

## ВЛИЯНИЕ ТРЕЩИНОВАТОСТИ НА УПРАВЛЕНИЕ БОКОВЫМИ ПОРОДАМИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

П. К. КУЛИКОВ

### Введение

В статьях А. Ф. Засядько, А. П. Судоплатова, В. И. Барановского, Л. Д. Шевякова и других, появившихся в последнее время, подчеркивается необходимость открытия и изучения объективных законов природы, определяющих те процессы, которые протекают стихийно и которыми люди не научились еще надежно управлять. Вместе с тем отмечается, что только изучив закономерности проявления сил природы, можно будет делать правильные прогнозы и выбирать эффективные способы борьбы с нежелательными проявлениями этих сил.

В указанных статьях ставится, в частности, вопрос о необходимости изучения тектонического строения угольных месторождений и особенно тех элементов общей структуры, которые имеют непосредственное влияние на ведение горных работ.

В связи с этим особо важное значение приобретает вопрос об изучении трещиноватости горных пород и ее влияния на горные работы, так как трещиноватость является одним из основных, повсеместно распространенных элементов тектонической структуры месторождений.

Наша работа посвящается описанию трещиноватости горных пород и ее влияния на управление боковыми породами в Прокопьевском районе Кузбасса. Проблема, которая затрагивается в данной работе, будучи весьма важной, является в то же время очень сложной и трудоемкой и требует для своего полного разрешения длительного и систематического труда крупного коллектива. Поэтому нашу работу следует рассматривать как скромный вклад в разработку этого вопроса.

### Краткое описание тектоники Прокопьевского района

В результате длительного и сложного процесса тектонических дислокаций на стыке Салаира и Кузнецкого бассейна образовалась своеобразная структурная зона, состоящая из ряда чешуй, ограниченных крупными разрывами СЗ простирания. По этим разрывам чешуи надвинуты друг на друга, преимущественно с запада на восток.

В пределах угленосных отложений Кузбасса выделяется пять таких чешуй: Притырганская, Чертинская, Беловская, Ленинск-Кузнецкая и Меретьская. Каждая из этих чешуй является как бы самостоятельным структурным элементом и характеризуется более или менее обширным комплексом складок и разрывов различных порядков. Напряженность

внутренних структур каждой чешуи различна, причем увеличение напряженности проявляется очень отчетливо при движении с востока на запад от центральной части бассейна к Салаиру.

Притырганская чешуя, примыкающая непосредственно к Салаиру, является одной из наиболее сильно дислоцированных. В результате изгибания в вертикальной плоскости оси основной синклинальной складки этой чешуи здесь появляется несколько брахискладок, среди которых выделяется Прокопьевско-Киселевская брахисинклиналь, соответствующая одноименному месторождению.

Таким образом, Прокопьевско-Киселевское месторождение представляет собой в структурном отношении единую, очень крупную брахисинклинальную складку. На крыльях этой складки расположен целый ряд более мелких, довольно напряженных складок, вытянутых в СЗ направлении и сравнительно густая сеть крупных и мелких тектонических разрывов. По напряженности и сложности тектонического строения Прокопьевско-Киселевское месторождение является одним из наиболее выдающихся среди всех месторождений Кузбасса.

Прокопьевский район охватывает южную половину Прокопьевско-Киселевской брахисинклинали и имеет, как и все месторождение, сложное строение. В его пределах выделяется 8 синклинальных и столько же антиклинальных складок, имеющих в плане острые, пикообразные очертания. Все складки характеризуются очень крутым залеганием крыльев. Простираение складок северо-западное. В этом же направлении складки погружаются.

Разрывные структуры в районе также довольно многочисленны. Только крупных разрывов, прослеживающихся на протяжении нескольких километров, насчитывается здесь около пятнадцати. Почти все крупные разрывы пересекают толщу параллельно простираению осей складок и падают на ЮЗ под углом 75—85°. Помимо крупных структур, в районе проявляется большое количество мелких структурных форм, определяющих внутреннее строение складчатой толщи — мелкие складки, разрывы, пережимы и трещиноватость, имеющих повсеместное распространение.

#### Трещиноватость горных пород

Все многообразие систем трещиноватости подразделяется А. А. Белицким на две группы — нормальносекущая и косесекущая, каждая из которых характеризуется своими особенностями проявления и распространения. Этим подразделением пользовались и мы в своей работе.

Нормальносекущая трещиноватость. В эту группу объединяются системы трещин, располагающиеся перпендикулярно к напластованию и составляющие между собою угол около 90°. Одна из этих систем сечет горные породы по линии простираения и носит название продольной нормальносекущей системы. Другая сечет толщу пород по линии падения и называется поперечной нормальносекущей системой.

Все эти системы трещин, пересекаясь в пространстве, разбивают толщу пород или угольный пласт на более или менее правильные глыбы, обуславливая кубическую, пластинчатую или столбчатую отдаленности. Размеры граней отдельностей бывают очень различными, обнаруживая тесную зависимость от состава пород, мощности слоев и напряженности тектонической структуры.

Наиболее отчетливой является зависимость от состава пород. В угле нормальносекущая трещиноватость бывает очень обильной. Расстояния между отдельными трещинами иногда достигают здесь 0,5—1 см. Однако на некоторых пластах трещины располагаются гораздо реже. Например, на пласту Мощном, уголь которого отличается повышенной крепостью, расстояние между отдельными заметными трещинами достигает

0,2—0,5 м. Большой густотой трещиноватости отличаются также аргиллиты, которые в этом отношении приближаются к углям. В алевролитах и песчаниках трещиноватость развита гораздо слабее. Так, в массивных песчаниках расстояния между соседними трещинами достигают 1,0 м и более.

Зависимость густоты трещиноватости от мощности слоев отчетливо проявляется при сравнении слоев одинакового литологического состава с резко различной мощностью. Как правило, в мощных слоях трещиноватость менее обильна, нежели в маломощных.

**Кососекущая трещиноватость.** В эту группу относятся трещины, которые составляют с напластованием острый угол. Все кососекущие трещины подразделяются, согласно классификации Белицкого А. А., на шесть систем. Две из них располагаются по отношению к осевым плоскостям складок продольно и падают навстречу друг другу под углом 45—60° к горизонту, составляя между собою угол 90°.

Две другие системы точно так же, как и первые, располагающиеся между собою, секут складчатые структуры поперек их простирания. Обе системы третьей пары располагаются относительно осей складок диагонально и залегают под углом 60—70° к горизонту. Эта классификация в Кузбассе в настоящее время является общепринятой, хотя и является в известной степени условной.

Кососекущая, а также и нормальносекущая трещиноватость характеризуется различной протяженностью отдельных трещин. В этом отношении все трещины подразделяются на три группы. В первую группу входят наиболее распространенные трещины, имеющие очень незначительную протяженность от нескольких сантиметров до нескольких десятков сантиметров. Вторая группа объединяет более крупные, но и более редкие трещины. Эти трещины пересекают пласт или слой и оканчиваются вблизи почвы и кровли или на контакте с ними. В третью группу входят очень редкие трещины, секущие целую серию слоев, расстояние между которыми достигает иногда нескольких метров. Эти трещины по всей вероятности являются переходным звеном от обычной трещиноватости к разрывам.

Как удалось выяснить, густота кососекущей трещиноватости не остается постоянной. Она изменяется от места к месту и обнаруживает зависимость от литологического состава пород, от мощности слоев, от напряженности и сложности строения складчатых структур. Сущность зависимости густоты трещиноватости от первых двух факторов остается той же, что и в случае нормальносекущей трещиноватости.

Более заметно проявляется зависимость густоты трещин от напряженности структур, от общей тектонической обстановки. Эта зависимость определяет характер проявления кососекущей трещиноватости не только на отдельных участках Прокопьевского района, но и в различных районах Кузбасса. Так, кососекущая трещиноватость почти неизвестна в Ленинском, Беловском и Байдаевском районах, тектоническое строение которых очень простое, и сильно развита в Прокопьевско-Киселевском, Кемеровском, Бачатском, Бунгуро-Чумышском районах, имеющих сложное тектоническое строение. Учитывая это, можно полагать, что данная группа трещин возникает вследствие воздействия на толщу механических нагрузок.

В пространстве кососекущая трещиноватость имеет самую различную ориентировку, в связи с чем по мере накопления фактического материала точки, соответствующие отдельным трещинам, сплошь усеивают все поле круговой диаграммы (рис. 1), так что выделение отдельных

систем трещиноватости с помощью этой диаграммы становится почти невозможным.

Необходимо также отметить по-  
слойные трещины. Последние рас-  
полагаются параллельно слоистости,  
иногда несколько от нее отклоняясь.

Интенсивность проявления по-  
слойных трещин в породах зависит  
в основном от двух факторов; от  
слоистости пород и от напряженности  
складок. Так как послойная трещи-  
новатость обязана своим происхожде-  
нием, вероятнее всего, процессу  
складкообразования, то, естествен-  
но, что оба эти фактора проявляют-  
ся во взаимодействии. Известно, что  
расслаиванию больше всего подвер-  
гаются породы, участвующие в сло-  
жении замков складок. При этом  
тонкослойные породы разбиваются  
послойными трещинами гораздо сильнее,  
чем толстослойные и не-  
слоистые.

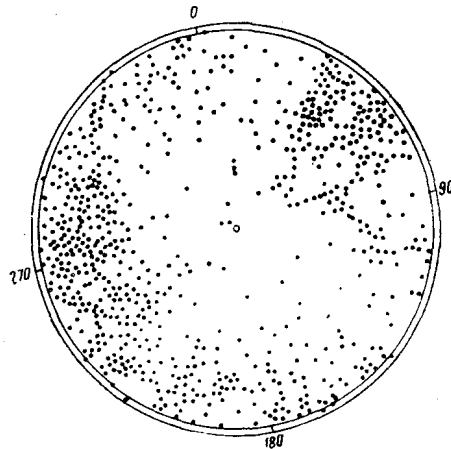


Рис. 1. Круговая диаграмма трещиноватости горных пород западной части Прокопьевского района.

### Влияние трещиноватости на управление кровлей

Проведение горной выработки в массиве пород нарушает первоначальное распределение напряжений в массиве, приводит к перераспределению этих напряжений и к их местной концентрации. Вокруг выработки возникает новое поле напряжений. Появление нового поля напряжений сопровождается деформацией горных пород в боках выработки, которая при определенных условиях может окончиться разрушением пород и завалом выработки. Так как эти условия существуют в районе повсеместно, то любая горная выработка потенциально находится под угрозой разрушения.

Для обеспечения сохранности выработки и безопасности работы в ней применяется комплекс мероприятий по искусственному регулированию горного давления, носящий общее название — управление горным давлением. В очистных выработках на пологом и наклонном падении наибольшее значение приобретают деформации пород кровли. Поэтому для таких выработок применяется термин управления кровлей, который теряет свое значение при крутом падении пласта, когда заметными становятся также и деформации пород почвы.

Управление горным давлением в очистных выработках угольных месторождений составляет особо сложную задачу, поэтому вполне понятно, что управление кровлей является одним из наиболее важных вопросов горного дела. Этому вопросу в литературе уделяется серьезное внимание. Но, несмотря на это, управление кровлей является проблемой, далеко еще не решенной.

Одна из основных причин недостаточной разработанности этой проблемы состоит в том, что при ее изучении очень трудно правильно учесть геологические факторы и особенно трещиноватость пород кровли, способные коренным образом повлиять на поведение кровли после ее обнажения. Значение этой причины никем не оспаривается. В литературе подчеркивается необходимость детального изучения геологических факторов, в том числе и трещиноватости горных пород, однако изучение их, как показывает практика, до настоящего времени не начато. Вследствие этого некоторые специалисты, занимающиеся вопросами управле-

ния кровлей, до сих пор еще сравнивают ее с огромной массивной балкой, покоящейся на опорах — целиках угля.

Такой подход к решению этой проблемы, не учитывающий структурную неоднородность пород кровли, является неправильным, вследствие чего результаты наблюдений зачастую не соответствуют аналитическим расчетам.

Как мы уже отмечали выше, горные породы не являются монолитными, они пронизываются более или менее густой сетью трещин, различно ориентированных в пространстве. Наличие такой сетки, естественно, приводит к коренному изменению физико-механических свойств горных пород, и это неизбежно сказывается на поведении подработанной толщи.

В этой главе мы пытаемся показать, в чем выражается влияние трещиноватости на поведение кровли и как учет трещиноватости влияет на выбор способа управления кровлей.

Горные породы, слагающие продуктивные отложения Прокопьевского месторождения представлены в основном слоями песчаников, алевролитов, аргиллитов и углей. Мощность слоев изменяется в очень широких пределах — от нескольких сантиметров до нескольких десятков метров.

Трещиноватость горных пород находится в тесной зависимости от литологического состава породы, от мощности слоя и от напряженности общей тектонической структуры. Так как основные факторы, определяющие степень выраженности трещиноватости в каждой точке района различны, то вполне понятно, что и трещиноватость по площади района также проявляется неодинаково. Именно этим объясняется специфичность поведения боковых пород, сопутствующего разработке угольного пласта в каждом конкретном случае.

Так как поведение кровли, подработанной очистными работами, в Прокопьевском районе зависит в значительной степени от ее трещиноватости, то любая классификация горных пород, имеющая своей целью облегчить решение вопроса управления кровлей в этом районе, должна обязательно учитывать трещиноватость горных пород. Вместе с тем она должна учитывать и те факторы, которые определяют степень выраженности и густоту трещиноватости, ибо, только зная эти факторы, можно составить прогноз трещиноватости пород кровли и возможного поведения кровли в каждом конкретном случае.

Как известно, такой классификации в настоящее время нет. Классификация ВУГИ, согласно которой все породы подразделяются на 4 класса, охарактеризованные относительно устойчивости пород и мощности отдельных слоев, разработана на материалах наблюдений в Донецком бассейне, геология которого значительно отличается от геологии Кузбасса. Поэтому она не может удовлетворить угольщиков Кузбасса и здесь почти не применяется.

Горные породы Прокопьевского района нами подразделяются также на 4 типа, но в основе каждого подразделения лежит трещиноватость пород. Кроме того, для характеристики каждого из этих типов приводится литологический состав пород и мощность отдельных слоев, слагающих кровлю. Как отмечалось выше, литология пород и мощность слоев наравне с общей напряженностью тектоники участка определяют густоту и резкость проявления трещиноватости, и поэтому являются основными диагностическими признаками, позволяющими установить тип кровли любого разведанного, но еще не вскрытого пласта.

**I тип** — нормальнотрещиноватая кровля. Породы пронизаны густой сетью трещин, однако вследствие того, что трещины имеют незначи-

тельную протяженность и пересекаются очень редко, толща сохраняет слитность. Такая толща имеет свойства анизотропного тела, обладающего резко различной сопротивляемостью скалывания по различным направлениям. Кровля I типа слагается слоями пород различного литологического состава (песчаниками, аргиллитами, алевролитами), причем мощность отдельных слоев не превышает 2—5 м. Этот тип кровли может быть назван также сложной кровлей.

**II тип** — нетрещиноватая кровля или трещиноватость находится в зачаточном состоянии. К этому же типу может быть отнесена кровля с развитой продольной нормальносекущей трещиноватостью в том случае, если толща залегает круто, а трещины располагаются положе угла естественного откоса и не способствуют разрушению кровли после ее обнажения. Слагается кровля II типа обычно мощными слоями однородных песчаников или грубых алевролитов, а также слоями очень крепких песчаников средней мощности. Степень напряженности общей тектонической структуры участка — средняя или слабая. Этот тип может быть назван массивной кровлей.

**III тип** — кровля состоит из мощного слоя нетрещиноватой или слабо трещиноватой породы, соответствующего основной кровле и из средне-или сильнотрещиноватого слоя любого литологического состава, представляющего собой непосредственную кровлю. Мощность непосредственной кровли не превышает 4—6-кратной мощности пласта. Общая тектоническая обстановка такая же, как в случае кровли II типа. Основная кровля по литологическому составу и свойствам подобна кровле типа II.

**IV тип** — сильнотрещиноватая кровля. Трещиноватость развита настолько, что вся толща разбивается на целый ряд кусков различной формы и размеров. Физико-механические свойства кровли IV типа приближаются к свойствам сыпучих тел. Литологический состав толщи любой, от аргиллита до песчаника. Общая тектоническая структура участка характеризуется повышенной напряженностью и сложностью.

С точки зрения управления кровлей наиболее благоприятной является сложная кровля, поэтому считается, что отработка пластов с такой кровлей происходит в нормальных горно-геологических условиях. Так как трещиноватость кровли в этом случае достаточно обильна и равномерна, то нагрузка на крепь распределяется равномерно. Шаг посадки<sup>1)</sup> кровли устанавливается быстро и по мере отбойки пласта не изменяется, что позволяет вести горные работы в соответствии с паспортом крепления. Посадка кровли осуществляется легко, просто и быстро, независимо от вида режущей крепи. Средняя величина шага посадки, в зависимости от мощности пласта, 8—12 м. Обрушение кровли происходит последовательно, слой за слоем, причем выпадающие глыбы имеют сравнительно небольшие размеры.

В результате обрушения части пород в кровле образуются сводообразные углубления, увеличивающиеся за счет срастания отдельных куполов по мере подвигания очистного забоя. Если трещиноватость пород в слоях достаточно равномерна, то стенки сводов бывают относительно ровными, если неравномерна — стенки сводов имеют ступенчатые очертания, причем выступы образуются по слоям более прочных пород. Так как посадка лав на наклонных и крутых пластах начинается обычно сверху, то обрушается кровля в верхней части выработанного пространства, в то время как нижняя часть его подбучивается за счет

<sup>1)</sup> Речь в дальнейшем будет идти об управлении кровлей на тех участках, где очистные работы производятся под естественной кровлей.

обрушенных выше пород, благодаря чему сдвижения кровли здесь предотвращаются.

На пластах, где перепуск пород по выработанному пространству невозможен вследствие малого угла падения пласта, обрушение кровли происходит над всем выработанным пространством, за исключением узкой призабойной полосы, отгороженной органной крепью. Описанная картина наблюдалась, в частности, на пластах Прокопьевском, Спорном, Подспорном шахты «Манеиха».

Прямо противоположно поведение кровли, отнесенной нами ко второму типу. В качестве примера опишем случай отработки пласта Характерного с кваршлага № 52 той же шахты. На этом участке пласт имеет следующую характеристику: мощность пласта 2,20 м, угол падения 40—50°. Уголь крепкий, трещиноватый.

В почве пласта залегают аргиллиты, мощностью 1,5—2,0 м, ниже которых располагается мощная толща песчаников. Непосредственная кровля пласта представлена тонким слоем конгломерата, постепенно переходящим в песчаник, который слагает основную кровлю и имеет мощность до 40 м. Толща песчаников кровли изредка пересекается нормальносекущими трещинами. Кососекущих и послойных трещин почти нет.

Пласт разрабатывается системой длинных столбов по простиранию с обрушением кровли. Длина лавы 35 м. Намеченный шаг первичной посадки составлял 20 м. Первые же попытки посадить лаву показали, что величина шага посадки была выбрана неправильно. Посадить лаву не удалось даже на 30 м. Обрушение кровли произошло внезапно, после ухода забоя на 35 м, причем крепление лавы было уничтожено полностью, а кровля обрезалась у самого забоя. На дневной поверхности над лавой образовалась воронка провала. Лава была завалена и вышла из строя.

В дальнейшем вместо общей посадки кровли, что оказалось невозможным, было предпринято подбучивание выработанного пространства путем взрывания кровли и верхней части выработанного пространства, в непосредственной близости от наносов, где породы сильно ослаблены выветриванием. При отработке второго подэтажа подбучивание выработанного пространства осуществлялось за счет перепуска пород с верхнего подэтажа<sup>1)</sup>.

Совершенно иная картина обнаружилась при отработке южной части этого же пласта, вблизи границы с шахтой Зенковские уклоны, где кровля была сильно разбита трещинами и потеряла вследствие этого свою монолитность. В связи с разным характером развития трещиноватости в кровле пласта здесь выделяется два участка протяженностью по 100—150 м. На одном из них ослабление кровли произошло вследствие подработки этого участка пластом Горелым, расположенным ниже пласта Характерного.

На втором участке ослабление кровли было обусловлено развитием в ней тектонического разрыва и связанной с ним сетки трещиноватости. Оба участка были отработаны лавами с сокращенным до 6—8 м шагом посадки. Посадка лав происходила без особых затруднений, зависание кровли<sup>2)</sup> не наблюдалось. Обрушение кровли сопровождалось появлением на поверхности провалов. Забой работали нормально, без неожиданных осложнений. При отработке второго из этих участков в отдельных местах понадобилась сплошная перетяжка кровли в лаве для того, что-

<sup>1)</sup> Перепуск пород осуществляется путем разрушения междуэтажного целика, представляющего собой перемычку между подэтажами.

<sup>2)</sup> Зависшей кровлей называется кровля, которая не поддалась разрушению и сохраняет над отработанным пластом свое первоначальное положение.

бы предотвратить просыпание породной мелочи, образовавшейся вследствие размокания разрушенного песчаника. Кровля пласта на обоих последних участках может быть отнесена к четвертому типу нашего подразделения, которым объединяются нарушенные, сильнотрещиноватые породы любого литологического состава.

Поведение кровли третьего типа можно охарактеризовать на примере пласта Ударного, восточного крыла II синклинали шахты «Маненха», где наблюдения производились в связи с испытанием передвижной кровли Полякова—Архангельского. Мощность пласта на данном участке равнялась 0,7—0,9 м. Угол падения пласта—65°. Уголь пласта трещиноватый, средней крепости. В почве пласта залегают алевролиты и песчаники. Кровля пласта представлена песчаником, алевролитом и аргиллитом. Тонкий прослой аргиллита мощностью 0,1—0,15 м, представляющий ложную кровлю, сильно трещиноват и неустойчив. Выше него залегает слой алевролита мощностью от 1,0 до 1,5 м с развитой нормальносекущей трещиноватостью. Этот слой составляет непосредственную кровлю. Мощность монолитного слоя песчаника, слагающего основную кровлю, достигает 20 и более метров.

Пласт обрабатывался системой длинных столбов по простиранию с обрушением кровли, оснащенной секционной металлической крепью Полякова—Архангельского. Отработка пласта встретилась с очень серьезными затруднениями, вследствие чего испытание крепи было приостановлено.

Основное препятствие ведению очистных работ возникло со стороны кровли. Оказалось, что все слои, слагающие кровлю, ведут себя по-разному. В первую очередь, в момент отпалки забоя, вместе с углем рушилась ложная кровля. Непосредственная кровля приходила в движение сразу после того, как секции выводились из под нагрузки, еще до их перемещения.

По имеющимся нормальносекущим трещинам слой алевролита распадался на глыбы, достигающие в поперечнике 2—3 м, которые, оседая, задавливали и заклинивали секции крепи (рис. 2), благодаря чему часть секций пришлось оставить в завале. Основная кровля, в противополож-

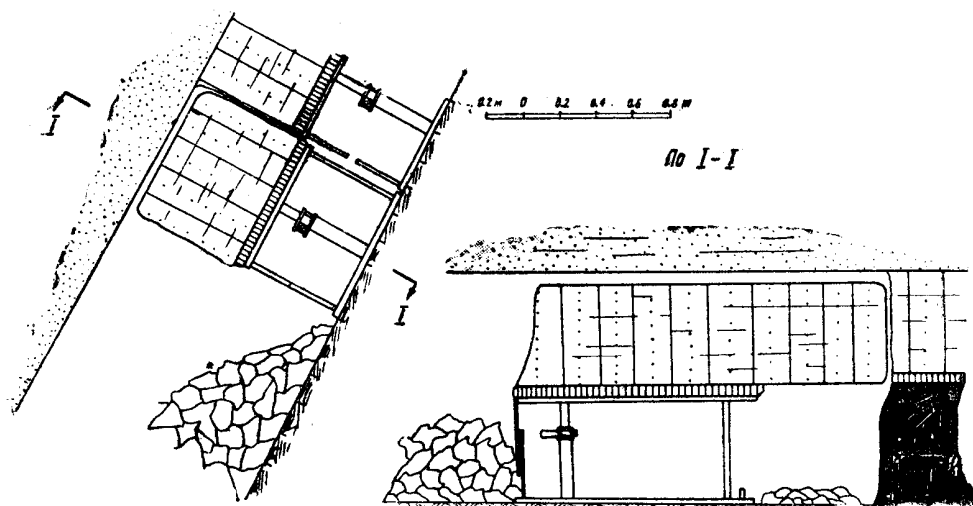


Рис. 2. Работа секции крепи Полякова—Архангельского на пласту Ударном шахты № 11.

ность непосредственной и ложной, оказалась исключительно устойчивой и не была посажена, несмотря на предпринимавшиеся попытки.

Вопрос управления кровлей здесь мог бы решиться так же, как и на пласту Характерном, т. е. обезопасить рабочее пространство лавы можно было бы путем подбучивания выработанного пространства породами



кровли, взорванными в верхней его части вблизи наносов, а также самими наносами. Однако в этом случае отработка пласта характеризовалась бы некоторыми специфическими особенностями, благодаря которым ведение буровзрывных работ по посадке кровли в верхней части выработанного пространства оказалось бы сопряженным с очень серьезной опасностью для рабочих.

Вследствие повышенной опасности работ этот способ управления кровлей пришлось отклонить. Оставалось единственное—применить самостоятельную закладку выработанного пространства, но и этот способ из-за отсутствия закладочного хозяйства и транспорта также оказался неприемлемым. Вопрос управления кровлей оставался, таким образом, открытым.

Продолжать испытание передвижной крепи в этих условиях было бы бессмысленным, так как существовала опасность внезапного обрушения кровли. Поэтому было решено разделить лаву на два подэтажа и вести отработку верхнего подэтажа с обычной деревянной крепью, что облегчило бы подбучивание лавы наносами и выветрелыми породами, а в нижнем подэтаже продолжать испытание секционной крепи предварительно несколько видоизменив порядок ведения работ в лаве, чтобы обеспечить перепуск породы с верхнего подэтажа.

Благодаря введению этих изменений в систему отработки пласта удалось решить проблему управления кровлей в лаве верхнего подэтажа и обеспечить безопасность работ в лаве нижнего подэтажа. Но это не решило управления кровлей в лаве нижнего подэтажа, ибо непосредственная кровля продолжала вести себя точно так же, как и раньше, т. е. разрушение ее совпадало с моментом выведения секций из-под нагрузки, обуславливая тем самым постоянное их заклинивание. Этим объясняется, что крепь Полякова-Архангельского на пласту Ударном не привилась.

Приведенными примерами можно ограничиться, поскольку влияние степени трещиноватости пород кровли на ее поведение достаточно ими характеризуется. Действительно, породы массивные, нетрещиноватые или слабо трещиноватые оказываются менее способными к разрушению от возникающих при подработке толщи напряжений, нежели породы трещиноватые. Так, управление кровлей пласта Характерного оказывается очень сложным, а полное обрушение ее — зачастую невозможным. В то же самое время этот пласт, будучи подработанным, разрабатывался без особых затруднений длинными столбами с обрушением кровли, причем посадка кровли осуществлялась сравнительно просто. Еще более отчетливо зависимость между способностью толщи к обрушению и степенью ее трещиноватости устанавливается при сравнении особенностей отработки ненарушенных и нарушенных участков одних и тех же пластов.

Трещиноватость обуславливает ослабление толщи горных пород. Чем сильнее она развита, тем больше склонность пород к обрушению и, наоборот, чем меньше толща трещиновата, тем труднее она разрушается и тем больше вероятность ее зависания со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Эта закономерность имеет определенное практическое значение, которое состоит в следующем. До последнего времени из-за отсутствия возможности прогноза выбор способа управления кровлей осуществлялся путем последовательного испытания всех известных способов и установления такого, который в данных условиях является наиболее удобным и безопасным. Этот прием имеет ряд серьезных недостатков, в чем легко убедиться, вспомнив случай отработки ненарушенной части пласта Характерного, когда во время такого испытания произошло внезапное обрушение кровли, вызвавшее полный завал лавы и вывод ее из строя.

С установлением отмеченной закономерности мы получаем возможность научного подхода к решению задачи поисков способа управления кровлей, наиболее подходящего для отработки конкретного участка пласта. Этот научный подход состоит в том, что еще до начала отработки пласта устанавливается степень трещиноватости пород кровли, которая связывается с литологией кровли, мощностью слоев и тектоникой участка, к тому времени достаточно известными. Зная же степень трещиноватости, можно уже сравнительно точно предопределить поведение кровли при ее обнажении и на этой основе выбрать соответствующий способ управления кровлей и наметить величину шага посадки.

В заключение, в виде примера прогноза физико-механических свойств кровли и его использования для выбора способа управления кровлей, выскажем несколько замечаний относительно разработки некоторых угольных пластов района.

1. Опасными по зависанию кровли являются пласты с массивной, нетрещиноватой и неслоистой кровлей. Они являются опасными при любом угле их падения. Кроме того, опасными по зависанию кровли являются пласты со слаботрещиноватой однородной кровлей, залегающие круче  $45\text{--}50^\circ$ . При таких углах падения пласта продольные нормальносекущие трещины располагаются положе  $45^\circ$ , т. е. положе угла естественного откоса, благодаря чему разрушение и оползание по ним пород кровли исключается.

При более пологом залегании толщи продольные нормальносекущие трещины занимают более крутое положение, что, безусловно, облегчает разрушение кровли.

К числу опасных по зависанию кровли могут быть отнесены пласты Характерный, Подлутугинский, а местами пласты Прокопьевский, Двойной, Ударный, Сложный. Для этих пластов наиболее приемлемыми способами управления кровлей являются закладка, а также частичное или полное подбучивание выработанного пространства за счет перепуска наносов или обрушенных пород верхних горизонтов. Кроме того, в случае особоустойчивой кровли при отсутствии возможности применения закладки или подбучивания можно в порядке исключения рекомендовать подработку пласта, как меру для ослабления кровли и предупреждения ее зависания. Последняя рекомендация основана на изучении примера подработки пласта Характерного Горелым, имевшего место на шахте «Манеиха», где мощность пласта Горелого равна 7 м, а расстояние между этими пластами достигает 46 м.

2. Для пластов со сложной кровлей, например, для пластов Спорного, Садового, Лутугинского и других, в случае отсутствия опасности оползания почвы может применяться любой способ управления кровлей, в частности, обрушение кровли, а именно — самопосадка ее.

3. Огработка пластов, у которых основная кровля, в противоположность непосредственной и ложной, склонна к зависанию, должна производиться с учетом тех же замечаний, что и отработка пластов опасных по зависанию. Единственно приемлемыми способами управления кровлей при отработке пластов в подобных условиях являются полная закладка выработанного пространства и перепуск наносов или обрушенных пород с верхних горизонтов. Следует помнить, что опасность внезапного обрушения кровли на таких пластах гораздо больше, чем на всех прочих, ибо она обычно не учитывается благодаря тому, что зависание основной кровли маскируется обрушением непосредственной.

4. При отработке пластов с сильно нарушенной кровлей, как и в случае сложной кровли, может применяться любой способ управления кровлей, за исключением плавного прогибания, при условии использования сокращенного шага посадки или шага закладки, по сравнению с нормальным.

## Влияние трещиноватости на устойчивость почвы угольных пластов

Иногда при отработке угольных пластов наблюдается сдвигание пород не только в кровле, но и в почве пласта, причем результаты их, поскольку сдвигания в почве, как правило, своевременно не учитываются, бывают гораздо более опасными, нежели результаты сдвижений кровли.

Характерный для подобных явлений случай произошел при отработке пласта Прокопьевского, западного крыла II синклинали, на шахте «Манеиха». Пласт Прокопьевский состоит здесь из двух пачек мощностью по 2,3—2,5 м. Угол падения пласта  $75^\circ$ . Угольные пачки пласта разделяются прослоем аргиллита, мощность которого колеблется от 1 до 1,5 м.

Этот прослой вследствие того, что по нему прошел послойный разрыв, разлинзован и сильно ослаблен, причем поверхности трещин претерпели притирание и шлифовку. Кровля пласта представлена алевролитом средней устойчивости. Почва пласта сложена подобными же алевролитом и аргиллитом. Уголь пласта трещиноватый, частично разлинзован. Верхняя пачка пласта отрабатывалась как самостоятельный пласт, в то время как нижняя пачка оставалась нетронутой. Система разработки — длинные столбы по простиранию с обрушением кровли. Длина забоя лавы 20 м. При посадке лавы произошло сползание почвы по плоскости, наклонной к горизонту под углом  $60—65^\circ$ . Оползание началось примерно со середины выработанного пространства, захватило породный прослой и нижнюю пачку пласта вместе с ранее пройденным по ней минусовым штреком (рис. 3).

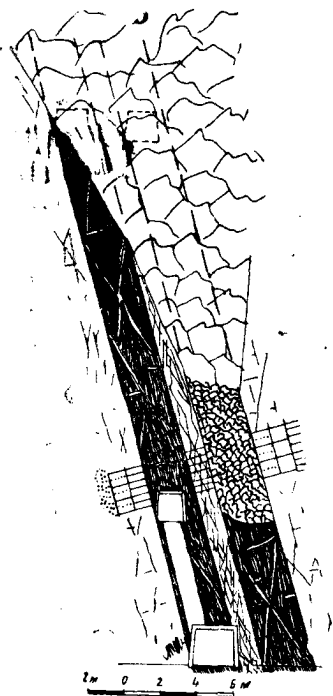


Рис. 3. Оползание почвы при отработке верхней пачки пласта Прокопьевского на шахте № 11. Сдвигание почвы, достигают такого угла падения на пластах, падающих круче  $70^\circ$ , то естественно полагать, что все пласты, падающие под углом более  $70^\circ$ , в почве которых развиты продольные кососекущие и послойные трещины, являются опасными в отношении оползания почвы.

Так как обрушение кровли сопровождалось оползанием почвы, то от этого способа управления кровлей пришлось отказаться и перейти к забучиванию выработанного пространства породами, перепущенными с верхнего горизонта. Однако и этот способ оказался неудачным, так как разрушение межгоризонтного целика приводило лишь к увеличению вероятности оползания почвы. Единственно приемлемым в этой обстановке способом управления боковыми породами оказалась закладка выработанного пространства.

Сдвигание в пачке пласта, выражающееся в ее оползании, вообще встречается лишь в определенных условиях и связано прежде всего с трещиноватостью пород почвы. Они были отмечены на пластах, у которых почва представлена расслоенным, сильно трещиноватым аргиллитом или алевролитом, и совершенно неизвестны на пластах с массивной, крепкой почвой. Плоскости сползания почвы во всех известных случаях падают в сторону выработанного пространства под углом  $55—70^\circ$ .

Так как продольные кососекущие трещины, по которым обычно происходит сползание почвы, достигают такого угла падения на пластах, падающих круче  $70^\circ$ , то естественно полагать, что все пласты, падающие под углом более  $70^\circ$ , в почве которых развиты продольные кососекущие и послойные трещины, являются опасными в отношении оползания почвы.

Отработка пластов (на которых возможно оползание почвы) системой длинных столбов по простиранию с обрушением кровли или с подбу-

чиванием выработанного пространства путем перепуска пород с верхних горизонтов, безусловно, недопустима. Единственно приемлемым способом управления боковыми породами при отработке таких пластов является полная закладка выработанного пространства, причем шаг закладки в зависимости от степени нарушенности почвы может быть сокращен до 4—5 м.

Комбинат «Кузбассуголь»

