

ТЕКТОНИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ПОЛЯ ШАХТЫ 5/7 АНЖЕРО-СУДЖЕНСКОГО КАМЕННОУГОЛЬНОГО РАЙОНА КУЗБАССА

Р. Г. КОЛОМИН

Введение

Анжеро-Судженский каменноугольный район Кузбасса характеризуется сложным тектоническим строением. Угленосные отложения района собраны в складки, осложненные тектоническими разрывами различных типов и амплитуд. Образование этих структурных элементов сопровождалось внутри- и межпластовыми движениями, которые привели к резким изменениям мощности и строения угольных пластов.

Основное внимание нами уделялось изучению так называемых «малых» структурных форм, к которым относятся дополнительная складчатость и пloyчатость, пережимы и раздувы пластов, сравнительно мелкие разрывы с амплитудой смещения до десятков метров, трещиноватость, послонные подвижки и другие. «Малые» структурные формы вследствие незначительного размера не всегда выявляются при проведении геолого-разведочных работ, и поэтому, как правило, устанавливаются в процессе эксплуатации месторождения. Между тем они затрудняют добычу угля, приводят к значительным потерям запасов угля, а при большом их развитии частично или полностью обесценивают для эксплуатации участки пластов угля.

Совершенно очевидно, что выяснение характера проявления «малых» структурных форм и их зависимости от основных структурных элементов района имеет большое теоретическое и практическое значение. В результате изучения этих структурных форм можно установить закономерности их проявления и взаимосвязи, наметить историю формирования тектонической структуры района и на этой основе попытаться разработать методику прогноза нарушенности шахтных полей.

Краткий геологический очерк Анжеро-Судженского района Кузбасса

В основании угленосной толщи района залегают нижнекаменноугольные отложения, представленные песчано-глинистыми сланцами и известняками. На размытых морских осадках нижнего карбона залегают отложения острогской свиты, в основании которой имеется базальный конгломерат. Выше последнего залегают желто-серые, грязно-зеленые среднезернистые песчаники, не содержащие угольных пластов. Возраст этих отложений условно относят к нижнему карбону.

Острогская свита перекрывается отложениями балахонской серии. В литологическом отношении эта серия характеризуется песчано-глини-

стыми породами, углистыми аргиллитами и углями. В Анжеро-Судженском районе угленосные отложения балахонской серии представлены нижними ее горизонтами, которые относятся к нижнебалахонской свите (C_2-C_3). Последние в данном районе условно разделены на три толщи сверху вниз: Алчедатскую, Центральную и Челинскую.

Наибольшее промышленное значение имеет Центральная толща, на углях которой основывается добыча угля в Анжеро-Судженском районе. Эта толща содержит 7 основных рабочих пластов угля:

Десятый	мощностью	— 3,5 — 12,0 м
Андреевский	„	— 2,20—2,60 м
Двойной	„	— 0,90—1,00 м
Петровский	„	— 2,00—2,30 м
Тонкий	„	— 1,00—1,80 м
Случайный	„	— 0,00—2,30 м
Коксовый	„	— 1,50—2,00 м

Перечисленные пласты угля хорошо выдержаны по простиранию и поэтому относятся к устойчивым пластам.

Челинская и Алчедатская толщи характеризуются сравнительно небольшой угленосностью, довольно резким изменением мощности и строения пластов угля. Их промышленное значение до сих пор в достаточной мере не выяснено.

Тектоника Анжеро-Судженского района связана с надвиганием горных масс Колывань-Томской складчатой области на угленосные отложения Кузбасса. Располагаясь на северо-восточном фланге указанной складчатой области, Анжеро-Судженский район оказался как бы зажатым между двумя жесткими системами—отрогами Кузнецкого Алатау и надвигающимися породами Колывань—Томской складчатой области. Вследствие этого породы района испытали значительную деформацию.

В структурном отношении угленосные отложения Анжеро-Судженского района представляют собой сложную синклинальную складку, вытянутую в северо-западном направлении. Благодаря изгибу осей складки последняя разбилась на три брахисинклинали: Анжерскую, Андреевскую и Козлинскую (рис. 1). Анжерская синклиналь по форме представляет неправильную асимметричную складку, которая в северной, северо-западной и западной частях оказалась срезанной Томским надвигом. По этому крупному тектоническому разрыву породы среднего девона

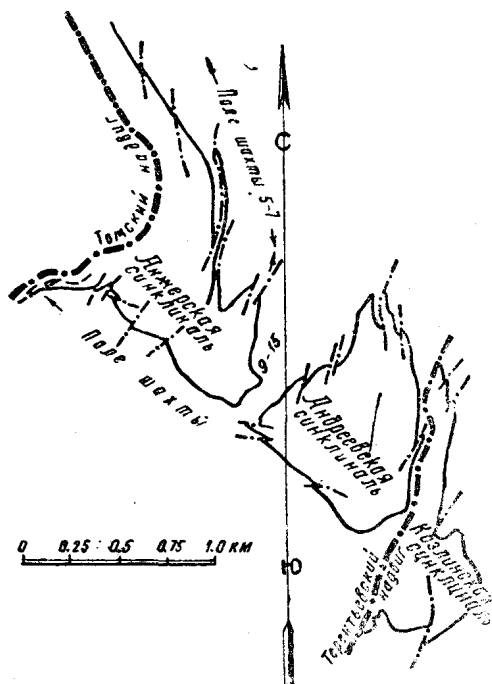


Рис. 1. Схема тектонического строения Анжеро-Судженского района Кузбасса.

на надвинулись на отложения балахонской серии.

Две другие брахисинклинали.—Андреевская и смежная с ней Козлинская расположены в юго-восточной части района; они отделены от Анжерской синклинали антиклинальным поднятием. Указанные брахи-

синклинали обособлены друг от друга довольно крупным Терентьевским взбросом.

Анжеро-Судженский район отделен от основной части Кузнецкой котловины антиклинальным поднятием, известным в литературе под названием Невского.

Тектоническое строение поля шахты 5/7

Поле шахты 5/7 расположено на восточном крыле Анжерской синклинали, западное крыло которой в пределах шахтного поля срезано Томским надвигом. В плане восточное крыло, вытянутое в меридиональном направлении, имеет форму дуги, обращенную выпуклостью на восток.

Все пласты угля, в пределах шахтного поля, имеют западное падение, которое изменяется от 10—15° на центральных участках до 80° и даже наблюдается опрокинутое залегание вблизи северной границы. Описываемое крыло осложнено дополнительной складчатостью.

Помимо складчатости, угленосные отложения поражены серией крупных продольных разрывов типа согласных взбросов. По этим взбросам пласты угля испытали многократное сдвоение, что привело к увеличению запасов угля.

Кроме крупных продольных взбросов, пласты угля поражены большим количеством мелких, различно ориентированных в пространстве разрывов с амплитудой перемещения от нескольких сантиметров до десятков метров. Наряду с этим в пластах угля хорошо выражены трещиноватость, внутри- и межпластовые подвижки, пережимы, раздувы и другие нарушения. Столь многочисленные и разнообразные по форме тектонические нарушения обусловили сложность тектонического строения шахтного поля.

Дополнительная складчатость

В пределах шахтного поля 5/7 на различных его участках характер проявления дополнительных складок не одинаковый. В северной части шахтного поля, где пласты угля залегают под крутыми углами и секутся сближенными крупными продольными взбросами, сместители которых имеют крутое падение, дополнительная складчатость носит напряженный характер (рис. 2). По форме складки здесь напоминают гофрировку — они характеризуются небольшими размерами с крутым падением крыльев, в результате чего их замки имеют острый профиль. В каждом разрезе можно выделить серию таких складок.

При движении к югу, по мере выполаживания пластов, напряженность дополнительных складок убывает — они постепенно затухают и в пределах линии IX полностью исчезают.

На центральных участках шахтного поля дополнительные складки вновь появляются, но обладают уже иным характером. Здесь складки проявляются в виде крупных волн, замки которых имеют плавные очертания. Осевые плоскости этих складок падают на запад, в результате чего они имеют асимметричное строение (рис. 3). В южной части поля имеется только одна, но довольно крупная складка с плавным перегибом пластов в замковой части и симметричным строением.

Необходимо отметить, что если осевые плоскости дополнительных складок на различных участках имеют разное строение, то их осевые линии всегда почти горизонтальны и в целом повторяют простирающие толщи. Дополнительная складчатость в пределах шахтного поля наиболее отчетливо проявляется на верхних горизонтах угленосных отложений и, вероятно, затухает с глубиной.

Рис. 2. Характер дополнительной складчатости в северной части поля шахты 5/7. 1 — отработанные участки пластов угля; 2 — пласты угля, еще не вскрытые горными выработками; 3 — тектонические разрывы; 4 — подземные горные выработки.

Крупные продольные взбросы

Восточное крыло Анжерской синклинали разбито серией параллельных друг другу продольных согласных взбросов с амплитудой перемещения в 100—300 м. В пределах шахтного поля выявлено девять таких взбросов, которые обуславливают разрывную структуру шахтного поля. В результате проявления этих взбросов угленосные отложения оказались разбитыми на сравнительно крупные чешуи, которые последовательно надвинуты одна на другую в направлении с запада на восток. Благодаря этому пласты угля оказались сдвоенными, а в некоторых местах наблюдается даже трехкратное перекрытие угольных пластов.

В плане и в разрезах согласные взбросы пересекают угленосные отложения под острыми углами, следуя за простиранием и падением пластов. Поэтому нередко тектонические разрывы достаточно отчетливо повторяют изгибы пластов, и только на тех участках, где развита дополнительная складчатость, углы между плоскостями сместителей крупных взбросов и наложением увеличиваются, достигая местами даже 90° (рис. 2, 3).

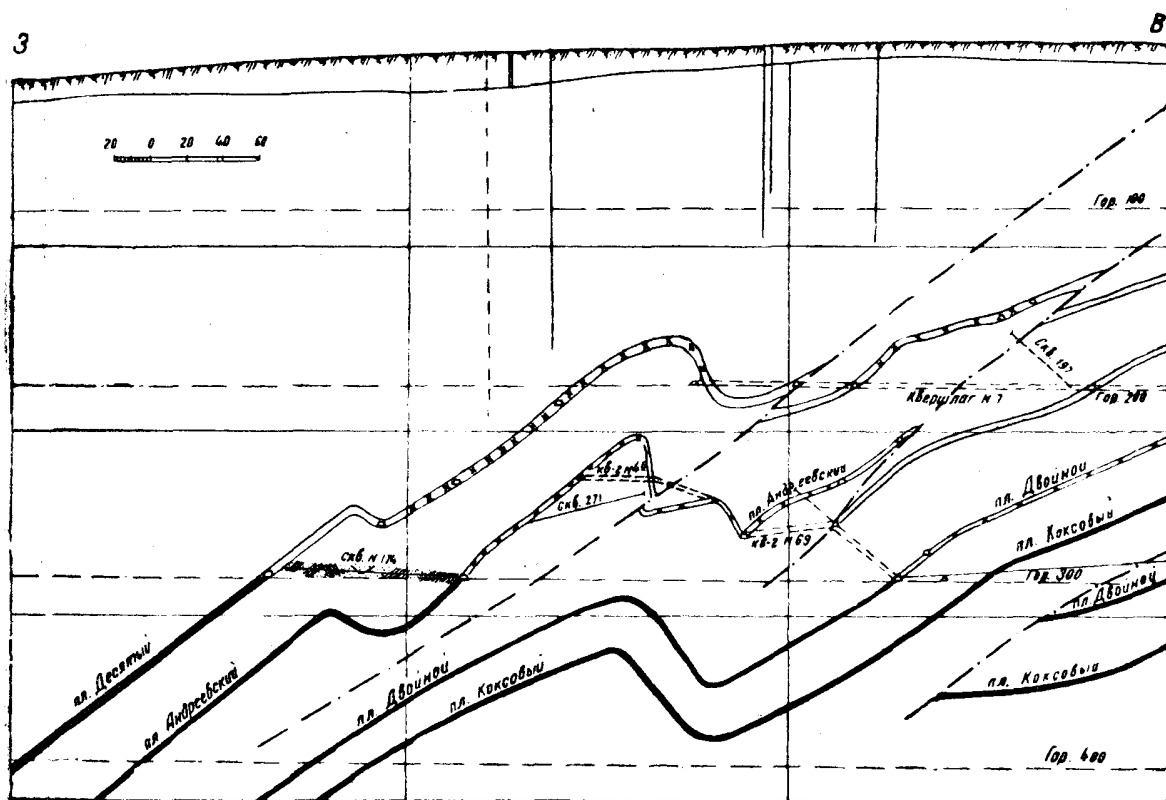


Рис. 3. Характер дополнительной складчатости в центральной части поля шахты 5/7 (условные знаки те же, что и на рис. 2).

Следует отметить, что крупные продольные взбросы не оказывают существенного влияния на ведение эксплуатационных работ, так как линии обреза разорванных ими угольных пластов расположены почти горизонтально, и поэтому по ним проходят обрезные выработки, ограничивающие эксплуатационные участки. Важно также отметить, что в процессе разведочных работ положение этих разрывов устанавливается без особого труда.

Мелкие разрывы

Угленосные отложения, слагающие восточное крыло Анжерской синклинали, поражены большим количеством сравнительно мелких тектони-

ческих разрывов с амплитудой перемещения от нескольких сантиметров до десятков метров. В отличие от крупных разрывов, которые являются продольными, мелкие разрывы обычно имеют различное простирание — продольное, диагональное и поперечное по отношению к простиранию угленосных отложений. Продольные разрывы падают на юго-запад и северо-восток под углами $60-70^\circ$. Диагональные падают на северо-запад и юго-восток под теми же углами. Поперечные разрывы падают на юго-запад и на северо-восток под углами $50-80^\circ$. Обычно эти разрывы прослеживаются по одному, реже по двум — трем угольным пластам и довольно быстро затухают по простиранию и по падению.

По форме мелкие разрывы отличаются тоже большим разнообразием — среди них встречаются согласные и несогласные взбросы, надвиги, отдвиги и подбросы¹⁾).

Следует отметить, что если крупные разрывы не вызывают особых затруднений при проведении эксплуатационных работ и сравнительно легко выявляются при разведочных работах, то мелкие разрывы в этом отношении ведут себя иначе. Они, как правило, не выявляются при геологоразведочных работах, однако оказывают большое влияние на проведение эксплуатационных работ, так как большое количество их на отдельных участках часто осложняет отработку угольных пластов.

Поэтому совершенно очевидно, что определение пространственного положения и характера проявления мелких разрывов, а также установление закономерности в их проявлении имеют важное значение. Изучением этого вопроса на ряде месторождений Кузбасса занимался А. А. Белицкий. В результате своих исследований он пришел к выводу, что все мелкие разрывы обычно развиваются в боках крупных разрывов и непосредственно связаны с их образованием.

Этот вывод имеет важное практическое значение, так как позволяет предугадать наличие мелких разрывов, их пространственное положение и характер проявления на тех участках, которые еще не вскрыты горными выработками.

Анализ мелких разрывных нарушений в пределах шахтного поля 5/7 полностью подтверждает эти выводы. Всего нами обработано около 700 мелких разрывов. Из них наибольшее количество падает на согласные взбросы и подбросы. Отдвиги и надвиги встречаются очень редко.

По характеру проявления мелких разрывов угольные пласты центральной толщи отчетливо разделяются на две пачки, которые отличаются друг от друга.

К первой пачке относятся пласты Десятый и Андреевский, залегающие в верхней части центральной толщи. Здесь изучено 335 мелких разрывов, из которых на долю согласных и несогласных взбросов падает 72 %, подбросов 25 %, надвигов 2 %, отдвигов 1 %. Мелкие разрывы по пластам данной пачки можно наблюдать в основном только на северных участках (рис. 4). В плане они хорошо прослеживаются от линии «Северная граница» до линии III. Далее к югу, в связи с исчезновением крупных продольных разрывов, мелкие разрывы по этой пачке не наблюдаются.

При анализе мелких разрывов устанавливается следующая особенность в их пространственном расположении. Несмотря на то, что мелкие разрывы имеют различную пространственную ориентировку, наблюдается преобладающее количество разрывов одного простирания на отдельных, сравнительно небольших площадях. Так, на участке, расположенном в пределах линий «Северная граница» и XIV, чаще всего проявляются про-

¹⁾ Названия разрывов даются по классификации А. А. Белицкого [1].

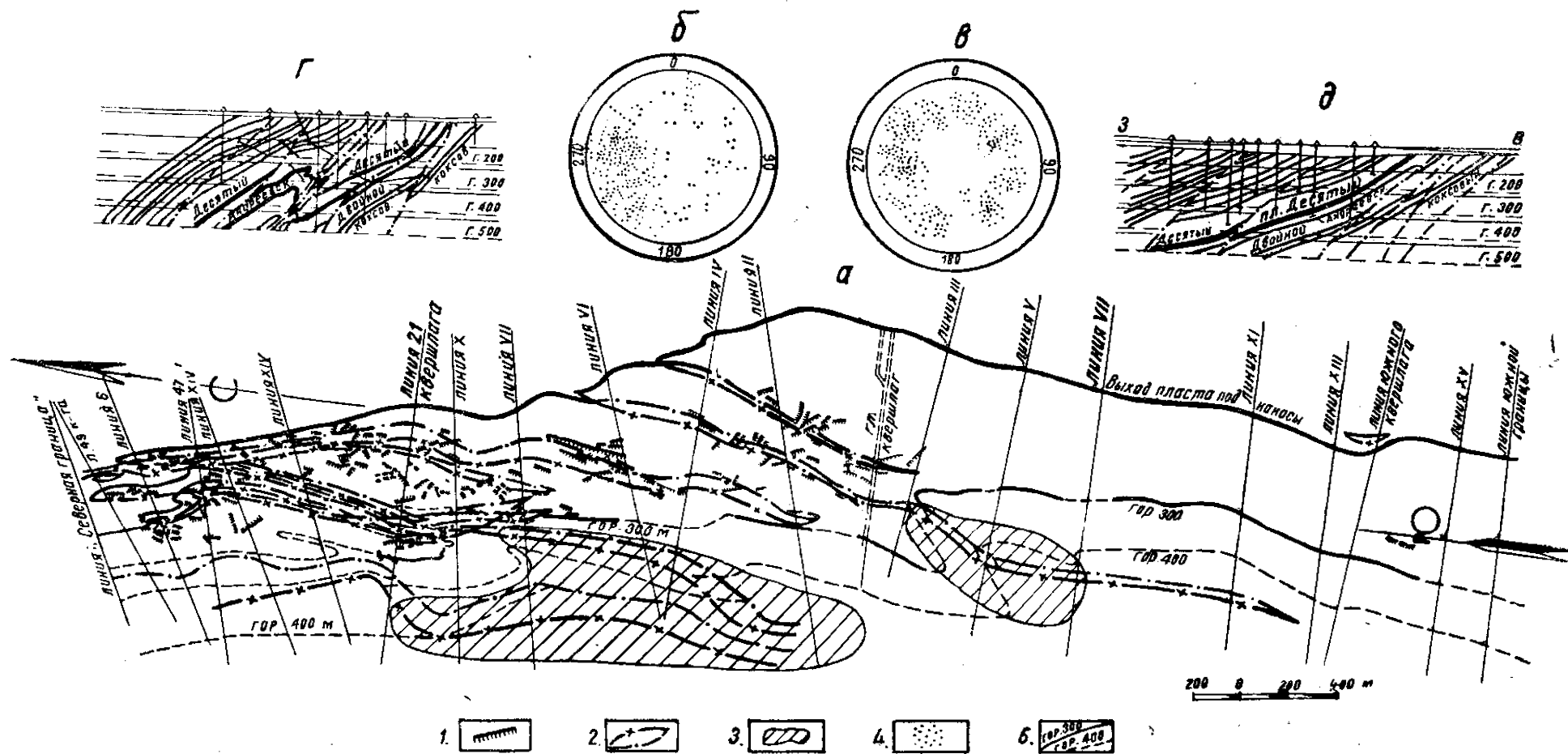


Рис. 4. Взаимосвязь крупных и мелких разрывов, а также трещиноватости по пласту Десятому шахты 5/7.

а — структурная карточка пласта Десятого, поля шахты 5/7; б — круговая диаграмма ориентировки мелких тектонических разрывов; в — круговая диаграмма ориентировки трещиноватости; г — разрез по разведочной линии 21 квершлага; д — разрез по разной линии VII. 1 — мелкие разрывы; 2 — обрезы пластов продольными разрывами; 3 — предполагаемая зона развития мелких разрывов на нижних горизонтах (горизонт 400 м); 4 — полюса трещиноватости и разрывов; 5 — горизонты, вскрытые горными выработками (сплошная линия) и не вскрытые горными выработками (пунктирная линия).

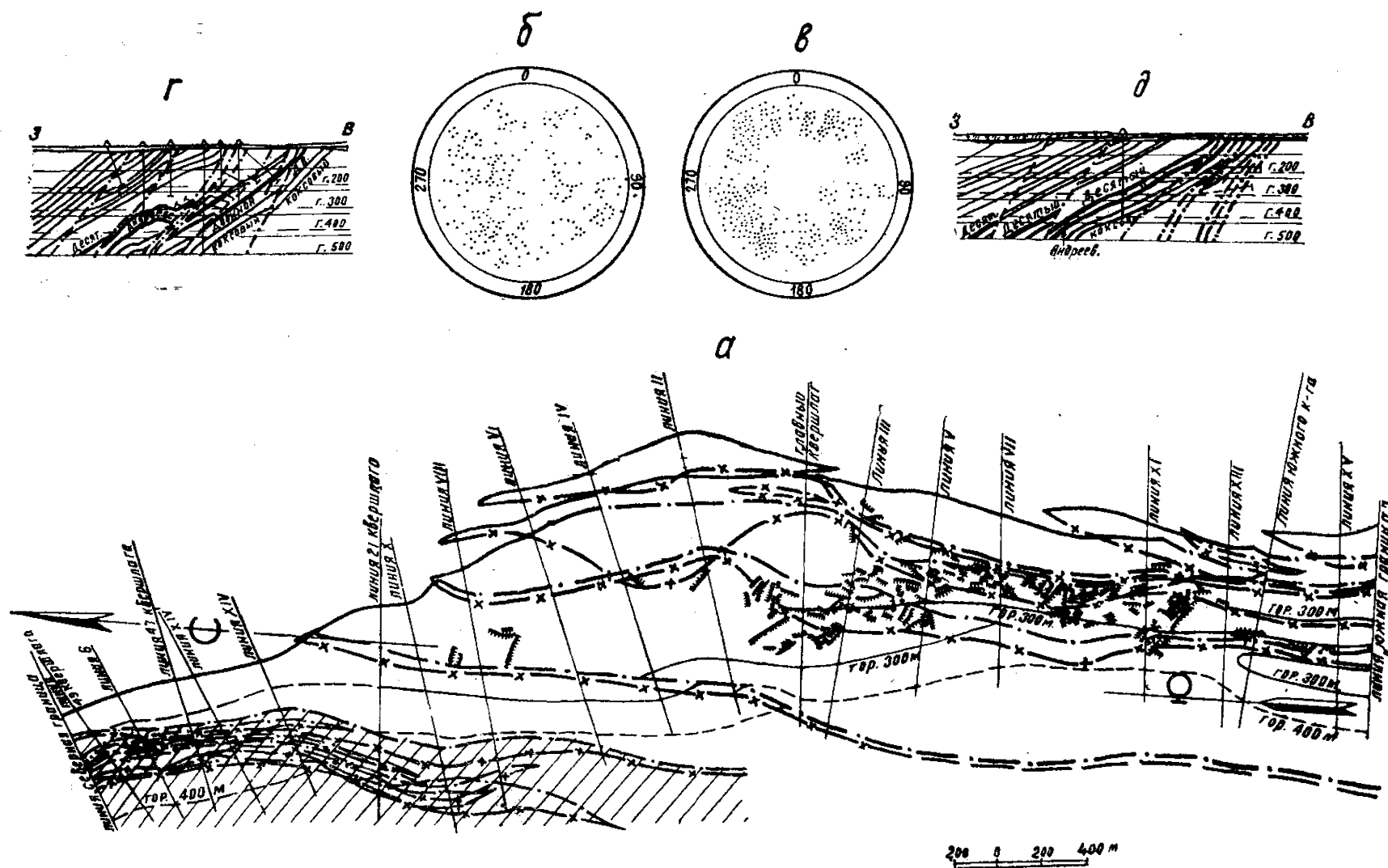


Рис. 5. Взаимосвязь крупных и мелких разрывов, а также трещиноватости по пласту Двойному шахты 5/7.

а — структурная карточка пласта Двойного шахты 5/7; *б* — круговая диаграмма ориентировки мелких тектонических разрывов; *в* — круговая диаграмма ориентировки трещиноватости; *г* — разрез по разведочной линии X; *д* — разрез по разведочной линии XI (условные обозначения те же, что и на рис. 4).

дольные разрывы. Диагональные и поперечные разрывы на этом участке встречаются только в отдельных случаях. К югу от линии XIV до линии VI начинают преобладать диагональные разрывы. Продольные хотя и встречаются, но сравнительно редко. Поперечные разрывы на этом участке единичны. Южнее линии VI наиболее часто встречаются поперечные разрывы. Диагональные и продольные разрывы здесь обнаруживаются сравнительно редко.

Ко второй пачке относят пласты Двойной, Петровский, Тонкий, Случайный и Коксовый. Здесь изучено 328 мелких разрывов, из которых на долю согласных и несогласных взбросов падает 46 %, подбросов 51 %, отдвигов 2 %, надвигов 1 %. Почти все мелкие разрывы по этой пачке, в отличие от первой, расположены на южных участках шахтного поля (рис. 5). Это обстоятельство обусловлено тем, что в южной части поля пласты нижней пачки разорваны крупными продольными взбросами, тогда как в северной части они отсутствуют.

Анализируя мелкие разрывы по второй пачке, наблюдаем также неодинаковое проявление различных систем разрывов на различных участках. Так, на участке, расположенном между II и III разведочными линиями, в основном проявляются поперечные разрывы с падением сместителей на юго—юго-запад. Диагональные и продольные разрывы встречаются реже. Южнее линии III, вплоть до линии VII, наибольшим развитием пользуются продольные разрывы, в меньшей степени—поперечные разрывы, а диагональные встречаются только в единичных случаях. На участке, расположенном между линиями VII и XIII, в основном развиты диагональные и поперечные разрывы, продольные—пользуются сравнительно небольшим развитием. Севернее линии II крупные продольные разрывы исчезают, и поэтому интенсивность в проявлении мелких разрывов в пределах рабочих горизонтов резко убывает.

Трещиноватость

Нами изучалась также трещиноватость в углях и вмещающих породах. Наблюдения над трещиноватостью проведены в 95 точках, более или менее равномерно расположенных по всей площади шахтного поля в пределах горизонтов 200 и 400 м.

Во вмещающих породах наблюдения над трещиноватостью проводились в основном по квершлагам и полевым штрекам; в углях—главным образом по лавам, а также по печам, вентиляционным и конвеерным штрекам. Мы стремились к тому, чтобы наблюдения в каждой точке производились в одинаковых структурных условиях, т. е. чтобы на этом участке пласт не менял элементов залегания, мощности и своего строения. Сами же точки наблюдения располагались так, чтобы они по возможности характеризовали трещиноватость на участках с различным тектоническим строением.

В каждой точке наблюдения замерялись элементы залегания всех проявляющихся трещин, при этом выделялись нормальносекущие и кососекущие системы. К первым относились такие системы, которые, будучи почти перпендикулярными друг к другу, в то же время располагались перпендикулярно слоистости. Обычно к ним относятся две системы—продольная, простирание которой совпадает с простиранием пластов, и поперечная, пересекающая пласты вкрест их простирания. Будучи привязанными к элементам залегания пластов, нормальносекущие системы трещин меняют свое положение в пространстве в зависимости от изменения элементов залегания пластов. Характерным признаком этих систем трещин является отсутствие на их поверхностях следов движения, что указывает на образование их в результате растягивающих усилий.

Особое внимание нами уделялось изучению кососекущей трещиноватости, которая, как правило, наиболее отчетливо проявляется в углях, нежели во вмещающих породах. В отличие от нормальносекущих кососекущая трещиноватость пересекает друг друга и слоистость под любыми углами. Поверхности этих трещин несут на себе следы движения — зеркала и штрихи скольжения. По своему облику кососекущая трещиноватость должна быть отнесена к трещинам скалывания.

В результате изучения трещиноватости установлено, что в каждой точке наблюдения можно обнаружить большое количество систем трещин со значительным колебанием элементов их залегания. Если нанести элементы залегания всех трещин, замеренных в одной точке (лава, печь, штрек), на стереографическую сетку (рис. 6), то полюса трещин заполняют почти весь круг. Однако изолинии одинакового количества точек обычно выявляют 8 систем трещин, которые можно классифицировать следующим образом (см. таблицу).

Т а б л и ц а

№№ п п	Системы трещин	Азимут падения (в градусах)	Угол падения (в градусах)	Классификация
1	П р о д о л ь н ы е	275	65	— I а
2	"	95	65	— I б
3	Д и а г о н а л ь н ы е	320	70	— II а
4	"	60	65	— II б
5	"	215	70	— III а
6	"	145	65	— III б
7	П о п е р е ч н ы е	355	70	— IV а
8	"	180	60	— IV б

Несмотря на то, что кососекущая трещиноватость наиболее хорошо проявляется в углях по сравнению с вмещающими породами, в последних мы наблюдаем те же самые системы трещин.

Важно отметить, что выделенные системы кососекущих трещин можно обнаружить в любом месте шахтного поля, несмотря на то, что точки наблюдения находятся в различных структурных условиях. Если мы сопоставим диаграммы трещиноватости, построенные в результате замеров, произведенных на разных участках шахтного поля, то увидим, что существенной разницы между ними нет (рис. 6).

Характер проявления кососекущей трещиноватости на каждом участке наблюдения зависит от многих причин. На шахте 5/7 установлено, что при западном падении пластов лучше всего выявляются продольные системы с падением на запад и диагональные системы с падением на юго-запад и северо-запад. Поперечные системы, расположенные неблагоприятно к направлению общего движения горных масс, естественно, проявляются слабее. У тектонических разрывов лучше всего проявляются те системы, которые параллельны самому разрыву.

Размеры горной выработки, площадь обнажения, ориентировка забоя и скорость отработки пласта угля также в значительной степени влияют на проявление трещиноватости на каждом участке наблюдения. Так, например, чем больше площадь обнажения и медленнее продвижение забоя, тем ярче выявляются все системы трещин.

Следует отметить тот факт, что у разрывов типа взбросов наиболее интенсивно поражены трещиноватостью висячие крылья разорванного

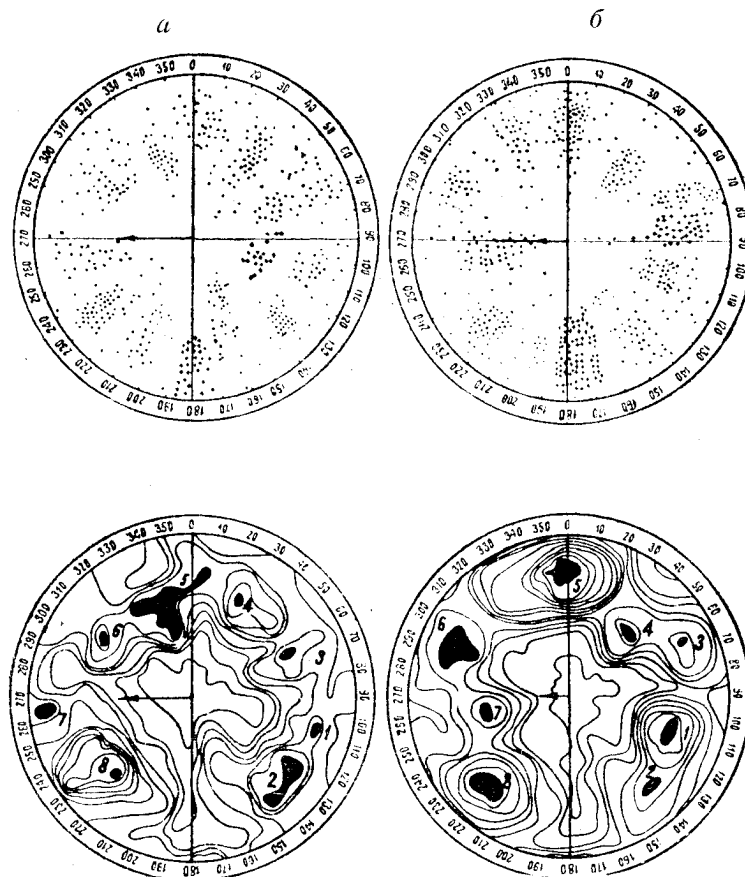


Рис. 6. Круговые диаграммы трещиноватости пласта Двойного.

а — лава № 45 в северной части поля вблизи крупных продольных разрывов; *б* — лава № 28 в южной ненарушенной части поля; точки — полюса кососекущей трещиноватости, крестики — полюса, нормальносекущей трещиноватости; сплошные линии со стрелкой — элементы залегания пласта. Изолинии строились без учета нормальносекущей трещиноватости

пласта, в лежащих крыльях трещиноватость проявляется слабее (рис. 7). У разрывов типа подброса, наоборот, наиболее отчетливо проявляется

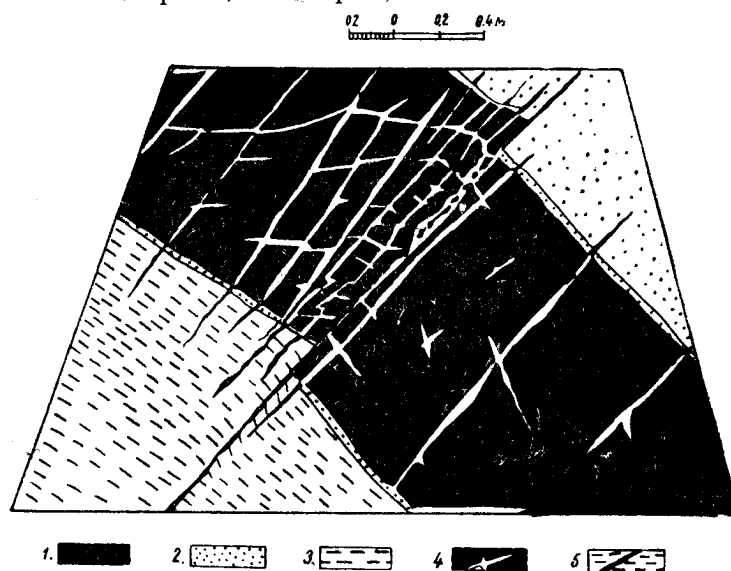


Рис. 7. Тектонический разрыв типа взброса. Трещиноватость ярче проявляется в висячем крыле, чем в лежащем. 1 — уголь; 2 — песчаник; 3 — аргиллит; 4 — трещиноватость в угле; 5 — трещиноватость в породах.

трещиноватость в лежащих крыльях разорванных пластов (рис. 8). У сдвигов трещиноватость проявляется более или менее равномерно в обоих крыльях разорванного пласта.

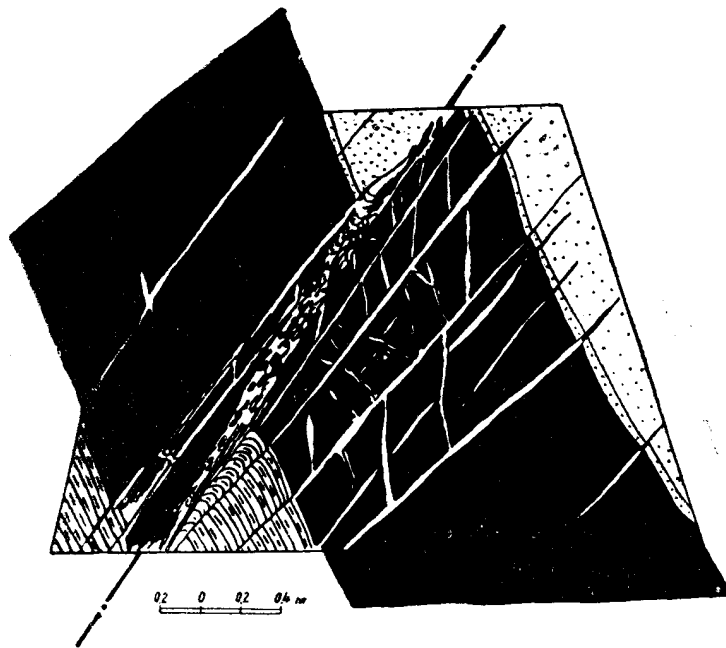


Рис. 8. Тектонический разрыв типа подброса. Трещиноватость ярче проявляется в лежащем крыле, чем висячем (условные знаки те же, что и на рис. 7).

Если сопоставить круговые диаграммы мелких разрывов с круговыми диаграммами трещиноватости, то ясно видно, что они в общих чертах повторяют друг друга (рис. 4,5). Этот факт, а также непосредственные наблюдения позволяют сделать вывод о том, что трещиноватость и мелкие разрывы имеют определенную генетическую связь. Подобная связь мелких разрывов с трещиноватостью была установлена А. А. Белицким и для других районов Кузбасса.

Установленная связь между проявлением трещиноватости, мелких и крупных продольных разрывов имеет большое практическое значение, так как она дает возможность давать прогноз нарушенности на неотработанные горизонты шахтных полей. Так, например, выше было отмечено, что в пределах горизонтов 200 и 300 м шахтного поля по пластам нижней пачки все мелкие разрывы концентрируются на южных участках, в боках соответствующих крупных продольных разрывов типа согласных взбросов. Анализ тектонической структуры проектных горизонтов 400 и 500 м заставляет внести существенные коррективы в распределении мелких разрывов на этих горизонтах. Пользуясь установленной закономерной связью между крупными и мелкими разрывами, можно утверждать, что на горизонтах 400 и 500 м мелкие разрывы наиболее интенсивно будут проявляться в пластах нижней пачки на северных участках шахтного поля, тогда как на верхних горизонтах они встречались главным образом на южных участках поля.

Внутрипослойные движения

На поле шахты 5/7 широко развиты также послойные движения, которые наиболее ярко проявляются в пластах угля. Сюда относятся перемещения по плоскостям, обычно совпадающим или близким к напласто-

разрывы. Там, где нет крупных разрывов, практически отсутствуют мелкие разрывы.

4. Мелкие разрывы различным образом ориентированы в пространстве, но их можно свести к восьми системам, соответственно восьми максимумам концентрации точек на круговой диаграмме.

5. В пределах шахтного поля отчетливо развивается трещиноватость, которая также имеет восемь систем, элементы залегания которых вообще соответствуют элементам залегания мелких разрывов.

6. Между проявлением крупных взбросов, мелких разрывов и трещиноватостью установлена тесная генетическая связь. Мелкие разрывы связаны с крупными продольными разрывами и развиваются по трещиноватости, как по направлению наименьшего сопротивления. Эта связь может быть использована для разработки методики прогноза нарушенности шахтных полей на участках, еще не вскрытых горными выработками.

7. В пластах угля широко развиты пережимы и раздувы, являющиеся результатом движений по слоистости и трещиноватости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белицкий А. А. Классификация тектонических разрывов и геометрические методы их изучения. Госгеолиздат. 1953.

2. Белицкий А. А. К вопросу о механизме образования кливажных трещин. Труды Горно-геол. ин-та Зап.-Сибирского филиала АН СССР, вып. 6. 1949.

Томский политехнический институт
им. С. М. Кирова