Записки Ленинградского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени горного института, том XXXI, 1955 г.

Доц. И. Н. УШАКОВ

О ТЕКТОНИЧЕСКОЙ НАРУШЕННОСТИ НЕКОТОРЫХ ШАХТНЫХ ПОЛЕЙ СУЧАНСКОГО УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

ПРЕДИСЛОВИЕ

Из числа разрабатываемых угольных месторождений СССР Сучанское месторождение по геологическим признакам и горно-эксплуатационным факторам является одним из самых сложных. Для него свойственны следующие основные особенности. Месторождение сильно дислоцировано. Пликативная и дизъюнктивная тектоника выражена резко. Угольные пласты (как горизонты) выражены, но изменчивы по мощности и качеству.

Угленосная толща по плоскостям ослабления прорезана изверженными породами с проявлениями контактового метаморфизма.

Ввиду того что антиклинальные части складок в значительной мере денудированы, разрабатываемые пласты угля заключены в синклинальных частях складок. Представляет несомненный интерес выяснение по данным эксплуатации распределения смещений и форм, в которых они проявляются в указанных условиях.

1. КРАТКАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ И ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРЕЗА

В геологическом строении Сучанского месторождения принимают участие изверженные и осадочные породы различного состава и возраста.

Древнейшими геологическими образованиями являются биотитовые гранодиориты. На их размытой поверхности залегают пермские осадочные образования, имеющие в районе месторождения небольшое распространение.

Более 90% площади месторождения сложено мезозойскими отложениями, которые делятся на угленосную и непродуктивную толщи.

Угленосная толща в свою очередь делится на четыре свиты: нижнюю угленосную, безугольную, среднюю угленосную и верхнюю угленосную.

Нижняя угленосная свита *а*. Общая мощность свиты 240 *м*. Внизу она сложена конгломеративным песчаником, в средней

части — конгломеративными и среднезернистыми песчаниками с подчиненными им пластами угля и углистого сланца.

Вверху свиты располагаются конгломеративные, средне- и мелкозернистые песчаники, которым подчинены пласты алевролита, углистого сланца и угля.

Нормальный разрез свиты в пределах месторождения выдерживается хорошо. Свита содержит пять пластов угля и углистого сланца, которым присвоены символы: a_1, a_2, a_3, a_4 и a_5. Рабочими пластами являются a_4 и a_5.

Безугольная свита *b*. Общая мощность свиты 100—200 *м*. Залегает согласно на нижней угленосной свите. Представлена конгломеративными и среднезернистыми песчаниками. В составе свиты почти отсутствуют глинистые породы.

Средняя угленосная свита *c*. Общая мощность свиты 220 *м* (шахта № 1 — 192 *м*, шахта № 20 — 240 *м*). Мощность нарастает постепенно. Залегание согласное со свитой *b*. Наиболее насыщена угольными пластами (включает 10 пластов), которым присвоены символы c_1, c_2,. . ., c_{10}. Низ свиты представлен преимущественно конгломеративными и среднезернистыми песчаниками, которым подчинены пласты угля c_1 и c_2. Выше крупнозернистые породы резко уменьшаются и наряду с песчаником появляются алевролиты и аргиллиты. Еще выше залегают преимущественно песчаники с прослоями глинистых пород, которым подчинены пласты угля до c_7 включительно. Верхние горизонты свиты представлены алевролитами и аргиллитами с подчиненными им прослоями тонкозернистых песчаников, пластов угля c_8, c_9, c_{10} и углистых сланцев.

Верхняя угленосная свита *d*. Общая мощность свиты 200—220 *м*. Она представлена в основном мелкозернистыми и тонкозернистыми песчаниками и аргиллитами, которым подчинено шесть пластов и пропластков угля и присвоены символы d_1, d_2,. . ., d_6.

Непродуктивная свита *e*. Общая мощность свиты 300 *м*. В ее основании залегают хорошо выдержанные черные аргиллиты (мощность 40 *м*). Свита сложена в основном зеленовато-серыми тонкозернистыми песчаниками.

В районе месторождения распространены эффузивы, представленные кварцевыми порфирами и фельзитами в форме покровных образований. Корни этих покровов уходят на глубину в виде даек и пластовых жил, мощность которых колеблется в широких пределах от долей метра до 100 и более метров. Дайками и жилами прорываются палеозойские и мезозойские отложения. Время излияния — граница между верхним мелом и олигоценом.

Как следует из изложенного, осадочные мезозойские образования представлены конгломератами, песчаниками, песчано-глинистыми сланцами, углистыми сланцами и углями.

Конгломераты являются наиболее крепкими породами. Они состоят из мелкой кварцево-роговиковой гальки, размер которой не превышает 1 *см*. Окатанность совершенная — округлая или эллипсоидальная. Цемент кремнисто-глинистый. Слоистость скрытая. Трещины развиты слабо. В кровле устойчивы.

Аркозовые песчаники существенно состоят из окатанных зерен кварца и полевого шпата. Средне- и тонкозернистые. Цемент кремнисто-глинистый. В кровле устойчивы. Трещины кливажа выражены резко и направлены перпендикулярно к плоскостям напластования. Отдельность призматическая. При наличии гальки кварца песчаник представляет переход к конгломеративным песчаникам.

Песчано-глинистые сланцы от аркозовых песчаников отличаются преобладанием глинистого цемента и более темной окраской. Слоистость выражена резко. Трещиноваты.

Глинистые сланцы разбиты беспорядочно ориентированными трещинами. Легко отслаиваются и размокают.

Углистые сланцы близки к глинистым сланцам и отличаются от них большой обогащенностью углистым веществом. Резко слоисты. Трещины кливажа ориентированы перпендикулярно наслоению. Маскируются тектоническими трещинами.

Угли гумусовые полосчатые. Трещины кливажа ориентированы перпендикулярно наслоению. Отдельность призматическая. В местах пережима пластов уголь сильно разрушен.

Угленосная толща состоит из 77% конгломератов и песчаников, 18% сланцев, из них песчано-глинистых сланцев в 5 раз больше, чем глинистых, и 5% угля и углистых сланцев.

Таким образом, угленосная толща по составу пород является весьма жесткой. Наиболее жесткими по составу пород являются нижняя угленосная и безугольная свиты. Более восприимчивой к деформациям, по тем же признакам, надо считать среднюю угленосную свиту. Она состоит из 57% конгломератов и песчаников, 37% сланцев и 6% угля и углистых сланцев.

Сравнительная характеристика жесткости средней угленосной свиты по отдельным шахтным полям показывает некоторое увеличение жесткости к центру месторождения по сравнению с юго-западной и северо-восточной окраинами.

Верхняя угленосная свита по жесткости занимает промежуточное положение между средней и нижней свитами.

По характеру отложений месторождение относится к параллическому типу, что обусловливает наличие в угленосной толще ряда признаков, позволяющих с достаточной определенностью устанавливать стратиграфические горизонты разреза, которые крайне нужны для решения геометрическим путем ряда задач при разведке и разработке нарушенных участков.

К числу таких признаков относятся следующие.

1. Достаточно устойчивый общий литологический облик угленосной толщи. Так, например, в средней угленосной свите сохраняется следующее чередование пород. В основании свиты повсеместно преобладают грубозернистые и конгломеративные песчаники. В средних горизонтах больше развиты средне- и мелкозернистые песчаники. Выше они переходят в песчано-глинистые и глинистые породы.

2. Количество угольных пластов в угленосной толще и в основной средней угленосной свите остается постоянным.

3. Взаимное положение отдельных угольных пластов в пределах месторождения сохраняется.

4. В кровле верхнего рабочего пласта (d_6) верхней угленосной свиты залегает устойчивый горизонт песчаников с остатками фауны.

5. В кровле наиболее выдержанного рабочего пласта (c_2) залегает конгломеративный песчаник. Расстояние между пластами c_2 и c_1 колеблется в узком пределе 18—25 *м*.

6. Породам почвы пласта (c_4) подчинена свита (от 2 до 6) тонких прослойков угля и углистого сланца, что не наблюдается в почве других пластов.

7. Пласт c_6 имеет характерную, устойчивую в пределах месторождения, структуру и состоит из двух пачек, разделенных прослойками алевролита, переходящего в аргиллит.

8. Между угольными пластами на спокойных, ненарушенных участках средней части месторождения (район шахты № 10) выдерживаются следующие средние расстояния:

$$(c_1 - c_2) = 20\ м;\quad (c_2 - c_3) = 36\ м;\quad (c_3 - c_4) = 26\ м;$$
$$(c_4 - c_5) = 54\ м;\quad (c_5 - c_6) = 20\ м;\quad (c_6 - c_7) = 36\ м;$$
$$(c_7 - c_8) = 30\ м;\quad (c_9 - c_{10}) = 16\ м.$$

Наряду с этим необходимо отметить, что литологический состав кровли и почвы большинства угольных пластов в пределах месторождения изменчив и поэтому не может служить целям увязки стратиграфических горизонтов. Точно так же, за редкими исключениями, не могут служить указанным целям мощность, структура пластов и качество угля в силу их интенсивной изменчивости.

2. ОБЩАЯ ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Тектоника Сучанского месторождения сложна. Осадочные отложения собраны в складки, расчленены многочисленными смещениями и прорваны изверженными породами.

Несогласное залегание мезозойских отложений по отношению к сильно дислоцированным пермским отложениям говорит о движениях герцинского цикла. Судя по дислокации верхнепермских отложений, направление герцинских движений совпадает с направлением следовавших за ним мезозойских.

Отсутствие триаса и юры в районе и непосредственное налегание на пермские образования никанских отложений свидетельствуют о наличии крупных движений в указанные геологические периоды.

Для тектоники продуктивных отложений Сучана наибольшее значение имеют движения, приуроченные к границе верхний мел — третичное время.

Наиболее полно структурные формы, созданные указанными движениями, изучены в пределах действующих угольных шахт разрабатываемого месторождения.

Углистые отложения на месторождении собраны в ряд крупных складок, представленных их синклинальными частями.

Основным синклиналям присвоены следующие наименования.

1. Юго-восточная или Третья синклиналь.
2. Малая синклиналь.
3. Большая синклиналь.
4. Северо-западная или Четвертая синклиналь.

Антиклинальные перегибы между Третьей и Малой, а также между Малой и Большой синклиналями разорваны в первом случае смещением, во втором — гранодиоритами.

На антиклинальном перегибе между Большой и Четвертой синклиналями наблюдаются местные разрывы дайками эффузивов, приуроченных к зонам осевых поверхностей антиклиналей.

Для указанных синклиналей характерны следующие структурные особенности.

1. Северо-восточное (35—50°) простирание осевых линий.
2. Волнистость осевых линий с общим погружением на северо-восток под углом 6—20°.
3. Асимметричность складок, выражающаяся в более крутом падении северо-западных крыльев по сравнению с юго-восточными крыльями

синклиналей и в падении осевых поверхностей (плоскостей) складок на северо-запад.

4. Увеличение глубины погружения мульд синклиналей относительно дневной поверхности в направлении с юго-востока на северо-запад, что наглядно иллюстрируется схематическим разрезом складок вкрест их простирания (рис. 1).

Таким образом, погружение Третьей синклинали является наименьшим, а Четвертой — наибольшим.

Угленосные отложения Третьей синклинали представлены в основном породами нижней угленосной свиты и только на участке шахты № 16 встречаются породы средней угленосной свиты.

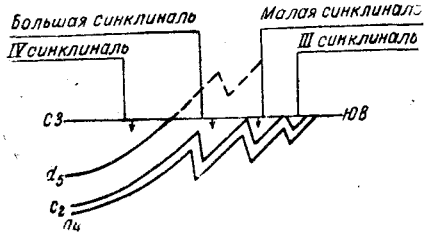


Рис. 1. Схематический разрез складок вкрест их простирания

В строении Малой синклинали, угольные пласты которой интенсивно разрабатывались и разрабатываются шахтами № 19, 6, 3 и 10, большое участие принимают породы средней угленосной свиты.

В состав пород, слагающих Большую синклиналь, входят породы верхней угленосной свиты.

В строении Четвертой синклинали породы верхней угленосной свиты принимают основное участие. На северо-западе они прикрываются непродуктивной толщей. Эта структурная особенность складок в сочетании с общим геологическим строением района позволяет рассматривать их как складки второго порядка, образовавшиеся на юго-восточном крыле Главной синклинали Сучанского месторождения.

Элементы залегания складок характеризуются следующими величинами.

Третья синклиналь изучена в районе шахты № 16, а также на юго-восточной окраине полей шахт № 3 и 6.

Простирание юго-восточного крыла $\alpha = 210—260°$, падение $\delta = 15—60°$. В северо-западном крыле $\alpha = 30—80°$, $\delta = 45—75°$. Ось складки по простиранию волниста и имеет общее погружение на северо-восток под углом 10—12°.

Малая синклиналь более отчетливо обнаруживает свое строение в полях шахт № 10, 3, 6, 19. В юго-восточном крыле $\alpha = 225—240°$, $\delta = 30—75°$, в северо-западном $\alpha = 40—60°$, $\delta = 45—90°$. Ось синклинали также волниста и имеет общее погружение на северо-восток под углом 6—12°. Мульда синклинали имеет плавный перегиб в поле шахты № 3 и в поле шахты № 10.

Большая синклиналь хорошо изучена в горных выработках шахт № 11, 2/5, 22, 15, 1. Угол погружения оси на северо-восток колеблется в пределах 8—20°.

В юго-восточном крыле $\alpha = 210—230°$, $\delta = 40—60°$, в северо-западном $\alpha = 30—50°$, $\delta = 60—90°$.

Складки месторождения разбиты многочисленными смещениями, распределение которых носит сложный характер.

Общая картина распределения смещений и взаимное отношение их с элементами складок иллюстрируются рис. 2.

Сложность структуры и отношений между элементами складок и смещений обусловливается рядом следующих геологических условий, присущих данному месторождению.

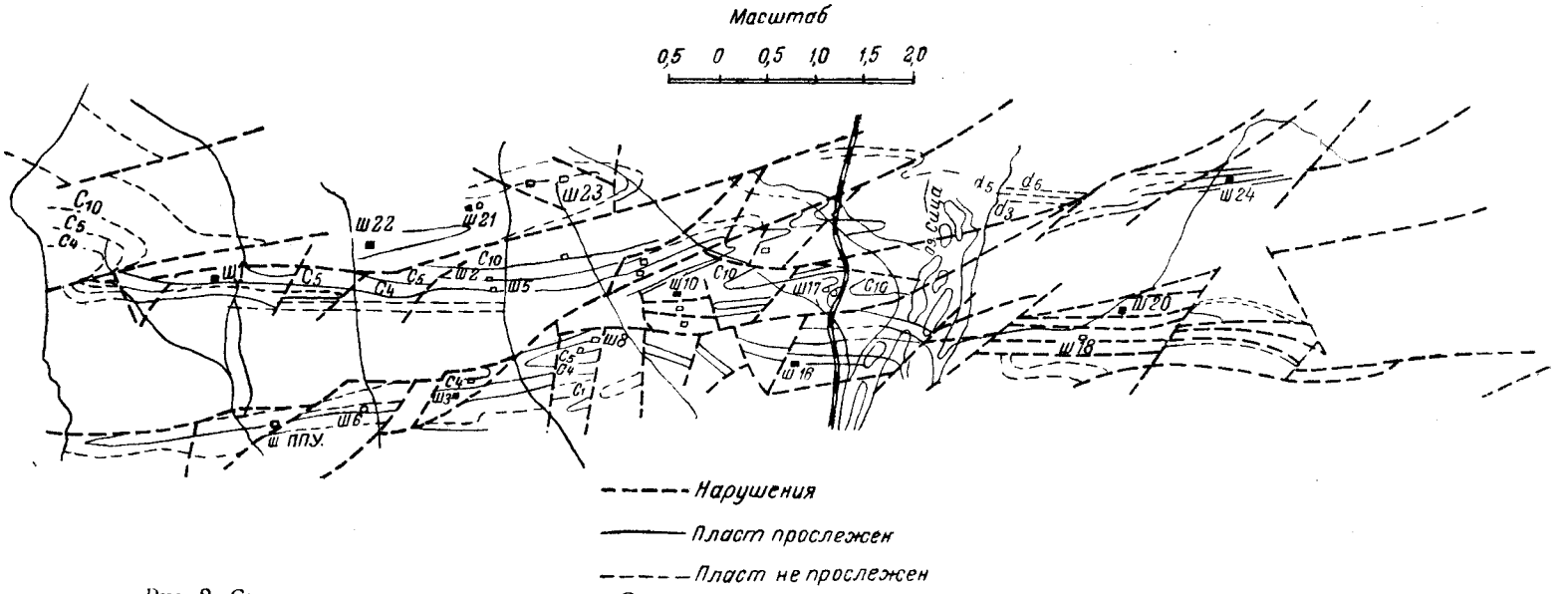


Рис. 2. Схематическая структурная карта Сучанского угольного месторождения (по А. И. Савченко)

1. Наличием мощных движений, проявившихся в районе месторождения в разное время и сопровождавшихся излияниями эффузивов.

2. Расположением перечисленных складок на юго-восточном крыле Главной синклинали и нахождением их выше нейтрального слоя в процессе формирования в условиях общего сжатия.

3. Особенностью литологического состава толщи, собранной в складки и выразившейся в преобладании песчаниковых разностей над глинистыми.

4. Преобладанием блокированного складкообразования над параллельным.

5. Приспособляемостью собранных в складки угленосных отложений к «глыбовым» движениям, имевшим место в районе.

Развитие тангенциальных усилий в условиях общего сжатия обусловило преимущественное образование на месторождении взбросовых смещений. Эти смещения по отношению к осям складок являются диагональными, так как продольные и поперечные смещения, как предельные, встречаются крайне редко. В свою очередь, диагональные смещения можно разделить на две группы: тяготеющие к продольным и тяготеющие к поперечным смещениям.

Условия блокированного складкообразования создают сложное распределение напряжений и их разрешение тем или иным видом деформации угольных пластов и вмещающих пород.

Все крупные смещения образуют около себя мощную зону деформированных пород, в пределах которой породы разбиваются целой сетью более мелких трещин.

Пластические свойства угольных пластов обеспечивают угольной массе большую подвижность в условиях изменения расстояния между вмещающими породами, вследствие чего на шахтных полях месторождения широко развиты пережимы и раздувы угольных пластов.

Кроме того, в Большой и Четвертой синклиналях на значительных участках по плоскостям ослабления угольные пласты замещены изверженными породами. Угольные пласты на нарушенных участках и больших площадях в основном теряют свое промышленное значение. Приведем данные по некоторым шахтам, характеризующие потери угля в недрах по условиям нарушенности в пределах отработанного контура, по состоянию на январь месяц 1946 г.

На шахте № 1 (юго-западная оконечность месторождения) в среднем указанные потери достигают 13,8%.

На шахте № 10 (центральная часть месторождения) эти потери по отдельным пластам и участкам колеблются в широких пределах от 4 до 43% и в среднем достигают 24%.

На шахте № 20 (северо-восточная оконечность месторождения) потери по причинам нарушенности в среднем составляют 43%.

Приведенные выше цифры дают представление о размере потерь по условиям нарушенности и не характеризуют всей трудности производственных условий работы на нарушенных участках.

Наличие нарушенных участков увеличивает объем подготовительных и нарезных работ, обусловливает частые непредвиденные остановки разведочных и горных работ, не позволяет применять производительные системы разработки, усложняет управление кровлей и поддержание выработок, понижает качество угля и, в конечном счете, снижает производительность труда и повышает себестоимость единицы добытого угля.

Характеристика условий разработки нарушенных участков будет неполной, если при этом не отметить некоторой особенности гидрогеологических условий, вызываемых тектонической нарушенностью.

Гидрогеологические наблюдения и съемка, проведенные инженерами О. В. Шведученко и Н. П. Шведчиковой на шахтных полях месторождения, показывают, что обводненность его незначительна и не является препятствием для проведения горных работ, за исключением участков, лежащих под долинами рек.

Вместе с тем эти работы показывают, что контакты жил изверженных пород, приуроченных к плоскостям ослабления, с осадочными породами часто бывают водоносными.

По трещинкам изверженных пород инфильтрационные воды распространяются во все стороны и, доходя до контактов с менее трещиноватыми породами осадочной толщи, собираются на контактах, образуя подпор.

В горные выработки, вскрывающие такого рода контакты, обильно выделяется вода. Аналогичное явление наблюдалось при прохождении ствола шахты № 21, при пересечении квершлагом № 6 (шахта № 20) на горизонте 180 *м* жилы изверженных пород.

Большой приток воды на шахте № 20 давал участок «Великан-Восток», где в кровле пласта залегает жила изверженных пород. То же самое отмечалось на шахте № 1 и на других шахтах. Следует отметить, что контактовые воды часто, по истечении некоторого времени, перестают поступать в выработки вследствие истощения их статического запаса.

Постоянно дают приток воды только те контакты, которые имеют пополнение за счет аллювиальных вод, ключей и речек.

Трещиноватость осадочных пород также благоприятствует циркуляции подземных вод. При этом наиболее водоносными являются открытые трещины, по которым не развились перемещения расчлененных частей относительно друг друга.

Трещины смещений и сопровождающие их зоны дробления являются также хорошими путями проникновения инфильтрационных вод в горные выработки.

В качестве иллюстрации можно привести следующие примеры.

1. Шахта № 1, штрек горизонта 243 *м* по пласту c_5, на 180 *м* пересекает трещину смещения, выходящую на поверхность под долину ключа Оленьего. Из трещины вода поступает в выработки струей. В зоне трещины — капеж, трещина пересекает и другие пласты свиты. Во всех случаях пересечения горными выработками этой трещины обнаруживается интенсивный приток воды.

2. Точка гидрогеологической съемки № 10 на квершлаге шахты № 3, пройденном с одного крыла пласта c_2 через трещину смещения на другое крыло, дает обильное по сравнению с окружающими местами выделение воды.

3. Шахта № 16, центральный квершлаг на 250 *м* от устья пересекает трещину смещения. При этом обнаруживается усиленный приток воды в данной точке.

3. ТЕКТОНИЧЕСКАЯ НАРУШЕННОСТЬ ОТДЕЛЬНЫХ ШАХТНЫХ ПОЛЕЙ

Поле шахты № 1 расположено на юго-западной оконечности юго-восточного крыла Большой синклинали. Так как она близится к полной отработке, то представляет несомненный интерес для характеристики нарушенности данной геологической структуры.

Поле ограничивается: с юго-запада и северо-востока поперечно-диагональными смещениями, с юго-востока — контактом угленосных отло-

жений с массивом изверженных пород и с северо-запада — продольным смещением. Продольное смещение в пределах данного поля не пересечено горными выработками, и поэтому точное его пространственное положение и амплитуда здесь неизвестны. Но выходы угольных пластов на поверхность и характеристика данного смещения в соседнем шахтном поле указывают на то, что это крупнейшее тектоническое нарушение, ограничивающее с северо-запада смещения второго порядка.

Таким образом, границами данного шахтного поля являются линии основных тектонических нарушений.

Маркшейдерские планы горных выработок по разрабатываемым угольным пластам отмечают наличие двух систем поперечно-диагональных трещин, расположенных в плане друг к другу под углом 45—60°. Биссектриса этого угла приблизительно перпендикулярна простиранию продольного смещения.

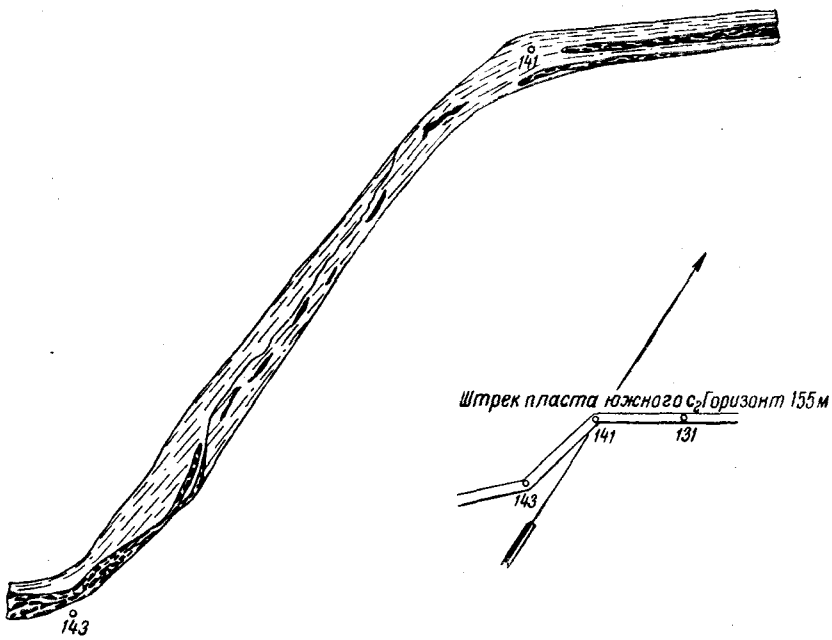


Рис. 3. Зарисовка пласта c_2 по простиранию, штрек горизонта 155 *м*, шахта № 1

Следовательно, юго-восточное крыло Большой синклинали, заключенное на этом участке между гранитным массивом и продольным смещением, разбито указанными трещинами на ряд более мелких блоков, разнообразно перемещенных относительно друг друга.

Следует отметить, что перемещения более отчетливо развиты в системе трещин, имеющих направление, близкое к меридиальному. Падение этих трещин крутое северо-восточное.

Амплитуды колеблются в пределах 10—12 *м*. При этом северо-восточный блок относительно соседнего, юго-западного перемещается в сторону падения пород.

На рис. 3 представлены характер и величина перемещения. Обращают на себя внимание растяжка и обрывки пласта («проводник») в направлении перемещения, облегчающие задание выработки на перемещенное крыло. Размер блоков по простиранию достигает 500—600 *м*.

Вторая система трещин отличается от первой тем, что здесь не выражено относительное перемещение блоков. Трещины, будучи более открытыми, видимо, послужили путями проникновения изверженных пород. Жилы наблюдаются как секущие, так и пластовые (рис. 4).

Наиболее распространены дайки и жилы кварцевых порфиров и фельзитов в северо-восточной части поля; мощность их колеблется в широких пределах и достигает 25 *м*.

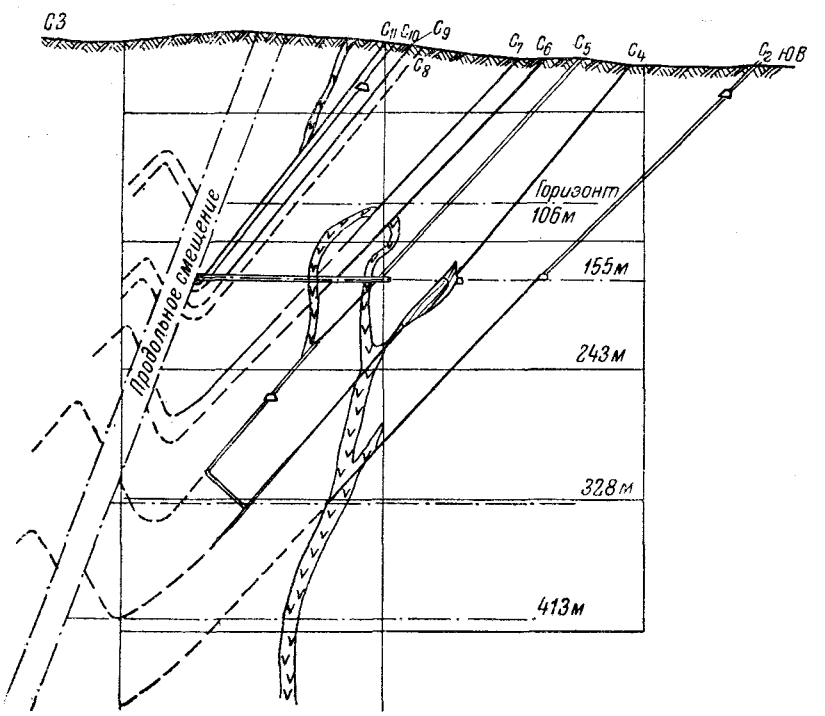


Рис. 4. Вертикальный разрез юго-восточного крыла Большой синклинали, шахта № 1

Поперечные и продольные дайки и жилы сильно осложняют условия эксплуатации. Как указывалось выше, они во многих случаях приурочены к разрывам пород, но в то же время для своего проникновения используют в качестве зон ослабления угольные пласты, делая значительные площади этих пластов непромышленными. Секущие дайки и жилы оказываются менее вредными, чем пластовые. При пересечении угольного пласта поперечной дайкой наблюдается контактово-метаморфическое воздействие на уголь, распространяющееся не более 5—10 *м* и выражающееся в переходе угля в естественный кокс и в обогащение угля пиритом. Жилы и их апофизы, идущие по простиранию толщи, внедряясь в угольные пласты, ококсовывают и перебивают их на значительных участках. В поле шахты часто наблюдается тектоническая нарушенность без разрыва сплошности, выражающаяся в пережимах и раздувах угольных пластов.

В условиях напряженного состояния горных пород угольные пласты легче других пород при нарушении равновесия приобретают способность подвижности (текучести).

Пережимы возникают там, где вмещающие породы образуют флексурообразный изгиб или перемещаются глыбами по плоскостям ослабле-

ния, вдавливаясь в угольную массу и выжимая ее. Рядом с выжатыми участками образуются раздувы пласта.

Тектоническое нарушение мощности пласта под влиянием вдавливания в угольную массу отдельных участков вмещающих пород представлено рис. 5.

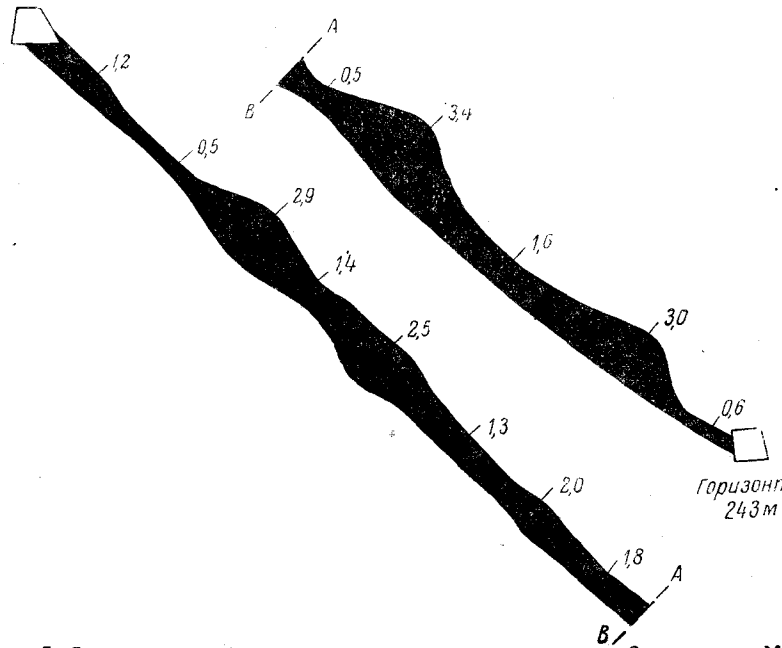


Рис. 5. Зарисовка забоя лавы по пласту c_4, горизонт 243 *м*, шахта № 1

Образование пережима угольного пласта в результате флексурообразного изгиба вмещающих пород приведено на рис. 6.

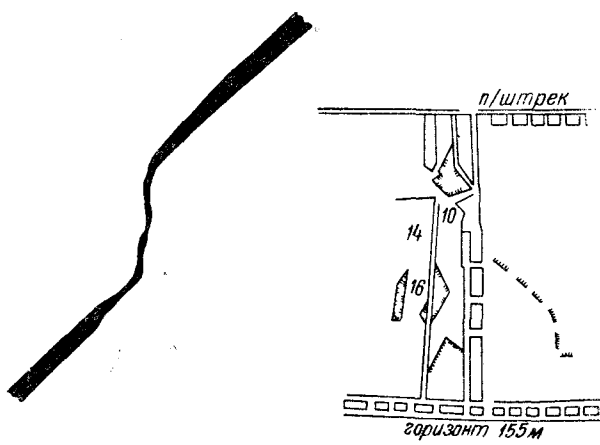


Рис. 6. Зарисовка пласта c_2 в рассечном гезенке с горизонта 155 *м*, шахта № 1

Если вмещающей породой является сланец, то он в местах пережимов раздробляется и, вдавливаясь в угольную массу, течет вместе с ней. Поэтому куски сланца часто наблюдаются в местах раздувов угольных пластов, в которых нередко заметна плойчатость.

Нарушенное состояние пород в местах пережимов фиксируется появлением капежа.

Крупные пережимы имеют выраженный зональный характер, охватывая всю угленосную свиту или значительную ее часть. Мелкие пережимы имеют локальное распространение и быстро затухают.

Пластовые маркшейдерские планы фиксируют пережимы пластов. В поле шахты отмечаются крупные пережимы в разных его частях.

Под ключом Оленьим по пластам c_4, c_5 зона пережима имеет широтное направление. Ширина этой зоны по пласту c_5 колеблется в пределах 10—40 *м*, а по пласту c_4 — 12—30 *м*. К юго-западу от ствола шахты наблюдается зона пережима, захватывающая значительную часть свиты. Мощность зоны увеличивается к лежачему боку свиты.

В районе ключа Рабочего, где угленосная свита разбита смещениями, пережимы особенно часты. Они направлены согласно с направлением смещений. Ширина зоны пережима достигает 70 *м*.

Поэтому между ключами Рабочим и Средним пласт c_4 на значительной площади имеет нерабочую мощность. Качество угля понижается в месте тектонического нарушения мощности пластов вследствие вовлечения в уголь кусков породы (увеличение внешней золы).

Район шахт № 22/21 и 2/5. Выработки этих шахт обнажают Большую синклиналь и юго-восточное крыло Четвертой синклинали. Максимальное развитие эксплуатационные работы получили в обоих крыльях Большой синклинали.

Характер Большой синклинали на данном участке сохраняет отдельные черты синклиналей района: асимметрию, выражающуюся в том, что северо-западное крыло имеет более крутое (75—90°) падение (до обратного), чем юго-восточное крыло, падающее в среднем под углом 45°. Осевая линия складки имеет северо-восточное погружение; антиклинальный перегиб остроугольный.

Оба крыла Большой синклинали разбиты трещинами смещений, из которых определяющими являются продольные. Падение этих трещин крутое северо-западное, согласное с падением осевой поверхности складки.

Трещины, не получившие относительного перемещения крыльев, являются путями проникновения эффузивов. Юго-восточное крыло Четвертой синклинали изобилует продольными жилами.

Поперечно-диагональные смещения разбивают полосы, заключенные между продольными смещениями, на ряд пластин и клиньев, разнообразно перемещенных относительно друг друга.

Основным смещением для данного района является продольное, являющееся продолжением основного смещения, наблюдаемого в поле шахты № 1.

На протяжении 2,5 *км* трещина этого смещения проходит по северо-западному крылу Большой синклинали, падая на северо-запад под углом 50°. При этом висячее крыло смещения по трещине надвинуто на юго-восток. Амплитуда в плоскости сместителя достигает 300 *м*. Основная трещина сопровождается спутниками. Смещение является типичным остроугольным, несогласно падающим взбросом, развивающимся на крутых крыльях асимметричных синклинальных складок. Его зона с той и другой стороны служит границей распространения поперечно-диагональных смещений в обоих крыльях Большой синклинали.

Структура рассматриваемого участка и указанное продольное смещение представлены на рис. 7 в виде вертикального разреза через квершлаг шахты № 22.

Зона взброса надежно установлена следующими горными выработками.

1. Квершлагом с пласта c_6 северо-западного крыла Большой синклинали на пласт c_{10} юго-восточного крыла той же синклинали на горизонте 100 *м* шахты № 22 (рис. 7). Мощность зоны дробления по квершлагу установлена 20 *м*.

2. Квершлагом с пласта c_8 северо-западного крыла Большой синклинали на пласты c_9 и c_{10} юго-восточного крыла той же синклинали на

горизонте 100 *м* шахты № 22 (в плоскости, не совпадающей с рис. 7). Мощность зоны дробления также 20 *м*.

3. Квершлагом с пласта c_9 северо-западного крыла Большой синклинали на пласт c_{10} юго-западного крыла той же синклинали на горизонте 214 *м* шахты № 21. Мощность зоны дробления 15—17 *м*.

Далее на северо-восток смещение примыкает к мощной жиле изверженных пород, которая, вероятно, является продолжением зоны дробления этого взброса.

Опыт прохождения горных выработок через зону дробления взброса показывает, что она вполне проходима.

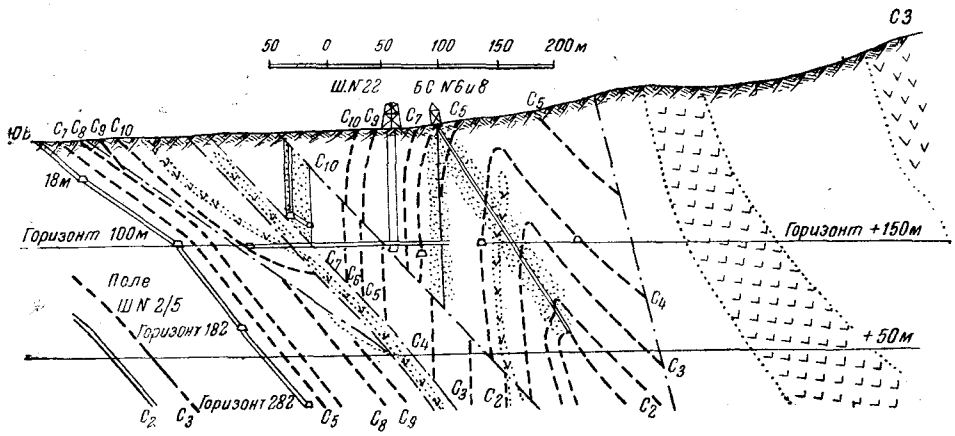


Рис. 7. Вертикальный разрез в плоскости квершлага, шахта № 22

В рассматриваемом районе маркшейдерские планы позволяют отметить свыше 20 смещений, которыми район расчленяется на отдельные участки.

Рис. 8 дает представление о структуре юго-восточного крыла Большой синклинали.

Обращает на себя внимание сходство строения этого поля шахты № 2/5 с полем шахты № 1. Здесь, так же как и там, полоса, заключенная между продольным взбросом и контактом угленосных отложений с гранитным массивом, разбита поперечно-диагональными смещениями на более мелкие блоки в форме пластин и клиньев, разнообразно перемещенных по трещинам относительно друг друга.

Несмотря на разнообразие ориентировки трещин, с которыми связаны поперечно-диагональные смещения, их можно свести в две системы: тяготеющую к меридиональной и повернутую относительно ее на 60—110° к западу и юго-востоку. Биссектрисы этих углов в плане приблизительно перпендикулярны к продольным смещениям.

Отчетливо выраженные и более значительные перемещения приурочены к меридиональной системе трещин. Падение сместителей крутое, восточное и западное.

По второй системе перемещения развиты слабо. Падение их также крутое.

Для структуры поля шахты № 22/21, разрабатывающей северо-западное крыло Большой синклинали и юго-восточное крыло Четвертой синклинали, большое значение имеют дайки и жилы изверженных пород, которые связаны с большим массивом липаритов (гора Острая сопка). По мере удаления от Острой сопки число жил уменьшается. Проникновение этих жил в осадочную толщу приурочено к плоскостям

ослабления последней (тектоническим трещинам и пластам угля). Как и в поле шахты № 1, здесь наблюдаются секущие и пластовые жилы, мощность которых варьирует от долей метра до 40 *м*. Воздействие этих жил на угольные пласты и условия разработки аналогичны изложенным выше.

На горизонте 100 *м* шахты № 22 коренные штреки и очистные выработки, пройденные по пластам c_8, c_9 и c_{10} к северо-востоку от квершлага, встретили жилу, расположенную между пластами. На ряде участков она приближалась то к одному, то к другому угольному пласту и при этом частично или полностью замещала его.

Типичная пластовая жила, сопровождающая пласт c_6 в юго-восточном крыле Четвертой синклинали, была встречена горными работами на горизонте 100 *м* шахты № 22. Пласт угля на значительных участках ассимилирован жилой без видимого изменения боковых пород. При этом уголь отсутствовал совершенно и лишь местами от него остались тонкие метаморфизованные примазки.

На том же крыле мощная жила липарита на большом протяжении заместила пласт c_7.

Приведенные выше данные подтверждают влияние жил на промышленную ценность отдельных участков.

Интенсивное проявление тектоники выражается здесь так же в резких и частых изменениях мощностей угольных пластов и качества углей.

Раздувы и пережимы угольных пластов являются результатом внутрислойных перемещений угольной массы, вызываемых как пликативной, так и дизъюнктивной дислокациями.

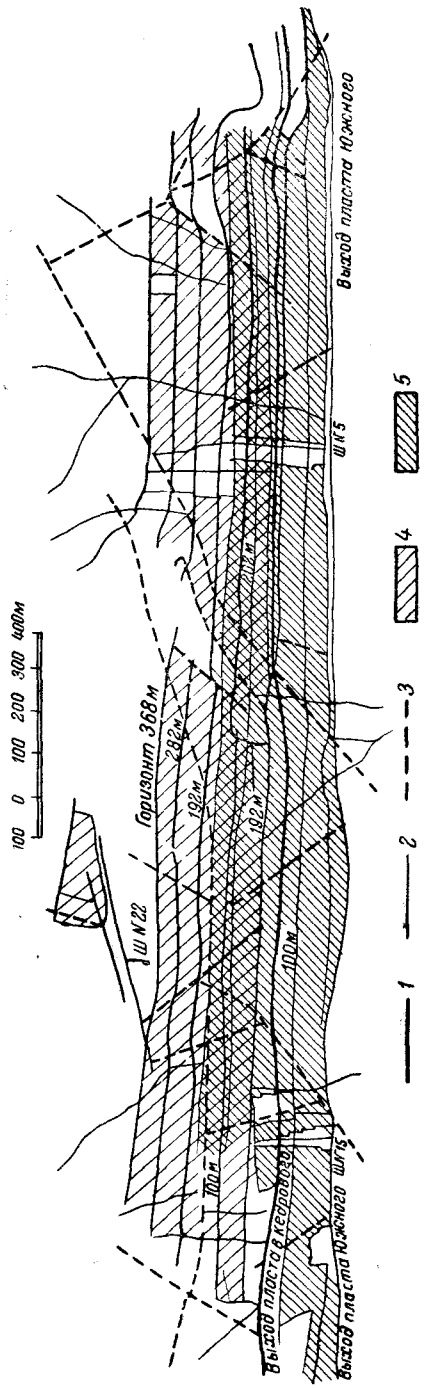


Рис. 8. Схематический план горных выработок и тектонических нарушений в поле шахты № 2/5:
1—выработки по пласту Верхнему Кедровому c_3; *2*—выработки по пласту Южному c_3; *3*—нарушения; *4*—отработка пласта Верхнего Кедрового c_6; *5*—отработка пласта Южного c_2

Не говоря о трудностях работы, создаваемых тектонической нарушенностью отдельных участков, потери угля иногда достигают 50%.

Поле шахты № 10. Эксплуатационные работы этой шахты ведутся в основном на пластах средней угленосной свиты в пределах Малой синклинали и отчасти на юго-восточном крыле Большой синклинали.

Юго-восточное крыло Большой синклинали имеет здесь более крутое (65—70°) падение, чем на соседнем участке (поле шахты № 2/5), где оно равно 40—45°.

Юго-восточное крыло Малой синклинали имеет падение 50—60°, увеличивающееся к поверхности до 70—75°. Северо-западное крыло падает более круто (70—90°). Мульда имеет плавный перегиб.

Осевая линия Малой синклинали при наличии поперечно-диагональных смещений имеет волнисто-ступенчатое очертание с общим погружением на северо-восток под углом 16—20°.

Обращает на себя внимание общий изгиб складчатого комплекса с поворотом его на некоторый угол к юго-востоку. Как отмечалось выше, в этой части месторождения имеет место увеличение в разрезе толщи песчаниковых разностей.

Сводный план основных горных выработок и тектонических нарушений на горизонтах 277 и 397 *м* шахты № 10 (рис. 9) показывает, что здесь интенсивность тектонической нарушенности значительнее и решетка этой нарушенности сложнее, чем на соседних шахтных полях. Это, видимо, объясняется отмеченными выше особенностями поля шахты № 10, которое продольными смещениями (I, XII, XIX) разбито на три полосы. Крупнейшим из этих смещений является I смещение. В пределах шахтного поля оно тянется от юго-восточной границы по северо-западному крылу Малой синклинали до пересечения р. Каменки на северо-востоке поля и уходит далее. Положение I смещения надежно установлено горными работами по пластам на горизонтах 100, 185, 277 *м*, а также центральным квершлагом на горизонте 397 *м*. На северо-востоке поля сместитель подсечен Каменским квершлагом. Падение сместителя крутое (70—90°), переменное — юго-восточное на юго-западе и северо-западное в центре и на северо-востоке.

Как видно на рис. 10, висячее крыло опущено относительно лежачего. По типу и по характеру размещения его в синклинали смещение I является аналогичным основному продольному смещению Малой синклинали в поле шахты № 3, и не исключена возможность, что оно представляет продолжение этого смещения.

XII смещение (рис. 9) — второе основное продольное нарушение, приуроченное к антиклинальному перегибу между Малой и Большой синклиналями. Точное его положение горными выработками не установлено, но наличие доказывается следующими данными.

На северо-востоке разведочными скважинами (№ 112, 112^{бис}, 147, 95), разведочной штольней № 6 и горными выработками на северо-западном крыле дополнительной Каменской синклинали по пласту c_5 отмечена сильная нарушенность угленосных отложений.

В северном квершлаге на горизонте 277 *м* при переходе ядра антиклинали встречена система трещин с крутым (80—85°) падением на северо-запад. Последнее, наиболее надежное доказательство говорит в пользу того, что XII смещение может быть отнесено к числу осевых антиклинальных нарушений.

XIX продольное смещение — крутопадающее (80°) на северо-запад. На северо-востоке оно сливается с X продольным смещением и приурочено к юго-восточному крылу Большой синклинали. Документируется это смещение горными выработками по пласту c_5 на горизонте 277 *м* шахты № 10 и выработками по тому же пласту на горизонтах 100 и

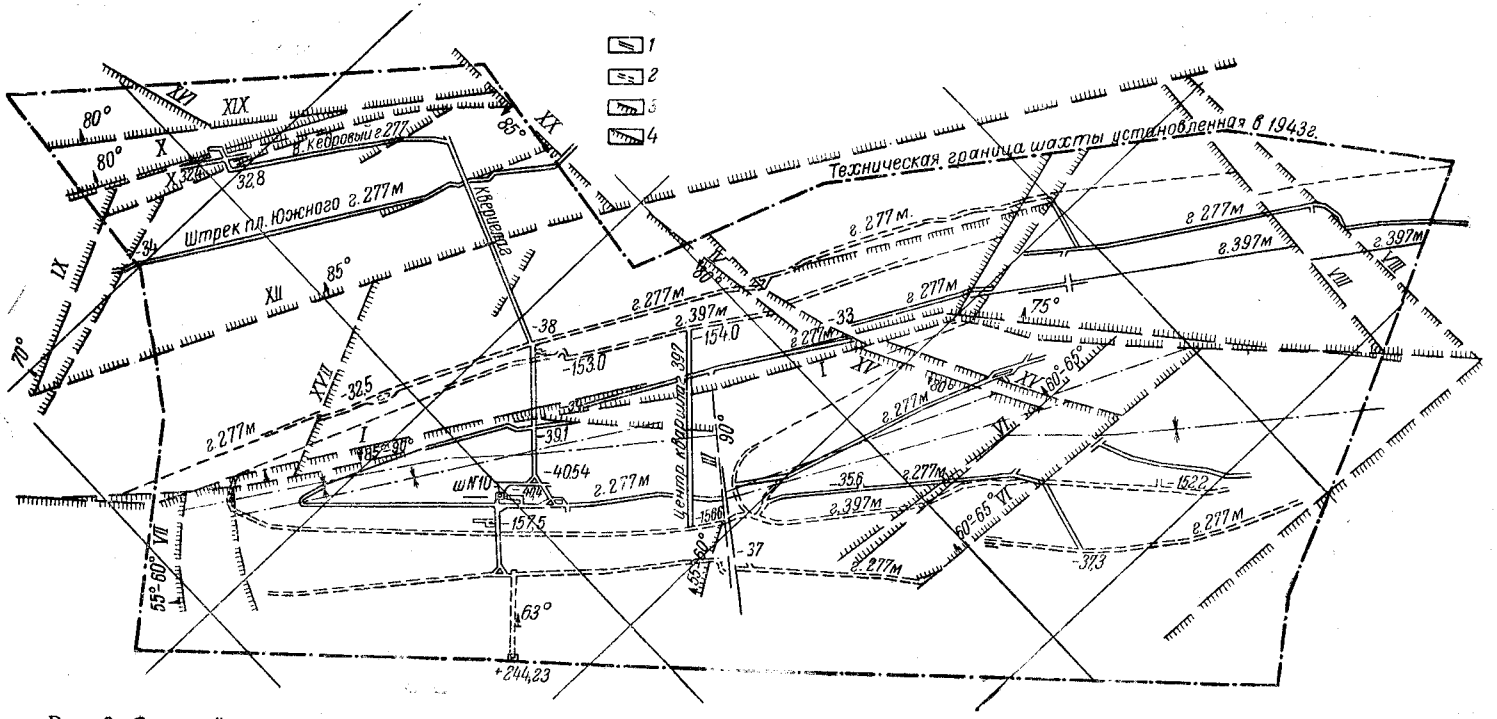


Рис. 9. Сводный план основных горных выработок и тектонических нарушений на горизонтах 277 и 397 *м*, шахта № 10:
1—штрек пласта Новичок; *2*—штрек пласта Барсук; *3*—нарушения на горизонте 277 *м*; *4*—нарушения на горизонте 397 *м*

192 *м* шахты № 2/5. По трещине висячее крыло взброшено относительно лежачего крыла. Сместитель пересекает угольные пласты под острым углом, в результате чего они на значительных площадях являются нерабочими.

С юго-востока, на границе с полем шахты № 16, проходит крупное продольное смещение XIII, приуроченное к антиклинальному перегибу между Малой и Третьей синклиналями. Его положение установлено недостаточно.

Таким образом, складчатый комплекс угленосных отложений в пределах поля разбит на три полосы продольными смещениями, которые приурочены или к осевым зонам антиклиналей (XII, XIII смещения),

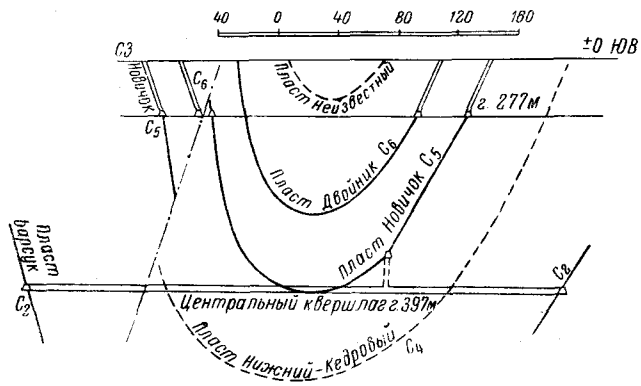


Рис. 10. Вертикальный разрез в плоскости квершлага горизонта 379 *м*, шахта № 10

или к крыльям синклиналей. В свою очередь, эти полосы разбиты поперечно-диагональными смещениями на ряд глыб в форме пластин и клиньев, разнообразно перемещенных относительно друг друга. Основные диагональные смещения вместе с продольными разбивают поле на участки, которые одновременно являются эксплуатационными участками шахты. Сместители основных поперечно-диагональных нарушений (числом свыше 20) дают две системы трещин: тяготеющую к меридиональной и повернутую относительно ее к западу и юго-западу на 60—110°.

Взаимное положение тектонических блоков указывает на наличие как поступательных, так и вращательных движений. Мощность зон дробления в основных смещениях в секущих горных выработках колеблется в широких пределах (15—25 *м*).

Зарисовки пластов по простиранию и падению показывают, что здесь, так же как и на соседних полях, имеет место резкая изменчивость мощности и структуры угольных пластов на дислоцированных участках.

При приближении пласта к смещению уголь ухудшает свое качество и становится смятым, бесструктурным, загрязненным, следовательно высокозольным. Загрязнение угля вызывается не только захватом частиц вмещающих пород движущейся массой угля, но и циркуляцией подземных вод по тектоническим трещинам, усиливающей минерализацию угольных пластов.

Жилы и дайки на юго-западной оконечности поля встречаются редко.

Поле шахты № 3. Эта шахта разрабатывает пласты средней угленосной свиты в Малой синклинали к юго-западу от границ поля шахты № 10.

Эксплуатационные работы развиты преимущественно в юго-восточном крыле и мульдовой части Малой синклинали. На этом участке

угольные отложения, зажатые с северо-запада и юго-востока гранитными массивами, тянутся узкой полосой с юго-запада на северо-восток, причем юго-западная часть синклинали сжата больше, чем северо-восточная.

По северо-западному крылу Малой синклинали, в границах шахтного поля и далее, проходит продольный взброс I, являющийся типичным для крыльев синклинальных складок, близких к нормальным. Падение сместителя юго-восточное, колеблющееся в пределах 47—85°. Смещение хорошо изучено горными выработками шахты № 7, разрабатывающей северо-западное крыло Малой синклинали на северо-востоке поля шахты № 3. Как показывают горные работы этой шахты, основная

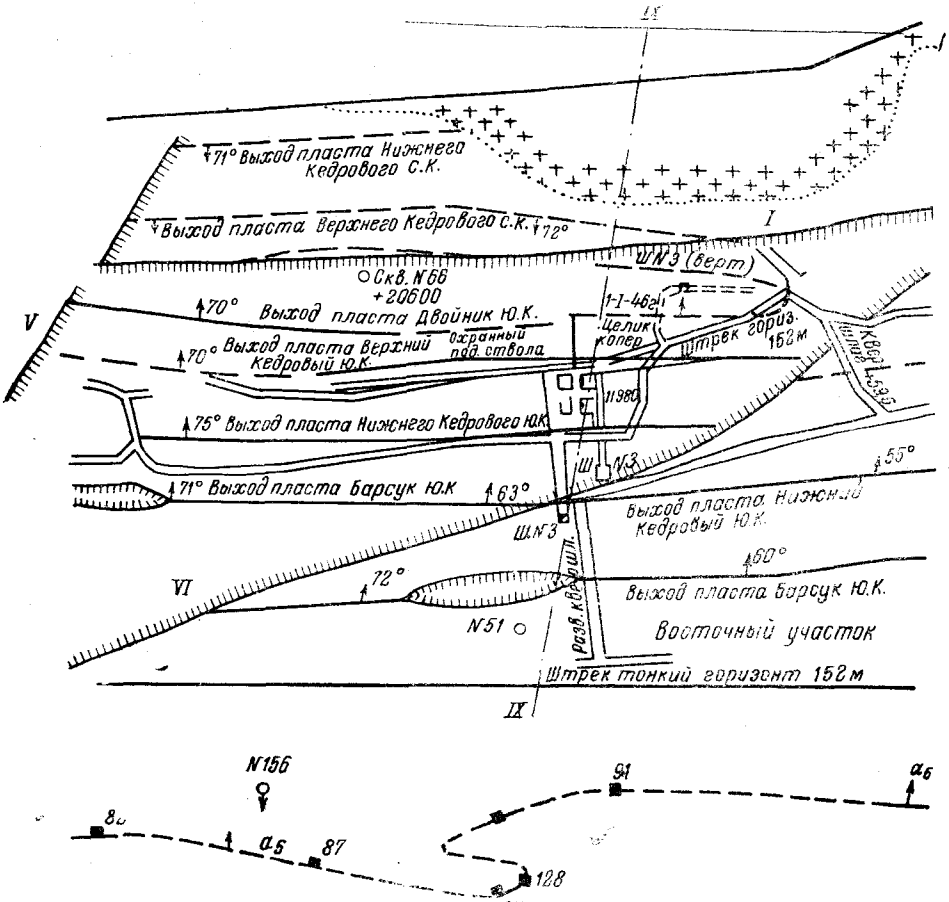


Рис. 11. План основных горных выработок и смещений на Центральном участке, шахта № 3

трещина взброса сопровождается большим числом более мелких трещин, т. е. зона дробления имеет значительную мощность. Как указывалось выше, данное смещение, вероятно, является продолжением продольного смещения I, проходящего в поле шахты № 10. Поперечно-диагональные смещения, имеющие крутые углы падения сместителей на юго-запад и северо-восток, разбивают юго-восточное крыло и мульдовую часть Малой синклинали на ряд блоков, которые одновременно являются эксплуатационными участками шахты.

На рис. 11 в плане представлен так называемый Центральный участок шахтного поля, заключенный между V и VI поперечно-диагональ-

ными смещениями. Здесь же изображена часть I продольного смещения.

Рис. 12 иллюстрирует вертикальный поперечный разрез участка, изображенного на рис. 11, по IX линии и дает представление о форме и амплитуде I и VI смещений.

Рис. 13 изображает структуру данного участка в вертикальном разрезе по оси Малой синклинали. Здесь налицо отмечавшееся ранее ступенчато-волнистое очертание оси синклинали, обусловленное наличием поперечно-диагональных смещений. Указанная волнистость оси создает в мульдовой части синклинали замыкание угольных пластов. Как видно из рис. 13, тектонические блоки имели разный характер перемещения. Так, например, центральный участок, заключенный между V и VI смещениями, приподнят относительно соседних; восточный блок опущен, а западный блок повернут, в результате чего край его, примыкающий к центральному участку, опущен, а противоположный — приподнят. Это своеобразная, характерная для условий месторождения форма приспособления складчатой структуры к разрешению напряжений разрывными деформациями.

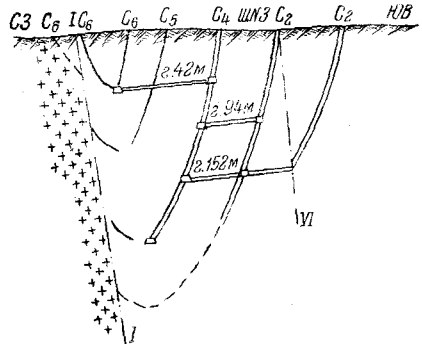


Рис. 12. Вертикальный разрез Центрального участка по линии IX, шахта № 3

Как и в других рассмотренных полях, здесь имеют место тектоническое изменение мощности угольных пластов и ухудшение качества угля на нарушенных участках. Секущие и пластовые жилы изверженных пород отсутствуют.

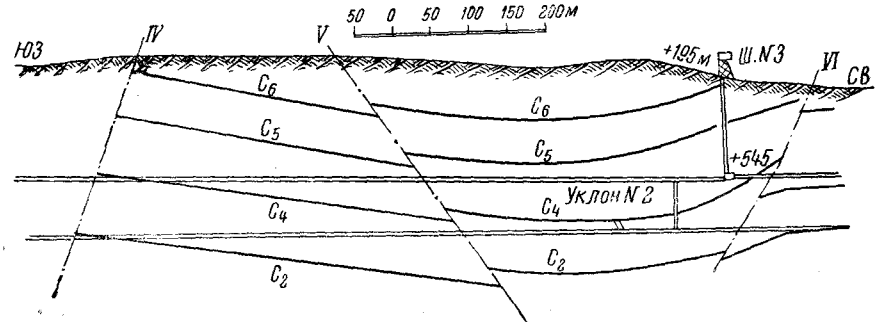


Рис. 13. Вертикальный разрез по оси Малой синклинали, поле шахты № 3

Поле шахты № 16. Поле этой шахты расположено вдоль юго-восточной границы месторождения. Шахта пройдена по пласту нижней угленосной свиты Третьей синклинали и отрабатывает пласты этой свиты в обоих ее крыльях, из них рабочими являются a_4 и a_5. Из пластов средней угленосной свиты горными выработками встречены c_2, c_4, c_5 и c_6.

Крылья Третьей синклинали падают к горизонту под углом 50—70°. Северо-западное крыло этой синклинали при переходе на Малую синклиналь усложнено дополнительной складкой. Вдоль его проходит продольное нарушение, представляющее типичный для крутых крыльев асимметричных синклиналей несогласно падающий остроугольный взброс (рис. 14). Горными выработками положение сместителя установлено достоверно.

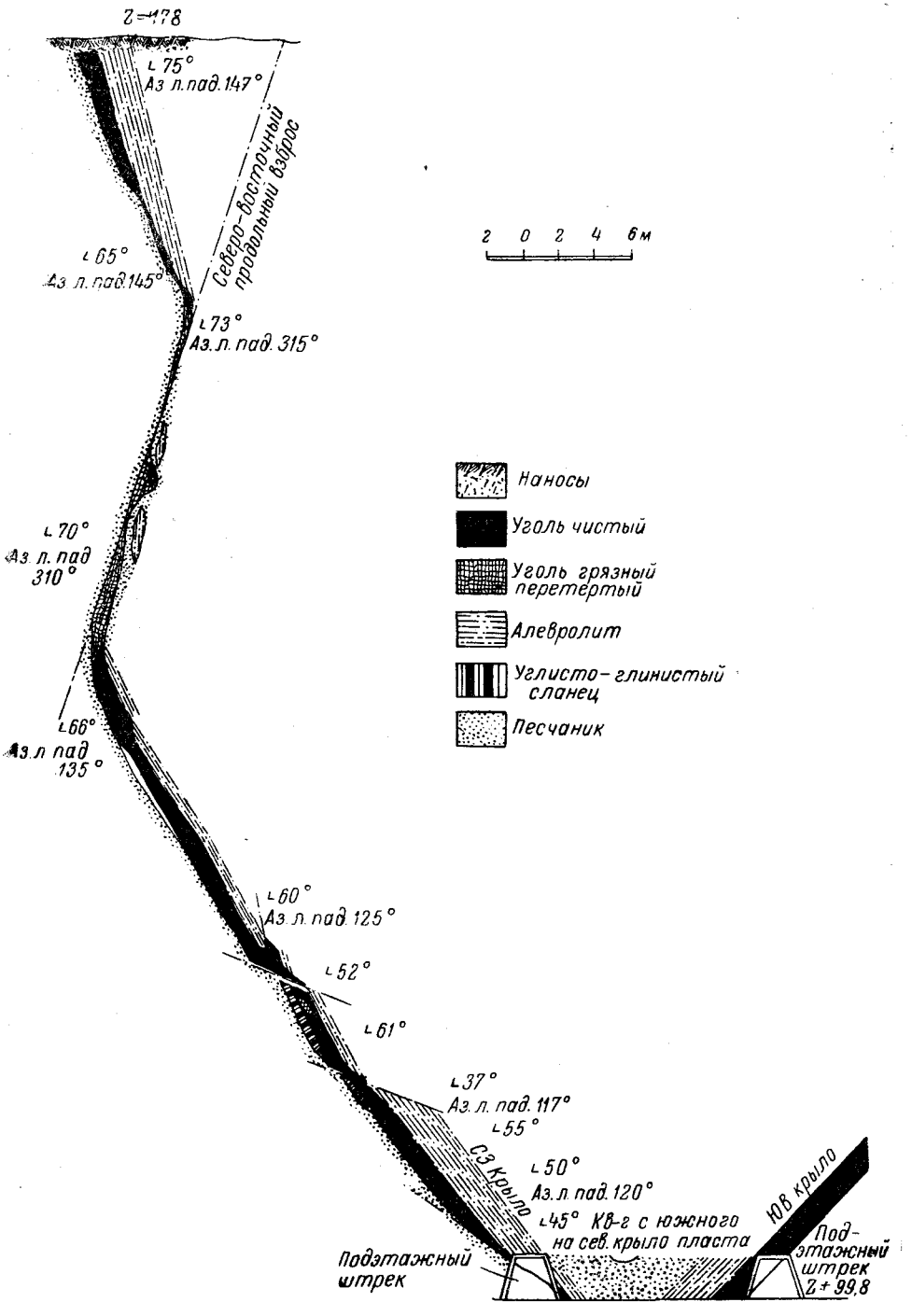


Рис. 14. Документация продольного смещения по рассечному гезенку, пласт c_2, шахта № 16

К северу от указанного продольного смещения проходит упоминавшееся выше XIII смещение, приуроченное к осевой части антиклинального перегиба между Третьей и Малой синклиналями.

Наряду с продольными смещениями в поле шахты есть и поперечно-диагональные смещения. Одно из них в районе ствола шахты достаточно достоверно установлено горными выработками. Его сместитель падает на юго-запад, пересекает складку и разрывает продольное смещение. При этом юго-западный блок относительно северо-восточного сдвинут на юго-восток.

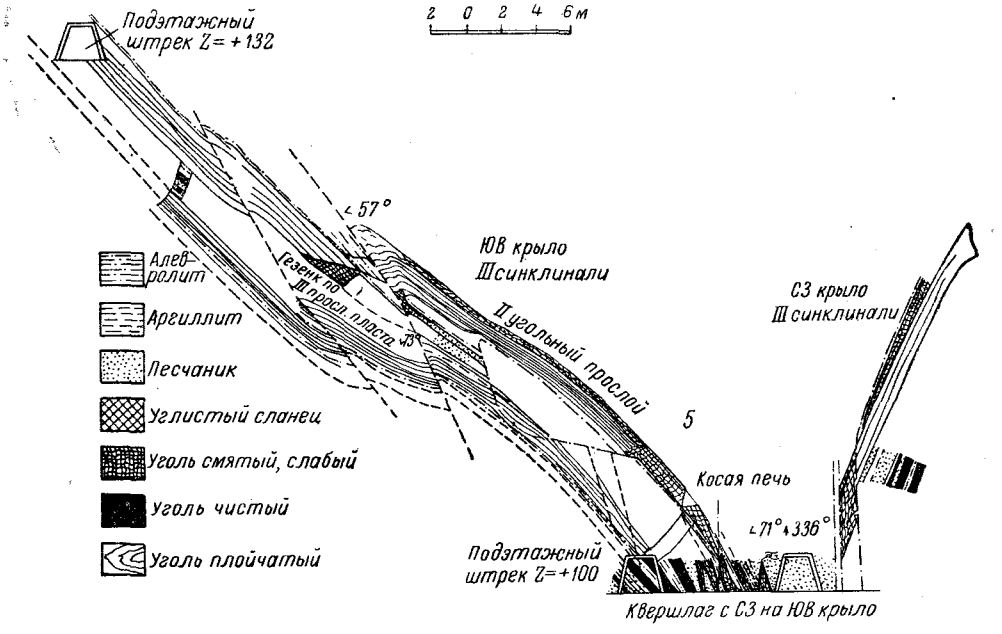


Рис. 15. Документация мелких смещений в горных выработках, пласт c_4, шахта № 16

Как показывает опыт разработки, мульдовая часть складки имеет большое число мелких смещений как с перекрытием, так и с растяжкой пластов. Смещения с растяжкой чаще приурочиваются к зоне перехода северо-западного крыла в замковую часть синклинали. Наоборот, в пологом, юго-восточном крыле, внутрислойные перемещения реализуются в мелкие смещения с перекрытием (удвоением) пласта в пережатость и плойчатость угольных прослойков (рис. 15).

Сильно нарушенное поле шахты № 20 по своей структуре и геологическим условиям отличается от рассмотренных шахтных полей и поэтому должно быть предметом особого рассмотрения.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренные складчатые структуры относятся к сильно нарушенным смещениями и вытянутым асимметричным синклинальным складкам.

Тектоническая нарушенность шахтных полей внутри указанных структур имеет разнообразный и сложный характер.

Опыт разведки и разработки нарушенных участков на месторождении позволяет сделать некоторые выводы относительно характера распределения разрывных деформаций и форм, в которых они проявляются внутри данных складчатых структур.

Для вытянутых асимметричных синклинальных складок месторо-

ждения характерно наличие продольных, поперечно-диагональных и мелких смещений.

Продольные смещения приурочены как к осевым зонам антиклинальных перегибов, так и к крыльям синклинальных складок. Смесители их имеют залегание, согласное с залеганием осевых плоскостей.

На пологом крыле асимметричной синклинали продольные тектонические нарушения проявляются в форме согласно падающих взбросов с перекрытием разорванных пластов и в форме мелких смещений от внутрислойных перемещений.

На крутом крыле асимметричной синклинали развиваются крупные продольные, несогласно падающие взбросы с растяжкой расчлененных пластов и в форме мелких взбросов, также с растяжкой пластов. Амплитуда крупных продольных смещений колеблется в широких пределах, от десятков до сотен метров. Мощность зоны дробления изменяется в диапазоне 15—25 *м* и не создает серьезных трудностей при проведении через нее горных выработок.

Продольными смещениями, как основными тектоническими нарушениями, шахтные поля разбиваются на крупные полосы, являющиеся тектоническими блоками первого порядка. Их взаимные перемещения, подчиняясь сжимающим усилиям, создают строение, обеспечивающее уменьшение размеров деформируемого участка в направлении действующих усилий. Поэтому продольные смещения в условиях вытянутых складок имеют преимущественно взбросовый характер.

Разная форма проявления продольных смещений на крыльях асимметричных синклиналей обусловливается характером приложения усилий и слоистым строением деформируемой толщи.

Вследствие того, что результат деформирования есть разрешение объемных напряжений, тектонические блоки первого порядка (полосы между продольными смещениями) дробятся далее поперечно-диагональными смещениями на более мелкие части — тектонические блоки второго порядка, имеющие разную форму.

Как следует из изложенного выше материала, эти блоки различно перемещены относительно друг друга.

Трещины, определившие выделение тектонических блоков второго порядка, при всей видимой сложности их взаимного положения, могут быть в некоторой мере для данного месторождения типизированы и разделены на две группы, имеющие меридиональное направление и повернутые относительно его к западу на угол 60—110°. Биссектриса этого угла в плане приблизительно перпендикулярна трещинам продольных смещений.

Перемещения более отчетливо выражены по первой системе трещин, чем по второй.

Резкие тектонические изменения мощности угольных пластов и понижение качества угля являются неизбежными факторами, с которыми постоянно приходится встречаться при разработке нарушенных участков месторождения.

Отмеченные особенности, помимо местного, имеют общее значение для структурного анализа угольных шахтных полей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анарт Э. Э. Угли Приморской области, Естественные производительные силы России, изд. АН, 1919, т. I, вып. 20.

2. Павлов М. А. Сучанское каменноугольное месторождение. Сборник, изд. ДВК, 1930.

3. Ткалич С. М. Сучанское каменноугольное месторождение. Геологический очерк, 1938.

4. Ушаков И. Н. Изучение смещений на шахтах треста Сучануголь в связи с разработкой нарушенных участков. Рукопись. Фонды Ленинградского горного института. 1946.