или иного вида угля.

Более подробно на вопросах классификации углей мы не останавливаемся, так как шахтный геолог в своей работе имеет дело с углями более или менее определенного типа и класса, с установленными физико-механическими свойствами их, с определенными стандартами и кондициями по качеству.

Отметим только, что по инструкции Государственной комиссией по запасам угля и сланцы по видам их использования в промышленности подразделяются на: 1) энергетические, 2) коксовые, 3) пригодные для полукоксования, 4) пригодные для получения искусственного жидкого топлива и 5) пригодные для газификации.

§ 4. ОПРОБОВАНИЕ УГЛЕЙ

Цель и назначение опробования углей в горных выработках

Целью опробования углей является выяснение химических, физических и технологических их свойств путем исследования пробы, отобранной по соответствующим правилам в горных выработках или на поверхности. Уголь, отобранный для пробы, должен

обладать всеми свойствами, которыми обладает та часть угля, откуда проба взята.

В геологических отчетах по детальной разведке месторождения или шахтного поля дается качественная характеристика угля не только для всего месторождения или шахтного поля в целом, но и для их отдельных участков с выделением угольных пачек различного качества. Однако практика горных работ показывает, что эта характеристика далеко не отражает действительной картины. Это особенно следует отметить для высокосольных бурогольных месторождений, где на участках между отдельными буровыми скважинами качество угля резко изменяется. Такие изменения выявляются только впоследствии, при проведении горных выработок. Детальной разведкой также не всегда возможно установить качество угля на отдельных участках тектонически нарушенных месторождений. Обычно шахта разрабатывает угольные пласты, качественная сторона которых уже достаточно известна с точки зрения направления использования углей в промышленности. Поэтому при исследовании качества углей деятельность шахтного геолога сводится к опробованию угольных пластов в основном для определения постоянства их качества не только для всего поля, но и для отдельных горизонтов, крыльев, блоков и забоев. С этой целью, в соответствии с планом опробования, отбираются пробы угля в горных выработках различных частей шахтного поля.

Опробованием устанавливаются степень, характер и причины изменчивости качественного состава угля и выявляются отдельные участки и площади с углями некачественными (некондиционными).

Опробование в горных выработках энергетических углей преследует цель определения их качества по показателям технического анализа и количественного разделения запасов шахтного поля по этим показателям. Для коксовых углей опробование должно установить закономерность изменения марочного состава углей и количественное соотношение разных марок углей в отдельных пачках, пластах с целью определения возможности наиболее целесообразного их использования. В этом случае существенное значение имеют показатели качества: зола, летучие, сера, фосфор и степень обогатимости угля. Кроме того, для определения коксующихся свойств угля берутся пробы для испытания в ползаводском масштабе. В отдельных случаях для углей спекающихся, многосернистых и высокосольных, для установления характера распределения в них серы и золы, производятся также петрографические исследования.

Опробование углей для получения искусственного жидкого топлива методом гидрогенизации производится для установления марочного состава углей и количественного разделения запасов по сортам, пригодным для гидрогенизации.

Пробы, которые предназначены для испытаний, должны обязательно отбираться вне зоны окисления. Во всех точках опробования угольных пластов должна быть дана характеристика их состава по содержанию золы, летучих веществ и серы. Кроме того, для отдельных точек необходимы сведения по элементарному и петрографическому составу углей.

Из изложенного видно, что к опробованию углей в зависимости от их использования в промышленности предъявляются различные требования. Однако, вне зависимости от этого, угли обязательно должны опробоваться на содержание золы, серы, влаги и на теплотворную способность, т. е. на общие показатели для всех углей.

Технические задания на отбор проб для специальных исследований или для испытаний в полупромышленном масштабе обычно выдаются лабораториями и научно-исследовательскими институтами.

Роль шахтного геолога в таком случае заключается в участии при разработке методики опробования и в отборе проб из горных выработок. Систематическое же опробование разрабатываемых угольных пластов является прямой обязанностью шахтного геолога и выполняется работниками службы шахтной геологии.

При систематическом опробовании горных выработок устанавливается промышленная ценность отдельных горизонтов, нарезанных целиков, блоков и столбов. По данным опробования заранее может быть определено правильное направление горных выработок и тем самым могут быть избегнуты затраты на проходку ненужных выработок. Изучение результатов опробования угольных пластов в шахтах важно также для получения исходных данных для стандартов и кондиций, т. е. качественных норм, устанавливаемых каждой шахте по зольности и по другим качественным показателям.

Планирование опробования в горных выработках

Количество проб, распределение их на отдельных участках шахтного поля и время отбора являются основными элементами планирования работы шахтного геолога по наблюдению за качеством угля. Очевидно, эти элементы будут находиться в прямой зависимости от степени изменчивости качественных показателей угля, а также от календарных планов проходки горноподготовительных выработок и очистных работ. Поэтому по вопросу о планировании опробовательских работ можно указать только на следующие общие положения: а) равномерное распределение точек опробования в выработках можно планировать только на месторождениях с выдержанными геологическими показателями (по мощности, строению угольных пластов и по качеству углей) в пределах шахтного поля и при отсутствии тектонической нарушенности; б) в случае наличия размывов угольных пластов, на

участках с изменчивыми геологическими показателями, со сложным строением угольных пластов в зонах тектонических нарушений, следует предусматривать дополнительный объем опробовательских работ. Дополнительное опробование также требуется в зонах выветривания и окисления, с целью установления нижних границ; в) расстояния между местами взятия проб, от которых зависит объем опробования, определяются исходя из степени изменчивости качественного состава угля по данным детальной разведки и опыта разработки аналогичных месторождений или данного пласта другими шахтами.

При планировании опробовательских работ производится расчет стоимости одной пробы; она складывается из стоимости отбора пробы в горной выработке, ее обработки на поверхности и производства химического анализа. Зная планируемое общее количество проб, определяют все затраты на производство опробовательских работ. Расчет стоимости производится по существующим нормам, действующим в угольной промышленности.

Опробование угольных пластов простого и сложного строения

Как правило, опробование шахтного поля проводится в каждом участке разработки, по мере развития горных работ. Опробование ведется как в горноподготовительных выработках (штреках различного назначения), так и нарезанных целиков, подготовленных к выемке. Пласты простого строения и однородные по своему составу обычно вырабатываются по всей мощности. Следовательно, и их опробование должно проводиться по всей мощности от кровли до почвы. При этом получается так называемая пластово-промышленная проба, которая и будет характеризовать среднее качество пласта.

Однако при разработке угольных пластов знать среднее качество не всегда достаточно и часто требуется качественная характеристика отдельных пачек, составляющих угольный пласт. Даже при простом строении угольные пласты могут быть неоднородными по своему вещественному составу и состоять из различных петрографических ингредиентов, довольно легко различимых макроскопически (невооруженным глазом). Угли таких пачек качественно иногда резко различны и при отдельной выемке могут быть использованы промышленностью для различных целей. Если изменение петрографического состава в строении угольного пласта шахтный геолог может определить непосредственно в горных выработках, то качественная характеристика петрографических разновидностей угля в пластах простого строения может быть получена только путем опробования.

При сложных пластах, т. е. расщепленных на пачки породными прослоями, нередко возникает необходимость послойной разработки — по пачкам или слоям, в зависимости от их мощности, качества, мощности породных прослоев, т. е. в зависимости от экономической и технической целесообразности. Поэтому в пла-

стах сложного строения при наличии отдельных качественно различных пачек угля (например, годных для коксования, гидрирования) опробование их должно производиться раздельно. Таким образом, в случаях разнородного состава органической массы при простом и сложном строении пласта, помимо одной — средней пробы по всей мощности угольного пласта, следует брать пробы и по отдельным его пачкам. Такие пробы носят название пластово-раздельных.

Вычисленные суммарные средневзвешенные результаты анализа этих проб должны совпадать или быть очень близкими к результатам анализа пластовых промышленных проб, отобранных в тех же самых точках. Следовательно, результаты опробования угольного пласта по отдельным пачкам служат контрольными данными пластово-промышленных проб.

Следует учесть, что на выбор совместной или раздельной разработки угольных пачек, помимо их качества, влияет также устойчивость кровли, наличие водоносных горизонтов в кровле, мощность угольных пачек и мощность разделяющих их породных прослоев и другие факторы. Однако в любом случае при совместной выемке нескольких угольных пачек среднее качество разрабатываемого угля должно удовлетворять качественным кондициям данного шахтного поля. Тонкие породные прослойки, которые практически не могут быть выбраны отдельно при эксплуатации или отобраны в забое или на поверхности при обогащении, должны включаться в общую пробу.

Иногда угольные пласты разделяются глинами, имеющими самостоятельное промышленное значение. Опробование таких глин носит специфический характер и в каждом отдельном случае может выполняться шахтным геологом по особому заданию заинтересованных организаций. Опробование очистных забоев носит контрольный характер, и пластовые пробы обычно располагаются равномерно по длине очистного забоя. В данном случае частота взятия (набора) проб и их количество определяются степенью выдержанности строения пластов и качества угля. Опробование угольного пласта в горноподготовительных выработках проводится по мере их продвижения через различные промежутки, в основном с целью определения качества блоков угля, нарезаемых этими выработками.

Точность опробования должна гарантировать определение среднего качества угля для всего нарезанного блока, даже в тех случаях, когда на отдельных опробованных участках или между ними оказался некондиционный уголь. Поскольку данные опробования кладутся в основу количественного разделения запасов шахтного поля в соответствии с назначением углей в промышленности, возникает необходимость выявить путем опробования закономерности изменения качества угля угольных пластов по их падению и простиранию. На основе данных о качестве угля определяется также режим горных работ, устанавливается порядок

отработки участков шахтного поля и возможность организации подземного обогащения.

Так как степень и характер изменения качества угля устанавливается только при эксплуатации месторождения, то очевидно, что нельзя заранее указать расстояния между точками опробования для каждого конкретного участка шахтного поля. Эти расстояния могут быть определены только ориентировочно по данным детальной разведки и по аналогии с соседними шахтами, разрабатываемыми тот же пласт на том же горизонте. Практикой установлено, что при опробовании месторождений со спокойным залеганием угольных пластов и с выдержанными геологическими показателями расстояния между точками опробования могут быть взяты до 100 м; на месторождениях сильно нарушенных или с сильно меняющимися геологическими показателями это расстояние сокращается до 10—15 м. Во многих районах Донецкого бассейна качество углей многих пластов настолько выдержано, что их опробование практически сводится только к взятию контрольных проб в отдельных точках и при появлении прослоев глинистых сланцев. В бурогольных бассейнах, где часто невозможно установить какую-либо закономерность в изменении качественного состава, угольные пласты опробовываются систематически, так как качество угля может разубоживаться как за счет появления породных прослоев, так и за счет увеличения процента зольности в самой органической массе (например, в бурых углях Подмосковского, Челябинского бассейнов, месторождений Украины).

Если требуется отобрать из угольного пласта среднюю пробу больших размеров, например для ситового анализа, изучения обогатимости угля, определения его насыпного веса, или же пробу угля, фактически выдаваемого шахтой, то производят отбор так называемых эксплуатационных проб. Эти пробы обычно берутся на поверхности из угля, добытого с данного пласта на каком-либо горизонте.

Отбор проб в горных выработках

Местоположение точки отбора пробы должно быть точно определено, нанесено под соответствующим номером на план опробования (выкопировка с маркшейдерского плана горных выработок) и под тем же номером отмечено в полевой книжке руководителя опробования.

Перед отбором пробы производится точный замер общей (видимой) мощности пласта, каждой отдельной пачки угля и породных прослоев и делается их описание, в котором отмечаются характерные особенности каждой пачки, наличие включений породы, пирита и других минералов и новообразований. В отдельных случаях указываются изменения в литологическом составе кровли и почвы пласта, тектонические нарушения и другие особенности, характерные для данного участка. Для пластов простого

строения зарисовка их не обязательна, тогда как пласт сложного строения попутно с его описанием необходимо зарисовать.

Процесс отбора пластово-промышленных и пластово-раздельных проб в горных выработках состоит в следующем: в точке отбора пробы поверхность угля предварительно выравнивается и мелом от кровли до почвы перпендикулярно напластованию проводятся четыре линии, на расстоянии 25 см одна от другой для отметки двух врубов — одного для отбора пластово-промышленной, а другого — пластово-раздельной проб. В пластах с резко выраженным кливажем, с мягкими слабыми углями и с породными прослойками расстояние между врубами увеличивается до 0,50—1,00 м. Врубы производятся на глубину в среднем 25 см. При отборе проб на мощных пластах (3 м и более) ширина и глубина вруба могут быть уменьшены до 15 см. Самый вруб производится вручную забойщиком под наблюдением шахтного геолога или коллектора. Чтобы уголь не засорялся породой, а также, чтобы полностью был собран отбитый уголь, по почве расстилается брезент.

При отборе пластово-раздельных проб выемку угля из вруба необходимо производить так, чтобы уголь не смешивался с породой прослоек. Пачки угля и породные прослойки вынимаются сверху вниз. Вырубленный для пробы уголь должен немедленно убираться в отдельные мешки. Пробы от каждой пачки тщательно завязывают и к каждому мешку прочно прикрепляют ярлык, на котором указывается: номер пробы, буква Р (пластово-раздельная) и порядковый номер пачки или прослойка, считая сверху вниз (например, 10-Р-2).

При отборе пластово-промышленной пробы, т. е. пробы, отбираемой по всему угольному пласту, как средней, пачки угля и прослойки породы вынимаются также сверху вниз, но совместно. В эту пробу не берут те части пласта, которые по техническим условиям эксплуатации оставляются в кровле, и пачки явно некондиционного угля и породные прослойки, которые могут быть выделены из общего пласта при его разработке. На мешок с пластовой пробой также привязывается ярлык, на котором указывается номер пробы и ставится буква П (пластово-промышленная), а также перечисляются все пачки угля и прослойки породы, вошедшие в пробу (например, 10-П-1, 2, 3, 4).

Отобранные пробы направляются далее в проборазделочную для приготовления лабораторных проб.

Метод отбора эксплуатационных проб заключается в том, что каждая партия заранее маркируемых (отмеченных) вагонеток с углем при выдаче на поверхность разгружается на специальном деревянном полке. Количество вагонеток, из которых отбирается проба, должно быть таким, чтобы общий вес пробы был не меньше 10 т. Эксплуатационные пробы могут быть отобраны и с конвейерной ленты; при этом отбирается не менее 100 проб весом по 100 кг каждая.

Пробы угля, отобранные в шахте, должны быть сокращены, т. е. уменьшены до веса, необходимого для производства анализов и испытаний. Процесс сокращения проб по существу представляет собой взятие проб от пробы с таким расчетом, чтобы качество угля конечной пробы соответствовало качеству начальной.

Перед сокращением пробы, для достижения ее однородности по качеству, отдельные куски угля размельчаются и перемешиваются. Существуют предельные соотношения между размерами кусков угля в пробе и соответствующим минимальным ее весом (табл. 4).

Таблица 4

Наибольший допустимый размер кусков угля в пробе, мм	Наименьший допустимый вес пробы, кг	Наибольший допустимый размер кусков угля в пробе, мм	Наименьший допустимый вес пробы, кг
Рядовой уголь	400	До 6	6
До 100	250	» 3	3
» 50	100	» 2	2
» 25	60	» 1	1
» 13	15		

Каждая пластово-промышленная проба и каждая часть пластово-раздельной пробы обрабатываются самостоятельно. Для этой цели первоначальная проба высыпается на чугунную плиту с плотно пригнанными деревянными бортами и измельчается в соответствии с весом пробы согласно табл. 4. Диаметр кусков проверяется ситом с соответствующими отверстиями. Затем проба перемешивается три раза и равномерным слоем рассыпается на плите. Рассыпанному слою придается форма квадрата, который делится двумя диагоналями на четыре треугольника. Два противоположных треугольника отбрасываются, а уголь из остальных двух снова смешивается и еще раз измельчается до диаметра, соответствующего остаточному весу. Для получения лабораторной пробы для анализа на зольность, влагу, серу и теплотворную способность достаточно иметь пробу весом 0,75—1 кг. Следовательно, такая проба должна быть измельчена до 1 мм. Уголь, из которого набирается последняя проба для лаборатории, после тщательного перемешивания располагается тонким слоем в виде квадрата. Последний делится на квадратики со стороной 10 см, из которых уголь в шахматном порядке плоским совочком отбирается в жестяную банку; последняя запаивается и поступает в химическую лабораторию. В банку вкладывается ярлык с указанием места отбора пробы и порядкового номера угольной пачки. Дубликат пробы хранится на шахте в течение двух месяцев. После разделки одной пачки угля плиту тщательно очищают от остатков предыдущей пробы и приступают к разделке

следующей пачки, соблюдая тот же порядок, что и при разделке предыдущей.

Специальная проба на определение рабочей влаги должна весить не менее 2 кг. Разделку ее следует производить вскоре же после отбора (в помещении, защищенном от дождя, ветра и солнца). Пробы на определение влаги, помещенные в стеклянные банки с притертыми пробками и с надписью «на влагу», должны без задержки передаваться в лабораторию для срочного анализа.

Влияние геологических факторов на представительность проб

Представительной называют такую пробу, которая отражает характерный для данного участка шахтного поля качественный состав угля в пластах. Представительность проб характеризует качество опробования и определяет правильность отбора проб в горных выработках. Поэтому при опробовании угольных месторождений должны учитываться все факторы, которые в той или иной степени влияют на представительность проб. К числу таких геологических факторов относятся процессы окисления и выветривания углей, местные нарушения в условиях залегания угольных пластов и воздействие изверженных пород.

Окисление и выветривание угольных пластов происходят на выходах пласта на поверхность или близко к поверхности, поэтому с этим явлением шахтному геологу приходится встречаться при разработке верхних горизонтов угольных пластов. Степень выветривания с глубиной постепенно уменьшается до полного исчезновения. Нижняя граница выветривания для отдельных угольных бассейнов и месторождений будет различной, в зависимости от рельефа местности, климатических условий, угла падения пластов, их состава и др. Нередко нижняя граница выветривания достигает 100 м и более.

Окисление угля является начальной стадией выветривания, при которой физические свойства углей еще мало затронуты, тогда как качественный состав претерпел значительные изменения. При окислении в каменных углях наблюдается значительное накопление СО и ОН за счет кислорода воздуха, с одновременным снижением С и Н и увеличением выхода летучих веществ.

При выветривании изменяются не только качество угля, но и физические свойства. В бурых углях изменение различных ингредиентов при процессах выветривания неодинаково. Дюреновые разновидности быстро превращаются в землистую, бесструктурную массу, фюзен рассыпается на мелкие кусочки игольчатой формы, тогда как витрен растрескивается на призматические отдельности. Наиболее устойчивыми к окислению и выветриванию являются сапропелевые угли.

Выветрелые угли теряют свою механическую прочность и дают в процессе эксплуатации много мелочи; в золе наблюдается повышенное содержание солей кальция, увеличивается наличие гигроскопической влаги. При процессах окисления и выветривания

в коксующихся углях резко снижаются свойства спекаемости. Плотные и твердые угли растрескиваются, теряют свое строение и в конечном итоге переходят в землистую рыхлую массу или сажу.

Отклонения в представительности проб могут иметь место также в зонах тектонических нарушений. Пробы на таких участках не будут характерны, так как с нарушением сплошности угольных пластов нередко связано изменение качества угля за счет загрязнения боковыми породами при разрушении и перетирании угля. Кроме того, в зонах тектонических нарушений уголь становится более доступным окислению из-за проникновения кислорода воздуха по трещинам. Эти же трещины нередко заполняются минеральными отложениями растворов, и сами зоны раздробления могут являться местом усиленной минерализации угля. Уголь в пережимах и раздувах, вызванных местными нарушениями, может быть также качественно измененным.

Глубокие и резкие изменения в органической массе вызываются близостью угольных пластов к изверженным породам или соприкосновением с ними. В этих случаях под влиянием высокой температуры идет ускоренный процесс углефикации с увеличением содержания углерода и уменьшением летучих. В отдельных случаях в контакте с изверженными породами уголь может превратиться в «естественный кокс» — по внешнему виду довольно похожий на кокс, получаемый в коксовых печах.

Возможность влияния указанных геологических факторов на представительность проб должна учитываться геологом при составлении плана опробования шахтного поля в целом и отдельных его участков. Однако это не означает, что такие участки вообще не следует опробовать. Пробы должны браться на всех участках, которые будут обрабатываться шахтой, независимо от степени их выветривания или тектонической нарушенности. Более того, на участках, где качество угля изменено под влиянием указанных выше факторов, расстояния между точками опробования должны быть значительно уменьшены.

§ 5. ПРИНЦИПЫ УСТАНОВЛЕНИЯ СТАНДАРТОВ ПО КАЧЕСТВУ УГЛЯ

В зависимости от природных свойств угольных пластов, систем разработки и мероприятий по обогащению угля каждой шахте ежегодно устанавливаются качественные нормы (стандарты) по зольности и другим показателям. Для установления стандарта представляются данные о мощности и зольности отдельных пачек угля и прослоек породы, слагающих пласт, а также данные о свойствах кровли и почвы.

Разнообразие природных условий залегания угольных пластов и способов их разработки приводит к необходимости строгого учета конкретной обстановки по каждой шахте. При разработке

мероприятий по улучшению качества угля приходится иногда рассматривать не только шахту в целом, но и отдельные ее участки и даже забои.

В борьбе за улучшение качества угля, выдаваемого шахтой, большую роль играют производственные стандарты, так как в них конкретно нормируется содержание:

- 1) влаги на рабочее топливо (W^p);
- 2) золы на абсолютно-сухую массу (A^c);
- 3) общей серы ($S_{об}$);
- 4) летучих веществ на горючую массу (V^r);
- 5) величина теплотворной способности угля на горючую массу (Q^r).

По содержанию влаги и золы устанавливаются средние и предельные нормы, причем при превышении предельных норм по золе уголь бракуется, а при превышении или снижении средних норм соответственно снижаются или повышаются отпускные цены на уголь. Стандарты на уголь устанавливаются на основании тщательного изучения качества угольных пластов каждого месторождения, каждого шахтного поля в отдельности, путем анализа пластово-раздельных, пластово-промышленных и эксплуатационных проб.

Если шахта разрабатывает несколько угольных пластов, выводится средневзвешенное содержание того или иного компонента (золы, серы, летучих) по всей шахте в целом.

Особенное внимание при этом обращается на правильный выбор места отбора пластовых проб на основании предварительного изучения маркшейдерских планов горных работ, календарного плана добычи на будущий год по участкам и забоям и данных о структуре угольных пластов и нарушений. Для однородных пластов рекомендуется отбирать по одной раздельной и одной промышленной пробе на каждом крыле каждого этажа. При неоднородной структуре пластов число таких проб должно быть увеличено в зависимости от характера и степени неоднородности. На основании общих производственных стандартов, установленных для шахты в целом, определяются стандарты угля по отдельным пластам, участкам и забоям.

Глава IX

САМОВОЗГОРАНИЕ УГЛЕЙ И РУДНИЧНЫЕ ПОЖАРЫ

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Самовозгорание углей — явление характерное для многих бассейнов.

В результате самовозгорания угля могут возникнуть рудничные пожары, представляющие большую опасность для работающих в шахтах. Кроме того, рудничные пожары, продолжающиеся иногда несколько лет, приводят к значительным потерям угля и требуют больших затрат на мероприятия по их ликвидации и на восстановление выработок.

Многое в природе самовозгорания углей до настоящего времени остается неясным, и необходимо дополнительное изучение процесса окисления углей во всех деталях в каждом конкретном случае, всестороннее исследование в лаборатории различных образцов угля. Очевидно, что такие исследования требуют согласованной работы шахтных геологов, петрографов, физико-химиков и химиков. Поэтому шахтному геологу необходимо хотя бы в общих чертах иметь представление о самовозгорании углей при разработке угольных месторождений, учитывая, что в своей практической деятельности он может столкнуться с этим явлением.

Самовозгорание углей начинается с их окисления, т. е. с поглощения (сорбции) кислорода из воздуха и с выделения незначительного количества тепла. Если это тепло не отводится, то при определенных условиях может происходить его накопление и уголь начинает нагреваться. В дальнейшем же кислород уже связывается с углем химически. Сначала возникают промежуточные продукты окисления, которые в конце концов распадаются на углекислоту и воду. Этот химический процесс медленного сгорания становится вторым источником развития тепла в угле, которое при определенных условиях может привести к воспламенению последнего.

§ 2. ФАКТОРЫ ИНТЕНСИВНОСТИ САМОВОЗГОРАНИЯ УГЛЯ

Интенсивность самонагрева углей до их воспламенения вызывается целым рядом факторов, обусловленных физико-химической природой угля и геологическими условиями. Основными факторами являются: химический состав и степень метаморфизма углей, их физико-механические свойства, влажность, петрографический состав, температура, мощность пласта, его тектоническая нарушенность и горнотехнические условия шахты.

а) Химический состав и степень метаморфизма углей являются одним из существенных факторов. Хотя самовозгоранию подвержены угли самые различные по своему химическому составу, вероятность самовозгорания для разных углей различна. Бурые угли самовозгораются чаще, чем каменные, а среди последних наиболее опасны по самовозгоранию длиннопламенные и газовые. Реже всего возгораются антрациты. Таким образом, склонность к самовозгоранию уменьшается с увеличением степени метаморфизма углей.

б) Физико-механические свойства углей (пористость, измельчение, хрупкость). От величины поверхности угля, соприкасающейся с воздухом, т. е. с кислородом, зависит интенсивность самовозгорания угля. Чем мельче и пористее уголь, тем больше площадь поверхности, подвергаемая окислению. Легко крошащиеся угли, угольный порошок и угольная мелочь в отношении самовозгорания значительно опаснее, чем плотные и крепкие угли в больших кусках.

в) Влажность угля в определенной мере способствует самовозгоранию. Однако механизм влияния влажности на возникновение и развитие процесса самовозгорания углей еще недостаточно выяснен. Возможно, что влажность является катализатором, ускоряющим химические процессы, и приводит к растрескиванию угля и образованию микротрещин, что увеличивает его способность к поглощению кислорода. Например, в Донецком бассейне склонность углей к самовозгоранию значительно увеличилась после того, как эти угли длительное время, в период Отечественной войны, оставались затопленными, что привело к увеличению их влажности.

г) Петрографические разновидности угля имеют различную склонность к окислению. При сравнительно низких температурах, не превышающих $+50^{\circ}$, кислород больше всего поглощается фюзеном, обладающим рыхлым строением. С повышением же температуры более интенсивно окисляются и нагреваются витрен и кларен, которые и являются наиболее склонными к самовозгоранию. Поэтому угольные пласты, содержащие фюзен совместно с витреном и клареном, являются пожароопасными, так как первоначальная большая окисляемость фюзена может поднять температуру до такой, при которой начнется интенсивное самонагревание витрена и кларена. С другой стороны, эти разновидности,

являясь наиболее хрупкими, дают при эксплуатации много мелочи и пыли, склонной к самовозгоранию.

Дюрен сам по себе мало склонен к самовозгоранию. Во всяком случае все виды матового угля горят только при уже возникшем пожаре, но сами не вызывают пожаров. В связи с этим изучение строения угольных пластов по петрографическим разновидностям имеет существенное значение при отнесении отдельных участков или горизонтов шахтного поля к более или менее опасным в пожарном отношении.

д) Критическая температура, до которой уголь должен нагреться, чтобы в дальнейшем произошло его самовозгорание в естественных условиях, для большинства углей составляет около 30° . Однако иногда уголь нагревается свыше 100° , но самовозгорание не происходит, так как затем следует самопроизвольное охлаждение, которое наступает, очевидно, в результате израсходования наиболее окисляющихся составных частей угля при усиленной теплоотдаче. Такое явление имеет место в близкой к поверхности зоне выветривания.

е) Мощность пласта является важным фактором, влияющим на степень пожароопасности. Например, в Кузнецком бассейне 88% всех подземных пожаров эндогенного характера, происшедших за 10 лет, возникло на пластах мощностью свыше 5 м. Такая зависимость объясняется тем, что при выемке мощных пластов оставленные целики угля быстрее разрушаются и образуется больше угольной мелочи и трещин; тем самым создаются благоприятные условия для накопления тепла в отдельных участках горных выработок. Кроме того, при выемке мощных пластов в отработанных участках остается часть угля в разрыхленном состоянии, который при определенных условиях может явиться очагом подземного пожара. Поэтому добычу углей, склонных к самовозгоранию, стремятся проводить с тщательной изоляцией выработанного пространства.

ж) Практически установлено, что самовозгорание угольных пластов находится в тесной зависимости от нарушений в их залегании в результате тектонических процессов. Раздувы пластов с перетертым углем являются наиболее опасными участками шахт в пожарном отношении. В местах тектонических нарушений пластов (сбросов, сдвигов, смятия) при крутом падении угля пожары возникают чаще, чем в местах нормального их залегания. Особенно склонна к самовозгоранию угольная мелочь, заполняющая тектонические трещины; в таких трещинах часто возникают очень активные очаги самовозгорания. Зависимость самовозгорания углей от тектонических нарушений связывается с наличием в этих зонах раздробленного и разрыхленного угля, угольной мелочи и большого количества трещин, по которым могут поступать к углю воздух и подземные воды.

з) Характер вмещающих пород — физико-механические свойства кровли и почвы, структура, вязкость, твердость, пластич-

ность и др. могут также влиять на процесс самовозгорания углей.

В данном случае вопрос сводится к степени разрушения и измельчения угля в целиках в результате горного давления, а также к полноте заполнения выработанного пространства при посадке кровли и к составу пород кровли или почвы. Если в кровле и почве пласта залегают крепкие, не трещиноватые породы, то предохранительные целики угля могут быть раздавлены с образованием мелочи, очень опасной в пожарном отношении. При мягкой пластичной почве и устойчивой вязкой кровле результаты горного давления в этом отношении менее опасны. В тех случаях, когда кровля пласта легко обрушается, плотно заполняя выработанное пространство, и быстро слеживается, подземные пожары не достигают значительных размеров.

и) Горнотехнические факторы оказывают значительное влияние как на возникновение подземных пожаров, так и на их предупреждение и ослабление. Особенно много зависит от таких основных горнотехнических факторов, как способ вскрытия и подготовка к очистной выемке шахтных полей и вентиляционный режим в горных выработках.

В шахтах очаги самовозгорания возникают преимущественно в выработанных пространствах. Если очистные работы производятся с обрушением кровли, то в выработанном пространстве разрыхленного угля теряется больше, чем при других системах, и возникают нарушения во вмещающих породах, которые затрудняют изоляцию отработанных участков. При закладке выработанного пространства условия, способствующие самовозгоранию углей, в значительной мере устраняются. Вероятность самовозгорания тем меньше, чем плотнее уложен закладочный массив в выработанном пространстве. При мокром закладочном массиве опасность самовозгорания уменьшается, так как материал закладки плотно заполняет пустоты и проникает во все трещины угля.

Самовозгорания углей не происходит, если при вентиляции выработок скорость воздуха достаточно велика и тепло от окисления быстро выносится. Точно так же накопление тепла не происходит при очень слабом притоке воздуха, когда окисление идет слишком медленно. Поэтому вентиляционный режим разрабатывается с учетом всех природных особенностей угля и других горнотехнических факторов, по которым устанавливают так называемую «критическую», т. е. минимальную скорость воздуха, при которой уже не повышается температура окисляющегося угля. Следует иметь в виду, что весьма опасными в отношении возникновения пожара являются заброшенные штреки, в которых находятся неубранная угольная мелочь или кучи рыхлого угля, выпавшего из кровли.

Установление технических мероприятий по предупреждению и ликвидации пожаров от самовозгорания углей не является непо-

средственной обязанностью шахтного геолога, но он участвует в их разработке и представляет необходимые геологические данные об условиях, способствующих возникновению самовозгорания углей (обводненность участка, трещиноватость угольных пластов, петрографический состав угля).

§ 3. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗЛИЧНЫХ ФАЗ РУДНИЧНЫХ ПОЖАРОВ

Рудничный пожар от самовозгорания углей проходит несколько фаз или стадий.

Начальная фаза характеризуется низкотемпературным окислением углей, без сколько-нибудь заметного повышения температуры. В начальной фазе окисление не отражается на свойствах углей, их химическом и элементарном составе, выходе гумусовых кислот и т. д.

Вторая фаза — самонагревание — характерна прежде всего заметным возрастанием температуры угля выше температуры окружающей среды. Самонагревание, как правило, сопровождается перенасыщением воздуха водяными парами, оседающими в виде росы («выпотом») на стенках и крепи. В рудничном воздухе заметно увеличение CO_2 и CO — продуктов окисления, выделяемых углем. В конце фазы самонагревания увеличиваются характерные запахи, температура угля достигает 100° и выше.

В третьей фазе самовозгорания уголь накаляется и происходит его сухая перегонка с выделением горючих газов, главным образом водорода и метана. При этом также образуется в значительных количествах CO . Внешними признаками третьей фазы являются: сильные специфические «пожарные» запахи, повышение температуры воздуха и появление дыма, а иногда и открытого огня.

В последней фазе — при потухании в рудничных газах происходит увеличение углекислоты при дальнейшем убывании водорода. Температура воздуха и пород начинает понижаться до нормального уровня. Дым и пламя исчезают.

Пожар считается потушенным, если температура воздуха в месте пожара не будет выше 30° в течение нескольких месяцев, при полном отсутствии CO .

Глава X ГАЗОНОСНОСТЬ

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В угольных пластах, а отчасти и во вмещающих породах находятся газы, которые выделяются при производстве горных работ в выработке. Выделяемые газы удаляются из горных выработок проветриванием последних. Но нередко газы выделяются в таких больших количествах, что даже усиленного проветривания бывает недостаточно и возникает необходимость в проведении ряда других мероприятий, обеспечивающих нормальный режим работы шахт и безопасность рабочих.

Газообильность шахт измеряется количеством газа в кубических метрах, выделяемого на одну тонну суточной добычи. Практика разработки многих каменноугольных бассейнов в Советском Союзе и за рубежом показывает, что с глубиной разработки угольные пласты становятся более газообильными. Обычно при разработке на глубинах до 500 м выделение газа не превышает 10—15 м³/т суточной добычи. В отдельных случаях газообильность в шахтах может достигать 80—100 м³/т суточной добычи на глубинах около 1000 м и 200 м³/т — на глубинах 1500 м и более. Газы, выделяющиеся из каменноугольных пластов, состоят в основном (до 97% и более) из метана (СН₄). При содержании в воздухе от 5,5 до 14,5% метана образуется взрывчатая смесь, представляющая большую опасность. Метан — бесцветный газ и не ощущается на вкус и обоняние; будучи легче воздуха, он собирается в верхних частях горных выработок.

Кроме метана, газы угольных пластов могут содержать углекислый газ СО₂, азот N, сернистый газ Н₂S и тяжелые углеводороды, по количеству этих газов, кроме углекислого, обычно незначительно и встречаются они сравнительно редко. Углекислый газ может давать большие скопления при разработке бурого угольных месторождений и значительно меньше — при каменноугольных. В среднем, для Донецкого и Кузнецкого бассейнов содержание СО₂ в рудничной атмосфере составляет около 1%, и только

в крайне редких случаях содержание этого газа может достигать 20—25%. Углекислый газ бесцветен, но обладает слабым запахом и слегка кислым вкусом; он тяжелее воздуха и поэтому накапливается в пониженных участках горных выработок.

Азот, так же как углекислый газ, более характерен для бурого угольных месторождений. Содержание азота в рудничной атмосфере определяется в несколько процентов (например, в Кузбассе — 3,5%, в Донбассе — 5,5%). Очень редко в горных выработках наблюдаются выделения в виде струй почти чистого азота в значительных количествах.

Сернистый газ или сероводород Н₂S легко распознается по характерному запаху тухлых яиц. Этот газ ядовит, а при 6% содержания образует с воздухом взрывчатую смесь. Наличие тяжелых углеводородов, так же как и водорода, в рудничном газе крайне незначительно и непостоянно.

Образование газов

Газы в угольных месторождениях образуются в основном при разложении исходного растительного материала на протяжении всего периода превращения последнего в угли, начиная со стадии оторфенения. Значительную роль при этом вначале играют биохимические процессы, позже — процессы метаморфизма углей.

В результате перемещения и взаимного обмена газов в вертикальном направлении состав их на различных глубинах не остается постоянным. Для основных угольных бассейнов в зависимости от преобладания тех или иных газов различают следующие постепенно сменяющиеся газовые зоны. Самой верхней зоной является зона азотно-углекислых газов, глубже она сменяется зоной азотных газов. Далее, по мере углубления, вследствие появления метана и уменьшения содержания азота, газы приобретают азотно-метановый состав и затем метановый. Такая зональность объясняется тем, что с поверхности движутся газы биохимического, химического (углекислота) и воздушного (азот) происхождения, а из глубины — газы, образовавшиеся в основном в процессе метаморфизма угля (метан).

§ 2. МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ ГАЗОВ В НЕДРАХ И ГАЗООТДАЧА УГЛЕЙ

В пластах газы могут быть связаны с органической массой угля или находиться в свободном состоянии, заполняя трещины, поры и вообще пустоты в угольных пластах или боковых породах. Наличие газа, связанного с органической массой, объясняется способностью самого угля как поглощать (сорбировать) газ, так и отдавать его. Такая способность угля к поглощению и отдаче газа меняется с изменением давления на пласт угля, его

влажности, кусковатости и температуры. Например, установлено, что:

а) влажный уголь поглощает газ в меньших количествах, чем сухой;

б) скорость поглощения и отдачи газов тем выше, чем мельче уголь и чем менее он плотен;

в) с увеличением давления уголь поглощает большее количество газа;

г) выделение газа из угля увеличивается с повышением температуры.

Установлено, что скорость газоотдачи зависит также и от степени углефикации и химического состава углей. Так, длиннопламенные и газовые угли обладают более высокой газоотдачей, чем жирные угли, а жирные угли в свою очередь легче отдают метан, чем угли тощие и антрациты.

Все указанные факторы, влияющие на скорость газоотдачи угольных пластов, и обуславливают метанообильность шахт.

Условия перемещения газов в угленосной толще

Перемещение газов в угольных пластах и породах в районах, тектонически не нарушенных, в основном происходило за счет их пористости и микротрещиноватости. Очевидно, что наиболее благоприятные условия для быстрого перемещения газа из нижних горизонтов в верхние создаются при крутом падении пластов. Поэтому в таких районах газ мог сохраниться в значительных количествах только на больших глубинах. В районах же пологого залегания угольных пластов перемещение газа происходит значительно медленнее и потому газоносность пологопадающих пластов может быть высокой даже на небольших глубинах.

Скорость перемещения газов в углях и породах находится также в прямой зависимости от их газопроницаемости, которая неодинакова для различных марок углей и для пород ниже, чем для углей.

Важными факторами, определяющими газоносность угольных пластов и вмещающих их пород, являются структура угольных месторождений, степень их тектонической нарушенности, а также условия их дегазации. Исследования газоносности Донбасса и Кузбасса показали, что основная масса метана обычно бывает приурочена к антиклинальным структурам и к зонам флексуорообразных нарушений, к которым она перемещается из нижних горизонтов. Обратное явление наблюдается в синклиналях, где метанообильность обычно снижается по мере приближения к оси складки.

В ряде случаев наличие разрывов сплошности углей и пород имеет решающее значение для их газоносности. Так, в зонах растяжений, с которыми связаны открытые тектонические трещины типа взбросов, может произойти глубокая дегазация угленосных

отложений. В зонах же сжатия с закрытыми трещинами типа надвигов газ остается как бы закупоренным и создается благоприятная обстановка для его сохранения и накопления в больших количествах.

По тектоническим трещинам газ может перемещаться и выделяться в огромных количествах; например, отдельные трещины (суфляры) за несколько лет выделяли десятки миллионов кубических метров газа (в основном метана), а суточный дебит газа из трещин достигал 60 тыс. м³. Очевидно, что при суфлярных выделениях метана происходит и интенсивная дегазация угольных месторождений. При разработке месторождений размеры природной трещиноватости увеличиваются и, кроме того, возникают дополнительные, так называемые «эксплуатационные» трещины, в результате чего может возрастать и газообильность шахт. Особенно резко повышается выделение метана, если вблизи от разрабатываемого пласта находятся невыработанные угольные пласты. В этом случае трещиноватость угля и пород благоприятствует перемещению газа из невыработанных угольных пластов в горные выработки.

Газы в угленосной толще могут перемещаться также подземными водами, которые в процессе своей циркуляции могут полностью дегазировать угольные пласты. В частности, если вблизи угольного пласта или в его кровле залегает водоносный горизонт, то такой пласт, как правило, оказывается дегазированным. В угольных бассейнах химический состав подземных вод в значительной степени зависит от газоносности горизонтов различных глубин и поэтому химический состав воды может указать, из какой газовой зоны поступает вода.

§ 3. ИСТОЧНИКИ И ХАРАКТЕР ВЫДЕЛЕНИЯ ГАЗА В ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ

Основным источником метана в шахтах являются разрабатываемые угольные пласты. Кроме того, газ может поступать в шахты из смежных неразрабатываемых пластов угля и пород кровли и почвы. Выделение метана из неразрабатываемых угольных пластов может происходить через толщу пород, разделяющих угольные пласты, по природным трещинам и по трещинам эксплуатационного происхождения.

Выделение газа в горные выработки может происходить постепенно и равномерно со всех обнаженных плоскостей угля или в виде «суфляров», т. е. из трещин и пустот угольных пластов и вмещающих пород под давлением, или, наконец, в форме так называемых выбросов, нередко вместе с угольной пылью и мелочью.

При эксплуатации угольных месторождений наибольшую опасность представляют внезапные выбросы газа, которые нередко могут вызвать значительные разрушения в горных выработках.

Внезапные выделения и выбросы газа в горные выработки могут также происходить в очистных забоях при так называемых «отжиме» и «высыпаниях» угля и при раздавливании угольных целиков. В результате горного давления в очистных забоях происходит «отжим» угольного пласта, кромка которого, выходящая в горные выработки, при этом дробится и из угля выделяются повышенные объемы метана. Особенно быстрое выделение газа при отжимах угля происходит при разработке крутопадающих пластов. В данном случае отжатый уголь не остается на месте и, обрушаясь, дополнительно измельчается; тем самым создаются благоприятные условия для быстрого выделения газа из измельченного угля.

Внезапные явления «высыпаний» угля довольно часто наблюдаются в шахтах Центрального района Донецкого бассейна на слабых и рыхлых крутопадающих пластах. При этом в первый момент обычно выделяется большое количество метана за счет его отдачи разрыхленным углем.

При крутом падении пластов весьма часто внезапные высыпания угля переходят во внезапные выбросы, и, наоборот, в некоторых случаях в тех же условиях внезапные выбросы переходят в высыпание угля.

Повышенное газовыделение при раздавливании целиков угля встречается сравнительно редко. Оно происходит тогда, когда горное давление на целик угля превосходит его сопротивление раздавливанию. При пологом залегании угольных пластов сам процесс раздавливания целиков длителен. Газовыделение в таких условиях происходит почти равномерно и приводит только к некоторому повышению содержания метана в рудничном воздухе. В более редких случаях при разломе пород кровли может произойти «горный удар» по целику; тогда разрушенный уголь выбрасывается с силой и весь процесс сопровождается значительным выделением газа.

Раздавливание целиков при крутом падении сопровождается обрушением части или всего целика с быстрым выделением больших объемов газа.

Собственно внезапные выбросы метана характеризуются неожиданностью и бурностью проявления. В короткий промежуток времени газ неожиданно выбрасывается в таких количествах, которые обычно поступают в выработки в течение суток. Невозможность предугадать время и место внезапных выбросов газа создает большие трудности с подачей в выработки воздуха в требуемом количестве для их проветривания. Внезапные выбросы газа и угля наблюдаются главным образом в шахтах Донецкого и Кузнецкого бассейнов, а также на отдельных месторождениях Урала, Караганды и Дальнего Востока. Внезапным выбросам метана обычно предшествуют предупредительные признаки: гул и треск, напоминающие пулеметную стрельбу, а также потрескивание, «шелушение» и отскакивание кусочков угля в забое.

В большинстве случаев внезапные выбросы начинают появляться с глубины 250 м. С увеличением глубины разработки число внезапных выбросов и количество выброшенного газа увеличиваются и могут достигать 200 тыс. м³. Иногда выбросы следуют один за другим через незначительные промежутки времени. Многолетними наблюдениями установлено, что частота и интенсивность внезапных выбросов растут с увеличением угла падения угольных пластов, а также с увеличением их мощности. Угольные пласты, опасные по выбросам, обычно характеризуются пониженной механической прочностью, рыхлостью и отсутствием ясно выраженного кливажа.

Явления внезапных выбросов газа и угля изучены еще недостаточно; в основном они связаны с энергией свободного метана, находившегося до выброса в порах, трещинах и других пустотах угля под высоким газовым давлением, которое может достигать 30—35 и более атмосфер.

Детальное изучение частной тектоники может иметь решающее значение для прогноза встречи очагов внезапных выбросов газа. Чтобы газ в указанных очагах находился под давлением, необходима изолированность этих очагов от остального угольного массива. Такая изолированность возможна при отсутствии открытых газопроницаемых трещин и при наличии монолитных, слабо газопроницаемых пород кровли и почвы угольных пластов.

В массиве уголь, окружающий очаг, препятствует выходу газа из очага, но при ослаблении стенок очага, с подходом горных выработок, газ может с большой силой прорваться в горные выработки, увлекая за собой и раздробленный мелкий уголь и угольную пыль.

Степень опасности очага зависит от того, в каком направлении приближаются к нему горные выработки. Если забой будет расположен параллельно общему направлению трещин очага, опасность будет наибольшей. Если же, наоборот, забой подвигается в направлении, перпендикулярном к трещинам, то опасность будет наименьшей, так как метан будет выделяться по этим трещинам, а сопротивление угля разрушению в этом направлении будет наибольшим. Если боковые породы окажутся более хрупкими, чем угольный пласт, то и в них могут возникнуть очаги, и тогда внезапные выбросы метана будут сопровождаться выбросами соответствующей породы.

При разработке газоносных пластов практическое значение имеет направление линии забоя по отношению к кливажу, поскольку кливаж, как и вообще всякого рода трещиноватость, влияет на скорость отдачи газа в горные выработки.

Практика показывает, что при разном направлении забоя относительно кливажа наблюдается большая разница в газоотдаче. Так, при углях газовых, но не склонных к внезапным выбросам, для меньшей газоотдачи, а следовательно, и для облегчения проветривания более целесообразно ставить забой

по кливажу. Что же касается пластов, склонных к внезапным выделениям, то здесь надо использовать кливаж для достижения большей дегазации угольного массива, и очистной забой необходимо ставить по возможности вкrest кливажа («в зуб»).

На образование газовых очагов влияют физические свойства, химический и механический состав углей. Так, очевидно, что хрупкие угли дадут наибольшее количество перетертого, разрыхленного материала и угольной мелочи, а следовательно, в этих зонах будут наибольшие выделения газа.

Более пластичные угли не могут давать много мелочи и, кроме того, в них не могут образовываться системы трещин, а в отдельных появляющихся трещинах могут накапливаться относительно незначительные количества газа.

Изучение возможных образований газовых очагов должно вестись с учетом физического состава, химических и механических свойств угля.

Согласно другим представлениям, основным фактором, вызывающим внезапные выбросы угля и газа, является горное давление пород, которое в призабойной зоне угольного массива вызывает и усиливает растрескивание и дробление угля и тем самым способствует освобождению (десорбции) газа, создающего и усиливающего динамический эффект внезапного выброса. Значение же геологических факторов этого явления заключается в структурных особенностях и физико-механических свойствах углей и вмещающих пород, а также в строении угольных пластов. Так, угли пористые, трещиноватые, раздробленные и перемятые сами по себе в ненарушенном виде обладают большей газопроницаемостью и газоотдачей и по этому признаку являются более опасными, чем угли плотные и ненарушенные. Тем более такие угли, с пониженной механической прочностью, на кромке пласта под давлением горных пород будут быстро разрушаться и давать много мелочи, создавая первоначальные благоприятные предпосылки к внезапному выбросу.

Из этого следует, что предварительное знание физико-механических свойств углей и их структурных особенностей может иметь значение в разграничении месторождения на участки и горизонты с благоприятными или неблагоприятными геологическими предпосылками для внезапных выбросов. Отсюда вытекает необходимость:

1) устанавливать качественно и количественно степень макро- и микротрещиноватости и пористости углей;

2) определять механическую прочность, степень и характер разрушаемости углей при постоянной и переменной нагрузках.

Установление закономерной зависимости газоносности углей от их физических свойств и химического и механического состава является областью исследований специальных научно-исследовательских институтов. Участие шахтного геолога сводится к полу-

чению и обработке исходных данных по составу и свойствам углей по данным опробования.

Для изучения плотности, однородности и трещиноватости угольных пластов в глубине массива иногда применяются опережающие скважины, которые проходятся из горных выработок.

§ 4. ПОНЯТИЯ ОБ ОСНОВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЯХ ПО БОРЬБЕ С ВНЕЗАПНЫМИ ВЫДЕЛЕНИЯМИ ГАЗА

Для обеспечения безопасности ведения работ на пластах, опасных по внезапным выбросам газа, проводится ряд предупредительных мероприятий, из которых основными являются:

а) предварительная отработка «защитных» угольных пластов;

б) дегазация пласта и вмещающих пород дренажными скважинами;

в) сотрясательное взрывание.

Метод предварительной отработки «защитных» угольных пластов применяется при разработке сближенных угольных пластов и основан на перемещении значительных количеств газа из пластов, разрабатываемых с отставанием, в выработки пластов, разрабатываемых в первую очередь.

Такое перемещение газа происходит вследствие развития трещиноватости и увеличения микротрещин и пор в угольных пластах и породах в процессе ведения горных работ.

В результате этого на участках с опережающим очистным забоем выделение метана из выработанных пространств может достигать 70—90% общего его выделения по участку, а при отработке дегазированных угольных пластов оно составит только 10—20%.

Дегазация угольных пластов при выемке сближенных пластов широко используется в горной практике как наиболее действенное средство борьбы с внезапными выделениями газа.

Дегазация угольных пластов и вмещающих пород может осуществляться также буровыми скважинами большого диаметра, проводимыми по падению угольных пластов с действующего горизонта на нижележащий. Наибольший эффект при этом получается при пересечении скважинами участков слабых, разрушенных углей. Расстояние между скважинами принимается 20—25 м.

Количество газа, извлекаемого при помощи таких скважин, может достигать многих тысяч куб. метров в сутки. При дегазировании скважинами устья их закрепляются и подключаются к общему газоотводу, выведенному на поверхность, где газ может быть использован для местных нужд.

Сотрясательное взрывание имеет целью разрушение угольной перемишки, отделяющей очаг газа от горной выработки, в результате чего начинается выделение газа под большим давлением, т. е. по существу искусственно вызывается выброс. Этот

искусственный выброс производится с соблюдением необходимых мер предосторожности (вывод людей из выработок, удаление механизмов из опасных мест, усиление крепи и т. д.) и поэтому не влечет за собой катастрофических последствий.

§ 5. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ ГАЗОНОСНОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

При исследовании газоносности месторождения перед шахтным геологом ставится задача общего изучения геологических факторов, способствующих накоплению газов в горных выработках, и условий образования очагов внезапных выбросов газа. Исследование должно вестись в следующих направлениях:

а) Выяснение деталей общей тектонической структуры, микро-тектоники и кливажа в границах шахтного поля по падению и простиранию угольных пластов с целью определения условий, способствующих накоплению газа или, наоборот, дегазации угольных пластов. Для этого используются структурные и пластовые карты, графические изображения разрывных нарушений, вертикальные и погоризонтные геологические разрезы и другая документация, обобщающая геологические наблюдения в тектонически нарушенных районах.

б) Изучение физико-химического состава и механических свойств угля с целью установления зависимости газообильности месторождения от этих факторов. Общие исследования в данной области выполняют специальные научные организации. Задача шахтных геологов в данном вопросе заключается в подготовке материалов для таких исследований, состоящих из детального описания строения угольных пластов в целом и по отдельным пачкам, структурных и текстурных особенностей угля.

Последнее обстоятельство имеет то значение, что очаги внезапных выбросов иногда могут образовываться только в отдельных угольных пачках, которые и вырываются при выбросах газа, тогда как другие пачки остаются нетронутыми.

Основным документом, обобщающим указанные данные, будет служить карта качества, составляемая при опробовании угольных пластов.

в) Изучение литолого-петрографического состава вмещающих пород с точки зрения установления их крепости, степени и характера трещиноватости. В данном случае основным документом, обобщающим результаты наблюдений, будет служить литолого-петрографическая карта пород кровли и почвы угольных пластов. Очевидно, что первичная геологическая документация изменения вмещающих угольных пластов, склонных к внезапным выбросам, должна проводиться более детально и систематично, чем в пластах неопасных.

г) Наблюдения за изменением мощности угольных пластов, которая при внезапных выбросах имеет значение как объемный

фактор для очагов скопления газа. С другой стороны, важно знать природу и характер изменения мощности, например внезапные выбросы приурочиваются к зонам, тектонически нарушенным, с которыми могут быть связаны раздувы или пережимы угольных пластов.

д) Исследование химического состава шахтных вод, имеющего большое значение для выяснения и изучения условий общей метанообильности района, перемещения газов, установления различных газовых зон, условий дегазации месторождения. Поэтому опробование и изучение химического состава шахтных вод должны входить в комплекс задач шахтной геологии в области изучения общей газоносности месторождения и внезапных выбросов в частности.

е) Зарисовка и нанесение на план пустот, образовавшихся после выброса газа, которые могут дать представление об общих формах очагов накопления газов и связи этих очагов с тектоническими трещинами. По формам пустот представляется возможность установить направление внезапного выброса. Одновременно с изучением пустот следует делать сравнение характера выброшенного угля с углем, оставшимся нетронутым в стенках очага, по степени его кусковатости, раздробленности (пыль, мелочь и т. д.), плотности и по включениям вмещающих боковых пород.

ж) Геологические наблюдения за близлежащими угольными пластами, часто являющимися дополнительными источниками газа, поступающего в разрабатываемый пласт. Очень важно своевременно установить наличие и местоположение близлежащих пластов и дать характеристику их мощности, элементов залегания, физико-химических свойств, литологического состава, условий обводненности.

Шахтный геолог принимает участие также в разработке технических мероприятий по снижению выделения метана в горные выработки, в определении возможной степени метаносности нижних, еще не разрабатываемых горизонтов, и в других вопросах, касающихся газоносности месторождений.

Глава XI ШАХТНЫЕ ВОДЫ

§ 1. ЗНАЧЕНИЕ ШАХТНЫХ ВОД ПРИ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И НАПРАВЛЕНИЕ РАБОТ ПО ШАХТНОЙ ГИДРОГЕОЛОГИИ

Вопросы гидрогеологии при проведении горных выработок, начиная от проходки шахтных стволов и кончая очистными работами, имеют огромное значение.

Задачи, которые ставятся перед гидрогеологической службой, определяются гидрогеологическими условиями данного месторождения. В зависимости от условий и характера обводненности, а также от условий залегания водоносных пород, их взаимосвязи с геологическим строением месторождения производятся гидрогеологические исследования и наблюдения, на основании которых разрабатываются методика осушительных мероприятий и план их внедрения в производство.

Основной целью гидрогеологической службы во всех бассейнах является практическая помощь по устранению и максимальному снижению вредного влияния подземных и поверхностных вод на горные работы.

Для осуществления указанной цели шахтная гидрогеологическая служба разрабатывает и проводит необходимые мероприятия по борьбе с шахтными водами.

Решение этой задачи должно производиться в направлениях:

- а) систематического и полного изучения условий и характера обводненности шахты по отдельным водоносным горизонтам;
- б) определения источников и причин обводнения существующих выработок, а также выработок и горизонтов, намечаемых к вскрытию для своевременной организации необходимого водоотлива;
- в) организации наблюдений над общим притоком вод в шахту, на отдельных ее участках по горизонтам путем замера его;
- г) наблюдения за зонами возможных прорывов шахтных вод в горные выработки и за состоянием кровли и почвы;
- д) наблюдения за шахтными водами, откачиваемыми из шахт, и предупреждения

от возможной их инфильтрации в горные выработки на пути своего стока.

Подземные воды значительно осложняют шахтное строительство и последующую эксплуатацию месторождений. В истории горного дела известны случаи, когда сравнительно небольшие притоки воды являлись причиной, затрудняющей и тормозящей эксплуатацию месторождений.¹

В настоящее время при высоко развитой технике водоотливных средств возможно вести проходку шахт и разрабатывать угольные месторождения при большой обводненности, с притоками воды к центральному водоотливу, достигающими более 1000 м³/час. Однако это не только не уменьшает значения гидрогеологической службы на шахтах, но, наоборот, подчеркивает необходимость ее дальнейшего развития. Планомерная борьба с шахтными водами путем проведения осушительных мероприятий по заранее разработанным проектам предохраняет горные выработки от возможных внезапных прорывов больших количеств вод. Ликвидация последствий таких внезапных прорывов нередко связана с затратами больших средств.

В настоящее время в большинстве угольных бассейнов применяются системы разработки угольных месторождений с обнажением значительных площадей кровли, при этом создаются условия, способствующие прорыву вод в горные выработки, а поэтому значение гидрогеологических работ на шахтах еще более возрастает.

Борьба с шахтными водами может дать наиболее полный эффект только тогда, когда детально и полно изучены геолого-гидрогеологические условия месторождения в целом. Поэтому первой и основной задачей шахтного геолога в вопросах гидрогеологии является наиболее детальное изучение подземных и поверхностных вод с точки зрения влияния их на проведение горных работ и разработки эффективных мер по борьбе с ними.

Изучение гидрогеологических условий шахтного поля производится на всех стадиях его освоения — от поисковой разведки до периода отработки включительно. При поисковых и детальных разведочных работах изучение водоносных горизонтов и их режима важно для составления технического проекта, вскрытия и отработки шахтного поля.

Результаты, полученные при проведении разведочных скважин, не могут дать исчерпывающего ответа на многие вопросы эксплуатации, особенно на участках, удаленных от скважин. Тем не менее, материалы детальной разведки имеют огромное значение для правильного понимания общей гидрогеологической обстановки на шахтном поле. Знание условий и характера обводненности, выяснение развития водоносных горизонтов по

¹ В некоторых районах угольных бассейнов с недостатком водных ресурсов подземные воды, откачиваемые из шахты, могут найти полезное применение для обеспечения технических и бытовых нужд населения.

отдельным стратиграфическим и литологическим толщам служит основой для более детального изучения условий обводнения на каждом участке при эксплуатации шахтного поля.

Степень влияния гидрогеологических условий на горные работы в различных бассейнах далеко не одинакова и зависит в основном от особенностей геологического строения. Поэтому и конкретные задачи гидрогеологической службы в различных бассейнах будут различны. Например, обводненность месторождений Подмосковского угольного бассейна связана с наличием толщи рыхлых, преимущественно песчаных пород, залегающих почти непосредственно над угольными пластами, и трещиноватых известняков, подстилающих угленосную толщу. В Кизеловском бассейне, где угольные месторождения приурочены к карбонатным карстующимся породам, основное внимание должно быть уделено взаимосвязи карстовых вод с поверхностными водоотками и водоемами. Одновременно должны вестись наблюдения и за водоносными горизонтами, приуроченными к мало или совсем не карстующимся породам, за условиями питания и залегания их. При наличии глубоких карстов большое значение имеет сдвигание пород, резко изменяющее гидрогеологические условия и режим подземных вод. При сдвигании пород создаются новые пути циркуляции карстовых вод — зоны пассивного карста превращаются в активные, неводоносные породы — в обводненные. Это приводит к увеличению водопритоков в горные выработки или к внезапным прорывам с притоками воды в несколько сот кубических метров в час.

В соответствии с этим на угольных месторождениях, сложенных горизонтальными или слабонаклонными рыхлыми породами, гидрогеологические наблюдения на шахтах могут быть разделены на следующие этапы:

- 1) сбор графических и других данных по разведкам и гидрогеологическим исследованиям, по горным работам для каждого шахтного поля и предварительная обработка этих материалов с составлением чертежей, графиков и таблиц;
- 2) наблюдение за состоянием земной поверхности шахтного поля;
- 3) описание состояния горных выработок, условий залегания пород, регистрация выходов воды и всех дренажных устройств до начала систематических наблюдений с последующей фиксацией всех происходящих изменений;
- 4) учет притока воды в шахту и работы дренажных устройств;
- 5) учет работы шахтного водоотлива;
- 6) наблюдения над деформациями выработок, состоянием крепи, прорывами шахтных вод и плывунов;
- 7) периодическая сводка этих наблюдений с составлением графиков, профилей и других чертежей с соответствующим описанием.

На месторождениях с карстующимися породами должны быть, кроме того, организованы:

- 1) наблюдения по изучению режима рек, для чего организуются гидрометрические посты, которые закладываются выше и ниже выходов закарстованных пород, характеризующихся крупными карстовыми проявлениями в виде воронок, поноров и пр., с учетом всех гидрогеологических особенностей участков;
- 2) наблюдения за поверхностным стоком и общим водным балансом района;
- 3) сеть наблюдательных скважин за режимом водоносных горизонтов, особенно на участках скопления крупных карстовых воронок и суходолов с возможными подземными водоотками, а также в зонах крупных тектонических нарушений и на участках с резкими понижениями угольного пласта. Наблюдательные скважины должны закладываться не только в закарстованные и тектонически нарушенные известняки, но и в незакарстованные породы. Линии скважин, как правило, должны располагаться как вдоль потока подземных вод, так и перпендикулярно к нему;
- 4) пункты наблюдений за местами усиленного поглощения и выхода поверхностных вод с учетом их количества и химического состава;

5) наблюдения за поведением горных выработок и изменением притоков при очистных выработках, особенно в районе суходолов, проходящих вблизи горных выработок;

6) наблюдения за общим притоком шахтных вод к центральному водоотливу и специальные наблюдения в весенний и осенний периоды.

В Донецком бассейне водоносные горизонты угленосных отложений представляют собой тип пластово-трещинных горизонтов. Наличие большого количества водоупоров (в основном аргиллитов) и частая перемежаемость их с водоносными горизонтами чрезвычайно усложняют изучение гидрогеологии последних и создает трудности при эксплуатации месторождения.

В этом и других бассейнах, приуроченных к скальному или полускальному трещиноватому некарстующемуся комплексу пород, водообильность зависит от степени нарушенности пород, от наличия и характера тектонических трещин и их заполнения продуктами вторичного образования. Иногда отдельные крупные тектонические трещины служат обособленными областями питания водоносных горизонтов. Поэтому нередко в этих случаях притоки в шахту постепенно снижаются. Наряду с этим притоки воды могут быть и очень большими и устойчивыми и даже возрастающими, когда тектонические трещины не заполнены вторичными образованиями и сообщаются с земной поверхностью, что создает благоприятные условия для проникновения в горные выработки воды с поверхности. Поэтому при проведении горных выработок величина и характер притоков воды в шахты очень

разнообразны, особенно в районах сильно нарушенных, дающих большие и внезапные притоки воды.

Различный характер и мощность этих пластов зависят от устойчивости отдельных водоносных горизонтов и их взаимосвязи. При очистных работах трещины, возникающие от обрушений и оседания вышележащих пород, служат дополнительными путями проникновения вод в горные выработки. Постепенно распространяясь и захватывая все новые и новые зоны, трещиноватость может достигнуть земной поверхности и, следовательно, оказаться проводником поверхностных вод.

В таких районах борьба с обводнением горных выработок может вестись успешно только в том случае, если в результате гидрогеологических наблюдений, проводимых на шахтах, будет выявлен режим подземных вод. В данных условиях для гидрогеологической оценки определенного разведанного участка используются сведения по шахтам, ведущим разработку в аналогичных условиях. Метод сопоставления аналогичных условий по бассейну является наиболее рациональным.

В результате сбора фактического материала и наблюдений на действующих шахтах за обводнением горных выработок устанавливается: зависимость притока воды по шахте от развития очистных работ по простиранию и падению пластов, роль опережения подготовительных выработок, условия подработки рек и балок, качественный состав вод. Водообильность и режим шахтных вод в этих условиях зависят от целого ряда естественных и искусственных условий. В связи с этим на месторождениях такого типа гидрогеологические наблюдения состоят из следующих этапов:

1) предварительное знакомство с материалами геологических и гидрогеологических заключений, паспортов и маркшейдерских данных, на основании которых устанавливаются: общие условия разрабатываемого участка, мощность вскрытых пластов, водоносные горизонты, их напоры и дебиты, литологический состав вмещающей толщи, тектоника участка, абсолютные отметки устьев стволов и наиболее глубоких работ по шахте, примерная площадь выработанного пространства, состояние его, расположение старых горных выработок и т. д.;

2) наблюдения по шахте¹ путем предварительного ознакомления с материалами, характеризующими условия залегания угольных пластов, и с данными, полученными при непосредственном наблюдении в шахте, на основании которых устанавливаются основные водоносные горизонты и степень их влияния на обводнение отдельных выработок, пополняются и уточняются предварительные сведения и составляется общая схема условий обводнения шахтного поля или месторождения в целом;

3) в результате обработки предварительных данных и непосредственных наблюдений в шахте устанавливается и фиксирует-

ся в журнале наблюдений характер притоков, а именно: внезапное появление сосредоточенных притоков при подработке речных долин, суходолов, при весеннем снеготаянии, продолжительность их действия, влияние дренажных устройств, характер струй (восходящие, капез, постепенное увлажнение и пр.), места появления пучения пород, увеличение давления на крепь и его вид (сверху, с боков, снизу и т. д.);

4) определение интенсивности притока по шахте, производимое следующими методами: а) учетом работы водоотливных установок шахты с применением различных видов водомеров на водоотливных установках, б) откачкой воды из общей помойницы с отрегулированной производительностью насосов, в) по притоку путем восстановления уровня воды после останова насоса.

§ 2. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СЪЕМКА ШАХТЫ

После обработки собранных материалов, характеризующих геолого-гидрогеологические условия месторождения или шахтного поля, а также после предварительного осмотра горных выработок гидрогеолог (геолог) приступает к подготовке детальной гидрогеологической съемки всех существующих выработок.

В процессе проведения гидрогеологической съемки решается важнейший вопрос — распределение суммарного притока в шахте по каждому стратиграфическому водоносному горизонту, с указанием характера водовмещающих пород по отдельным выработкам и участкам шахтного поля.

Детально изучается водоотливное хозяйство и наносятся на маркшейдерские планы места всех действующих насосов с указанием их производительности, трубопроводов и их диаметров, водосборников и их объемов, типов перемычек, водоотливные и дренажные каналы с указанием направления потока воды и другие устройства по водоотливному хозяйству. На этот же план наносятся установки, связанные с осушительными мероприятиями, проводимыми в шахте: забивные фильтры в почву и кровлю пласта, сквозные фильтры, понижающие и перекачные колодцы.

Детальная гидрогеологическая съемка всех выработок производится также в целях выбора характерных опорных пунктов для проведения систематических комплексных наблюдений.

При производстве съемки ведется дневник с необходимыми зарисовками и составляются планы обводненности горных выработок, которые периодически, в процессе эксплуатации, пополняются новыми данными.

В дневнике шахтной гидрогеологической съемки должны быть отражены:

1. Условия залегания угольного пласта — гипсометрия и ее характер, причем отмечаются места резкого нарушения угольного пласта — провалы, сбросы, выклинивание и т. д., а также физико-механические свойства пород кровли и почвы. Описание обяза-

¹ Гидрогеологическая съемка шахты более подробно приводится ниже.

тельно сопровождается зарисовкой в определенном масштабе, которую в наиболее интересных случаях рекомендуется дополнять фотоснимками.

На маркшейдерском плане все встреченные нарушения отмечаются в соответствующих местах общепринятыми условными обозначениями с указанием элементов залегания.

Одновременно с этим в дневнике съемки дается подробная характеристика изменений структуры и физических свойств угля (по внешним признакам) в связи с нарушением пласта, например, увеличение трещиноватости и ее ориентировка или раздреленность угля, переход в сажистое или землистое угольное вещество, выклинивание верхней или нижней пачки и т. д.

При описании карстовых явлений и тектонических нарушений необходимо давать подробную характеристику литологического состава вторичных новообразований, заполняющих трещины и пустоты, так как часто карстовые пустоты бывают заполнены водой и могут служить препятствием для горных работ.

Все водоносные горизонты, встреченные при проходке стволов шахт, квершлаггов, штолен, гезеңков и других горных выработок, обязательно фиксируются. Наносятся все деформации крепи выработок, вызванные пучением пород, повышенным давлением, а также места прорывов воды из почвы или кровли выработок.

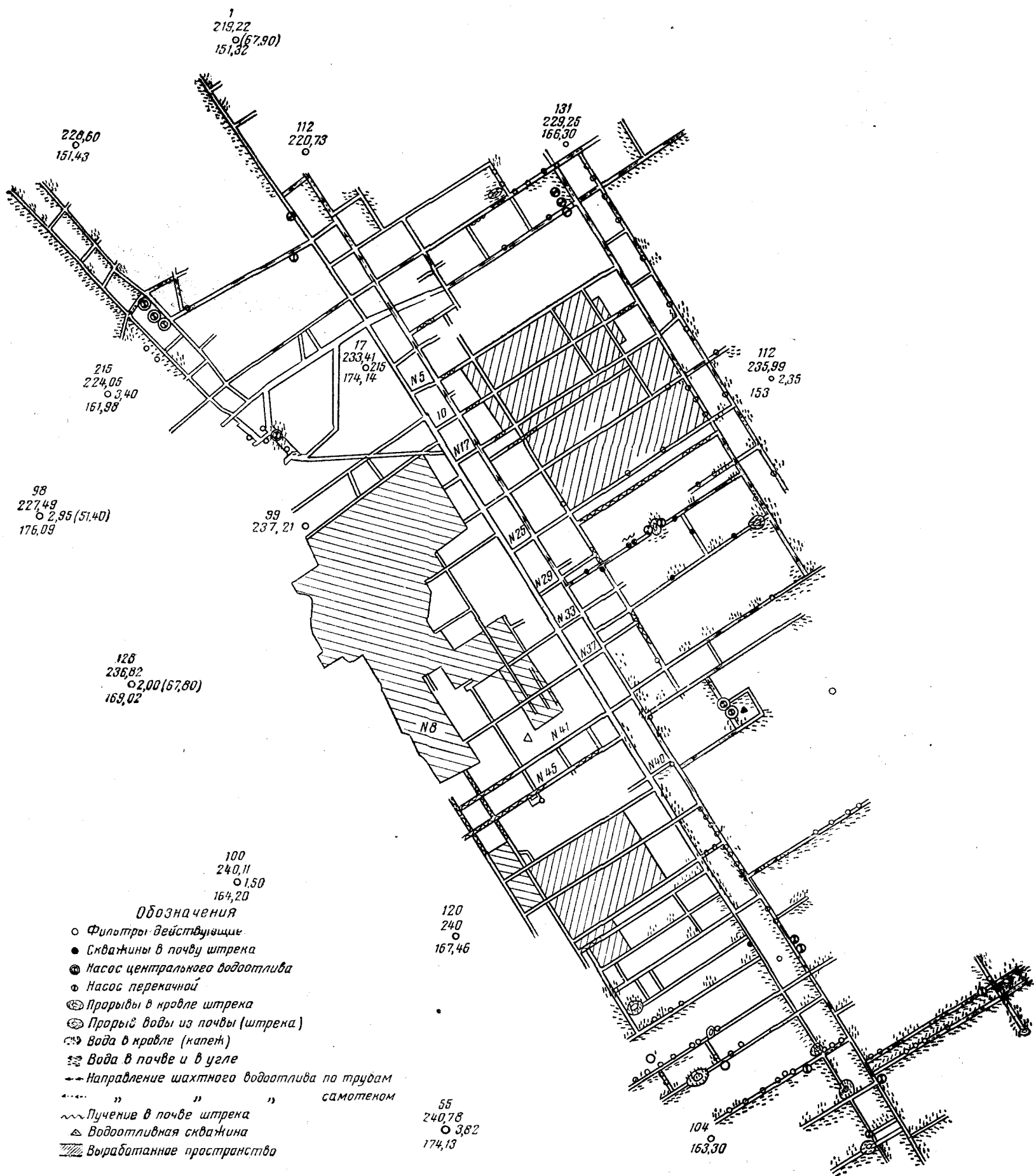
2. Гидрогеологическая характеристика пород, залегающих в кровле и почве горной выработки. Для описания пород кровли используются данные по разведочным скважинам, по имеющимся обрушениям кровли — случайным или при подвалке лав, по забивным фильтрам.

В случае необходимости уточнения характеристики пород кровли гидрогеолог задает необходимое количество зондировочных скважин.

Породы в почве штрека могут быть охарактеризованы по дренажным канавам и колодцам, при пересечении штреком в повышенных местах подугольных напластований.

При учете притоков воды в горные выработки необходимо описать и замерить поступление воды из кровли, почвы, груди забоя и боковых поверхностей выработок.

Если замерить количество воды в месте ее поступления невозможно, то следует описать характер притока, например, «капез сильный», «местами отдельные непрерывные струйки», указать площадь кровли, занятой капезом, и т. д. При поступлении воды из пласта угля обязательно следует отмечать, выходит ли она по трещинам или только по плоскостям наслоения, обычно по тонким пропласткам, «пояскам» глины; отмечается интенсивность обводнения угля, т. е. поступает ли вода в виде отдельных или сосредоточенных струй, и т. д. Необходимо отметить, обводнен ли весь пласт или только нижняя пачка его и на какую высоту от почвы выработки; при этом обязательно следует осмотреть обе стенки штрека, так как различие в высоте обводнения



пласта может помочь при определении направления подземного потока. В старых, уже осушенных выработках на бывшую здесь ранее обводненность угля указывает наличие ржаво-бурых железистых натечков по углю.

Замеры притоков воды производятся различно в зависимости от того, каким образом вода поступает в выработку. Так, например, очень часто обводнение выработки или отдельных участков проявляется в виде рассеянного или сравнительно сосредоточенного капеза из кровли. В этих случаях измерение следует производить в нескольких наиболее характерных пунктах и получен-

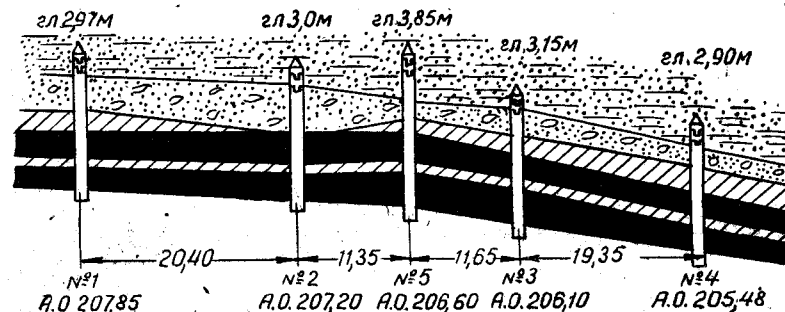


Рис. 57. Геологический разрез по забивным фильтрам

ные средние результаты на единицу площади перечислить на всю площадь.

Такие замеры производятся особыми листами железа, изготовленными в виде противня с дном в форме низкой усеченной пирамиды. Лист необходимо держать по возможности ближе к кровле. Подставляя мерный сосуд в место замера, определяют приток.

Повторные замеры капеза следует производить в одних и тех же местах через 5—10 дней.

Если в шахте проводятся осушительные мероприятия — водоупонижающие скважины, забивные сквозные фильтры, дренажные колодцы и пр., то они в дневнике съемки учитываются отдельно.

3. Отмечаются все места близкого расположения разведочных скважин к очистным выработкам и в этих местах устанавливаются наблюдения. Такие скважины, если они не затампонированы при ликвидации, могут оказывать влияние на степень обводнения горных выработок или служить причиной внезапных прорывов вод из кровли.

Описание пород, пройденных разведочными скважинами, следует сверить с фактическими данными по горным выработкам и дать характеристику замеченных расхождений.

4. Подробно описываются все встречающиеся места бывших прорывов воды из кровли и почвы выработок и наносятся на маркшейдерский план (рис. 56). В местах особо интересных и важных, кроме того, составляются дополнительные профили (рис. 57).

Гидрогеологическая съемка производится не реже одного раза в месяц по всем выработкам шахты. Все места постоянных наблюдений фиксируются соответствующими реперами, на основе которых определяются высотные отметки забивных фильтров, водопонижающих колодцев и т. д.

Выработки, проходка которых приостановлена по тем или иным причинам, — из-за выклинивания пласта, сильного его понижения и обводнения, проявления карстов, увеличения давления, прорыва пльвуна и т. п. — должны быть отмечены на плане горных выработок с кратким указанием причин остановки и с подробным описанием в журнале.

По стволам шахты должны быть установлены и подробно описаны источники обводнения — водоносные горизонты и притоки воды из них. Определение притоков производится или по существующим водоуловительным желобам, из которых вода по трубе спускается в зумпф ствола, или по оборудуемым временным желобам из листового железа. Замер притока воды производится любым мерным сосудом, например, ведром.

Необходимо сравнивать приток воды, отмеченный в данное время, с притоком, имевшимся при проходке шахтных стволов.

Кроме того, постоянно должны учитываться причины, которые повлияли на увеличение притока воды не только на данной шахте в обследуемой выработке, но и на соседних шахтах, как то: прорыв воды из почвы или кровли выработок, ввод в эксплуатацию новых водопонижающих установок и т. д.

При наблюдениях за притоками воды из почвы выработок в случае рассредоточенных выходов прежде всего следует отвести притоки в дренажные канавы, а восходящие источники каптировать небольшой железной трубой, позволяющей легко измерить расход воды мерным сосудом.

При больших притоках воды устраиваются дренажные канавы, и приток воды из забоя штрека или со всей площади его измеряется суммарно, по расходу воды из перекачного колодца, из которого вода откачивается насосом.

Кроме учета притока воды из забоя или участка, необходимо описать, с соответствующей зарисовкой, условия поступления воды из почвы, из кровли, степень трещиноватости угольного пласта и характер вмещающих его пород, наличие тектонических смещений и т. д.

Учет общего количества воды, откачиваемой из шахты, имеет большое значение, так как эта величина характеризует степень обводненности шахтного поля.

Общий приток воды по шахте устанавливается следующими методами:

а) по производительности насосных установок центрального и участковых водоотливов. Проверка работы насосов и их производительности осуществляется в течение каждой смены, для чего в журнале наблюдений записывают паспорт насоса с номиналь-

ной производительностью и фактическое время работы и остановок насоса;

б) по водомеру, устанавливаемому на нагнетательном трубопроводе насоса на земной поверхности;

в) по откачке воды из водосборника с наблюдением за скоростью восстановления уровня воды в помойнице до определенной высоты после остановки насоса;

г) путем установки на поверхности мерного водослива.

Для общей характеристики обводненности шахты ориентировочно может быть применен коэффициент водообильности, т. е. количество выданной воды в кубических метрах на тонну добычи; коэффициент водообильности по одной и той же шахте может быть различным, так как зависит от величины добычи и ряда других причин (увеличения притока в связи с понижением рельефа пласта, выходом из строя участка и т. д.). Поэтому характеристика обводненности данным методом является весьма приближенной и может служить только для ориентировочного определения степени водообильности шахты.

Наблюдения за химическим составом, уровнем и температурой подземных вод необходимо производить при пересечении горными выработками всех водоносных горизонтов, при встрече мульд, тектонических нарушений и явлений, в зонах резких и литологически структурных изменений вмещающих пород и самого пласта, а также при приближении горных выработок к поверхностным водотокам и водоемам на поверхности и к старым горным выработкам.

§ 3. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПО ОСУШЕНИЮ ШАХТНОГО ПОЛЯ

Материалы к проектированию осушительных мероприятий

Проектированию мероприятий по осушению всего месторождения, отдельного шахтного поля или его одного участка предшествует большая работа по полному изучению характера и степени обводненности месторождения в целом. Проект осушения разрабатывается в строгой увязке с календарным планом отработки, предусматриваемым комплексным проектом, а в случаях проектирования мероприятий для отдельной шахты — с календарным планом отработки поля шахты.

В основу проекта осушения кладутся результаты гидрогеологического изучения, проведенного при разведке, которые подробно характеризуют:

а) условия залегания угольных пластов;

б) литологический состав пород кровли и почвы угольных пластов;

в) степень и характер трещиноватости пород;

г) водоносные горизонты (их распространение, характер и мощность водовмещающих пород, область и источники питания,

направление потоков, удельные дебиты, коэффициенты фильтрации и взаимосвязь водоносных горизонтов);

д) наличие карстовых проявлений, глубоких оврагов, состояние земной поверхности шахтного поля — условия стока поверхностных вод (атмосферных и шахтных).

Для проектирования осушительных работ также используются результаты гидрогеологических исследований и наблюдений в шахтах, материалы детальных разведок и эксплуатационных работ, артезианских скважин, данные о водоносности, полученные при проходке вертикальных выработок и, в первую очередь, стволов шахт. Зная величины притоков воды при проходке стволов шахт и мощность обводненных слоев, можно получить удельный дебит для определенного водоносного горизонта.

Исключительно большое значение имеют фактические данные по существующим в шахтах осушительным установкам (насосы, фильтры, колодцы и т. д.).

Данные для составления проекта осушения должны быть тщательно обработаны и обобщены в специальной записке с приложением табличного и графического материала. Объем и характер таких материалов зависят от гидрогеологических условий и будут различны не только для отдельных угольных бассейнов или районов, но даже для отдельных шахтных полей.

В буроугольных бассейнах для достаточно полного суждения о гидрогеологических условиях шахтного поля можно рекомендовать следующий основной комплекс графических материалов:

- а) карта земной поверхности шахтного поля в горизонталях;
- б) геологическая карта шахтного поля в крупном масштабе;
- в) карта литологического состава и степени обводненности кровли угольного пласта (с гидроизогидами);
- г) карта литологического состава и степени обводненности почвы угольного пласта (мощность напоров);
- д) карты водоупорных горизонтов, их мощности и величины напоров;
- е) геолого-гидрогеологические разрезы.

Для бассейнов, где обводненность шахт зависит, в основном, не от литологического состава, а от степени трещиноватости пород, основными исходными графическими документами являются структурные карты в изогипсах и геологические профили вквост простирания и по простиранию отдельных структур.

В настоящее время для борьбы с обводненностью горных выработок применяются различные способы. Так, например, применяется тампонаж пород для уменьшения притоков, физико-химический способ нагнетания цементных растворов с определенными химическими добавками для ускорения момента схватывания, а также глинизация и битумизация.

Указанные способы, несмотря на их большую эффективность, не получили широкого распространения в деле борьбы с обводнением при подготовительных и очистных работах главным обра-

зом из-за дороговизны и громоздкости применяемого оборудования.

Широкое применение в практике осушения горных выработок получил способ искусственного понижения уровня вод.

Для понижения уровней шахтных вод применяются как простейшие устройства (забивной фильтр), так и более сложные водопонижающие скважины, иногда с различной конструкцией фильтров, оборудованные глубинными насосами различной мощности.

Рассмотрим в общих чертах устройство применяемого для осушения оборудования.

Забивные фильтры

Благодаря простоте конструкции и изготовления забивные фильтры получили самое широкое применение на буроугольных месторождениях при планомерном осушении водоносных песков (пльвунов), залегающих непосредственно в кровле угольных пластов или отделенных от последних глинами различной мощности (от 0,5 до 8—12 м).

Нередко забивные фильтры применяются и для осушения почвы угольных пластов в комбинации с дренажными канавами.

Забивной фильтр представляет собой отрезок стальной трубы диаметром от 37 до 52 мм, у которой верхний конец заострен на конус (рис. 58).

Верхняя часть фильтра состоит из труб длиной 0,75—1,2 м, с просверленными (перфорированными) отверстиями диаметром от 3 до 4 мм; нижняя часть состоит из глухих труб длиной от 1,2 до 1,5 м, которые обычно называются «подсадными трубами», так как ими приходится подсаживать фильтр на требуемую глубину.

Такая незначительная длина труб принимается для удобства работ в горных выработках. Каждый отрезок трубы снабжен резьбой для муфтового соединения труб между собой. В последнее время на шахтах Подмосковского бассейна стали применять трубы с внутренней резьбой по типу штанг колонкового бурения.

Данными практики установлено, что для наилучшей работы фильтра суммарная площадь отверстий должна составлять 5—7% общей площади трубы, по которой расположены отверстия.

Количество отверстий для наиболее употребляемых диаметров фильтров приведено в табл. 5.

Количество отверстий на 1 м трубы для того или иного диаметра фильтра можно определить по формуле

$$n = \frac{4D \cdot 1000 \cdot C}{d^2},$$

где d — диаметр отверстий;

D — диаметр фильтра;

C — процент полезной площади.

Производительность забивных фильтров весьма различна и зависит от механического состава водовмещающих пластов, степени их насыщенности и напора в водоносном горизонте.

Вследствие плохой водоотдачи надугольных водоносных песков осушение забивными фильтрами часто оказывается слишком медленным. Обычно этим способом удается осушить участок за 8—12 месяцев работы забивных фильтров. Такая скорость осушения забивными фильтрами не соответствует современным темпам ведения нарезных работ: этим способом невозможно вести опережающее осушение так, чтобы над забоем проводимых штреков все время находилась осушенная кровля. К тому же ни одним из известных способов осушения надугольных песков (в том числе и забивными фильтрами) не достигается полное обезвоживание песка; в осушаемом пласте остается некоторая часть капиллярной воды, которая в значительной мере обуславливает неустойчивость кровли.

Для устранения перечисленных недостатков разработан новый способ осушения надугольных песков — способ форсированного дренажа при помощи вакуум-фильтров. Этот способ основывается на методе одновременного воздействия на воду и воздух, заключенные в осушаемом пласте, при помощи вакуум- и аэрационных фильтров. В конструктивном отношении и те и другие представляют собой обычные забивные фильтры; разница заключается только в характере их использования. При помощи вакуум-фильтра производится отсасывание из пласта воды и воздуха, а вокруг фильтра создается разреженная зона (вакуум), в которой давление ниже атмосферного. Через аэрационный фильтр, наоборот, в пласт нагнетается воздух и тем самым поддерживается вокруг фильтра атмосферное давление.

Повышенный дебит воды из вакуум-фильтров и образование вокруг них зоны с отрицательным давлением способствуют усиленному поступлению в осушаемый пласт через аэрационные скважины и через трещины в кровле угольного пласта воздуха. В результате совместного действия фильтров происходит интенсивная водоотдача, скорость осушения надугольных песков возрастает. Искусственная аэрация пласта позволяет при этом достигнуть не только быстрого, но и более полного осушения по сравнению с обычным способом осушения забивными фильтрами.

Устройство вакуум-фильтра, предназначенного для осушения кровли, показано на рис. 60. Он состоит из перфорированного отрезка газовой трубы 1 длиной 1 м, внутренним диаметром 38 мм. Стенки его на расстоянии около 0,5 м от забиваемого в грунт конца просверливаются несколькими рядами мелких отверстий. Верхний конец перфорированной трубы 1 заделывается наглухо на конус для облегчения ввода фильтра в скважину.

Нижний конец трубы имеет нарезку для соединения с подсадными трубами при вводе фильтра в скважину.

Чтобы в штреке можно было свободно устанавливать фильтр, подсадные трубы для него нарезаются также короткими отрезками по 1,0—1,2 м длиной (не более 1,5 м). Конец фильтра, остающийся в штреке, снабжается проходным краном 4 и смотровым стеклом (фонарем) 5 (рис. 61).

Кран служит для отключения фильтра от вакуум-коллектора. Смотровое стекло служит для наблюдения за работой вакуум-фильтра.

Для замера статического напора воды в пласте фильтр имеет кран 3, посредством которого к полости фильтра подключается манометр или вакуумметр 2.

Практикой установлено, что в ус-

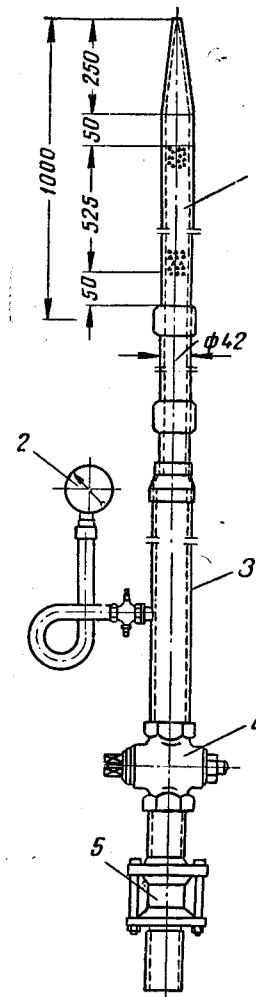


Рис. 60. Вакуум-фильтр

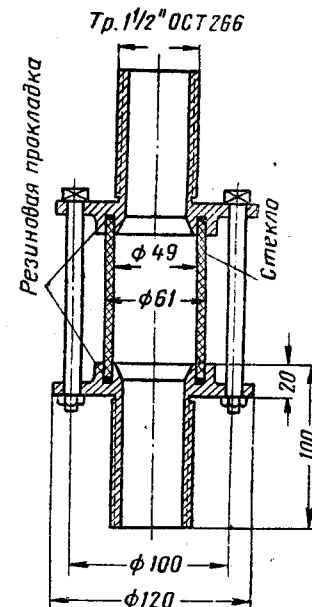


Рис. 61. Детали вакуум-фильтра

ловиях работы в надугольных песках Подмосквовного бассейна наиболее выгодные размеры фильтра должны быть следующие: внутренний диаметр трубы $d=38$ мм; длина перфорированной части фильтра $m=0,5$ м; расстояние между соседними отверстиями перфорированной части $l=13$ мм; диаметр отверстий $d_1=3$ мм (на 1 м перфорированной части трубы 1100 отверстий).

Вакуум в работающем забивном фильтре поддерживается следующими способами:

- 1) фильтр работает как сифон — метод так называемого «висячего столба воды»;
- 2) непосредственное подключение к вакуум-насосу (гидроэлеватору) или через вакуум-коллектор.

Для пояснения на рис. 62 даны схемы подключения вакуум-фильтра по методу «висячего столба воды» (в) и подключения к гидроэлеватору (а) и (б).

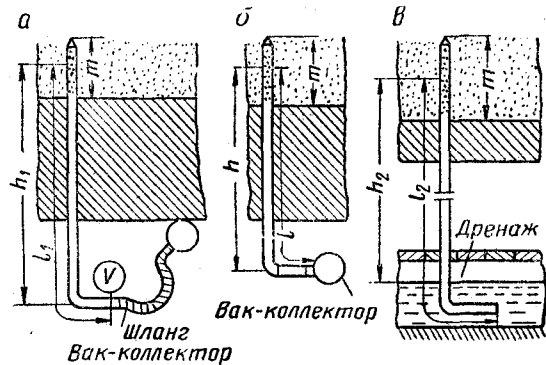


Рис. 62. Схемы подключения вакуум-фильтра

Для успешного осушения надугольных песков необходимо, чтобы вода из пласта поступала в фильтры без песка, с минимальным выносом мути.

Механизм работы забивного фильтра в водоносном песке можно представить так. После того как в водоносный пласт установлен забивной фильтр, в него начинает поступать вода, увлекающая более мелкие глинистые частицы. Из практики известно, что через забивной фильтр в начале его работы происходит значительный вынос песка. В дальнейшем вынос песка постепенно прекращается и фильтр начинает давать совершенно чистую воду. Очевидно, у каждого отверстия фильтра образуется естественный обратный фильтр — сводик, который задерживает поступление в фильтр тонких глинистых частиц.

Обычно для образования обратного фильтра (сводика) требуется сравнительно мало времени: уже через 5—15 мин. работы из фильтра идет чистая вода. В таких случаях обычная конструкция забивного фильтра оказывается вполне надежной. Однако в ряде случаев работа обычного забивного фильтра бывает неудовлетворительной, образование вокруг его отверстий сводиков задерживается и вынос песка через фильтр не прекращается.

Для такого случая можно рекомендовать забивной вакуум-фильтр с гравийной засыпкой. Такой фильтр получается из обыкновенного вакуум-фильтра, если предварительно заполнить

мелким гравием (средний размер зерен от 2 до 4 мм) перфорированную часть фильтра и укрепить гравийную засыпку металлической сеткой.

Ряд опытов показал, что при этом типе фильтра вынос песка прекращается полностью.

Основными отрицательными моментами в работе обыкновенных забивных фильтров являются следующие:

- а) длительный промежуток времени, потребный для проведения осушения;
- б) незначительный радиус влияния, в силу чего требуется заложение большого количества фильтров на сравнительно небольшом участке, что вызывает удорожание процесса осушения;
- в) сложность извлечения длинных забивных фильтров для последующего использования;
- г) забивные фильтры часто дают значительный вынос песка и заиливают штреки, в силу чего иногда приходится их ликвидировать, что, как правило, приводит к появлению капеза на значительных площадях.

Фильтры новой конструкции, короткие, с гравелистой засыпкой, работающие под вакуумом, дают значительно лучшие результаты. Достоинства этих фильтров:

- а) приток увеличивается в 2—2½ раза, что соответственно сокращает срок осушения;
- б) радиус влияния возрастает в 2—3 раза; тем самым значительно сокращается количество необходимых фильтров;
- в) вынос песка исключается в связи с применением гравелистой засыпки.

Отрицательной стороной в работе таких фильтров является необходимость обязательного регулирования выдаваемого количества воды для поддержания в фильтре водяного столба определенной высоты при создании вакуума, причем с падением уровня скорость осушения замедляется.

В последние годы фильтры стали подключать к общей вакуум-магистрали, разрежение в которой поддерживается вакуум-установкой. При таком способе осушения, т. е. путем поддержания вакуума в вакуум-коллекторе, скорость осушения водоносных песков еще более возрастает.

Этот способ осушения имеет следующие преимущества:

- 1) можно одновременно вести осушение надугольных и подугольных пльвунов;
- 2) вода из фильтров не попадает в штреки, а следовательно, мощность перекачного оборудования может быть сокращена на 80—90%.
- 3) скорость осушения и радиус влияния можно регулировать в широких пределах;
- 4) представляется возможность производить предварительное осушение при нарезных работах, что имеет исключительно большое значение для освоения новых шахт.

Сквозные фильтры

Сквозные фильтры представляют собой буровые скважины, пройденные с поверхности земли до горных выработок, по которым спускается вода.

Сквозные фильтры применяются в тех случаях, когда водоносный горизонт залегает высоко над угольным пластом и возможность осушения забивными фильтрами исключается. Обычно же сквозные фильтры применяются для осушения нескольких водоносных горизонтов, залегающих на разных расстояниях от кровли угольного пласта.

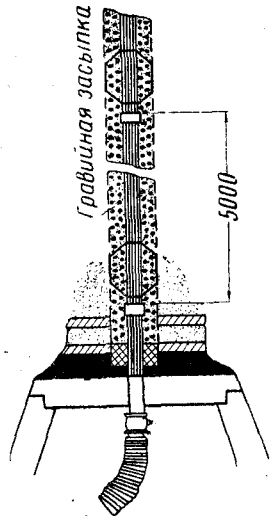


Рис. 63. Схема установки сквозного фильтра

Для установки сквозного фильтра с поверхности бурится скважина с выходом в штрек или в какую-либо другую выработку (рис. 63). Конечный диаметр скважины обычно составляет 156—204 мм. Каркас фильтра, который опускается в скважину, представляет собой перфорированную трубу диаметром 78—104 мм. При этом перфорация фильтрующей трубы должна быть произведена на всю длину, а не только на уровне водоносных горизонтов, как это иногда делают. Это увеличивает фильтрующую поверхность и облегчает циркуляцию воздуха, который способствует усилению водоотдачи. Пространство между фильтром и стенками скважины засыпается гравием.

Для более правильной засыпки гравия ее необходимо производить постепенно, с одновременным поднятием из скважины и вращением колонны обсадных труб.

Ни в коем случае нельзя допускать засыпку гравия на всю глубину сразу, так как в этом случае не будет достигнуто хорошее отсортирование гравия. При подъеме колонны обсадных труб у выхода конца фильтра (в штреке) должны непрерывно вестись наблюдения за притоком воды и за выносом песка и гравия, поступающих через отверстия. После подъема всей колонны обсадных труб наблюдения необходимо производить чаще, до установления постоянного дебита и прекращения выноса муты.

При осушении водоносных трещиноватых известняков или песчаников скважина может вообще не вскрыть водопроводящих трещин или получить слишком малый дебит, не оправдывающий затрат на проходку скважин, устройство и установку фильтра. В таких случаях при бурении скважин под сквозные фильтры производится торпедирование соответствующих водоносных горизонтов.

Практика применения сквозных фильтров показывает, что при благоприятных условиях приток воды может достигать от 20 до 75 м³/час.

Расчет понижения уровня подземных вод сквозными фильтрами проводится по следующей методике. Вначале определяется предельная производительность сквозного фильтра по данным опытных откачек, затем принимается тот или иной радиус действия установки и определяется их общее количество по осушаемому участку, необходимое для создания требуемого понижения.

Водопонижающие скважины и трубчатые колодцы

При строительстве шахт и проведении подготовительных выработок нередко закладываются так называемые водопонижающие скважины или колодцы, которые дают возможность производить откачку воды в больших количествах и тем самым осуществлять осушение горных выработок. Хороших результатов снижения напора вод при помощи понижающих колодцев можно достигнуть только при условии непрерывной и длительной откачки из них, так как при прекращении последней происходит быстрое восстановление сниженного уровня.

Водопонижающие скважины проходятся с земной поверхности до пересечения с одним или несколькими водоносными горизонтами. Для откачки воды скважины оборудуются насосными установками, выбор которых зависит от характера гидрогеологических условий.

Водопонижающие скважины, откачивающие воду из одного водоносного горизонта, называют простыми. В большинстве случаев скважины откачивают воду из нескольких водоносных горизонтов; такие скважины называются комбинированными.

Водопонижающие скважины получают все большее применение в осушении угольных месторождений, так как ими возможно осушать все водоносные горизонты как при строительстве, так и при последующей эксплуатации шахты.

Диаметр и конструкция скважин зависят от литологического состава и количества водоносных горизонтов, подлежащих осушению, их дебитов, напоров, а тем самым и от общей глубины скважины, из которой предполагается производить откачку.

Водопонижающая скважина обязательно должна быть прямой (не искривленной) и надежно изолированной от попадания в нее частиц вышележащих пород, особенно песков.

Правильный выбор конструкции фильтра, его расчет и установка являются основными условиями, обеспечивающими эффективность и долгосрочность работы скважины, гарантирующими минимальный вынос пород, особенно песка, который не только

портит насосное устройство (истирание трущихся частей), но и вызывает закупорку самих фильтров.

Трубчатые водопонижающие колодцы по своему устройству ничем не отличаются от водопонижающих скважин. Разница заключается только в том, что они проходятся не с поверхности, а из горных выработок. Глубина таких колодцев может быть различной, но в большинстве случаев она составляет 6—10 м. Понижение уровня воды в них ограничивается величиной всаса центробежного насоса, т. е. находится в пределах 6—7 м.

В случае установки трубчатых колодцев в зернистых породах колодец оборудуется фильтром.

В практике бывают случаи, когда водопонижающие скважины специально пробуриваются в местах, которые будут вскрыты горными выработками, с тем, чтобы впоследствии переоборудовать скважины в трубчатые колодцы.

В большинстве случаев это делается при необходимости сосредоточенной откачки значительных количеств воды, например из трещиноватых пород, залегающих в почве пласта, а поэтому и скважина должна иметь конечный диаметр, позволяющий оборудовать колодец насосной установкой производительностью 200—300 м³/час.

Копанные водопонижающие колодцы устраиваются значительно реже ввиду трудности их проходки.

Глубина заложения копанных колодцев бывает разная и определяется расчетным путем в зависимости от требуемого понижения. В устойчивых породах (уголь, сланец, глина и др.) они проходятся обычным способом. В породах же обводненных проходка их осложняется, и в этих случаях приходится применять забивную крепь, проходческий «кессон» или закладывать вокруг места будущего колодца забивные фильтры и т. д.

Дренажная система

На некоторых месторождениях для осушения нижней части угольного пласта и приема воды из забивных и сквозных фильтров, а также от временных перекачных колодцев создается система дренажных сооружений.

Важно отметить, что правильно созданная дренажная система производит не только осушение нижней части угольного пласта и подстилающих его пород, но одновременно является самым лучшим средством транспортирования воды до участкового или центрального водосборника.

Дренажная система состоит из: 1) дренажных канав различных конструкций, размеров и придаваемых им уклонов, 2) отстойных колодцев, дно которых должно быть минимум на 0,5 м ниже дна дренажных канав, 3) временных или постоянных перекачных колодцев и 4) смотровых люков для проверки состояния дренажных канав.

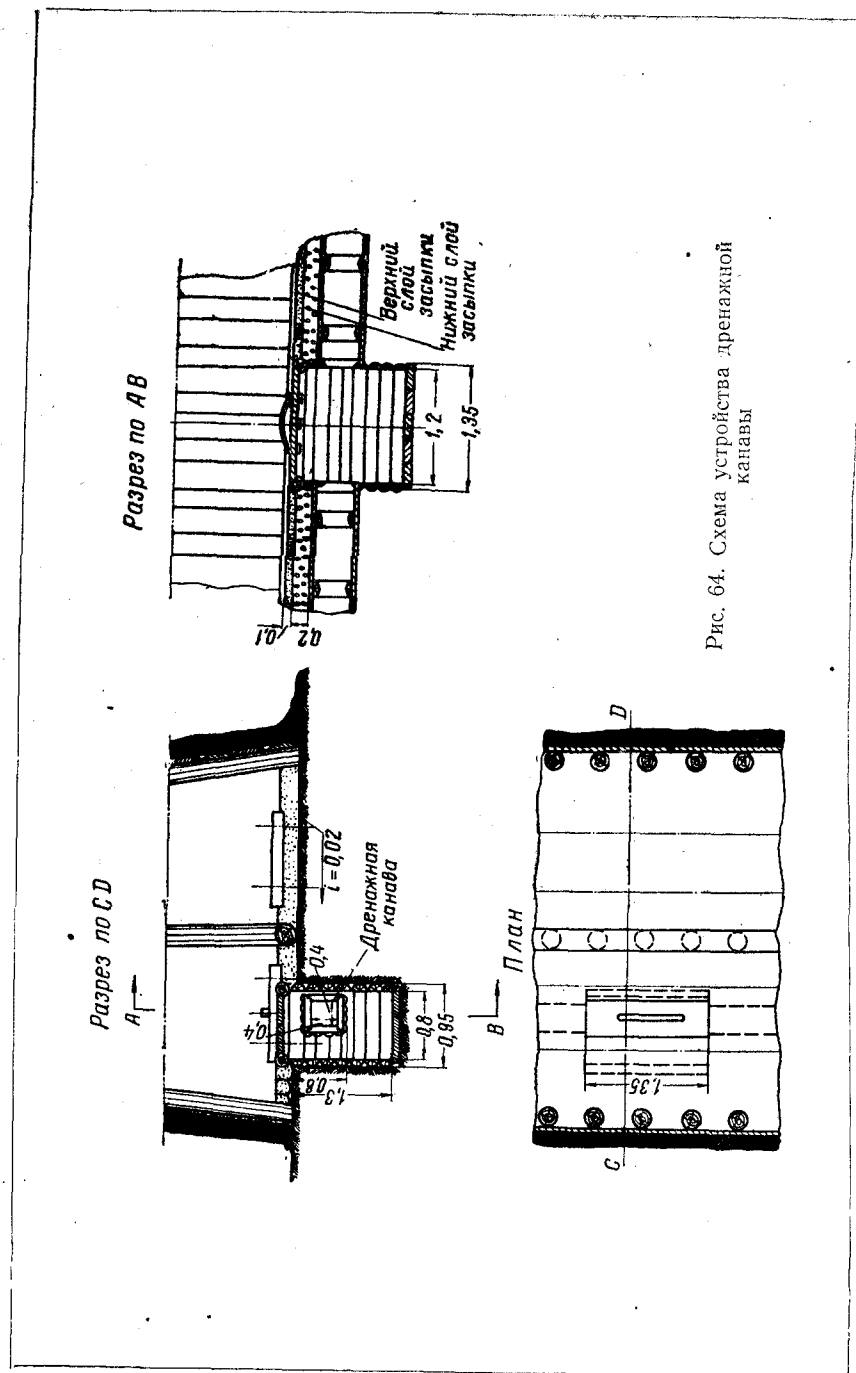


Рис. 64. Схема устройства дренажной канавы

Проектирование дренажной системы, как правило, производится одновременно с разработкой плана вскрытия месторождения и установлением проектных профилей по главным направлениям. Уклоны дренажных канав по штрекам главных направлений обычно соответствуют профилю почвы угольного пласта, но в отдельных случаях канавы могут иметь обратные уклоны.

Глубина дренажных канав принимается от 0,7 до 1,2—1,5 м и, как исключение, до 2—2,2 м.

Сечение дренажных канав при креплении гончарными и металлическими трубами бывает круглое, при креплении деревянными рамами — прямоугольное.

Сверху дренажных канав делается засыпка из фильтрующих пород, нижняя часть которой — поддерживающий слой — состоит из более крупнозернистых фракций, а верхняя — фильтрующая — из мелких.

Общий вид устройства дренажной системы показан на прилагаемой схеме (рис. 64).

Особо большое значение имеет дренажная система околовствольных выработок, поэтому в большинстве случаев она выполняется в виде гончарных, металлических или железобетонных труб.

Шахтный водоотлив

От надежности работы шахтного водоотлива в значительной мере зависит состояние горных выработок, так как нарушение правильной работы водоотлива обычно приводит к затоплению отдельных участков, а иногда всей шахты.

Разрыв или несогласованность в работах по осушению и водоотливу создает значительные осложнения в работе шахты.

Обычно шахтный водоотлив состоит из:

1) центрального, располагаемого вблизи стволов шахт и предназначенного для обслуживания околовствольных выработок и прилегающей к ним части шахтного поля;

2) участковых водоотливов, количество которых зависит от числа участков; они обычно располагаются в местах пониженного залегания угольного пласта.

При центральной и участковой шахтных водоотливных установках имеются водосборники емкостью, определяемой в соответствии с существующими правилами ведения горных работ на угольных шахтах.

Наблюдения за работой шахтного водоотлива имеют большое значение для шахтного геолога, так как они позволяют правильно делать гидрогеологические прогнозы. Поэтому шахтный геолог должен вести строгий учет воды, поступающей по всей шахте, по участкам и по отдельным наиболее обводненным горным выработкам.

Зная количество добытого угля и выданной воды, возможно вывести коэффициент водообильности шахты.

Планирование осушительных мероприятий

Планирование осушительных мероприятий производится на основе утвержденных планов горных работ с таким расчетом, чтобы они на 2—3 месяца опережали начало горных работ на данном участке. Если горные выработки встретят изменения в гипсометрии и будут входить в зону подтопления их подугольными водами, то в задачу шахтного геолога входит проведение дополнительных мероприятий по понижению уровня вод в период прохождения нарезных выработок. Эти мероприятия должны обеспечить возможность проведения подготовительных и очистных работ в условиях пониженного уровня вод, что имеет огромное значение для выполнения плана добычи.

Осушение надугольных водоносных горизонтов также должно вестись в увязке с планом горных работ с учетом конкретных гидрогеологических условий. В этих случаях проведение осушительных мероприятий должно исходить из необходимости предохранения горных выработок от возможных прорывов надугольных вод. Мощность водоупора или толщи сухих пород, надежная при проведении подготовительных выработок, может оказаться недостаточной при очистных работах, и во время посадки кровли могут произойти прорывы воды из вышележащих водоносных горизонтов. Поэтому, если для проведения подготовительных выработок требуется только относительное понижение уровня вод, по отдельным водоносным горизонтам, то при очистных работах необходимо создание такого понижения уровня вод, которое гарантировало бы от всяких случайных прорывов.

Сильно обводненные участки, находящиеся на пути продвижения штреков главных направлений, необходимо дренировать из междуштрековых рассечек путем интенсификации осушения — создания вакуума или нагнетания сжатого воздуха.

§ 4. ПРОРЫВЫ ВОД В ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ

Прорывы вод в горные выработки возникают в результате несвоевременного проведения осушительных мероприятий; особенно часто они происходят из неустойчивой кровли и значительно реже из почвы пластов. Прослой водоупорных глин, отделяющие угольные пласты от вышележащих водоносных горизонтов, не всегда являются надежной преградой, и при нарушении их с разрывом сплошности происходит проникновение вод из вышележащих водонасыщенных пород.

При этом в горные выработки иногда проникает огромное количество воды и песка, которые затапливают и заиливают штреки на большое расстояние, выводят из строя отдельные участки, целые шахты. Причинами прорывов являются: а) слабая изучен-

ность гидрогеологических условий при проведении подготовительных или очистных работ; б) несвоевременность и недостаточность проведенных мероприятий по осушению водоносных горизонтов, залегающих в кровле и почве угольного пласта; в) оставление статических запасов воды в мульдообразных понижениях; г) неправильный выбор и применение средств по осушению водоносных горизонтов; д) слабый гидрогеологический контроль за проводимыми осушительными мероприятиями.

Помимо этого, прорывы воды из кровли могут произойти в связи с нарушениями в кровле угольных пластов, вызванными неосторожной подрывкой и обрушением кровли, быстрой посадкой лавы, плохим креплением и пр.

Взрывные работы могут вызвать появление трещин в боковых породах и тем самым усилить действие существующих прорывов, а также вызвать образование новых. Всякого рода прорывы вод в подземные выработки следует описывать и документировать для установления условий и причин, вызвавших прорыв, определения его характера и принятия наиболее эффективных мер по его ликвидации.

Необходимо произвести обследование района прорыва, выяснить характер притока в различные периоды времени, определить характер и объем нарушений в окружающих породах, вызванных прорывом, определить затопленную и заиленную площадь. Очень важно по составу вынесенной породы установить водоносный горизонт, который является источником прорыва водоносного песка.

Выносы больших количеств воды и песка в каком-либо одном штреке обычно отражаются на условиях обводненности и в других горных выработках, а иногда и на соседних шахтах. Поэтому необходимо производить наблюдения за капезом, дебитом фильтров и колодцев не только на шахте, где произошел прорыв воды, но также и на соседних шахтах. Прорывы, связанные с выносом большого количества песка и воды при относительно незначительных глубинах залегания горизонта, нередко сопровождаются оседанием земной поверхности. Появившиеся воронки оседания пород следует описывать, составлять их эскизы, производить замеры их объемов, глубины, диаметров; все изменения в последующие периоды наносить на план.

Известен ряд случаев прорыва в горные выработки вод открытых водоемов. Кроме того, воды, накапливаемые в период снеготаяния в различного рода провальных воронках, образовавшихся в связи с проводимыми горными выработками, могут создать серьезную угрозу затопления шахты или ее участка в случае наличия условий, способствующих движению поверхностных вод, в виде трещин, провалов и воронок или выходов угольных пластов на земную поверхность.

Старые отработанные горизонты могут создавать условия, способствующие проникновению больших количеств воды с поверхности в горные выработки.

Наконец, массовое проникновение вод в горные выработки может быть связано с подземными естественными или искусственными водными резервуарами: карстовыми полостями (пустотами) и старыми затопленными горными выработками. Большие карстовые полости, имеющие сообщение с постоянными мощными подземными водотоками, могут являться источником серьезных затоплений.

Особую осторожность следует всегда соблюдать при подходе горными выработками к старым отработанным участкам, которые нередко служат местами скопления значительных количеств воды.

Такие прорывы вод из-за их внезапности и большого количества прорвавшейся воды всегда очень опасны не только для горных работ, но и для жизни людей.

Ликвидация прорывов обычно начинается с сооружения различного типа перемычек, преграждающих путь распространению воды в выработках, и усиления водоотливных средств. Все технические мероприятия по ликвидации прорывов необходимо описать и нанести на план. К описанию прорывов должны прикладываться эскизы и зарисовки мест прорыва и вызванных ими нарушений в залегании пород. На плане горных работ отмечаются расположение очага прорыва, вызванных им нарушений в залегании пород, зона затопления и заиливания выработок.

Глава XII

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СЪЕМКА, ДЕТАЛЬНАЯ И ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ РАЗВЕДКА

§ 1. ДЕТАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СЪЕМКА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ НА УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

Детальная геологическая съемка поверхности обычно не входит в обязанности шахтного геолога и производится им сравнительно редко.

При наличии большой специальной литературы по этому виду геологических работ необходимость в подробном их освещении в настоящем разделе отпадает. Поэтому ниже мы остановимся только на значении и особенностях, на которые следует обратить внимание при производстве крупномасштабных геологических съемок районов разработки шахт.

Угленосные отложения обычно представлены чередующимися пластами углей, песчаников, сланцев, известняков. С развитием угольной промышленности и с включением в эксплуатацию все большего количества угольных пластов возникла необходимость в детальном расчленении угленосных отложений по времени их образования, по литолого-петрографическим признакам, а при наличии фауны и по фаунистически охарактеризованным породам, главным образом известнякам. С этой целью в основных угольных бассейнах систематически проводятся геологические съемки больших площадей в масштабах, обеспечивающих решение этих основных задач. Классическим образцом таких детальных геологических съемок может служить геологическая съемка в масштабе 1 : 42 000 Донецкого бассейна, проведенная рядом виднейших геологов под общим руководством проф. Л. И. Лутугина.

В результате этой работы были составлены пластовые карты и разрезы отложений бассейна, с увязкой отдельных маркирующих горизонтов и угольных пластов.

Однако, несмотря на высокое качество этих съемок, масштаб их не всегда достаточно крупен для выявления деталей геологического строения и структуры отдельных угольных участков. Кро-

ме того, в процессе освоения месторождения в существующие крупномасштабные геологические карты могут вноситься коррективы, изменения и уточнения. Таким образом возникает необходимость в составлении новой геологической карты района разработки шахтного поля на базе геологических карт менее крупных масштабов или в уточнении уже существующей крупномасштабной карты. В том и другом случаях геологическая съемка должна обеспечить выявление и нанесение на планшеты всех деталей геологического строения участка.

Геологическая съемка поверхности района шахтного поля обычно производится на топографической основе в масштабе 1 : 5000 или 1 : 10 000 с сечением горизонталей через 2 м. На такую основу инструментально наносят все видимые выходы углей, известняков, песчаников, которые должны быть прослежены по простиранию по возможности без больших перерывов. Особенно это следует отнести к маркирующим горизонтам. С этой целью используются даже едва заметные выходы и косвенные признаки, проводятся мелкие горноразведочные выработки — расчистки, канавы и т. д. В отдельных случаях на планшеты наносятся и тонкие прослойки пород, если они по фаунистической характеристике или по литолого-петрографическим особенностям могут представить интерес как маркирующие горизонты.

Съемка пород, залегающих выше угленосных отложений, может быть сведена только к нанесению их выходов на поверхность. На карту наносятся также все проявления водоносности: ключи, колодцы, пруды, озера, водотоки балок, оврагов, болота. Все нарушения сплошности залегания должны быть определены и засняты в поле.

Углы падения измеряются во всех случаях, когда они отчетливо выражены; при однообразном падении на карту наносятся лишь точки с переменной углов падения (через 2—3°). Углы падения отмечают на карте стрелками, направленными по линии падения, с цифрой, выражающей величину угла падения.

Все входящие в описание объекты должны быть обозначены на карте номерами, соответствующими пикетам записи в полевой книжке шахтного геолога. В поле геолог производит изучение разреза по обнажениям, обращая внимание на места с хорошей обнаженностью. В полевой книжке дается подробное литолого-петрографическое описание отдельных слоев и условий их залегания. В книжку записываются также результаты замеров мощностей пород и элементов нарушений в их залегании. Подробность записей зависит от значимости тех или иных горизонтов и отдельных пластов в решении задач, поставленных перед съемкой. Совершенно очевидно, что документирование угольных пластов должно быть проведено особенно тщательно и подробно, с выделением отдельных пачек и с их характеристикой.

В полевой книжке делаются также и зарисовки обнажений естественных и искусственных (в выработках). Зарисовки в полевых

книжках должны быть достаточно подробными и четкими, но без излишних данных, затрудняющих чтение. Геологическая съемка районов шахтного поля обычно производится на площади уже геологически заснятой и по существу только детализирует отдельные участки этой площади. Поэтому при ее выполнении следует придерживаться тех же методов и приемов, по которым были составлены уже существующие геологические карты и разрезы.

§ 2. ДЕТАЛЬНАЯ РАЗВЕДКА

Детальная разведка угольных месторождений является наиболее ответственной стадией разведочных работ, так как по ее данным утверждаются запасы высоких категорий и ее результаты кладутся в основу технических проектов разработки месторождений. Поэтому геологические показатели детальной разведки должны быть выявлены и определены с высокой степенью точности, необходимой для правильного и наиболее целесообразного решения целого ряда вопросов, стоящих перед проектной организацией.

Значение детальных разведок особенно велико для месторождений с изменчивыми условиями залегания, с невыдержанными качеством угля и мощностью, нередко и со сложной гидрогеологией, а также для месторождений, тектонически нарушенных. Очевидно, что технические проекты, составленные на неполноценных исходных геологических материалах, будут дефектны и осуществление их приведет к большим потерям угля, к проходке излишних горных выработок и к дополнительным сверхплановым затратам. Например, при недостаточной разведанности месторождений отклонение от наиболее выгодного варианта при выборе места заложения подъемного ствола шахты неизбежно влечет за собой увеличение расходов по откатке; недостаточное знание истинной гипсометрии угольных пластов и распределения промышленных и непромышленных запасов внутри границ шахтного поля приводит к вынужденной проходке излишних горно-подготовительных выработок и т. д.; дефектный геологический материал может привести к уменьшению добычи, а в отдельных случаях к сокращению срока существования шахты. Следовательно, от полноты и качества детальной разведки зависит стоимость отдельных процессов горных работ, базирующихся на исходных данных детальной разведки.

При недостаточном объеме детальной разведки общая стоимость добытого угля может оказаться значительно выше плановой. С другой стороны, с увеличением количества разведочных выработок при детальных разведках будет увеличиваться и степень их точности, в то время как объем нерациональных, так называемых «бросовых» работ при эксплуатации из-за недоразведанности шахтного поля будет сокращаться. Но по мере увеличения объема детальных разведок стоимость их также будет возрастать, и в конце концов может наступить такой предел, когда дальнейшие затраты на детальную разведку не будут компенсироваться

снижением нерациональных или непроизводительных затрат на горные работы. Указанное положение или принцип сопоставительных затрат графически представлен на рис. 65.

Кривой MP характеризуются затраты ($AA_1A_2A_3$) на детальную разведку по отдельным ее этапам ($l_1l_2l_3$), кривой LD — суммы нерациональных затрат на горные работы ($KK_1K_2K_3$) из-за недоразведанности месторождения. Точка пересечения кривых и будет характеризовать тот предел, когда затраты на детальную разведку уравновешиваются расходами на нерациональные горные работы, т. е. будут экономически им эквивалентны. Дальнейшее же увеличение объема разведок приведет к быстрому возрастанию их стоимости и одновременно к резкому снижению получаемого эффекта.

Применение такого принципа сравнительных затрат требует конкретного анализа геологических и горно-экономических показателей непосредственно в шахтах, в процессе ведения горных работ. Конечная цель анализа — это установить и выразить в объемных показателях и денежном выражении те отрицательные последствия, которые имеют место при недостаточной разведке месторождений. Располагая такими сведениями, можно всегда сравнить затраты на «бросовые» горные работы с ранее произведенными затратами на разведку и тогда уже решить вопрос, будет ли экономически выгодно в дальнейшем для месторождений аналогичного типа оставить прежнюю методику и объем разведки или их следует изменить. Для того же, чтобы решить вопрос, удовлетворяет ли промышленность принятая методика детальной разведки, следует прежде всего знать конечные ее результаты, т. е. объем и стоимость излишних горных работ, которые приходится проводить из-за недостаточного освещения геологии месторождения детальной разведкой. При производстве горно-экономического анализа геологических показателей при разработке шахтного поля главную и ведущую роль играют работники шахтной геологии. Необходимо учесть, что проходка всякого рода нерациональных и излишних выработок может иметь место не только из-за недоразведанности шахтного поля, но и по целому ряду причин технического и производственного порядка, в частности от неправильного ведения горных работ. Поэтому практически при осуществлении указанного анализа перед шахтным геологом несомненно возникнут трудности по определению причин нерациональных работ, при отнесении их к проведенным

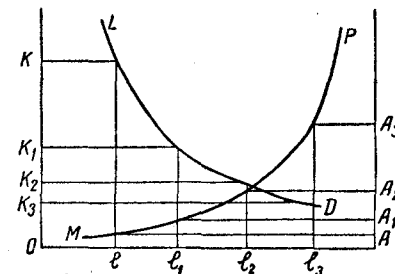


Рис. 65. Принципиальная схема сопоставления затрат на разведку с непроизводительными расходами на горные работы

за счет недоразведанности шахтного поля или за счет технических и производственных ошибок и упущений. Результаты горно-экономического анализа методики детальных разведок будут наиболее показательными только после отработки шахтного поля, и поэтому обработанные материалы и результаты анализа в основном будут использованы промышленностью и разведочными организациями при планировании детальных разведок на месторождениях с примерно аналогичными геологическими условиями залегания угольных пластов. Систематическая проверка данных детальной разведки на отдельных шахтах и сопоставление их с данными эксплуатации позволят накопить материал, который даст основание к выработке в дальнейшем наиболее целесообразной с горно-экономической точки зрения методики детальной разведки.

§ 3. ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ РАЗВЕДКА И БУРЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СКВАЖИН

Во многих случаях при разработке угольных месторождений необходимо проведение дополнительной разведки в процессе эксплуатации. Такая разведка, называемая эксплуатационной, проводится буровыми скважинами или подземными горноразведочными выработками (ортами, квершлагами, рассечками и др.). Там, где позволяет рельеф местности и где глубина залегания угольных пластов относительно небольшая, скважины в большинстве случаев бурятся с поверхности обычными разведочными станками колонкового бурения; подземное бурение из горных выработок производится специальными буровыми станками, приспособленными для подземных условий.

Эксплуатационная разведка обычно выполняется непосредственно службой шахтной геологии или разведочной организацией, в объемах и направлениях, устанавливаемых шахтным геологом. Необходимость в эксплуатационной разведке в основном вызывается частичной недоразведанностью шахтных полей или отдельных их участков, так как материалы детальной разведки не всегда дают ясное и полное представление о геологическом строении, тектонических нарушениях, условиях залегания угольных пластов, их качестве, мощности или обводненности. Такая необходимость возникает главным образом на месторождениях с изменчивыми геологическими и гидрогеологическими показателями. На месторождениях, тектонически нарушенных, эксплуатационная разведка проводится с целью уточнения типа и формы нарушений (сброс, взброс, надвиг и т. д.), а также при поисках разорванных и перемещенных частей угольных пластов.

Для бассейнов с многочисленными угольными пластами и сложной тектоникой могут быть случаи, когда между разрабатываемыми угольными пластами предполагается наличие еще не вскрытых пластов. В таких случаях для контроля проходятся квершлаг (при крутом падении) или скважины подземного

бурения, направление и длина которых заранее определяются шахтным геологом.

На буроугольных месторождениях, кроме того, доразведка в процессе эксплуатации обычно проводится на периферийных участках, в так называемой «приконтурной» полосе, где изменчивость геологических показателей наиболее резка.

На многих буроугольных месторождениях необходимость в эксплуатационной разведке возникает при уточнении особенностей условий залегания угольных пластов по направлениям главных откаточных штреков и других наиболее ответственных горных выработок.

Штреки главных направлений — капитальные и наиболее ответственные горные выработки, которые сохраняются до конца срока существования шахты. Проходка этих штреков ведется строго по техническому проекту и в пределах установленной точности в колебаниях абсолютных отметок: начальной у ствола шахты и конечной — в периферийной части шахтного поля. При соблюдении заданного уклона по этим двум конечным высотным отметкам и на отдельных промежуточных участках штреки главных направлений не всегда следуют за пластом угля; они могут войти в водоносные и вообще неустойчивые породы. При больших сечениях штреков указанные неблагоприятные обстоятельства вызывают технические затруднения при их проведении и креплении. Поэтому определение рельефа залегания угольных пластов, литологического состава и водоносности вмещающих пород (кровли и почвы) по линии штреков главных направлений является одной из главных задач эксплуатационной разведки службы шахтной геологии. Поскольку знать эти направления надлежит в интервалах значительно более коротких, чем между скважинами детальной разведки, то по главным направлениям бурятся дополнительные контрольные скважины. Расстояния между скважинами в каждом случае устанавливаются в зависимости от степени непостоянства состава вмещающих пород, водоносности, рельефа угольных пластов и в среднем составляют 25—30 м. Значение такого контрольного профиля по сближенным скважинам заключается еще и в том, что он наглядно показывает достоверность и степень точности увязки результатов буровых скважин детальной разведки на отдельных участках.

При разработке угольных пластов повышенной мощности перед шахтным геологом всегда ставится задача контроля полноты выемки всей мощности угольного пласта, т. е. определение истинной, а не видимой промышленной мощности. С этой целью на пластах крутого падения проходятся скважины подземного бурения и горноразведочные выработки в виде ортов, квершлагов, гезенков от почвы до кровли угольных пластов; для большей надежности выработки должны врезаться в кровлю или почву не менее чем на 25—30 см. Истинная мощность угольных пластов горизонтального и пологого залегания определяется буровыми, так называемыми

мыми зондировочными скважинами, которые проводятся из горных выработок в кровлю или почву угольных пластов. Расстояния между контрольными горноразведочными выработками и между точками подземного зондировочного бурения зависят в основном от степени изменчивости геологических показателей. Например, в практике Кузбасса и Караганды расстояния между разведочными ортами берутся от 50 до 200 м. При разработке угольных пластов повышенной мощности в Подмосковном бассейне подземное (зондировочное) бурение в кровлю производится через 20—50 м.

Горноразведочные выработки проводятся по указанию шахтного геолога с этажных или промежуточных штреков, обычно с учетом возможности дальнейшего использования этих выработок при эксплуатации в качестве подсобных выработок: для вентиляции, откатки, людских ходков и пр. Поэтому направление и сечение горноразведочных выработок планируются и согласовываются с руководством шахты. В отдельных случаях, в основном в буровых угольных бассейнах, для установления качества угля и обводненности участков проводятся горноразведочные выработки узкого сечения, опережающие капитальные и дорогостоящие подготовительные штреки. При решении вопроса о проходке горноразведочных выработок нельзя забывать экономическую сторону и в каждом отдельном случае следует сопоставлять стоимость этого относительно дорогого вида разведки с теми результатами, которые ожидают получить.

Большое значение имеют горноразведочные выработки, как и вообще горные выработки, в определении степени точности бурения при пересечении этими выработками точек перебуривания угольных пластов буровыми скважинами. Такие выработки, пересекшие угольный пласт в одной точке, носят название сопряженных выработок. Место сопряжения скважины с горной выработкой надлежит тщательно задокументировать: произвести точные замеры угольного пласта и всех его породных прослоек, подробно охарактеризовать уголь, прослойки, контакты угля с кровлей и почвой, по записям составить колонку—разрез угольного пласта с вмещающими его породами. Этот разрез сопоставляется с таким же разрезом буровой скважины, и таким образом определяются степень и характер расхождения не только в мощности, но и в строении пласта. По данным анализов образцов получают расхождение и в определении качества угля.

Скорость бурения скважин или проведения горноразведочных выработок при эксплуатационных разведках не должна идти в ущерб качеству и точности документации этих разведок, особенно тщательно документируемых контрольных скважин при перебуривании или проходке ими угольных пластов.

В особую группу эксплуатационной разведки следует отнести выработки специального назначения — технические скважины, шурфы и дудки.

При разработке угольных месторождений очень часто возникает необходимость в таких работах, осуществление которых требует предварительного проведения буровых скважин. В некоторых случаях через последние с поверхности производят спуск лесоматериалов, закладочного материала (глина, песок) для закладки выработанного пространства, электрскабелей. При помощи буровых скважин осуществляют проветривание глухих забоев горных выработок, водостлив или спуск шахтных вод из выработок в нижележащие поглощающие горизонты. Проходка шахт с замораживанием может быть осуществлена только с предварительным бурением скважин, в которые нагнетается раствор, замораживающий водоносные породы. Ледяные столбы, образующиеся вокруг отдельных скважин, сливаются вместе, создавая вокруг ствола шахты устойчивую зону. При бурении таких скважин важно соблюдать их вертикальное положение, так как при отклонении наружу могут образоваться незамороженные просветы, тогда как при отклонении скважин внутрь они могут войти в пределы сечения ствола шахты и затруднить его проходку.

Буровые скважины широко используются также в борьбе с подземными пожарами. При возникновении подземного пожара на верхних горизонтах разработки, при неглубоком залегании пластов, с поверхности бурят в очаг пожара скважины, через которые подается заилочный материал. Скважинами определяют также местонахождение очага и площадь его распространения. Количество задаваемых для заиливания пожара скважин определяется в зависимости от площади, охваченной пожаром, и расположения выработок и пустот, подлежащих заиливанию. При бурении всегда следует иметь в виду возможную нарушенность пород в результате просадки кровли выгоревшего угольного пласта. По окончании бурения скважины обсаживаются трубами диаметром 75—100 мм и более на полную глубину.

Предварительное бурение скважин со специальным оборудованием производится также при тушении эндогенных пожаров инертными газами. При этом скважины обсаживаются сплошными трубами до нагретой породы, а глубже — перфорированными (дырчатými) трубами. Состояние пожара определяется по контрольным скважинам, часть которых бурится непосредственно в очаг пожара, а остальные — по флангам. По данным контрольных скважин строится график изменения температуры.

При разработке мощных пластов, склонных к самовозгоранию, в целях профилактики рекомендуется сразу же после выемки угля бурить скважины и нагнетать через них заилочный материал в выработанное пространство.

Наконец, технические скважины находят применение при разработке газоносных пластов как с целью общей их дегазации, так и с целью предупреждения внезапных выбросов газов путем контролируемого взрывания в скважине.

Формы технической и геологической документации при эксплуатационной разведке буровыми скважинами или горноразведочными выработками те же, что приняты в данном бассейне. Технические скважины, которые проходятся по заданию горной части силами службы шахтной геологии, документируются так же полно, как и скважины детальной или эксплуатационной разведки.

В практике шахтного геолога иногда возникает необходимость в проходке шурфов и дудок. На участках действующей шахты эти выработки могут иметь самостоятельное значение как разведочные или они проходятся как подсобные для горных работ с различными целями (спуск крепежного и закладочного материала, вентиляция и т. д.), выполняя по существу роль технических скважин. С разведочной целью шурфы и дудки часто проходятся для

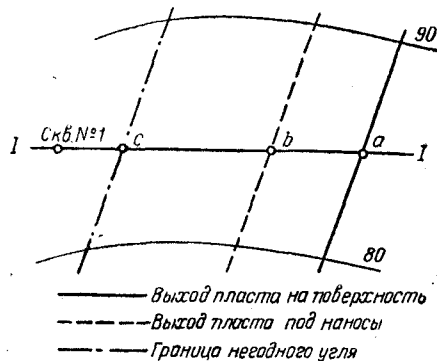


Рис. 66. План выхода угольного пласта на поверхность

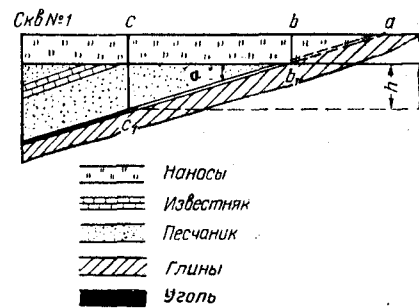


Рис. 67. Вертикальный разрез

вскрытия угольных пластов на выходах под наносы или для установления зоны выветривания. В этих случаях определяют на поверхности линию выходов пласта под наносы или нижнюю границу зоны выветривания, провешивают найденную линию в натуре и затем производят выбор местоположения шурфов или дудок. Если, например, имеется построенный на плане предполагаемый выход угольного пласта на земную поверхность (рис. 66), то, зная разрез по линии $I-I$, проходящий через ближайшую скважину № 1 (рис. 67), можно нанести на план и предполагаемый выход угольного пласта под наносы. По разрезу $I-I$ пласт имеет выход под наносы в точке b_1 . Проекция ab_1 на поверхность ab откладывается на плане, и через точку b проводится линия выхода пласта под наносы параллельно линии выхода пласта на поверхность. Данную задачу можно решить и без построения разреза, зная угол падения пласта α , так как отрезок ab определится по формуле

$$ab = m \operatorname{ctg} \alpha,$$

где m мощность наносов (отрезок bb_1).

Аналогично наносится на план и нижняя граница зоны выветривания угольного пласта, которая обычно устанавливается по данным разведки, горных выработок и химических анализов проб. Предположим, что на том же разрезе $I-I$ эта граница условно проходит через точку C . Для построения ее на плане следует спроектировать эту точку на поверхность и на плане отложить отрезок bC по линии разреза $I-I$. Через точку C строится линия параллельно выходу пласта под наносы, которая и будет представлять нижнюю границу зоны выветривания. Отрезок bC определится также по формуле

$$bC = h \cdot \operatorname{ctg} \alpha,$$

где h — глубина зоны выветривания.

Разведочные шурфы позволяют с большей степенью точности, чем буровые скважины, определить элементы залегания угольных пластов, их мощность, строение, качество и характер вмещающих пород. Во всех случаях при прохождении разведочных шурфов одновременно с описанием проходимых пород необходимо производить зарисовки стенок шурфов до их закрепления. Угольный пласт следует пересекать на всю его мощность с углублением в почву, с целью определения состава и устойчивости вмещающих пород. При пересечении угольного пласта необходимо отобрать пробы для лабораторных испытаний. Все пройденные шурфы или дудки нужно обязательно заснять инструментальной съемкой и нанести на маркшейдерские планы. При решении вопроса о целесообразности заложения шурфов необходимо учитывать их высокую стоимость и длительность проходки. Поэтому, как правило, шурфы и дудки проводятся только до небольших глубин (10—20 м) в относительно устойчивых породах и, в частности, при отсутствии в кровле угольных пластов водоносных песков.

Глава XIII

НЕКОТОРЫЕ СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В своей деятельности шахтный геолог может столкнуться с некоторыми геологическими явлениями, характерными только для отдельных районов или месторождений и создающими серьезные затруднения при горных работах. Шахтный геолог участвует также в разрешении ряда задач горного дела, требующих знакомства с геологией и гидрогеологией месторождений. К таким вопросам относятся:

- 1) закарстованность района;
- 2) пучение пород, вмещающих угольные пласты;
- 3) подработка горными выработками водоемов на поверхности;
- 4) определение технических границ шахтных полей и участков;
- 5) изменение температурного режима шахт с глубиной;
- 6) использование данных геологии и гидрогеологии в планировании горных работ шахт.

§ 2. ЗАКАРСТОВАННОСТЬ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Карстами называются пустоты, образующиеся в толще известняков, доломитов и гипсов в результате их выщелачивания водами, циркулирующими по трещинам в этих породах. В угольных бассейнах имеется немало закарстованных районов, наличие которых приходится учитывать при горных работах. В некоторых бассейнах карсты связаны с карбонатными породами, залегающими ниже угленосных отложений. В таком случае их присутствие находит свое отражение в рельефе и обводненности угольных пластов (Подмосковный бассейн). В других же угленосных районах закарстованная зона может находиться в породах, залегающих над угольными пластами, и является источником вод, проникающих в горные выработки (Кизеловский бассейн).

Отрицательное влияние на разработку угольных месторождений имеют главным образом карсты, образовавшиеся после формирования угольного пласта. Формы и размеры карста являются отличительными его признаками; чаще всего он имеет вид более или менее правильной воронки или конуса, вытянутого в каком-либо направлении. Большой глубокий провал угольного пласта обычно сопровождается плавным понижением его на прилегающих к провалу участках без разрыва сплошности.

Погружение угольных пластов может явиться также следствием неровностей доугленосного ложа, однако в последних случаях обычно наблюдается повышенная мощность угольных пластов при нормально залегающей кровле. При карстовых же явлениях, как правило, отмечается только изгиб угольных пластов и вмещающих пород с сохранением их мощностей.

Небольшая по площади карстовая полость иногда может быть очень глубокой, и в таких случаях угольный пласт при обрушении этой полости будет круто падать к центру воронки и в местах перегиба будет разорван, раздроблен или перемят. Нарушение сплошности угольного пласта при карстах создает ряд трудностей при встрече их горными выработками. В этом случае требуется установка усиленной крепи горных выработок, проходка выработок уменьшенным сечением и проведение других мероприятий, обеспечивающих возможность и безопасность подвигания забоя.

Другим нежелательным явлением, с которым обычно связывается проведение горных выработок на закарстованном участке, является повышенная обводненность, вызванная тем, что трещины разлома, связанные с водоносными горизонтами, способствуют проникновению воды в зону карста. Вследствие этого проходка штреков в закарстованных участках и выемка угля на них технически затруднительны, а часто экономически нецелесообразны. С циркулирующей деятельностью подземных вод в зоне раздробленного угольного пласта связываются и физико-химические изменения в составе угля, в общем аналогичные изменениям, происходящим при процессах окисления и выветривания.

В тех районах, где закарстованные породы залегают выше угленосной толщи, их отрицательное влияние на нормальное ведение горных работ нередко сказывается в форме постоянной угрозы постепенного или внезапного проникновения в горные выработки подземных и поверхностных вод, обычно заполняющих пустоты и трещины в таких породах. Возможность проникновения карстовых вод в горные выработки создается нарушением целостности висячего бока угольных пластов, особенно при применении систем разработки с обрушением пород кровли.

Шахтный геолог, которому приходится работать в закарстованных районах, прежде всего изучает природу карстов и влияние их на условия залегания и обводненность угольных пластов.

При изучении карстов необходимо установить мощность и положение тех пород, в которых образуются карсты, условия образования последних, их обводненность, расстояние от угольных пластов. Должны быть хорошо изучены гидрогеологические условия района и те изменения на поверхности, которые могут иметь место в закарстованных районах (воронки, провалы, пещеры, карстовые долины, трещины). Изучение влияния карста на условия залегания и обводненность угольных пластов сводится к установлению формы, размеров и глубины карста, изменений водного режима на закарстованном участке, качества, физических свойств и химического состава углей.

На участках развития подугольных карстов для эксплуатации важно знать наличие карста на подготавливаемых к разработке площадях и, в частности, при проведении капитальных штреков. Однако прогноз встречи небольших карстовых воронок местного значения затруднителен вследствие случайного их характера и почти полного отсутствия прямых признаков их близости.

Признаками наличия крупных карстов может служить постепенное, но все увеличивающееся падение угольного пласта, появление или усиление трещиноватости, особенно в хрупких углях, увеличение водообильности. Прямым указанием на наличие подземного карста служат провалы и воронки на поверхности участка.

За последние годы в угольных бассейнах местоположение неглубоко залегающих карстов иногда с большой точностью устанавливается электроразведкой.

Если рассматривать образование отдельных карстов не как случайное явление, а в связи с общим направлением подземных водотоков, то установление ориентации водотоков может в известной степени оказать помощь при прогнозе возможного направления дальнейшего развития карстовых полостей. Практически это будет иметь значение для наиболее правильного рационального планирования горноподготовительных выработок. С этой целью шахтным геологом должны быть собраны материалы других шахт, хорошо изучена геоморфология поверхности, поверхностные провалы, их формы и направления, заболоченность, результаты гидрогеологической съемки и геофизических исследований района.

§ 3. НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ЯВЛЕНИЯМИ ПУЧЕНИЯ ПОРОД

При проведении штреков и квершлагов по глинистым породам происходит иногда разбухание этих пород и внедрение их в горные выработки. Разбухают чаще всего пластичные глины. Такое вспучивание глин создает много осложнений при горных работах, так как с этим явлением связывается повышение давления на крепь, уменьшение сечения выработки, нарушение рельсового пути и т. д. Известны случаи, когда из-за сильного пучения и связанного с этим большого давления приходилось закрывать мелкие шахты, имеющие запасы, подготовленные к выемке.

Природа явления вспучивания глин заключается в упругом изменении их состояния, вызываемом односторонним уменьшением испытывавшегося ранее давления, в связи с проведением горных выработок. Расширение объема глин происходит в результате поглощения воды из окружающих пород. Таким образом, внедрение глины в пустые пространства является не чем иным, как процессом совместного действия силы тяжести (давления пород) и упругого расширения материала в связи с поглощением воды; степень обводненности горных выработок является одним из решающих факторов в явлениях пучения пород. Практика показывает, что сухие выработки простаивали в удовлетворительном состоянии много лет, а при обводнении их начиналось пучение пород.

Причинами, усиливающими пучение, являются:

а) напорные воды, залегающие в кровле или почве угольных пластов, которые увеличивают давление и способствуют переходу пород в текучее состояние;

б) большое количество близко расположенных горных выработок, обуславливающих большую механическую нагрузку на целики угля;

в) трещины нарушений и общая трещиноватость (кливаж), уменьшающие механическую прочность пород.

При всех случаях пучения существенное значение имеет горное давление. Сочетание последнего с одним или с несколькими условиями, способствующими пучению, может создавать различные виды пучения, а также характер и степень их проявления: быстрое или медленное, длительное или кратковременное, сильное, с поломкой крепи, слабое набухание и т. д. Наиболее часто вспучиваются породы почвы (рис. 68) и значительно реже — кровли (рис. 69). При проведении горных выработок полностью в пучащих глинистых породах давление на крепь может происходить со всех сторон (рис. 70).

Наиболее действенным мероприятием в борьбе с пучением пород является предварительное осушение месторождения и систематическое удаление воды из горных выработок. В известной степени пучение пород будет ослаблено и локализовано при скоростном подвигании забоев и при ограниченном количестве выработок. Желательно также оставление защитного слоя из пачки угля в подготовительных и капитальных выработках, имеющих в кровле или почве глинистые породы, склонные к пучению. В некоторых случаях при проходке штреков оставляется «азор», т. е. некоторое свободное пространство на случай расширения породы.

Изучение явлений вспучивания и методов борьбы с ними относится к области исследований инженерной геологии и гидрогеологии.

Тем не менее, материал, собранный шахтным геологом при наблюдениях над этим явлением, всегда будет представлять интерес для организаций, занимающихся изучением этого вопроса.

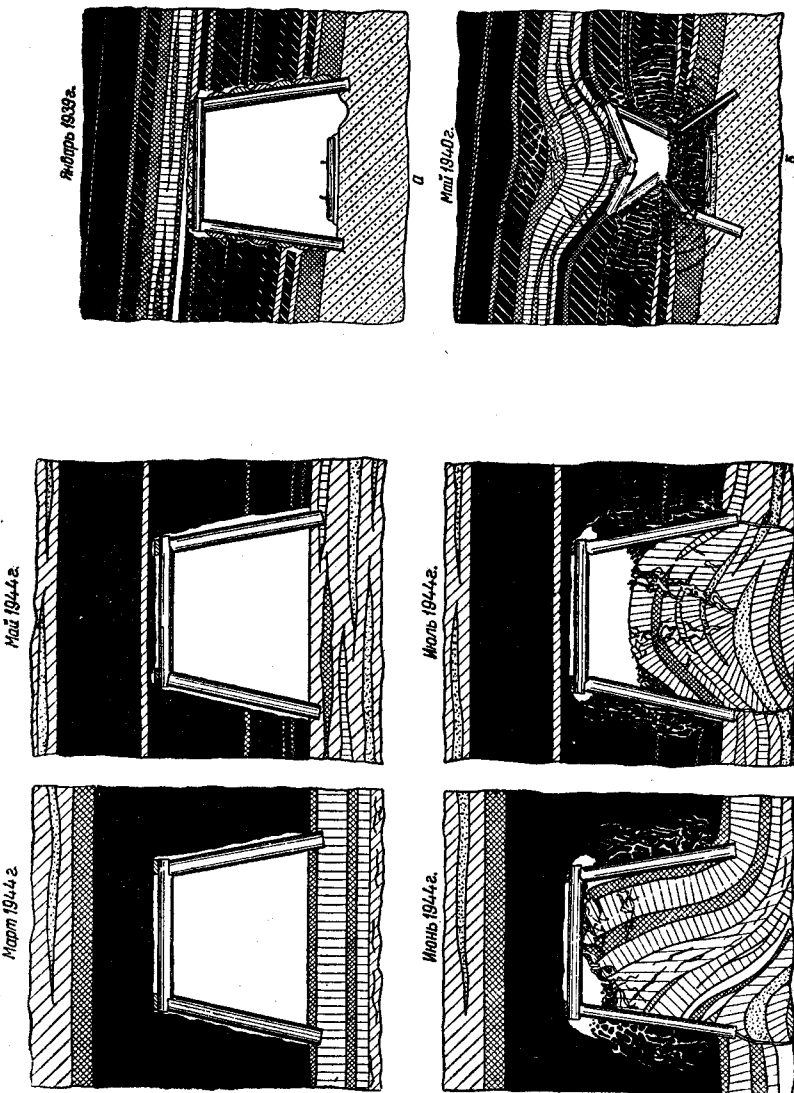


Рис. 69. Пучение пород кровли

Рис. 68. Пучение пород почвы (по А. И. Целлигову)

Выводы шахтного геолога, подкрепленные опытом и данными испытаний, также будут иметь большое практическое значение для предупреждения борьбы с явлениями пучения в каждом конкретном случае.

При наблюдении на участке пучения в основном необходимо установить:

а) характер и направление внедрения пучащей породы в горную выработку и вызванные этим внедрением различного рода нарушения (поломка крепи, коробление рельсового пути и т. д.);

б) литолого-петрографический состав пучащей породы;

в) геологические, гидрогеологические или горнотехнические факторы, способствующие пучению (наличие воды и несвоевременный ее отвод, нарушения, трещиноватость пород, подработка защитного слоя, неправильное крепление выработки и т. д.);

г) условия залегания пучащей породы по отношению к угольному пласту.

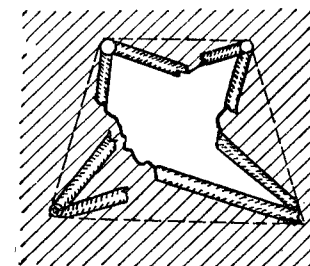


Рис. 70. Всестороннее пучение

Место проявления пучения зарисовывается с указанием даты зарисовки и наносится на маркшейдерский план горных работ. Участки, где проявляется пучение пород, должны находиться под постоянным наблюдением шахтного геолога, который каждый раз отмечает изменения, происшедшие за время между наблюдениями, и сообщает об этом техническому персоналу шахты.

§ 4. ПОДРАБОТКА ГОРНЫМИ ВЫРАБОТКАМИ ВОДОЕМОВ НА ПОВЕРХНОСТИ

При разработке горизонтальных или пологих угольных пластов на относительно небольшой глубине иногда приходится решать вопрос о возможности выемки предохранительных целиков угля, оставленных под прудами, балками, оврагами с целью предотвращения проникновения воды из них в горные выработки. Наличие таких целиков создает трудности в проведении подготовительных работ, увеличивает количество последних, усложняет откатку. Для решения вопроса возможности отработки целиков под водоемами необходимо знать геологическое строение и состав пород, залегающих между водоемом и угольным пластом, характер режима питания такого водоема, величину водосборной площади, наивысшие отметки уровня воды во время разлива, возможность глинизации дна водоема.

Следует учитывать, что для смягчения и большей плавности оседания поверхности очистные работы должны производиться широким фронтом, быстро и безостановочно. Кроме того,

подработку водоемов рекомендуется производить с таким расчетом, чтобы стадия быстрого оседания поверхности приходилась на время, соответствующее наименьшим атмосферным осадкам.

§ 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ГРАНИЦ ШАХТНЫХ ПОЛЕЙ И УЧАСТКОВ

Для правильной эксплуатации запасов шахтных полей большое значение имеет рациональное определение технических границ шахт и в некоторых случаях границ эксплуатационных участков внутри шахтных полей. При установлении технических границ шахты учитывают геологические и гидрогеологические особенности месторождения, условия залегания угольных пластов, календарные планы отработки участков и технико-экономические условия эксплуатации.

Определение технической границы шахты без учета этих факторов и конкретной обстановки в каждом отдельном случае может повлечь за собой потери запасов угля, снижение добычи и ее удорожание. Например, при неправильно установленных технических границах между смежными шахтами может иметь место подработка одной шахтой угольных пластов другой шахты.

При определении технических границ шахтных полей следует руководствоваться следующими основными положениями:

1) запасы угля шахтного поля должны соответствовать установленной производственной мощности шахты;

2) размеры поля по простиранию и падению должны соответствовать расчетной длине штреков, обеспечивающих высокую производительность откатки и допустимую длину вентиляционных путей;

3) крылья шахты должны быть по возможности равными;

4) технические границы при наличии: а) крупных геологических нарушений в залегании пластов, б) естественных рубежей на поверхности в виде рек, глубоких балок и оврагов, требующих охраны целиками, в) технических сооружений, железнодорожных магистралей и т. п., также требующих охраны целиками, устанавливаются по границам, по возможности совпадающим с направлением геологических нарушений, естественных рубежей или охраняемых технических сооружений;

5) технические границы смежных шахт, как правило, ни по одному из пластов не должны перекрывать одна другую как по простиранию, так и по падению.

§ 6. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ШАХТ С ГЛУБИНОЙ

Суточные и годовые колебания температуры влияют на горные породы только до глубин 15—30 м, где и находится слой постоянной годовой температуры. Различная глубина залегания этого слоя для разных районов зависит от состава пород, условий их залегания, рельефа местности, климатических условий, наличия растительного покрова и т. д.

С углублением ниже слоя постоянной температуры начинается повышение температуры горных пород и угольных пластов, связанное с влиянием глубинного тепла земли. В угольной промышленности уже в настоящее время на глубоких горизонтах температура воздуха в горных выработках нередко повышается за пределы, допускаемые правилами безопасности. В дальнейшем же, с переходом работ на глубину разработки 1000—1200 м, ожидается повышение температуры до 40—45°. Вследствие повышения температуры в горных выработках возникает необходимость подачи дополнительного количества воздуха и проведения других мероприятий по снижению температуры. Выяснение температурного режима является одним из существенных условий для правильного проектирования вентиляции выработок глубоких горизонтов.

Для расчета первоначальной предполагаемой температуры в проектируемых горных выработках на какой-либо заданной глубине в пределах до 1200 м пользуются уравнением

$$T = \frac{H-h}{\Gamma_{ст}} + t,$$

где T — искомая температура;

H — предполагаемая глубина разработки;

h — глубина слоя постоянной температуры;

$\Gamma_{ст}$ — геотермическая (тепловая) ступень;

t — средняя годовая температура наружного воздуха.

Геотермической тепловой ступенью называется отрезок (величина) в метрах, с углублением на который температура пород повышается на 1°.

Величина геотермической ступени определяется по формуле

$$\Gamma_{ст} = \frac{H-h}{T-t} \text{ м},$$

где H — глубина измерения, м;

h — глубина слоя постоянной температуры;

T — температура пород на глубине H ;

t — средняя годовая температура наружного воздуха.

Для пользования этой формулой необходимо производить в горных выработках систематические и планомерные замеры температуры пород на различных горизонтах, что позволит более точно установить средние величины геотермической ступени.

При геотермических измерениях на угольных месторождениях нередко наблюдается быстрое повышение температуры с глубиной. В этих случаях, помимо тепла земли, оказывают влияние выделения тепла при процессах окисления и карбонизации углей, а также различная теплопроводность углей и окружающих пород. Поскольку геотермические ступени в различных породах пропорциональны их теплопроводности, то, зная коэффициент теплопро-

водности породы или угля, можно определить для них и геотермическую ступень при прочих равных условиях. Например, если принять, что нормальная величина геотермической ступени 33 м на 1° свойственна породам, теплопроводность которых $K = 0,005$, то для глинистого сланца, теплопроводность которого 0,003, геотермическая ступень будет $\frac{0,003}{0,005} = 19,8$ м на 1°, а для бурого угля при $K = 0,0008$ — 5,3 м на 1°.

Отсюда следует, что в определении геотермической ступени, а следовательно, и в расчетах ожидаемых температур на заданных глубинах необходимо учитывать также литологический состав пород.

Наблюдения над температурами в горных выработках обычно производятся в шпурах, пробуриваемых как в угольных пластах, так и в боковых породах, при помощи чувствительных термометров, непосредственно вводимых в шпуры, или с предварительным применением различных приборов и приспособлений, обеспечивающих надежность замеров. Глубина шпуров принимается от 0,5 до 3 м.

При производстве отсчетов термометр должен быть надежно изолирован. Для получения точных результатов при измерении температур требуется добиваться исключения влияния теплоты, развивающейся при бурении шпуров, и плотно закрывать отверстие шпура во избежание отдачи тепла и доступа воздуха, а также учитывать влияние притока воды в шпур. Время нахождения термометра в шпуре должно быть достаточным для восприятия им температуры окружающей среды. Результаты определения температур сводятся обычно в такую таблицу:

1	2	3	4	5	6
Название шахты	Горизонт шахты, м	Название пласта	Название выработки	Место производства наблюдения (пласт, боковые породы)	Количество наблюдений
7	8	9	10	11	12
Количество шпуров	Глубина шпуров, м	Координаты места наблюдения	Глубина точки наблюдения	Средняя температура пород	Геотермическая ступень

§ 7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ГЕОЛОГИИ И ГИДРОГЕОЛОГИИ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ГОРНЫХ РАБОТ

На каждой шахте составляются годовые и квартальные планы развития горных работ, которыми устанавливаются объем, направления и очередность в проведении последних. Такие планы составляются с учетом геологических и гидрогеологических условий отдельных участков шахтного поля по данным детальной и эксплуатационной разведки и тех особенностей, которые выявляются в процессе эксплуатации.

Известно, что хорошая работа шахты характеризуется не только выполнением ею плана по количеству добытого угля, но и соблюдением качества угля, удовлетворяющего установленным стандартам. Поэтому при наличии на шахтном поле участков с различным качеством угля план отработки этого поля должен строиться таким образом, чтобы среднее качество угля, выдаваемого из всей шахты в данный период, удовлетворяло требуемым стандартам (товарной кондиции). Это положение относится не только к шахтам с энергетическими углями, где основным показателем качества является их зольность, но и к шахтам, где пласты имеют различный марочный состав угля, различную степень его коксующести или где угли служат исходным сырьем для химической переработки.

Необходимость правильного выбора направления и планирования проведения горных выработок с учетом качества относится не только к очистным работам, но и к подготовительным выработкам, которые, как известно, проводятся с целью подготовки угольных участков для их последующей выемки.

Контроль за качеством угля на различных участках путем систематического опробования является одной из важнейших задач шахтного геолога.

Второй важной и ответственной задачей шахтного геолога при планировании работ является охрана недр, т. е. контроль за полнотой использования всех запасов шахтного поля и борьба с излишними потерями в целиках вследствие применения нерациональных систем разработки, а также от подработки вышележащих пластов. Геологические и гидрогеологические особенности отдельных участков шахтного поля, планируемых к разработке, должны учитываться не только при выборе направления горных работ, но и при определении технических мероприятий, которые должны быть предусмотрены для обеспечения нормальной работы при всякого рода геологических нарушениях и изменениях условий их обводненности. Геологические особенности какого-либо района или даже шахтного поля в известной степени уже заранее определяют объем и характер сведений, которые требуются от шахтного геолога при составлении планов горных работ. Например, для районов с большим развитием тектонических нарушений главную роль будет играть прогноз встречи таких нарушений, с указанием их типов, форм, размеров и ориентировки

элементов смещения, для многих буроугольных месторождений решающее значение имеет установление условий обводненности угольных пластов, качество угля, условия залегания и характер вмещающих пород. Эти основные показатели должны быть отражены прежде всего в геологических и гидрогеологических прогнозах для планируемых к разработке участков. Во всех случаях геологическая и гидрогеологическая оценка должна основываться на тщательно проработанных материалах по пройденным выработкам и на имеющемся опыте горных работ в условиях, которые аналогичны ожидаемым. В частности, для участков со сложной гидрогеологией составляют планы осушительных мероприятий, которые должны быть увязаны по времени с календарными планами горных работ, с таким расчетом, чтобы к началу разработки осушение могло дать наибольший эффект.

Наконец, при разработке годовых и квартальных планов горных работ шахт затрагивается целый ряд вопросов, не имеющих на первый взгляд прямого отношения к службе шахтной геологии, но в действительности тесно связанных с ней: например, применение раздельной выемки отдельных угольных пачек, способ отработки шахтного поля, расположение технических и гражданских сооружений и т. д.

При разработке годовых и квартальных планов подготовительных и очистных работ шахты должна быть составлена геолого-промышленная характеристика участков, намеченных к разработке, с указанием факторов, которые могут осложнить нормальное ведение горных работ. К геолого-промышленной характеристике должен быть приложен графический материал (планы, разрезы), на котором показываются возможные тектонические нарушения, зоны усиленного давления, закарстованные и высокозольные участки, участки с нерабочей мощностью угольных пластов и т. д. В последние годы, в связи с широким вводом системы разработки лавами, определилась необходимость в таком геологическом документе, в котором заранее были бы предусмотрены наиболее детально горногеологические условия эксплуатации, а также необходимые мероприятия по осушению участка лавы и целесообразной выемке запасов угля. Таким документом служит так называемый геологический паспорт.

Геологический паспорт состоит из графической и текстовой части; графическая часть представляет собой выкопировку из плана горных работ, дополненную необходимыми данными по геологии и гидрогеологии. На паспорте указываются (приложение 1):

- 1) границы выемочного поля лавы;
- 2) фактическое положение горных работ на участках, прилегающих к лаве;
- 3) ожидаемые в пределах выемочного поля лавы тектонические нарушения, мощность, структура, угол падения, изогипсы угольного пласта;

4) гидрогеологические данные: приток воды, водоносные породы, карсты и др.;

5) имеющиеся и запроектированные в контуре участка разведочные и технические скважины.

В тексте паспорта указываются:

- 1) основные сведения о лаве: местоположение, размеры выемочного поля, дата начала и окончания эксплуатации лавы;
- 2) геологическое строение участка лавы;
- 3) характеристика угольного пласта;
- 4) литологический состав вмещающих угольный пласт пород;
- 5) геологические и гидрогеологические условия;
- 6) механизация и состояние водоотливных средств;
- 7) условия проходки штреков лавы;
- 8) оценка условий эксплуатации лавы;
- 9) общие и промышленные запасы в контуре отработки;
- 10) проектные потери.

Для бассейнов с изменчивыми геологическими показателями и сложной гидрогеологией кроме выкопировки из плана составляются еще и гидрогеологические разрезы-профили по штрекам. В паспорте указываются также особые условия, характеризующие работу лавы, например меры предосторожности при подходе к опасным зонам, при ожидаемом значительном притоке воды и т. д. Исходными данными для составления геологического паспорта служат главным образом материалы первичной геологической и гидрогеологической документации горных выработок шахты и данные детальной и эксплуатационных разведок. Геологический паспорт по существу является документом, определяющим направление и характер работы лавы на весь период времени выемки данного участка.

Глава XIV

ДОКУМЕНТАЦИЯ, ОБОБЩЕНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

§ 1. ПЕРВИЧНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Работы, проводимые при геологических наблюдениях в угольных шахтах, фиксируются в многочисленных геологических документах, отражающих объем, характер, направление и методику этих работ. Документация при геологических наблюдениях и исследованиях в шахтах и при проведении эксплуатационных разведок является важнейшим этапом работы шахтного геолога. Ее можно подразделить на первичную, к которой относятся материалы, составляемые непосредственно в горных выработках во время производства геологических наблюдений, и на обобщенную, обработанную, получаемую в результате обработки первичных материалов в камеральных условиях.

Основное требование, которое предъявляется к первичной документации, — это достоверность, своевременность и полнота записей и зарисовок. Геологические явления, не записанные и не зарисованные своевременно, обычно в дальнейшем восстановить невозможно вследствие закрепления или обрушения стенок выработки. Детальность документирования зависит от сложности геологической обстановки и изменчивости геологических показателей и определяется шахтным геологом по своему усмотрению в каждом отдельном случае. Как правило, геологической документации подлежат все горные выработки: стволы шахт, штреки и другие продольные выработки, квершлагаи, восстающие, наклонные и прочие выработки по уголю и по породе. В геологически простых угольных месторождениях подготовительные горные выработки обычно документируются только по одной стенке, в более сложных — по двум, на особенно сильно тектонически нарушенных участках иногда документируются три стенки выработки. Документация очистного забоя производится по мере его подвигания, в основном при отборе проб и при встрече тектонических нарушений.

К первичным документам относятся:

- 1) полевые книжки, в которых геолог производит записи и зарисовки наблюдений, проведенных в горных выработках;
- 2) журналы зарисовок, куда переносятся в чистовом виде зарисовки из полевых книжек;
- 3) журналы опробования угольных пластов;
- 4) журналы проходки горных и горноразведочных выработок (приложение 2);
- 5) планы горных работ, обычно в масштабах 1:2000 и 1:5000, на которых нанесены данные наблюдений в выработках (мощность и структура угольных пластов, углы падения, тектонические нарушения, кливаж, размывы, показатели качества);
- 6) документация по проходке буровых скважин детальной и эксплуатационной разведки, проведенных на данном шахтном поле (буровые журналы, акты окончания скважин, колонки скважин, геологические профили);
- 7) гидрогеологическая документация: записные книжки, химические анализы вод, журналы наблюдений за фильтрами, водопонижающими колодцами;
- 8) полевые планшеты крупномасштабной инструментальной геологической съемки и записные книжки к этим планшетам;
- 9) документы, относящиеся к химическим, технологическим, палеонтологическим и петрографическим исследованиям;
- 10) документы зондировочного бурения;
- 11) акты на проходку угольных пластов скважинами и на пересечение их квершлагами, шурфами и другими горными выработками.

Полевые книжки служат для зарисовок и записей наблюдений и замечаний по всем вопросам, связанным с геологией и гидрогеологией шахтного поля и его разработкой. В них шахтный геолог записывает также данные и сведения, получаемые им от технического персонала шахты, о резких изменениях в условиях залегания угольных пластов, в литологическом составе пород кровли и почвы, об усилении притока воды в отдельных забоях и др. В полевой книжке геолог делает пометки о необходимости срочного исследования и консультации по отдельным вопросам, отмечает участки внеочередного опробования на каком-либо горизонте и т. д. Там же им записываются предварительные соображения по поводу наблюдаемых явлений: например, о резком погружении угольного пласта в связи с наличием карста, установление размыва угольного пласта, наличие тектонического нарушения и пр. Полевая книжка является основным рабочим первичным документом шахтного геолога, в котором отражается его повседневная работа при геологических и гидрогеологических исследованиях и наблюдениях в горных выработках. Фактический материал вносится в полевую книжку в форме описания наблюдаемых явлений.

Запись должна вестись простым карандашом четко и разборчиво, с обязательным проставлением места и даты наблюдения. Записи должны быть достаточно подробны, — излишняя лаконичность при описании недопустима, так как часто не позволит в дальнейшем разобратся в описании явлений явлений другому лицу.

В полевых книжках делаются также зарисовки, которые дают наглядное представление об условиях залегания угольных пластов, их строении, особенностях контакта их с кровлей и почвой. При зарисовках следует обращать внимание не только на правильное отображение самого явления, но и на характерные особенности и детали. Зарисовки вообще проводятся систематически, но это не значит, что они в горных выработках делаются всегда точно через определенные расстояния. На одних участках шахтного поля с относительно устойчивыми геологическими показателями расстояния между зарисовками в подготовительных выработках будут значительно большими, чем на других участках — с более сложными геологическими условиями залегания. Обязательный и постоянный характер зарисовки носят только при опробовании угольных пластов сложного строения. В этих случаях наряду с записями в полевой книжке (или журнале опробования) зарисовывается строение угольных пластов по всей видимой мощности и по всем пачкам, причем при зарисовках следует обращать внимание на выделение петрографических типов углей, распределение и формы включений, характер трещиноватости (кливаж) и другие элементы строения. Во всех случаях зарисовки производятся при тектонических нарушениях или при каких-либо резких изменениях в строении или в условиях залегания угольных пластов, их кровли или почвы. Обычно к таким явлениям относятся: выклинивания, расщепления, раздутия, разрывы угольных пластов, различного рода дизъюнктивы, участки прорывов пльвунов и обвалов кровли. Зарисовки в горных выработках широко используются для отражения на планах горных работ геологического строения шахтного поля, мощности и структуры угольных пластов и условий их залегания. Объектами зарисовок могут быть карсты и явления вспучивания пород почвы и стенок выработки.

При геологических исследованиях в шахтах часто представляет интерес контактная зона и контакт угольных пластов с кровлей и почвой. Поэтому зарисовки угольных пластов во многих случаях желательно производить совместно с вмещающими их породами. Во всех случаях указывается местоположение точки, где производится зарисовка, расстояние от маркшейдерских точек и опорных горных выработок, горизонт, крыло шахты и наименование горной выработки и дата зарисовки. Зарисовки не делаются в каком-либо определенном масштабе, однако на них должны быть показаны цифрами размеры основных величин.

Полевая книжка должна иметь жесткий переплет и удобные для переноски в кармане размеры (10 × 15 см). Страницы книж-

ки нумеруются; на первой странице указывается название шахты, наименование книжки, даты начала и окончания ее заполнения.

Журнал (альбом) зарисовок является основным первичным документом геологической документации. В этот журнал переносятся все зарисовки из полевых книжек, вычерченные начисто. Чистовые зарисовки выполняются в масштабе 1:20 — 1:100, в зависимости от их сложности, в туши или же цветными карандашами в общепринятых условных обозначениях. На зарисовке даются координаты местоположения точки и проставляется дата составления. При больших количествах зарисовок можно вместо альбома использовать карточки, которые помещаются в особую картотеку, разделенную по пластам и по отдельным участкам и горизонтам шахтного поля. Зарисовки, произведенные сплошь по выработке, вычерчиваются на специальных листах в масштабе 1:100 — 1:500 и сопровождаются геологическим описанием.

Журнал отбора проб является одним из основных полевых первичных документов, отражающим материалы по отбору проб угля в горных выработках. Учитывая специальное направление этих работ и значительное количество отбираемых проб, записи в журнале отбора проб должны содержать только самые необходимые сведения, а именно:

- 1) точное местоположение взятия пробы в горной выработке;
- 2) положение пробы в разрезе угольного пласта (если пробы берутся по отдельным пачкам);
- 3) методику отбора проб;
- 4) макроскопическое описание опробованной части угольного пласта с выделением петрографических типов, минеральных включений и породных прослоек;
- 5) мощность опробованной части.

Документы лабораторных исследований качества углей выполняются различными лабораториями, институтами и вообще научно-исследовательскими организациями. В них даются результаты химических анализов и специальных испытаний и исследований углей. Все эти первичные документы в том виде, в каком они поступают, обычно неудобны для дальнейшего их использования при обработке материалов. Поэтому данные таких документов следует вписывать в сводные ведомости единой формы, например «сводная ведомость химических анализов» или «сводная ведомость углепетрографических исследований».

В сводную ведомость химических анализов переносятся все поступающие из химической лаборатории результаты по анализам систематического опробования. В этой ведомости указываются: наименование лаборатории, номера и местоположения взятых проб, номера и результаты анализа и все другие сведения, которые представляются химической лабораторией. В эту ведомость вносятся также и результаты по определению элементарного состава углей, поскольку такие определения обычно носят периодический характер; составление сводной ведомости специальных

анализов и испытаний не всегда необходимо. Что же касается углепетрографических исследований, то, поскольку производство последних в настоящее время является обязательным для всех основных угольных бассейнов, то и документация таких исследований должна быть обобщена в специальные сводные ведомости.

§ 2. ШАХТНЫЕ ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ КАРТЫ

Необходимой предпосылкой для нормальной производственной деятельности каждой шахты является знание основных геологических и гидрогеологических показателей месторождения. Документами, наглядно отображающими такие показатели, служат геолого-промышленные карты. Эти карты делаются сводными для всего шахтного поля, поскольку они обобщают всю первичную геологическую документацию, полученную в результате систематических наблюдений и опробования горных выработок. Составление геолого-промышленных карт состоит в нанесении на маркшейдерские планы горных работ фактических данных геологических наблюдений. В дальнейшем эти данные корректируются, увязываются с новыми уточняющими материалами. Являясь сводными документами, геолого-промышленные карты должны наглядно показывать изменения основных геологических показателей на каждом этапе разработки угольных пластов и способствовать прогнозу поведения угольных пластов также и на участках, еще не затронутых эксплуатацией. Эти карты, кроме того, имеют большое значение для определения точности и достоверности результатов детальных разведок. Степень расхождения данных детальной разведки в определении тектонических нарушений, качества, водоносности и т. д. с данными эксплуатации на одном и том же шахтном поле является очень важным вопросом, который может получить окончательное и обоснованное решение лишь при хорошей, обобщающей графической документации.

После обработки всего шахтного поля и после ликвидации шахты как производственной единицы геолого-промышленные карты остаются основными документами, по которым представляется возможность восстановить основные геологические показатели выработанного месторождения. Наконец, геолого-промышленные карты являются ценным материалом для расшифровки и интерпретации отдельных теоретических вопросов угольной геологии: синонимика угольных пластов, установление закономерности в характере и типах тектонических нарушений и т. д. Практическое значение геолого-промышленных карт не одинаково для различных угольных бассейнов месторождений и зависит от степени устойчивости и выдержанности геологических и гидрогеологических показателей и изменчивости условий залегания угольных пластов.

Геолого-промышленные карты, отражающие качество, мощность и рельеф угольных пластов, наибольшее практическое зна-

чение будут иметь в буроугольных бассейнах платформенного типа угленакопления (Подмосковном, Челябинском). В этих бассейнах резкая смена упомянутых геологических показателей отражает изменения в условиях накопления органического материала. Наоборот, в таких бассейнах, как Донецкий, Кузнецкий и др., т. е. в бассейнах геосинклинального типа, главное практическое значение будут иметь карты, детально отражающие структурные особенности месторождений, их тектоническую нарушенность, тогда как все остальные карты, кроме карты качества углей, имеют подчиненное значение.

Основой для составления геолого-промышленных карт всегда служат маркшейдерские планы подземных горных выработок в масштабах 1 : 2000 — 1 : 5000. Оригиналы карт должны составляться на плотной бумаге, желательнее в одних и тех же масштабах. Карты составляются в карандаше, и каждый участок закрепляется в туши только тогда, когда будет уверенность в достоверности и неизменности имеющихся данных. Ниже излагаются характерные особенности основных шахтных геолого-промышленных карт.

Структурные карты (планы)

Структурными картами или планами называется комплекс графических построений, дающий наглядное пространственное представление об условиях залегания угольных пластов месторождений складчатых форм, а также о характере, формах и типах тектонических нарушений. Комплекс структурных карт состоит из пластовых карт, гипсометрических планов отдельных пластов и планов смещений, вертикальных и горизонтальных разрезов по отдельным горизонтам. Эта совокупность графических документов отображает рельеф угольных пластов в горизонталях, точки замеров элементов залегания и точки замеров мощности угольных пластов, все места наблюдений тектонических нарушений с указанием их деталей, особенности кровли и почвы, газоносность, точки водопроявлений.

Такая документация не является результатом камеральной обработки материалов в какой-то конечный период. Особенность структурных карт заключается в том, что по мере накопления материалов и новых данных об условиях залегания угольных пластов эти карты пополняются. Обработанные первичные материалы наносятся на структурные карты в карандаше и увязываются с имеющимися данными. После подтверждения результатов интерпретации горными выработками, данные на картах закрепляются тушью.¹

¹ Это правило следует соблюдать вообще при составлении всех ответственных графических документов.

Пластовые карты

Условия залегания угольных пластов и особенности геологического строения месторождения выявляются как при проведении горных и разведочных выработок, так и при геологическом картировании выходов пород на поверхность.

В результате геологического картирования, произведенного в крупном масштабе инструментальной съемкой, с учетом данных эксплуатационных работ и разведки, составляются пластовые карты, которые представляют собой карты или планы выходов пластов пород и угольных пластов на земную поверхность или под наносы. Пластовые карты находят широкое применение в горном и геологоразведочном деле. В горном деле они, по существу, являются основным исходным документом для построения гипсометрических планов отдельных угольных пластов, используются для подсчета запасов, проектирования горных выработок, для построения карт тектонических нарушений и т. д.

В разведке пластовые карты используются, главным образом, при проведении глубоких скважин. Зная по пластовой карте геологический разрез пород участка и среди них местоположение угольных пластов, можно наиболее целесообразно размещать разведочные скважины, вести бурение на предполагаемые глубины встречи угольных пластов и заранее определять нужную конструкцию скважин.

Гипсометрические планы отдельных пластов и планы смещений

В складчатых районах из геологических документов, характеризующих условия залегания пластов и их нарушения, большое практическое значение имеют гипсометрические планы отдельных пластов и планы смещений. Для построения гипсометрического плана пользуются способом так называемых вертикальных разрезов, при котором высотные отметки разрезов проектируются на горизонтальную плоскость. Количество разрезов определяется с расчетом возможно полного представления об условии залегания угольных пластов. Пусть, например, на участке шахтного поля разрез (рис. 71) составлен по данным горных выработок (точки 4, 6, 8), по выходу пласта на поверхность (точка 1) и по данным скважины А. Для использования данного разреза при построении гипсометрического плана угольного пласта необходимо все указанные точки пласта (точки 1, 4, 6, 8 и А), а также все точки пересечения пласта с равноотстоящими (в данном случае через 50 м) горизонтальными плоскостями (точки 2, 3, 5, 7, 9, 10) спроектировать на линию A^1-I^1 и выписать на ней соответствующие им отметки. Линию A^1-I^1 с полученными точками и их отметками переносят на план (рис. 72, $I-I$). Аналогичным способом строятся линии $II-II$, $III-III$ и др. Соединяя через определенные расстояния по вертикали (50 м) точки с одинаковыми высотными

отметками плавными кривыми, строим гипсометрический план, который будет характеризовать рельеф угольного пласта в изоглиниях.

В построении вертикальных разрезов используются как пластовые карты с нормальными стратиграфическими колонками, так и данные разведки и эксплуатации; гипсометрические планы, построенные по вертикальным разрезам и по данным наблюдений в горных выработках, с успехом могут быть использованы для целей подсчета запасов, учета их движения и проектирования горных выработок на нижележащих горизонтах. При наличии нескольких угольных пластов сначала, как правило, строятся планы разрабатываемых пластов, а затем уже остальных. Планы тектонических смещений в горизонтальных плоскостях строятся аналогичным способом, с использованием исходных геологических данных вертикальных разрезов. Для удобства совмещения сечения горизонталей обоих планов обычно делаются одинаковыми.

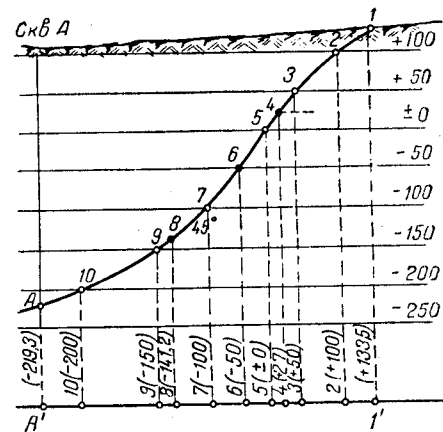


Рис. 71. К построению гипсометрического плана:

вертикальный разрез по линии $I-I$

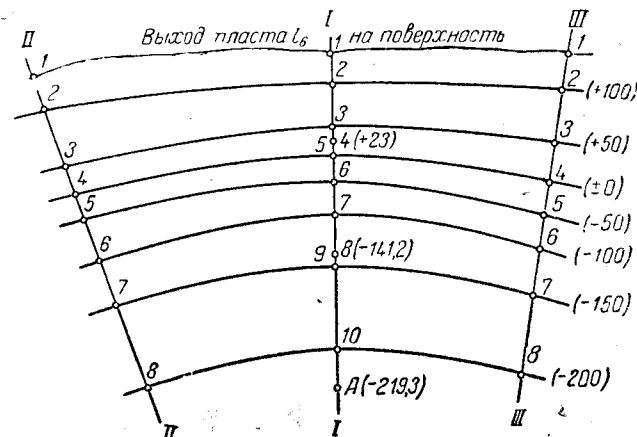


Рис. 72. Гипсометрический план

Вертикальные разрезы дают наглядное представление о геологическом строении шахтного поля по определенным направлениям. Они служат не только для составления гипсометрических планов, но и для увязки угольных пластов, уточнения их рельефа,

установления положения и характера размывов. Вертикальные разрезы составляются по данным горных выработок, буровым скважинам и обнажениям на поверхности в основном вкост простирания пород и лишь в крайних случаях по косым направлениям. Для наиболее полного представления об условиях залегания угольных пластов на шахтном поле проводится целый ряд основных и вспомогательных разрезов. Разрезы строятся в масштабе имеющихся планов (1 : 2000 — 1 : 5000).

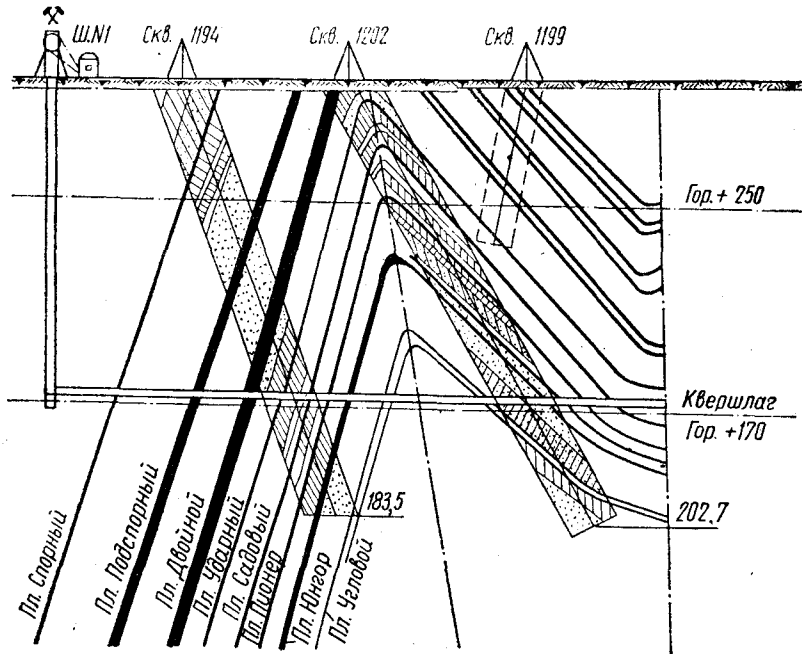


Рис. 73. Вертикальный разрез шарнирной складки

Для отображения деталей структуры месторождения разрезы строят в более крупных масштабах, для общей характеристики форм залегания угольных пластов и маркирующих горизонтов горных пород допускаются более мелкие масштабы (1 : 10 000 — 1 : 50 000).

Составление разреза начинают с построения профиля рельефа земной поверхности по данному направлению с нанесением выходов пород. Затем наносят устья скважин, проекции осей скважин и проекции осей горных выработок в плоскости общего разреза. По осям скважин горных выработок последовательно откладывают мощности встреченных горных пород. После этого соответственные точки, принадлежащие одному слою, соединяют прямыми. Изображение пород на разрезе оформляют в красках или принятых условных знаках в туши. На рис. 73 показан верти-

кальный разрез вкост простирания складки, выполненный по данным разведочных скважин и горной выработки.

Горизонтальные разрезы в шахтной геологической службе находят меньшее применение, чем вертикальные; они отражают качество угля пластов, литологический состав их кровли и почвы на каком-либо горизонте разработки. По горизонтальным разрезам

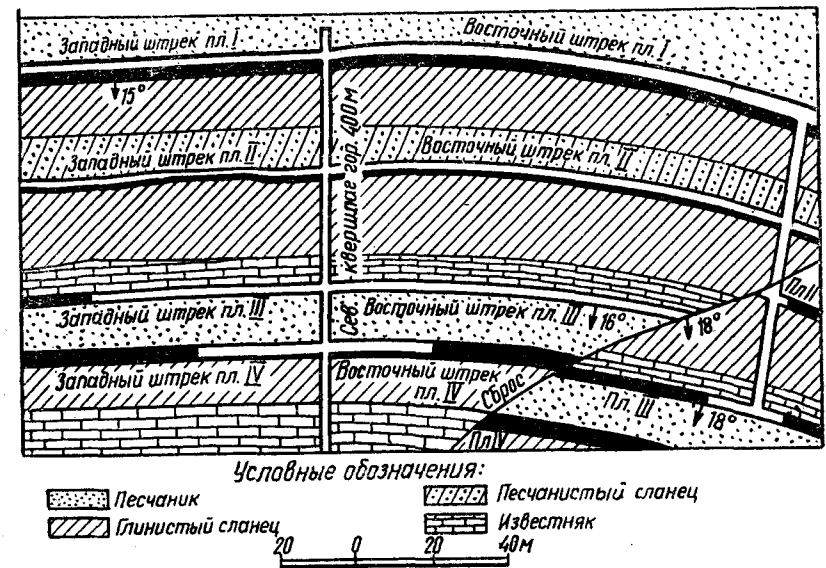


Рис. 74. Горизонтальный разрез по данным горных работ

замеряют простирание и горизонтальную мощность пластов. Материалами для построения горизонтальных разрезов служат данные горных выработок или ряд вертикальных разрезов. Очевидно, что при крутом падении угольных пластов горизонтальным разрезом по какому-либо горизонту захватываются целые свиты пород угленосных отложений. Масштаб при построении горизонтальных разрезов принимают в зависимости от степени детализации, которую хотят отразить на разрезе, и от размеров изображаемого участка. На рис. 74 показан горизонтальный разрез участка месторождения по двум квершлагам, с изображением горных пород, по которым они пройдены, в том числе и угольных пластов.

Карты (планы) качества

Карты качества являются документами наибольшего практического значения для данной шахты в основном при высокозольных угольных пластах, при разработке которых имеет решающее значение нередко даже незначительное изменение процента зольности для определения их пригодности. Чаще всего это следует отнести к месторождениям бурых углей ввиду большой зольности

их органической массы, частых переходов в глинистые разности и наличия в них породных прослоек.

Практическое значение карт качества углей этих месторождений состоит в том, что на основании фактических данных опробования угольных пластов на них возможно не только оконтуривать высокозольные участки и проследить изменение зольности во вскрытой части шахтного поля, но и делать прогнозы качества за пределами последней. При разработке бурогольных месторождений карты должны отражать только самый важный качественный показатель — зольность, тогда как на каменноугольных месторождениях качественные карты или планы характеризуют и другие качественные показатели: содержание серы, фосфора, летучих веществ.

Карты качества строятся в изолиниях, т. е. линиях, соединяющих точки с одинаковыми качественными показателями. На бурогольных месторождениях интервалы (сечения) между изолиниями зольности выбираются в пределах от 3 до 5%, в зависимости от степени изменения содержания золы и от того, насколько близко подходит к кондиционной границе товарное качество угля, разрабатываемого шахтой.

На каменноугольных месторождениях различные качественные показатели также изображаются в изолиниях. При наличии таких карт удобно разбивать участки месторождений по сортам (маркам) угля, чем облегчается планирование выдачи шахтой углей определенных марок с различных горизонтов и участков отдельных угольных пластов. Изолинии качества строятся по точкам опробования горных выработок, закрепленных на горно-маркшейдерских планах масштаба 1:2000—1:5000. При изображении только зольности последняя в каждой точке принимается средней по всему разрабатываемому угольному пласту или его пачкам, так как такая зольность должна характеризовать качество товарного угля, выдаваемого шахтой. Для большей наглядности площади между отдельными изолиниями можно окрашивать цветом различного тона.

Карты (планы) мощностей и размывов

Карты (планы) мощностей и размывов имеют практическое значение преимущественно для бурогольных месторождений с резко меняющимися мощностями угольных пластов, но нередко используются и на каменноугольных месторождениях с развитыми размывами (например, в Карагандинском бассейне). По данным указанных карт выявляются участки угольных пластов с нерабочей мощностью, которые не будут разрабатываться, а также оконтуриваются участки с повышенной мощностью угольных пластов, наличие которых потребует изменения системы разработки. Особое значение такие карты приобретают при наличии различного характера генетических выклиниваний угольных пластов и

явлений древних их размывов, формы и размеры которых требуют наглядного изображения.

Карты составляются в изомощностях, т. е. линиях равных мощностей; последние обычно проводятся через 0,25, 0,50 и 1,00 м, в зависимости от степени изменяемости мощности. При пластах сложного строения карта строится в изолиниях, характеризующих только общую мощность разрабатываемых пачек, за вычетом пачек некондиционного угля и породных прослоек, которые отбираются в забое или при обогащении на поверхности.

Помимо линий изомощностей «эксплуатационных», на карту должны быть нанесены также линии изомощностей «геологических» (истинные), в которые включаются пачки угля, оставленные в кровле или почве. Это относится к пластам как простого, так и сложного строения. В таком виде карта мощностей наглядно отобразит участки с невыработанной частью угольных пластов. Кроме того, по разности изолиний (изогипс) такая карта даст возможность определить мощность оставленной части угольного пласта в каждой точке и в конечном итоге подсчитать невынутые запасы угля на том или ином участке шахтного поля.

Карты рельефа угольных пластов

Карта рельефа составляется для месторождений с горизонтальным или слабонаклонным залеганием угольных пластов, чаще всего по их почве. Для общего предварительного представления о рельефе залегания угольных пластов на шахтном поле составляются карты по данным детальных разведок. Карты же, составляемые по данным горных работ, должны дать наглядное представление не только о крупных элементах рельефа угольных пластов (поднятий и понижений) больших площадей, но и отразить микрорельеф небольших участков шахтного поля. Карта составляется по данным нивелировки выработок, систематически выполняемых маркшейдерской службой шахты.

Основой карты рельефа почвы угольных пластов, равно как и всякой другой геолого-промышленной карты, служат маркшейдерские планы горных выработок с высотными отметками. Наглядность, точность и полнота изображения рельефа являются основными условиями, предъявляемыми к указанной карте. На участках, еще не вскрытых горными выработками, она помогает правильно ориентировать направление проведения выработок в отношении возможности встречи последними резких подъемов и уклонов угольных пластов.

Для эксплуатационников знание деталей рельефа, не установленных разведкой, всегда представляет известный интерес. При отсутствии такого знания нередко создаются технические трудности при проведении подготовительных выработок, удорожается их стоимость и задерживаются темпы работ.

Следует учесть, что при усложненном рельефе штреки не всегда проходят полностью по угольному пласту, вследствие чего

часть угля выбирается позже, при очистных работах, а часть вообще теряется. Поэтому карта рельефа почвы пласта, составленная только по данным отметок нивелировки штреков, в действительности не всегда отражает истинный рельеф угольного пласта. Если это обстоятельство не имеет большого значения для горняков, то для шахтного геолога знание истинного рельефа почвы пласта необходимо для контроля полноты выемки угля, и, кроме того, карта рельефа отражает рельеф водоема, где образовался торфяник. С этой целью в тех местах, где уголь частично оставался в почве (и кровле), наряду с изогипсами почвы штреков следует проводить и изогипсы истинного рельефа угольных пластов по данным зондировочного бурения или других выработок. Изогипсы проводятся через 0,25, 0,5, 1,00 м, в зависимости от степени изменчивости рельефа.

Карты (планы) рельефа почвы угольных пластов на некоторых месторождениях наглядно показывают формы, контуры, глубины и направления древних размывов угольных пластов, а на закарстованных месторождениях — контуры карстов. При сопоставлении таких карт с аналогичными картами, составляемыми по данным детальных разведок, представляется также возможность судить в каждом отдельном случае о достаточной полноте проведенных разведок.

Для многих буроугольных месторождений знание высотных отметок (по изогипсам) почвы угольных пластов и ее литологической характеристики позволяет судить о возможной обводненности угольных пластов, пониженные участки которых могут быть затоплены подпорными водами. Это имеет большое значение для правильного выбора направления горных работ и мероприятий по осушению шахты. Знание литологического состава пород почвы необходимо для определения возможного дренирования этих вод канавами, понижающими колодцами и другими выработками, а также для установления мест их заложения. Поэтому на картах рельефа угольных пластов в отдельных случаях следует наносить и литологический состав пород, вмещающих угольные пласты.

Сводные геолого-промышленные карты

Рассмотренные выше геолого-промышленные карты (за исключением структурно-качественных для каменноугольных месторождений) дают представление о характере и степени изменения только одного какого-либо из геологических показателей, без связи их между собой. Вместе с тем, хорошо известно, что такой взаимосвязи не может не существовать, так как она вытекает из самого процесса накопления органического материала и условий образования угольных пластов. Например, для большинства месторождений Челябинского, Подмоскownого, Карагадинского и ряда других угольных бассейнов установлено, что с увеличением общей мощности угольных пластов обычно увеличивается и их

зольность как в результате увеличения зольности органической массы, так и за счет увеличения количества и мощности породных прослоек. Вместе с тем, наибольшие мощности угольных пластов многих буроугольных месторождений наблюдаются в пониженных участках.

Сводные геолого-промышленные карты предназначаются для установления взаимосвязи между отдельными показателями. Составляются они на основе имеющихся карт качества, мощности и рельефа угольных пластов, иногда с привлечением дополнительных данных по обводненности и по литологии пород, вмещающих угольные пласты. Так же, как и все другие карты, сводные геолого-промышленные карты должны составляться в изогипсах, которые переносятся на них из карт их составляющих, в одном и том же масштабе.

Районные геолого-промышленные карты

В каменноугольных бассейнах обычно один и тот же угольный пласт разрабатывается несколькими шахтами. Поэтому перед шахтными геологами нескольких шахт часто возникают вопросы, опыт в разрешении которых одними геологами может быть использован или учтен геологами других шахт.

Работа шахтного геолога без достаточного знания особенностей геологии района в целом часто встречает затруднения. Особенно это следует отнести к районам с осложненной тектоникой и со сложными гидрогеологическими условиями. В таких случаях обобщение опыта работы соседних шахт или даже шахт другого района в аналогичных условиях является не только желательным, но и необходимым условием для ознакомления с геологией шахтного поля.

Сбор, анализ и обобщение геологических материалов позволяют выявить геологические закономерности всего района разработки, установить общность геологических явлений и использовать опыт работы геологов других шахт. В основном к таким материалам относятся: планы горных работ с нанесенными на них тектоническими нарушениями, с замерами элементов этих нарушений, характерные зарисовки, разрезы, другие планы и карты — качества, рельефа, гидрогеологические (желательно обработанные), пояснительные записки и т. д. Отбор материала должен производиться в выборочном порядке, с учетом ценности, важности и возможности практического его использования. Желательно, чтобы собираемые материалы были документами официальными и апробированными. При поступлении они заносятся в шахтный геологический фонд.

Поэтому составляются районные геолого-промышленные карты, охватывающие угольные пласты в пределах границ нескольких шахт.

Районные карты должны отображать один или несколько геологических показателей в границах целого района и составляться

по данным геолого-промышленных карт отдельных шахт. По существу районные карты будут только сводными, обобщающими картами мелкого масштаба: 1 : 10 000 или 1 : 25 000, в зависимости от размеров и запасов месторождения. Очевидно, что они могут составляться геологами трестов и комбинатов угольной промышленности или другими организациями, имеющими в своем распоряжении материалы службы шахтной геологии всего района.

Указанные районные геолого-промышленные карты следует отличать от районных карт разведочных организаций, составляемых для тех же месторождений, но только по результатам разведки, без учета дополнительных данных, полученных службой шахтной геологии в процессе эксплуатации. Карты разведки должны рассматриваться как перспективные на участках, еще не вскрытых горными выработками, и как подконтрольные — на участках разрабатываемых.

К документам эксплуатационной разведки относятся разрезы буровых скважин, которые графически изображаются в форме колонок в масштабе 1 : 200—1 : 500, в зависимости от глубины скважины, удобства пользования и необходимости детализации строения пройденной толщи пород и изображения каждого слоя. Колонки должны составляться в общепринятых условных обозначениях, причем все пласты углей, вне зависимости от их мощности, следует выносить отдельно (ниже по оси колонки) в более крупных масштабах (1 : 50—1 : 100), с тем, чтобы показать детали их строения. Несложная методика составления колонок-разрезов буровых скважин выработана многолетней практикой разведочных организаций во всех угольных бассейнах и не требует пояснения.

Согласно инструкции по работам шахтной геологической службы Министерства угольной промышленности СССР на каждой шахте должны находиться также следующие сводные геологические материалы:

а) геологический отчет по шахте с подсчетом запасов, утвержденных Государственной комиссией запасов (ГКЗ), со всеми графическими приложениями и протоколами ГКЗ;

б) геологический паспорт шахты;

в) геологические отчеты по доразведке шахтного поля;

г) стратиграфическая колонка;

д) альбом структур угольных пластов с характеристикой угля, кровли и почвы пласта по составу и крепости, а также основных химико-технологических свойств угля;

е) акты пластовых проб;

ж) журнал по замерам притока воды в шахту;

з) книга подсчета запасов угля по блокам и пластам;

и) акты на списание некондиционных и неподтвердившихся балансовых запасов и таблица запасов, отнесенных в потери из-за геологических и гидрогеологических причин;

к) проект доразведки работ по шахтному полю.

Глава XV

ПЛАНИРОВАНИЕ, ОТЧЕТНОСТЬ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

§ 1. ПЛАНИРОВАНИЕ И ОТЧЕТНОСТЬ

Шахтной геологической службой периодически составляются планы, проекты и сметы по доразведке шахтных полей, а также планы работ по геологическому обслуживанию шахт, в которые входят:

а) опробование угольных пластов;

б) производство геологических зарисовок;

в) проведение гидрогеологических наблюдений и замеров притоков воды;

г) пополнение горных планов данными геологических наблюдений;

д) составление и корректировка геологических разрезов, пластовых карт и проведение других камеральных работ.

Шахтная геологическая служба отчитывается в своей деятельности перед вышестоящими ведомственными организациями (трест, комбинат) путем представления месячных, квартальных и годовых записок, сводок, отчетов. Так как формы такой отчетности установлены соответствующими приказами, инструкциями и прочими руководящими документами, то здесь мы укажем только на те основные положения, которые необходимо освещать шахтному геологу в отчетах о периодической деятельности. Построение содержания отчетности проводится по двум основным направлениям:

1) по эксплуатационным разведкам;

2) по геологическим и гидрогеологическим наблюдениям и исследованиям.

В разделе о результатах эксплуатационных разведок освещаются:

а) задачи, которые ставились перед эксплуатационной разведкой и причины их возникновения;

б) виды проводившейся эксплуатационной разведки: буровые работы с подразделением их на бурение с поверхности или в шахте и горноразведочные выработки с подразделением их на виды (орты, квершлагги, штреки, рассечки и др.);

в) работы по бурению технических скважин специального назначения: например, для осушения участков, спуска закладочного материала, подводки кабеля и пр.;

г) выполнение объема эксплуатационной разведки в заданных показателях.

В разделе по геологическим и гидрогеологическим наблюдениям и исследованиям излагаются следующие данные:

а) характеристика шахтного фонда запасов;

б) изменение балансовых запасов и обеспеченность действующих и строящихся шахт промышленными запасами;

в) выполнение плана и результаты разведочных работ;

г) расхождение данных разведки и материалов, полученных службой шахтной геологии;

д) отклонение от планов горных работ из-за геологических и гидрогеологических причин;

е) объем произведенной шахтной геологической документации;

ж) данные по гидрогеологическим наблюдениям.

С пояснительной запиской представляются следующие графические материалы:

а) нормальные колонки пластов с характеристикой боковых пород и качества угля;

б) зарисовки очистных и подготовительных выработок;

в) геологические разрезы в случае обнаружения значительных изменений в геологическом строении шахтного поля;

г) баланс запасов за год.

В годовом отчете отражается вся работа по геологическому обслуживанию шахты и подводятся результаты этой работы. Поэтому в отчетах шахтный геолог должен не только фиксировать те или иные явления, которые наблюдались в процессе горных работ, но и давать анализ этих явлений со всеми выводами и практическими предложениями. В пределах тех задач, которые ставятся перед шахтной геологией, в отчетах должны быть отмечены факты невыполнения указаний геологической службы в вопросах выбора правильного направления горных работ и возможно полного использования запасов шахты.

§ 2. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СНАРЯЖЕНИЕ

В специфических условиях работы шахтных геологов в горных выработках отпадает необходимость в очень многих предметах геологического снаряжения, которыми пользуются геологи при обычных полевых геологических исследованиях, рекогносцировках и съемках. С другой стороны, то снаряжение, которое требуется шахтному геологу, мало чем отличается от обычного, вы-

работанного многолетней практикой и подробно описанного в курсах полевой геологии. Поэтому в настоящем разделе мы останавливаем внимание главным образом на особенностях основных предметов геологического снаряжения, используемого при геологических исследованиях угольных месторождений в горных выработках.

Горный компас необходим шахтному геологу для замара простирания и падения пластов, трещин, кливажа, отдельностей, сбросов и сдвигов и других нарушений.

В подземных работах применяется обычный горный компас, где, как известно, знаки *O* и *W*, или *B* и *Z*, обозначающие восток и запад, переставлены местами. Деления в нем нанесены против часовой стрелки от 0 до 360°. Для определения углов падения пластов горный компас снабжен отвесом. Достоинством горного компаса является возможность определения им простираний и углов падения при наличии небольших площадок обнажения. К числу недостатков горного компаса следует отнести небольшую точность измерений. Для получения более точных результатов измерений в шахтах применяется подвесная буссоль с ценой деления кольца 30'. Приложенный к буссоли подвесной полукруг позволяет отсчитывать угол наклона с точностью +15' вместо 1° по горному компасу. Горный компас должен находиться в специальном футляре, который привешивается к поясу.

Геологический молоток необходим шахтному геологу для взятия образцов угля и пород и для расчистки и обнажения угольных пластов в забоях для получения возможно «чистого» разреза.

Формы и размеры употребляемых геологических молотков общеизвестны, следует только иметь в виду, что для работы в относительно мягких породах, к которым относятся угли и вмещающие их породы, заостренный конец молотков лучше делать в форме клина, острое ребро которого должно быть расположено перпендикулярно к рукоятке. Твердость стали (степень закалки) молотка существенной роли не играет. Для удобства пользования в стесненных условиях горных выработок ручку молотка следует делать укороченной. В целях предосторожности геологический молоток желательно носить на ремennom поясе в футляре.

Зубила требуются для взятия проб крепких и средней крепости углей. Зубила делаются целиком из стали средней закалки с заостренным концом в виде клина или конуса.

В связи с необходимостью отбора различных количеств проб желательно иметь набор зубил следующих размеров:

1) зубила малые — длина 8—10 см, с поперечным сечением 5 × 8 мм;

2) зубила средние — длина 12—15 см, с поперечным сечением 8—10 мм;

3) зубила большие — длина 15—20 см, с поперечным сечением 12 × 15 мм.

Рулетка нужна для замера мощностей угольных пластов, высоты амплитуды нарушений и других измерений. Для шахтного геолога наиболее удобна портативная стальная пружинная рулетка общей длиной 2 м. Для замера относительно больших горизонтальных расстояний в горных выработках и на поверхности необходимо иметь также и более длинные стальные рулетки (10 и 20 м). Может применяться также и тесьмаяная 10—20-метровая рулетка.

Сумки для образцов. В геологической полевой практике сумки для образцов изготавливаются из брезента или плетутся из бечевки и приспособляются для ношения на плече или за спиной в виде обычных рюкзаков. В условиях подземных работ тип и материал сумок для образцов должны выбираться шахтным геологом с учетом необходимости сохранения образцов от разрушения и повреждения при переноске образцов в стесненных условиях и в неудобном положении. В мокрых забоях образцы должны складываться только в брезентовые рюкзаки.

Ярлычки для образцов. Образцы углей и породы на месте их отбора, в целях сохранения, обертываются в бумагу, а легко разрушающиеся окаменелости и минералы предварительно заворачиваются в вату. Для них и для сыпучих образцов делаются из материи мешочки размером 10 × 15 см. Отобранные образцы должны быть снабжены этикетками с подробной характеристикой пробы — паспортизованы. Этикетка или ярлычок должны содержать номер пробы, дату взятия образца и его местоположение в горной выработке и в вертикальном разрезе. Номер образца в ярлычке должен точно соответствовать номеру образца в журнале опробования или в записной книжке шахтного геолога.

Из остального геологического снаряжения и материалов, которые могут потребоваться шахтному геологу в его работе в горных выработках, следует иметь склянку с притертой пробкой, в которой содержится соляная кислота для испытаний известняков и вообще карбонатных пород, и карманную лупу.

§ 3. СОСТАВЛЕНИЕ ШАХТНОЙ КОЛЛЕКЦИИ

Угли каждого месторождения, относимые к одному и тому же общему типу или виду, всегда будут иметь некоторые особенности во внешнем виде и в физико-химических свойствах, отличающих их от углей такого же типа на других месторождениях.

С другой стороны, в границах шахтного поля и даже одного угольного пласта отдельных горизонтов могут разрабатываться угли различных марок и переходных разновидностей с различными физическими свойствами, со структурными и текстурными особенностями. Макроскопическое описание таких углей, которое очень часто носит субъективный характер, будет в значительной мере упрощено и облегчено при наличии коллекции или, точнее,

набора определенных типов угля, наиболее характерных для данного месторождения.

Образцы углей для такой коллекции отбираются шахтным геологом по возможности из различных участков шахтного поля, с разных горизонтов и отдельных угольных пластов, причем место взятия образца точно указывается в его этикетке. В той же этикетке указываются тип угля и наиболее важные петрографические и физико-химические данные, например: «Уголь бурый, в основной массе фюзеновый, с прослойками витрена и с прожилками марказита и кальцита». Каждый рабочий пласт шахты должен быть представлен хотя бы одним или несколькими образцами, характеризующими пласт на всю его мощность. При изменении состава и строения пласта с той же целью берутся дополнительные образцы.

Кроме образцов «углей-представителей», в коллекцию набираются также образцы пород кровли и почвы, породных и минеральных прослоек, включений и минералов, представляющих интерес как для горняков, так и для геолога. Для шахтного геолога в организации шахтной коллекции представляются широкие возможности, определить границы которых заранее очень трудно. Во всяком случае следует иметь в виду, что наибольшее внимание должно быть обращено на сбор тех пород, которые создают трудности или, наоборот, облегчают проходку горно-подготовительных выработок или работы по выемке угля (например, породы ложной кровли, пльвуны и сыпучие породы, пучащие глины). Образцы углей и пород должны быть по весу не менее 3 кг. Во избежание запыления и в целях сохранения образцы коллекции хранятся под стеклом.

Глава XVI

ПОДСЧЕТ И УЧЕТ ЗАПАСОВ

§ 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО КЛАССИФИКАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Как известно, запасы полезных ископаемых делятся на группы и категории в зависимости от степени их разведанности. Ниже приводятся выдержки из общих положений по классификации запасов твердых ископаемых, утвержденных Государственной комиссией по запасам (ГКЗ). Эти положения являются обязательными для всех ведомств и предприятий, производящих разведку и разработку полезных ископаемых.

1. Классификация запасов твердых полезных ископаемых устанавливает единые принципы подсчета и учета запасов полезных ископаемых в недрах, а также принципы определения подготовленности запасов для промышленного освоения в зависимости от изученности месторождения:

2. Запасы полезных ископаемых учитываются по наличию в недрах, без вычета потерь при их добыче, обогащении или обработке; контуры запасов устанавливаются на основании разведочных, геологических и геофизических данных.

3. Состав полезных ископаемых определяется, независимо от возможного разубоживания при добыче или обработке, по данным анализов и испытаний проб как по основному, так и по сопутствующим компонентам.

4. Запасы полезных ископаемых подсчитываются в весовом выражении; подсчет запасов в объемном выражении допустим только для тех полезных ископаемых, при использовании которых не требуется точного определения веса.

5. Качественная характеристика полезных ископаемых изучается с учетом их назначения, технологии переработки, а также наиболее полного и комплексного использования по основному и сопутствующим ценным компонентам.

6. Запасы полезных ископаемых разделяются на две группы, подлежащие отдельному учету: 1) балансовые — удовлетворяю-

щие промышленным условиям и горнотехническим условиям эксплуатации; 2) забалансовые — которые вследствие низкого содержания полезного компонента или минерала, маломощности залежей или особой сложности условий эксплуатации, а также вследствие отсутствия промышленных методов переработки данного типа полезного ископаемого не могут быть использованы промышленностью в настоящее время, но могут рассматриваться как объект промышленного освоения в дальнейшем.

7. Классификация запасов месторождений твердых полезных ископаемых применяется к отдельным видам полезных ископаемых в соответствии с инструкциями Министерства геологии и охраны недр.

§ 2. ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ

Подробное описание способов подсчета и классификации запасов приводится в курсе «Методика разведочных работ». В настоящей главе рассматриваются только вопросы, связанные с подсчетом и учетом запасов, с которыми приходится сталкиваться шахтному геологу в своей практической деятельности.

Подсчет промышленных запасов, как правило, производится маркшейдерской службой совместно с геологом; при этом сам подсчет запасов в основном выполняется маркшейдером, а от шахтного геолога требуется установление контуров промышленных запасов по качеству, мощности и условиям залегания угольных пластов.

Исходными данными к подсчету запасов угольных месторождений или части их в пределах технических границ шахтного поля служат: площадь подсчета, мощность угольных пластов, их удельный (объемный) вес. Эти три сомножителя и кладутся в основу подсчета запасов.

а) Площадь подсчета запасов может определяться специальными приборами — планиметром или кюрвиметром с транспарантом, по геометрическим фигурам, измерением палеткой и аналитически — по координатам угловых точек контура. Применение того или иного способа зависит от конфигурации залежи, площадь которой подлежит определению, а также от способа подсчета запасов.

б) Мощность пласта. Для определения объема залежи принимается мощность залежи по перпендикуляру к плоскости напластования (т. е. истинная). Однако в большинстве случаев подсчет запасов производится по плану в горизонтальной проекции, в связи с чем при подсчете принимается вертикальная мощность пласта.

Для залежей горизонтальных или близких к горизонтальным вертикальная мощность совпадает или практически будет близка к нормальной или истинной.

Для залежей крутопадающих, близких к вертикальным, нормальная и горизонтальная мощности близки или почти совпадают.

Мощность угольного пласта определяется по замерам в ряде точек подсчетного блока и вычисляется как среднеарифметическая или как средневзвешенная, в зависимости от степени равномерности ее изменения (см. гл. IV).

в) Объемный вес угля в массиве. Для подсчета запасов угля необходимо установить объемный вес угля, т. е. вес единицы объема (1 м^3) угля. Объемный вес добытого угля будет меньше его объемного веса в массиве. Величина этого уменьшения определяется коэффициентом разрыхления, который представляет собой отношение объема 1 м^3 угля в разрыхленном виде к его объему в массиве, взятому в том же объеме.

Объемный вес угля неодинаков не только для разных типов и марок углей, но и для одних и тех же пластов, вследствие разницы в пористости, трещиноватости и во влажности в различных точках. Поэтому объемный вес углей в массиве должен быть определен опытным путем на ряде участков.

С этой целью в намеченном месте угольного пласта вырубается определенный объем угля, обычно по всей мощности, вынимаемой при добыче; всю вынутую массу взвешивают на месте, чтобы избежать потерь. Для получения средних размеров вырубленной пробы (длины, ширины и глубины) место вырубается многократно замеряется. Для простоты дальнейших подсчетов и их контроля вырубленной части следует придавать форму параллелепипеда. Взвешенный уголь насыпается в мерные объемные ящики для установления объемного веса в разрыхленном (свеженасыпанном) состоянии. В результате деления веса вынутого угля на его объем, занимаемый в целике, получается объемный вес угля в целике, а от деления того же веса на объем свеженасыпанного угля получается объемный вес свеженасыпанного угля.

Способы подсчета запасов

В зависимости от условий залегания угольных пластов, степени изменчивости их мощности и угла падения, запасы угля в шахте могут быть подсчитаны различными способами.

Подробно все эти способы рассматриваются в курсе методики разведки. Здесь мы остановимся лишь на двух способах, наиболее распространенных при подсчете запасов угля на угольных шахтах, применяемых в период эксплуатации месторождения.

Метод среднего угла падения. Для подсчета запасов на месторождениях с более или менее постоянным углом падения (общим для всего поля или для отдельных участков) чаще всего применяется метод среднего угла падения, который отличается простотой графических построений и вычислений.

Если мы имеем нарезанный горными выработками какой-то участок, ограниченный по падению двумя штреками, а по простиранию двумя выработками, пройденными по линии падения

пласта (бремсбергами, уклонами или др.), то в пределах этого участка объем угля равен:

$$V = l \cdot r \cdot t,$$

где l — длина участка по простиранию, измеренная по маркшейдерскому плану;

r — длина участка по падению, измеренная по пласту вкрест простирания;

t — нормальная мощность пласта.

Произведение l на r представляет собой площадь пласта в пределах блока, поэтому формулу, определяющую объем пласта, можно представить в следующем виде:

$$V = S \cdot t,$$

где S — площадь блока.

В рассмотренном выше случае подсчета объема последний вычислен по площади пласта в натуре (истинной площади).

В практике подсчета запасов исходят главным образом из площадей пласта, измеренных по плану (в горизонтальной или вертикальной проекции). Для перехода же к истинной площади необходимо знать средний угол падения пласта на участке подсчета запасов.

Сущность метода среднего угла падения заключается в том, что запасы подсчитываются по площади пласта, измеренной по плану разведочных или горных работ; при этом пользуются данными о среднем угле падения пласта, определяемом по разведочным и горно-эксплуатационным выработкам.

При определении запасов пластовых месторождений, на которых обычно применяется этот метод, рассмотрим три случая:

1) угол падения пласта сохраняет постоянную величину на всем участке подсчета;

2) угол падения пласта изменяется в направлении падения пласта, но сохраняет постоянную величину в направлении простирания пласта;

3) угол падения пласта изменяется в направлении простирания и в направлении падения пласта.

В первом случае, подставляя в вышеприведенную формулу $V = l \cdot r \cdot t$ значение $r = \frac{b}{\cos \alpha}$, получим

$$V = l \cdot \frac{b}{\cos \alpha} \cdot t = l \cdot b \cdot \frac{t}{\cos \alpha},$$

где b — горизонтальная проекция r ;

$l \cdot b$ — горизонтальная проекция площади участка пласта;

α — угол падения пласта.

Запасы Q определяются по формуле

$$Q = V \cdot d,$$

где d — объемный вес угля.

Во втором случае делят участок подсчета по падению на несколько подучастков, в пределах каждого из которых можно считать угол падения постоянным, и для каждого подучастка подсчитывают запасы по предыдущему.

В тех случаях, когда угол падения пласта изменяется как по падению, так и по простиранию пласта, участок делится на небольшое число подучастков с постоянными углами падения, и подсчет производится по предыдущему. Однако ввиду частых изменений угла падения такое деление является затруднительным и неудобным, поэтому для данного случая применяется способ изогипс.

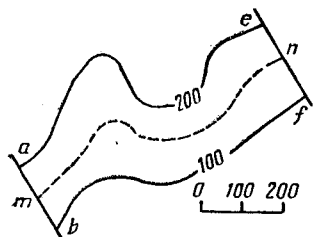


Рис. 75. К подсчету запасов по изогипсам

полученными по разведочным или эксплуатационным выработкам.

Для определения площади поверхности пласта между двумя горизонталями проф. В. И. Бауман предложил формулу

$$S = \sqrt{B^2 + C^2},$$

где B — величина площади полосы, заключенной между двумя данными горизонталями на плане;

C — поверхность цилиндра, построенная на средней изогипсе.

Практически величину B для каждого участка определяют измерением площади этого участка между соседними горизонталями по пластовой карте. Величина C вычисляется из формулы

$$C = S_0 H = \frac{S_1 + S_2}{2} \cdot H,$$

где S_1 и S_2 — длины каждой из соседних горизонталей, которые также могут быть измерены по пластовой карте прибором для измерения длин кривых линий — кюрвиметром или путем разбивки кривой на прямолинейные отрезки. Возведение в квадрат величин B и C и извлечение корня могут быть произведены по таблицам, логарифмической линейкой или графически. Объем и запасы вычисляются умножением поверхности пласта на нормальную мощность и удельный вес. Пусть, например (рис. 75), площадь на плане полосы пласта, ограниченная горизонталями 100 и 200 м и линиями ab и ef , равна 155 000 м². Длина полу-горизонтали mn (S_0) равна 760 м, тогда $C = 760 \times 100 = 76 \text{ м}^2$ и по формуле Баумана площадь S пласта в натуре, в полосе, за-

ключенной между горизонталями 100 и 200 м и между линиями ab и ef , определится (в тыс. квадратных метров)

$$S = \sqrt{155^2 + 76^2} = 172,8.$$

Описанный метод удобен в том отношении, что позволяет подсчитывать запасы в пределах определённых горизонтов, что часто требуется для целей эксплуатации, дает наглядное представление об элементах залегания пласта на различных горизонтах и в различных участках месторождения.

§ 3. УЧЕТ ДВИЖЕНИЯ ЗАПАСОВ И ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ

Общий учет запасов угля в недрах возложен на Всесоюзный геологический фонд (ВГФ). Всесоюзный геологический фонд ведет такой учет по определенной сводной форме, заполняемой промышленными предприятиями на основании материалов, получаемых на шахте при первичном учете движения запасов, добычи и потерь.

Точный учет движения запасов угля в шахтах необходим для правильного ведения горных работ и наиболее полного использования запасов при эксплуатации. Кроме того, такой учет позволяет судить о точности детальных разведок. Учет движения запасов при эксплуатации ведется в пределах технических границ каждой шахты по определенным формам, в которых эти запасы подразделяются на балансовые, забалансовые, промышленные, вскрытые, подготовленные и готовые к выемке.

Балансовые запасы, утвержденные ГКЗ, являются исходными для учета последующего движения запасов шахтного поля. Они включают все угольные пласты, разработка которых технически возможна и экономически целесообразна в пределах технических границ шахты. Как правило, к балансовым запасам относятся запасы категорий A_2 и B и только частично категории C_1 .

Промышленными запасами считаются запасы, подлежащие выемке и выдаче на поверхность; они определяются путем исключения из балансовых запасов проектных потерь при эксплуатации. Проектные потери разделяются на два вида:

- потери запасов в постоянных предохранительных целиках, предусмотренных под различными сооружениями и водоемами;
- потери, зависящие от систем разработки, принятых в проекте: целики в очистном пространстве, не подлежащие выемке пачки угля, оставляемые в кровле, почве или между слоями при слоевой выемке.

Шахтный геолог совместно с маркшейдером шахты ведет подсчет промышленных запасов, учитывая при этом все изменения в этих запасах, которые происходят за годовой период деятельности шахты.

В соответствии с характером и объемом проведенных капитальных и подготовительных работ, из общего количества

промышленных запасов выделяются вскрытые запасы, а из общего количества вскрытых — подготовленные.

К вскрытым относятся запасы, дальнейшая подготовка которых к разработке требует проведения основных и второстепенных (нарезных) выработок и не требует проведения капитальных вскрывающих выработок (шахтных стволов, штолен, капитальных квершлагов, капитальных уклонов, капитальных гезенков и т. д.) (рис. 76).

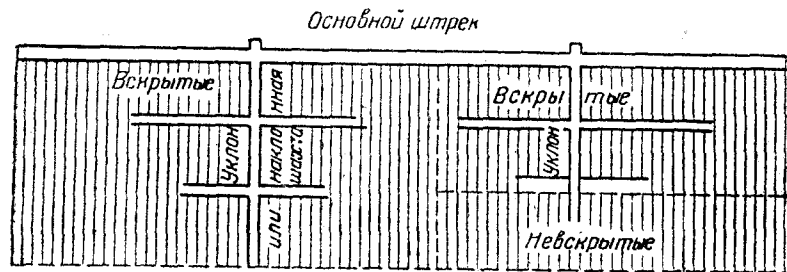


Рис. 76. Схема вскрытых запасов

При пологом, наклонном и крутом падении пластов вскрытые запасы подсчитываются в следующих границах:

1. При вскрытии вертикальным или наклонным шахтным стволом, штольной, квершлагом или гезенком: а) по восстанию пласта — от горизонта околоствольного двора, штольни, квершлага (или точки встречи гезенка с пластом) до границы годного угля или вышележащего отработанного горизонта; б) по простиранию — в пределах технических границ шахты или до заранее известных крупных геологических нарушений, требующих проведения дополнительных капитальных вскрывающих выработок.

2. При вскрытии участковыми гезенками и квершлагами: по восстанию — в тех же границах, а по простиранию — в пределах границ выемочных участков или заранее известных крупных геологических нарушений.

3. При вскрытии уклонами: по простиранию — в пределах границ уклонного поля, по восстанию — от горизонта нижнего этажного штрека до горизонта основного штрека, с которого пройден уклон (т. е. в число вскрытых включаются только полные этажи).

Если два сближенных пласта разрабатываются совместно и выработки, соединяющие их (квершлага, гезенки), носят характер сбоек длиной до 10—15 м, то площадь вскрытых запасов для обоих пластов принимается одинаковой и определяется по тому из пластов, по которому проводится основной штрек.

Квершлага, являющиеся вспомогательными (например, для доставки материалов и т. д.), не считаются вскрывающими выработками.

При сложной складчатой форме залегания пластов границы

вскрытых запасов принимаются согласно проекту вскрытия и во вскрытые включаются те части пластов, по которым можно проводить основные штреки.

При горизонтальном залегании вскрытые шахтным стволом, гезенком или штольной запасы подсчитываются в пределах технических границ шахтного поля или до заранее известных крупных геологических нарушений.

Подготовленными называются те запасы из числа вскрытых, которые подсечены основными штреками, пройденными по пласту, и не требуют для дальнейшей подготовки проведения основных подготовительных выработок.

Подготовленные запасы подсчитываются в пределах контура, имеющего следующие границы:

- 1) по падению — нижний контур нижнего основного штрека (или его раскоски);
- 2) по восстанию — нижний контур верхнего основного штрека (или его раскоски);
- 3) по простиранию — прямую линию, проведенную по восстанию пласта через забой нижнего штрека до пересечения этой линии с границей по восстанию.

Если штреки проводятся по породе (полевые штреки) или подготовка данного пласта производится через гезенки или квершлага, пробиваемые со смежного сближенного пласта, подготовленные запасы подсчитываются на участках, границами которых являются:

- 1) по падению — нижний контур нижнего штрека данного пласта;
- 2) по восстанию — нижний контур верхнего штрека данного пласта;
- 3) по простиранию — прямая линия, проведенная по восстанию пласта через наиболее удаленный забой нижнего штрека, рассеченного из последнего квершлага или гезенка.

При горизонтальном залегании пласта, при работе по обе стороны от основного штрека, подготовленные запасы подсчитываются в пределах контура, границами которого являются:

- 1) линия, проведенная через забой основного штрека перпендикулярно этому штреку, и вторая линия, проведенная через начало основного штрека;
- 2) границы, до которых будет производиться выемка по обе стороны от основного штрека.

При работе по одну сторону от основного штрека этими границами являются:

- 1) основной штрек, на который выдается полезное ископаемое, и техническая граница выемочного участка;
- 2) линии, перпендикулярные основному штреку, проведенные через забой и начало штрека.

Подготовленные запасы являются суммой запасов активных и неактивных.

К активным относятся:

- а) запасы, готовые к выемке;
- б) запасы, подготовленные к нарезке.

К группе неактивных относятся запасы:

- а) во временных целиках;
- б) временно заваленные;
- в) временно затопленные;
- г) временно находящиеся на пожарных участках.

Готовыми к выемке считаются запасы на выемочных участках, где пройдены все требующиеся для данной системы разработки подготовительные и нарезные выработки и закончены работы по оборудованию очистных забоев (монтаж щита, оборудование лавы), позволяющие производить очистную выемку в соответствии с требованиями Правил технической эксплуатации угольных шахт.

Запасы, удовлетворяющие указанным требованиям, но находящиеся на участках, очистная выемка на которых вызывает подработку вышележащего пласта, слоя, подэтажа и т. п., не считаются готовыми к выемке и относятся к запасам во временных целиках.

При слоевой выемке пластов и при разработке сближенных пластов в случае, когда в каждом из разрабатываемых слоев (или пластов) имеется нормально действующая линия забоев, запасы, готовые к выемке в каждом слое (или пласте), подсчитываются в контурах всего выемочного участка, где пройдены все подготовительные и нарезные выработки. Если очистная выемка на одном из слоев (или пластов) приостановлена и запасы этого слоя исключены из числа готовых к выемке, то в других слоях (пластах) запасы, готовые к выемке, подсчитываются в границах, где ведение очистных работ исключает подработку других слоев (пластов).

При одновременной разработке нескольких этажей или подэтажей в случае, когда в каждом из них имеется нормально действующая линия забоев (с установленным опережением между этажами и подэтажами, наличием нормального проветривания и т. д.), запасы, готовые к выемке, исчисляются в контурах участков, где пройдены все подготовительные и нарезные выработки.

Подготовленными к нарезке считаются те запасы из числа подготовленных, для очистной выемки которых требуется проведение только нарезных выработок.

К запасам во временных целиках относятся:

- а) запасы в целиках, служащих для поддержания подготовительных выработок и запроектированных к выемке при погашении указанных выработок;
- б) запасы во временных целиках, оставленных для других целей;
- в) запасы, готовые к выемке, разработка которых временно

Условные обозначения:

- Временные целики
- ▨ Подготовленные к нарезке запасы
- ▤ Готовые к выемке запасы
- ▧ Выработанное пространство
- ▩ Раскопка
- ▭ Потери в целиках
- ▬ Погашенные выработки
- ↓ 15° Угол падения пласта
- Направление продвижения забоя

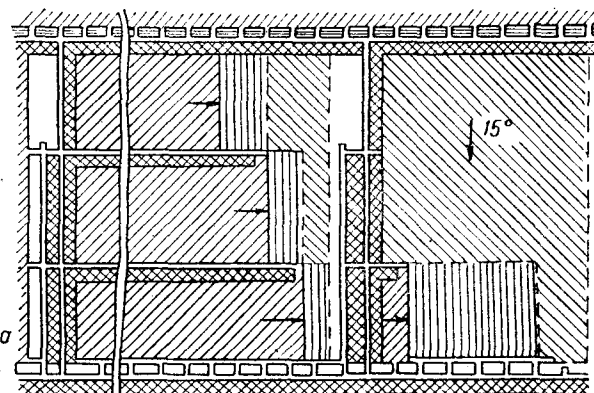


Рис. 77. Подготовленные запасы при сплошной системе разработки

С выемкой столбов на передний бремсберг

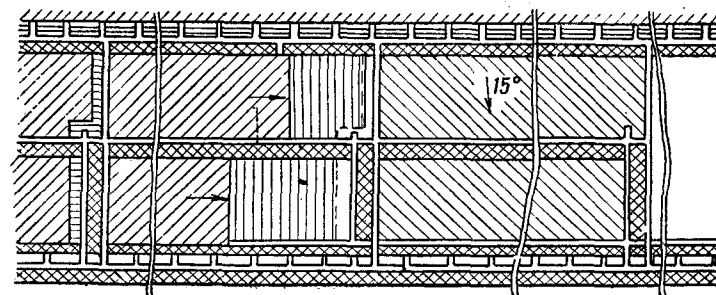


Рис. 78. Подготовленные запасы при системе разработки длинными столбами по простираанию

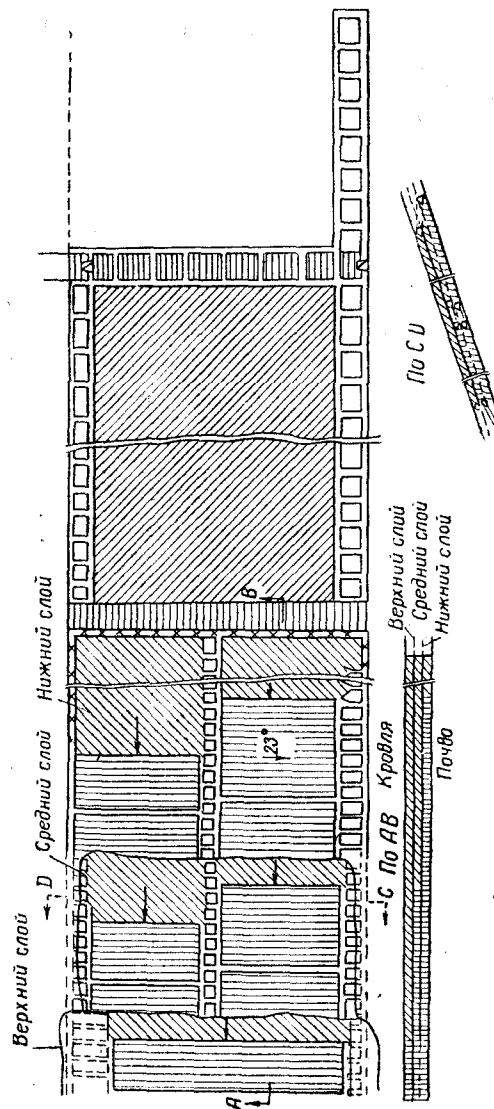


Рис. 79. Подготовленные запасы при системе разработки наклонными слоями

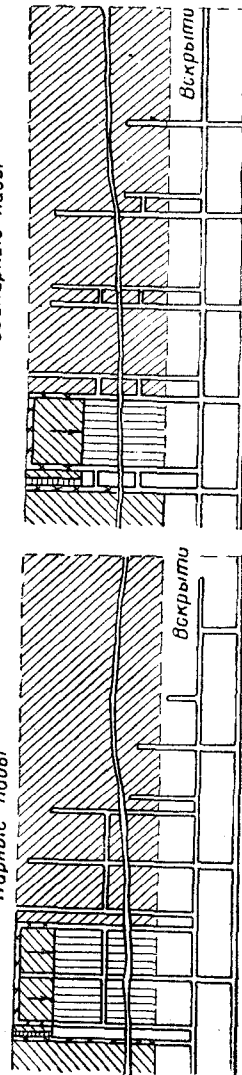


Рис. 80. Подготовленные запасы при системе разработки длинными столбами при горизонтальном залегании пластов

невозможна вследствие ее вредного влияния на соседние слои, сближенные пласты и т. п.;

г) запасы, бывшие временно затопленными, заваленными и в пожарах, уже восстановленные, но не подготовленные к нарезке или выемке.

К временно заваленным относятся запасы, доступ к которым временно невозможен по причине завала или плохого состояния выработок.

К временно затопленным относятся запасы, доступ к которым временно невозможен по причине затопления выработок.

К запасам в пожарах относятся запасы на участках, изолированных перемычками, вследствие чего на них нельзя производить ни нарезных, ни очистных работ.

На рис. 77—80 приводятся примеры выделения запасов по признаку подготовленности к разработке на угольных и сланцевых шахтах.

§ 4. ВОЗМОЖНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗАПАСОВ ШАХТНОГО ПОЛЯ И ИХ УЧЕТ

Промышленные запасы шахтного поля могут изменяться в сторону их прироста или сокращения в результате:

- изменения системы разработки угольных пластов;
- уточнения при проведении горных или разведочных выработок;
- пересчета и переоценки запасов;
- оставления запасов в недрах;
- изменения технической границы шахтного поля.

а) Изменения промышленных запасов в связи с изменением системы разработки угольных пластов в практике встречаются относительно редко. Однако если в процессе эксплуатации угольного месторождения возникает необходимость в изменении системы разработки (выемки), то шахтный геолог для решения этого вопроса представляет исчерпывающие данные, касающиеся геологических условий, и совместно с маркшейдерским бюро производит расчет возможных потерь при эксплуатации, связанных с применением другой системы разработки.

б) Изменения промышленных запасов в результате уточнения их горно-эксплуатационными и разведочными выработками могут иметь место как внутри шахтных границ, так и по внешнему контуру. Для угольных месторождений и бассейнов с выдержанными условиями залегания и с устойчивыми качеством и мощностью угольных пластов горноподготовительные работы или дополнительные разведки редко вносят существенные изменения в баланс промышленных запасов шахт. На месторождениях, осложненных тектоническими нарушениями, а также на бурогольных месторождениях с неустойчивыми геологическими показателями изменения в промышленных запасах при разработке,

а также в связи с дополнительной разведкой происходят довольно часто и шахтному геологу это обстоятельство приходится учитывать. На таких месторождениях новые данные по качеству и мощности угольных пластов, получаемые при проведении горноподготовительных выработок или при дополнительной разведке, могут вносить изменения в территориальное распределение промышленных и непромышленных площадей, а следовательно, и в запасы. Горные выработки, дойдя до намеченной промышленной границы шахтного поля, уточняют эту границу, влияя тем самым в той или иной степени на общие промышленные запасы всего шахтного поля. Промышленный контур бурогольных месторождений по мере уплотнения разведочной сетки становится более извилистым и сложным; в отдельных местах могут быть случаи разрыва пласта и внутри самого месторождения с образованием внутриконтурных непромышленных участков, следствием чего является изменение в запасах в пределах нового контура шахтного поля.

При прохождении горных выработок, а также в связи со сгущением разведочной сети могут определиться площади с неблагоприятными гидрогеологическими условиями залегания угольных пластов. Учет промышленных запасов таких участков производится шахтным геологом совместно с главным инженером шахты, так как в этих случаях должны быть учтены — возможность оставления в кровле разрабатываемого пласта достаточно надежной пачки угля, проведение предварительных осушительных мероприятий и безвозвратные потери части промышленных запасов на отдельных участках.

Учет изменения запасов в результате дополнительной разведки поля шахты горными выработками или буровыми скважинами дает возможность судить о достоверности данных детальной разведки как в отношении изменения количества запасов, степени изученности данного шахтного поля, так и в отношении правильности методики геологоразведочных работ (соответствие разведочных и эксплуатационных данных). Большое расхождение утвержденных запасов с наличными может служить основанием для постановки шахтным геологом вопроса о пересчете запасов данного месторождения в ВКЗ.

в) Изменения промышленных запасов при пересчете и переоценке угольных пластов имеют место в результате неточности в исчислении запасов из-за изменения удельного веса угля, его объема или мощности; сюда же относятся случаи пересчета запасов в результате изменения кондиций. Пересчет запасов производится шахтным геологом на основании фактического материала, получаемого при разработке угольного месторождения. Переоценка запасов производится также в связи с изменением требования к подсчету и к качественной оценке запасов, например при новых направлениях использования угля. В таких случаях в подсчет могут быть введены те пачки угля и те угольные

пласты, которые ранее не учитывались и запасы по которым ранее числились в забалансовых, т. е. непромышленных.

Прирост или сокращение запасов вследствие их переоценки отражается в формах отчетности Министерства угольной промышленности о состоянии и движении запасов угля, а также в формах, представляемых во Всесоюзный геологический фонд (ВГФ).

г) Изменения промышленных запасов в результате потерь (оставления) угля в недрах. К потерям относится та часть балансовых запасов, которая остается в недрах и не будет извлечена на поверхность ни в период эксплуатации шахты, ни после ее ликвидации. Кроме потерь в целиках, неизбежных при эксплуатации, т. е. заранее предусмотренных техническим проектом разработки, возможны потери, которые заранее не предусматриваются, но которые фактически имеют место по техническим или геологическим причинам.

Основными группами потерь, принятыми к учету, являются:

1) потери в охранных целиках, оставляемых для охраны от подработки горными работами зданий и сооружений на поверхности горных выработок, водоемов и т. д. Сюда же относятся потери в барьерных целиках;

2) потери от системы разработки, состоящие из потерь в целиках, оставляемых для охраны подготовительных выработок, в очистном пространстве и на границах выемочных участков, а также потери угля в пачках, оставляемых в кровле или почве или между слоями пласта при слоевой выемке в очистных и подготовительных выработках;

3) потери от неправильного ведения горных работ возможны тогда, когда из-за неправильного ведения горных работ выемка отдельных участков угольных пластов становится крайне затрудненной или невозможной и опасной для жизни шахтеров (прорывы пльвунов в горные выработки, подземные пожары, резкое и внезапное увеличение давления на крепь от подработки пласта и т. д.);

4) потери по геологическим и гидрогеологическим причинам возникают при резком и внезапном изменении геологических условий залегания и строения угольных пластов, их качества и мощности, увеличения притока воды, наличия карстов и т. д. Под геологическими условиями в данном случае нужно понимать: рельеф угольных пластов, характер и литологический состав кровли и почвы, а также тектонические нарушения. В различных угольных бассейнах геологические условия залегания угольных пластов и их показатели различны, так же как степень и характер их изменчивости. Например, в Донецком бассейне запасы участка шахтного поля могут быть списаны из-за потери угольного пласта на каком-нибудь горизонте разработки, вызванной дизъюнктивным нарушением, и в очень редких случаях — вследствие перехода угольного пласта в углистый сланец или утонения его до нерабочей мощности. На бурогольных месторождениях.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Комбинат _____
Трест _____

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ

Местоположение _____ участок _____
шахта _____
Номенклатура геологической карты _____

Координаты устья системы

X _____ Y _____
Назначение выработки _____
Азимут падения пород (по обнажениям) _____
Азимут длинной стороны выработки _____

Сведения по разрезу выработки

Наименование пройденных пород	Категории пород	Суммарная мощность

Номера пластов и образцов	Календарь проходки каждой породы	Глубина от устья до подошвы каждого пласта			Подробное описание пород

Стратиграфический горизонт	Глубина от устья до конца каждого пласта, м	Мощность пласта по оси выработки, м	Угол наклона	Нормальная мощность, м	Камеральные исследования		Технические данные		
					№ или глубина взятия проб и образцов	результаты исследования	сечение выработки, м	тип временного крепления	тип постоянного крепления

Определение объемного веса и коэффициента разрыхления							Гидрогеологические данные					
Объем породы в целлке, м³	Вес вынутаго объема, т	Объем вынутаго породы в насыпи, м³	Объемный вес в целлке	Объемный вес в насыпи	Коэффициент разрыхления	Дата	Глубина кровли и почвы водоносного горизонта от устья	Мощность насосов на выросте	Количество часов работы насосов в смену	Выкачено воды в смену, м³/час	Дебит горизонта, м³/час	

Послойное описание пород						Включения, их характеристика, величина, форма, размер, ориентировка	Прочие сведения	
Мощность	Направления и угол падения	Цвет (блеск), черта	Прочность, вязкость, хрупкость	Текстура	Структура и петрографический тип		Пыленосность	Газоносность

Описание зон дробления пород (местонахождение, площадь зоны, причины дробления пород)

Описание мест усиленного давления на крепь и мест пучения (местонахождение, площадь зоны, причины, мероприятия)

Описание водоносных горизонтов

Описание способов ограждения выработок от воды и их эффективность (перемычки, водонепроницаемая крепь, дренаж и т. д.)

Описание близлежащих старых заброшенных и затопленных выработок и расстояния до них

Описание мест встречи выходов воды выработкой и их характеристика (номера выходов, выход воды приурочен к пласту, трещине и т. д., дебит выхода, проба взята, результаты анализа и т. п.)

Причины ликвидации выработки, оценка геологических результатов и предложения

К геологическому журналу приложены:

1) акт заложения выработки № _____, акты пересечения угольных пластов № _____, акт ликвидации выработки № _____, графический разрез в масштабе 1:100, акты лабораторных исследований № _____

Геолог

Старший коллектор

Дата

Проверил

Главный геолог

Комбинат _____

Трест _____

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СКВАЖИНЫ № _____

Местонахождение скважины, геологический участок _____

_____ шахта _____

Номенклатура геологической карты _____

Координаты устья скважины (система) _____

X _____ Y _____

Назначение скважины _____

Скважина начата _____ окончена _____

Угол наклона оси скважины к горизонту _____

Азимут направления падения пород (по обнажениям) _____

Замеры искривления скважины (прибором) _____

1-й _____ на глубине _____ 2-й _____ на глубине _____

3-й _____ на глубине _____ 4-й _____ на глубине _____

Бурение производилось станком _____ смены

Начальный диаметр скважины _____

конечный _____

Насос _____ производительностью _____ м³/час

Промывка глинистым раствором плотностью _____

_____ или _____

Результат проверки пластов угля электрокароттажем _____

Скважина сдана геологом _____

остановлена _____

Исполнители буровых работ

Начальник бурового цеха _____

Старший буровой мастер _____

Сменный мастер _____

Нумерация пластов и образцов	Календарь проходки каждой породы	Подробное описание пород	Стратиграфический горизонт	Глубина от устья до конца каждого пласта, м	Мощность от основания скважины, м
------------------------------	----------------------------------	--------------------------	----------------------------	---	-----------------------------------

Угол напластования или угол наклонения по керну	Нормальная мощность, м	Выход керна для каждой породы, м и %	Камеральные исследования		Гидрогеологические данные		Технический разрез скважины		
			№ или глубина вмятия проб для образцов	результаты исследования	уровень воды от устья скважины	дебит, м ³ /час (по специальным откачкам)	диаметр скважины, мм	крепление обсадными трубами (в % бурения)	крепление и тампонаж после ликвидации скважины

Химический анализ угля

выполнен _____ химической лабораторией

Пласт	Глубина по скважине	Влага		Зола	Сера	Летучие	Характеристика лабораторного кокса	Марка

Химический анализ воды

Глубина по скважине									
---------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Причина ликвидации скважины _____

Оценка геологических результатов и предложения об использовании скважины _____

К геологическому журналу приложены: акт заложения скважины № _____; акты перебуривания угольных пластов № _____; акт ликвидации скважины № _____; графический разрез в масштабе 1:500—акты

Дата _____ 195__ г.

Старший коллектор _____

Проверил _____

Главный геолог _____

Комбинат _____

Трест _____

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ СКВАЖИНЫ № _____

Местоположение _____

Планшет _____

Глубина _____

Начата _____

Окончена _____

Координаты в системе _____

Масштаб 1:500

Меры метрические

№ пластов и образцов	Календарь проходки каждого пласта	Краткое описание породы	Глубина от устья скважины	Разрез	Стратиграфический горизонт	Угол падения (истинный)	Нормальная мощность	Выход керна, %	Уровень воды	Технический разрез (диаметр и крепление)	Угол наклона осевой скважины к горизонту	Детали строения пласта		
												нормальная мощность	нормальная колонка	технический анализ

Ст. буровой мастер _____

Коллектор _____

Геолог _____

Проверил: _____

Главный геолог треста _____

Трест _____

Шахта _____

ЖУРНАЛ НАБЛЮДЕНИЙ ПО ЗАБИВНОМУ ФИЛЬТРУ № _____

1. Местонахождение фильтра: штрек _____ в _____ м на _____ от _____ штрека
2. Абсолютная отметка устья скважины _____ м
3. Диаметр фильтра _____ мм. 4. Длина фильтра _____ м
5. Глубина закладки _____ м. 6. Количество отверстий на 1 пог. м фильтра _____ шт. 7. Диаметр отверстий _____ мм.

8. % перфорации _____
9. Дата закладки _____ час. _____ дня _____
 месяца 195 г.
10. Дата ликвидации _____ час. _____ дня _____
 месяца 195 г.
11. Общее время работы фильтра _____ час.
12. Общее количество выданной воды _____ м³

Колонка скважины и положение фильтра, масштаб 1:100	Мощность пластов, м	Глубина залегания, м	Абсолютная отметка подошвы пластов	Описание пород и их водоносность

Дата замера		Расход, л/сек	Показание манометра		% выноса мути	Дата замера		Расход, л/сек	Показание манометра		% выноса мути
число, месяц, год	часы		давление, м	м вод. ст.		число, месяц, год	часы		давление, м	столб воды, м	

Расход воды, л/сек	График дебита фильтра

Дата замеров _____

1. Сведения о замеченных явлениях, влиявших на работу забивного фильтра

№ п/п	Дата	Описание явлений

II. Техничко-экономические показатели

1. Бурение скважины для фильтра производилось _____
2. Количество рабочих, занятых на установке фильтра, _____
 _____ человек
3. Затрачено времени на установку _____ час.
4. Фильтр оборудован новыми, старыми (бывшими в употреблении) трубами (нужное подчеркнуть)
5. Стоимость 1 пог. м фильтра с учетом перфорации _____ руб.

Шахтный гидрогеолог

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Трест _____

Шахта № _____ района

ЖУРНАЛ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ПОНИЖАЮЩИМ КОЛОДЦЕМ № _____

1. Местонахождение колодца _____
2. Время начала работы колодца _____ 195 г.
3. Время ликвидации _____ 195 г.
4. Абсолютная отметка устья колодца _____
5. " " первоначального уровня _____
6. " " достигнутого понижения уровня воды:
 I на _____ 195 г.
 II на _____ 195 г.
 III на _____ 195 г.
7. Сечение _____ м. 8. Общая глубина _____ м.
9. Какими породами представлен водоносный горизонт и мощность его вскрытия _____
10. Число обслуживающих насосов и их производительность _____
11. Разрез пройденных пород колодцем в развертке по стенкам _____
12. Выкопировка из плана горных работ с указанием местонахождения колодца и контрольных скважин _____

13. Данные о дебите колодца							14. Понижение уровня в наблюдательных пунктах						15. Радиус влияния и площадь осушения за месяц			
месяц	число						Суммарный дебит на месяц	уровень воды	скв. № на		скв. № на			скв. № на		
	1	5	10	15	20	25			30	1	10	20		1	10	20
Январь																
Февраль																
Март																
Апрель																
Май																
Июнь																
Июль																
Август																
Сентябрь																
Октябрь																
Ноябрь																
Декабрь																
Итого																

16. Описание явлений, имевших место в процессе работы колодца _____

17. Техничко-экономические показатели _____

18. Количество времени, затраченного на проходку одного колодца _____

19. Количество времени, затраченного на монтаж насосов _____

20. Способ проходки колодца (ручной, клиньями, взрывной) _____

21. Количество времени, затраченного на проходку колодца (рабочих дней) _____

22. Способ крепления колодца _____

23. Сколько насосов установлено для обслуживания колодцев и их производительность _____

24. Количество пройденных рассечек, их размеры _____

Графа 7 заполняется только при проходке шурфов _____

Шахтный гидрогеолог

Трест _____

Шахта № _____

АКТ

по пробуренной „_____“ _____ 19__ г. в кровлю (или в почву) штрека зондировочной скважине № _____

В шахте № _____ треста _____

1. Скважина расположена _____

Абсолютная отметка выработки в месте бурения: почвы _____

кровли _____ м

2. Описание пройденных скважиной пород

а) в кровле _____ б) в почве _____

№ слоя	Литологическое описание	Глубины залегания		Гидрогеологические данные
		от	до	

Буровой мастер

Шахтный геолог

Комбинат _____ 195__ г.

Трест _____ Выработка _____

Название участка _____ шахты _____

Координаты выработки X _____ Y _____

АКТ № _____

о пересечении пласта угля _____

„_____“ числа _____ мес. 195__ г. в _____ смену

Мы, нижеподписавшиеся, _____

составили настоящий акт в том, что на глубине от _____ до _____ м пересечен пласт угля, след разреза по оси выработки с углом падения пород _____

с углом наклона выработки к горизонту _____

Кровля _____

Строение пласта	Разрез по оси выработки, м		Разрез по истинной мощности, м		Ингредиент	Чертеж пласта М 1:20					
	уголь	прослой	уголь	прослой		Эндо	Экзо	А ^с	S _{об}	V ^r	

Общая мощность пласта _____

Почва _____

Крепость угля _____

Устойчивость кровли _____

Устойчивость почвы _____

Объем целика, взятого для определения объемного веса, _____ м³

Для вынутаго угля _____ объемный вес _____

Взяты пробы: дифференциальные № _____ пластовая № _____

Пыленосность _____ Газоносность _____ Водоносность _____

Члены комиссии: _____

Должность, фамилия, инициалы _____ (подпись)

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАПАСОВ И УСЛОВИЯ ОТНЕСЕНИЯ ИХ К КАТЕГОРИЯМ¹

Категория А₁

К категории А₁ относят запасы, полностью изученные и оконтуренные подготовительными горными выработками при положительных данных по мощностям и качеству; горнотехнические и гидрогеологические условия разработки изучены; промышленные сорта угля и их распределение установлены в каждом блоке; обогатимость и применение угля проверены на опыте промышленного использования.

Запасы категории А₁ подсчитываются геолого-маркшейдерской службой на действующих шахтах и карьерах и служат обоснованием для текущего планирования эксплуатационных работ.

¹ Из Инструкции к классификации запасов углей и горючих сланцев. Госгеолиздат, 1954.

Категория А₂

К категории А₂ относят запасы, детально разведанные и оконтуренные горными выработками или буровыми скважинами; условия залегания, а также гидрогеологические условия месторождения и условия его разработки изучены; качество и технологические свойства углей выяснены с детальностью, обеспечивающей определение характера обогатимости и технологии использования углей. Запасы категории А₂ не требуют дополнительной разведки, кроме эксплуатационной, проводимой на местах закладки стволов шахт, по направлениям основных штреков, разрезных траншей, а также с целью прослеживания мелких нарушений, случайных размывов пласта, которые не могли быть изучены при детальной разведке, и с целью детализации структуры, уточнения гипсометрии и гидрогеологических условий. Запасы категории А₂ являются обоснованием для проектирования и капиталовложений в строительство горнодобывающих предприятий.

Для отнесения запасов к категории А₂ необходимо соблюдение следующих условий:

а) Общее геологическое строение месторождения (участка) выявлено достаточно полно. Установлены стратиграфия, общая синонирика пластов, характер структуры (тектоника), выдержанность пластов по мощности и качеству угля и их положение в разрезе угленосной толщи.

б) Общее количество выработок, вскрывших оцениваемый пласт, достаточно для суждения о его характере и выдержанности.

в) Горнотехнические условия разработки изучены: установлен характер вмещающих пород; для участков, доступных для открытой добычи, изучены инженерно-геологические свойства пород вскрыши и определен объем последней.

г) Качество угля отдельных пластов изучено в соответствии с инструкцией, определены марка угля, а в соответствующих случаях и технологические группировки; должны быть выявлены основные направления их использования, необходимость обогащения и характер обогатимости или брикетирования, а также получены данные для разрешения вопроса о целесообразности раздельной добычи.

д) Гидрогеологические условия месторождения изучены; проведены соответствующие наблюдения и специальные гидрогеологические работы, необходимые для расчета водопритоков и определения наиболее обводненных и опасных зон. В месторождениях, где обводнение не является препятствием к разработке, гидрогеологическая характеристика может быть принята по аналогии с эксплуатируемым месторождением, гидрогеологические условия которого изучены.

е) Структура установлена по каждому блоку. Каждый тектонический элемент — крыло складки, участок, ограниченный нарушениями, и т. д. — подтвержден не меньше чем тремя выработками, находящимися не на одной прямой и однозначно определяющими его положение. При горизонтальном и пологом залегании гипсометрия пласта прослежена.

ж) Запасы подсчитаны в контуре выработок, расстояния между которыми соответствуют установленному.

з) Оконтуривающие и внутриконтурные выработки дали положительные результаты по мощности, строению и качеству угля; на смежных блоках отсутствуют нерабочие мощности, крупные размывы пласта, участки с выгоревшим углем, с некондиционными качественными показателями и т. д., площади распространения которых вследствие недостаточной прослеженности не могут быть надежно выделены из запасов категории А₂.

и) Выработки с ненадежной документацией и с низким выходом керна проверены искривлением, кароттажем или боковым грунтоносом.

Категория В

К категории В относят запасы, разведанные и оконтуренные горными выработками или скважинами или непосредственно прилегающие к детально разведанным запасам категории А₂; условия залегания изучены; общие условия

разработки, а также общие гидрогеологические условия месторождения выяснены достаточно полно; качество и технологические свойства углей изучены в мере, обеспечивающей возможность установления промышленного использования углей.

В количественном отношении запасы категории *B* являются обоснованными, однако требуют дополнительного уточнения условий залегания, мощности или строения пласта, качества угля, направления его использования, гидрогеологических условий.

При наличии установленного минимального количества запасов категории *A₂* запасы категории *B* служат для обоснования проектов и капиталовложений на строительство горного предприятия. Для месторождений со сложными геологическими условиями, преимущественно с невысокой и непостоянной угленасыщенностью и сложными горногеологическими условиями, для разведок и освоения допускается проектирование и строительство шахт на запасах категории *B* при отсутствии запасов категории *A₂*. Необходимые уточнения, а также и перевод запасов в категорию *A₂* осуществляются в этих случаях в процессе строительства и эксплуатации.

Для отнесения запасов к категории *B* необходимо соблюдение следующих условий.

а) Общее геологическое строение месторождения выяснено, установлены стратиграфия, общая синонимика пластов, характер структуры угленосной толщи.

б) Количество выработок, вскрывших оцениваемый пласт, достаточно для суждения о его характере и выдержанности.

в) Общие условия разработки, а также общие гидрогеологические условия месторождения выяснены достаточно полно; для участков, доступных для открытой добычи, изучены инженерно-геологические свойства пород вскрыши и определен объем последней; проведены соответствующие наблюдения и специальные гидрогеологические работы, необходимые для ориентировочного определения водопритоков; в пределах изученных бассейнов и месторождений гидрогеологическая характеристика месторождений и участков может быть принята по аналогии.

г) Определены основные направления использования и марки углей; проведены анализы и лабораторные испытания углей в объеме, необходимом для предварительного решения вопроса о характере обогатимости и оценки брикетируемости углей.

д) Запасы подсчитаны в контуре выработок, расстояния между которыми соответствуют установленным для категории *B*. Для пластов, характеризующихся выдержанными мощностью, строением и качеством угля, к категории *B* могут быть также отнесены запасы, примыкающие к контуру категории *A₂* или горноэксплуатационным работам, при условии, что экстраполяция геологически обоснована и не превышает половины расстояний между линиями и между выработками, принятыми для категории *A₂*.

е) Выработки с ненадежной документацией и с низким выходом керна проверены искривлением, кароттажем или боковым грунтоносом.

Категория *C₁*

К категории *C₁* относят запасы, определенные на основании редкой сети буровых скважин или горных выработок, а также запасы, примыкающие к контуру запасов категорий *A₂* и *B*; общие условия разработки, а также общие гидрогеологические условия месторождения изучены предварительно; качество углей определено предварительно на основании анализов и лабораторных испытаний проб, а также по аналогии с изученными месторождениями и участками.

Запасы категории *C₁* служат обоснованием для постановки детальных геологоразведочных работ, а при наличии запасов категорий *A₂* и *B* в установленных соотношениях — для обоснования проектирования и капиталовложений в строительство горнодобывающих предприятий.

К категории *C₁* относят запасы, выявленные редкой сетью разведочных выработок, по которым структура месторождения и гипсометрия пластов устанавливаются предварительно. В случае сложного строения месторождения и неустойчивости пластов, к этой категории относят и более детально разведанные блоки, структура, качество угля и величина запасов которых остаются точно не выясненными.

К категории *C₁* могут быть также отнесены:

а) запасы блоков, прилегающих к площади с запасами категорий *A₂* и *B*, при условии, что экстраполяция геологически обоснована и не превышает половины расстояний между линиями и между выработками, установленных для категории *B*;

б) запасы блоков, выделенных вдоль крупных нарушений, вблизи зон выгорания пластов, вдоль выходов пластов угля под наносами, в случае, если эти выходы не прослежены.

Категория *C₂*

К категории *C₂* относят запасы угля, для которых стратиграфическое положение, мощность и качество установлены предварительно на основании вскрытия в отдельных точках, а контуры распространения определены по данным геологической съемки или геофизическими методами. К этой категории также относят запасы, примыкающие к контуру запасов категории *C₁* в пределах геологически обоснованной экстраполяции.

Запасы категории *C₂* служат обоснованием для планирования геологоразведочных работ. При проектировании горнодобывающих предприятий для определения перспектив их развития наряду с запасами других категорий учитываются и запасы категории *C₂*.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексин А. А. Влияние набухания глин на устойчивость горных выработок. „Огнеупоры“, 1946, № 4—5.
- Белицкий А. А. Классификация тектонических разрывов и геометрические методы их изучения. Госгеоллиздат, 1953.
- Беляев Д. Д. и Воробьев А. А. Инструкция по документации при наблюдениях действия осушительных мероприятий, проводимых на шахтах Подмосковского бассейна. Гостоптехиздат, 1940.
- Белицкий А. А. Методика поисков смещенного крыла пласта в условиях Прокопьевского района Кузбасса. „Известия Томского индустриального института“, т. 60, 1939.
- Беляев Д. Д. Шахтные воды Подмосковского угольного бассейна. „Разведка недр“, 1939, № 8.
- Беляев Д. Д. Осушение шахт Подмосковского угольного бассейна. Научно-исследовательский институт, 1940.
- Быков Л. Н. Рудничные пожары. Углетехиздат, 1953.
- Васильев С. П. Шахтная геология угольных месторождений. Углетехиздат, 1950.
- Васильев С. П. Метод экономической эквивалентности в определении плотности буровых скважин при детальном разведках на угле в Подмосковном бассейне. „Разведка недр“, 1950, № 1.
- Васильев П. В. Методы геологических исследований в угольных шахтах. Углетехиздат, 1951.
- Венер Р. А. Опробование угольных месторождений для характеристики качества и свойств ископаемых углей. Гостоптехиздат, 1943.
- Верболоз С. Е. О явлениях древнего размыва угольных пластов в Грушевском районе Донбасса. „Разведка недр“, 1940, № 4.
- Временная инструкция по шахтной геологии и гидрогеологии. Гостоптехиздат, 1944.
- Гапеев А. А. Твердые горючие ископаемые. Гостоптехиздат, 1949.
- Жемчужников Ю. А. Общая геология каустобиолитов. ОНТИ НКТП, 1948.
- Иванов Г. А. Кливаж в углях и пути его практического использования. ГОНТИ, 1939.
- Кравцов А. И. Влияние геологических условий на газоносность угольных месторождений. Углетехиздат, 1950.
- Кравцов А. И. Газоносность поясов и узлов угленакопления на территории Советского Союза. „Уголь“, 1949, № 7.
- Крашенинников Г. Ф. Инструкция по изучению и описанию угленосных толщ. Гостоптехиздат, 1943.
- Лидин Г. Д. Газовыделение в угольных шахтах и меры борьбы с ним. Углетехиздат, 1952.
- Матвеев А. К. О степени достоверности показаний бурения. „Разведка недр“, 1933, № 17.

Матвеев А. К. Геологические факторы и вероятный механизм процесса метаморфизма углей. „Советская геология“, сборн. 7, 1945.

Маевская В. М. Классификация угольных пластов по степени склонности их к самовозгоранию. „Бюллетень МакНИИ“, 1948, № 17.

Молчанов И. А., Белицкий А. А. Кливаж мощных пластов Прокопьевского района и его влияние на очистные работы. Известия Томского индустриального института, т. 60, вып. 1, 1939—1940.

Молчанов И. А. Геометрический метод исследования дизъюнктивов и его применение для поисков смещенной части месторождения. Известия Томского индустриального института, т. 60, 1939.

Омельянович В. М. Геологическая служба на шахтах Донбасса. Углетехиздат, 1953.

Петренко А. А. и Кипарисова Л. Д. Результаты работ по шахтной геологии Егоршинского каменноугольного месторождения на Урале (поле шахты № 2), Известия АН СССР, серия геологическая, № 4—5, 1943.

Рыжов П. А. Геометрия недр. Углетехиздат, 1951.

Самсонов М. Т. Из опыта работ по шахтной геологии в Кузнецком бассейне. „Разведка недр“, 1940, № 9.

Скочинский А. А. и Огиевский В. М. Рудничные пожары. Углетехиздат, 1955.

Троянский С. В. Основы горнорудничной геологии. „Вестник высшего образования“. XII, 1947.

Троянский С. В. и Беляев Д. Д. Методика проектирования осушительных мероприятий на шахтах Подмосковского угольного бассейна, ГОНТИ, 1939.

Усов М. А. Структурная геология. Госгеоллиздат, 1940.

Ушаков И. Н. Горная геометрия. Углетехиздат, 1951.

Целигоров А. И. Некоторые вопросы пучения горных пород. Углетехиздат, 1949.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	3
Глава I. Задачи и основные направления службы шахтной геологии	5
Глава II. Угленосная толща	7
Глава III. Строение и мощность угольных пластов	12
Глава IV. Кровля, почва и контакт угольных пластов	25
Глава V. Элементы залегания угольных пластов и их определение в горных выработках	32
Глава VI. Тектоника	39
Глава VII. Трещиноватость угольных пластов и вмещающих пород (кливаж)	68
Глава VIII. Качество углей	77
Глава IX. Самовозгорание углей и рудничные пожары	97
Глава X. Газоносность	102
Глава XI. Шахтные воды	112
Глава XII. Геологическая съемка, детальная и эксплуатационная разведка	138
Глава XIII. Некоторые специальные вопросы	148
Глава XIV. Документация, обобщение и оформление материалов	160
Глава XV. Планирование, отчетность и организационные вопросы	175
Глава XVI. Подсчет и учет запасов	180
Приложения	195
Литература	210

Замеченные опечатки

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать	По вине
27	10 снизу	Под „ложной“ почвой	„Ложной почвой“	Автора
28	23 сверху	6000 м	600 м	„
32	15 снизу	два направления,	два направления падения,	Редакции
32	14 снизу	вправо от направления	влево от направления	Автора
48	5 сверху	висячего крыла	лежащего крыла	„
99	13 сверху	30°	80°	„
100	20 снизу	закладочный массив	закладочный материал	„
100	19 снизу	При мокром закладочном массиве	При мокром закладочном материале	„

С. П. Васильев. Шахтная геология угольных месторождений

Васильев Сергей Петрович

Шахтная геология угольных месторождений

Ответственный редактор *А. К. Матвеев*

Техн. редактор *В. Л. Прозоровская*

Корректоры *К. П. Лашкина* и *А. Г. Либергал*

Сдано в набор 3/Х 1955 г. Подписано в печать 24/ХІ 1955 г. Формат сумки 60×92¹/₁₆.
Печ. л. 13,25+1 вкл. Уч. изд. л. 13,31. Тираж 10 000 экз. Т 09911.

Государственное научно-техническое издательство литературы по угольной промышленности,
Москва, Грузинский вал, д. 35.

Изд. № 356. Инд. 1/У. Цена 4 р. 65 к. Перепадет 1 р. Заказ № 2119.

Типография № 4 Углетехиздата. Харьков, ул. Энгельса, 11.