

КЛИВАЖ МОЩНЫХ ПЛАСТОВ ПРОКОПЬЕВСКОГО РАЙОНА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ОЧИСТНЫЕ РАБОТЫ

И. А. Молчанов и А. А. Белицкий.

ВСТУПЛЕНИЕ

При разработке мощных пластов Прокопьевского и Киселевского районов Кузбасса, где некоторые угольные пласты, как например: Мощный Горелый, III и IV Внутренние, достигают 8—10 и даже более метров нормальной мощности, проведение очистных работ натолкнулось на ряд серьезных затруднений, вытекающих из сильной трещиноватости углей.

В связи с этим, Научно-Исследовательским институтом Кузбассугля в 1938 г. была выдвинута тема по изучению кливажа углей и вмещающих пород указанных районов Кузбасса и влияния его на очистные работы, с целью выбора наиболее рациональной системы разработки мощных пластов. Выполнение этой темы было поручено кафедре разведочного дела Томского индустриального института.

Ввиду новизны вопроса и отсутствия разработанной методики изучения кливажа, особенно с точки зрения специфических требований производства, выполнение этой работы было рассчитано на 2 года, причем в задачу первого года было поставлено выполнение следующих пунктов.

1. Изучение кливажных плоскостей по углю в очистных забоях и частично в подготовительных выработках в пределах, доступных для наблюдения по пластам—Горелому и IV Внутреннему шахты Коксовой Прокопьевского района.

2. Разделение кливажных плоскостей на экзо—и эндогенные, их относительное проявление и влияние их на отбойку угля и устойчивость забоя.

3. Прослеживание важнейших плоскостей по простиранию и падению шахтного поля, составление кливажной решетки для исследованных участков и изучение ее возможных изменений в пределах шахтного поля.

4. Изменения в структуре кливажной решетки и характере проявления отдельных трещин при приближении к линиям нарушений.

5. Изучение влияния кливажных трещин на устойчивость забоя, в зависимости от ориентировки плоскости забоя по отношению к кливажу.

6. Выяснение влияния воды, проникающей из верхних горизонтов, на устойчивость забоя при различной ориентировке кливажных трещин.

Основной же целью первого года работы являлась, собственно, выработка методики наблюдений и, особенно, обработки собранных материалов, с таким расчетом, чтобы конечные результаты были представлены в достаточно простой и наглядной форме, удобной для использования их при решении чисто эксплуатационных вопросов соответствующими специалистами.

В процессе работы нам пришлось несколько отступить от намеченной программы. В частности, пункт 6-й был выпущен совершенно, так как рабочее поле шахты Коксовой до горизонта 215 м, на котором сосредоточены в настоящий момент все подготовительные и очистные работы, полностью дренировано, и притока воды в забоях не наблюдается. Единственным исключением был только случайный прорыв воды из пожарного водопровода, вызвавший аварию в одном из очистных забоев. Но и в этом случае требуемых программой наблюдений произвести не удалось, вследствие невозможности проникнуть к забою.

Кроме того, оказалось, что по шахте Коксовой интересующие нас пласты в 1,2 и 3 крыльях складок почти отработаны, 6-е же крыло еще не нарезалось. Таким образом все работы, как по нарезке, так и по выемке угля сосредоточены преимущественно по 4-му и отчасти по 5-му крыльям, где применяются только две системы очистных работ—„елочка“ и диагональные слои.

Поэтому мы несколько расширили фронт нашей работы, включив в программу, помимо упомянутых выше двух пластов, также пласт III Внутренний, достигающий здесь 5—6 метров мощности и разрабатываемый главным образом лавами.

Кроме того, провели наблюдения на соседнем поле шахты 3 и 3-бис в двух крыльях по пластам Горелому, III и IV Внутренним и отчасти по Мощному.

Включение в программу работ наблюдений в поле шахты 3 и 3-бис имело еще и другие мотивы. Здесь на одном из отрезков пласта Горелого находится опытный участок Научно-Исследовательского института Кузбассугля, на котором поставлена экспериментальная разработка этого мощного пласта тремя различными системами—наклонными слоями, горизонтальными слоями и зонами.

Этот участок представлял особый интерес для нашей цели, так как три различных системы, расположенные практически в одном месте, позволяли поставить наблюдения над влиянием одной и той же кливажной решетки на различно ориентированные очистные забои. К сожалению провести полностью этих наблюдений нам не удалось, так как во время наших работ разработка на опытном участке производилась с перерывами.

В качестве ответственного исполнителя темы на первый год работы кафедрой выдвинут доцент А. А. Белицкий, а непосредственное руководство выполнением работы, особенно на

первом этапе, когда необходимо было выработать методику наблюдений и обработки материалов, принял на себя зав. кафедрой проф. И. А. Молчанов. В качестве помощников-наблюдателей были привлечены к работе аспирант кафедры, инженер-геолог В. А. Монин и студенты-дипломники—К. В. Миронов и В. М. Ляпкин, обработавшие собранный ими материал в своих дипломных проектах.

Настоящая работа написана совместно И. А. Молчановым и А. А. Белицким. Первым написаны общая часть, методика наблюдений и обработки материалов, анализ кливажной решетки и совместно с А. А. Белицким—заключение. Последним же составлено описание наблюдений в забоях, поскольку вся работа по сбору первичного фактического материала проводилась при его участии и под его личным наблюдением и руководством, так как И. А. Молчанов, вследствие болезни, принять непосредственного участия в этой работе не мог.

ОБЩАЯ ЧАСТЬ.

1. Современное состояние вопроса по изучению кливажа и основная терминология.

Изучение кливажа не является новым вопросом. Почти в каждом руководстве по угольным месторождениям в той или иной мере затрагиваются и вопросы о проявлении кливажа, и его влиянии на отбойку угля. В горно-технической литературе также имеется не мало статей, касающихся этого вопроса. Но специальных работ по изучению кливажа в общем очень немного, а таких, которые трактовали бы этот вопрос не с точки зрения облегчения отбойки угля, а в смысле устойчивости забоя и безопасности ведения очистных работ при разработке мощных угольных пластов, повидимому, совсем нет.

Систематическим изучением кливажа у нас в Союзе занимается инженер-геолог Г. А. Иванов. Его работа—„Отдельность (кливаж) в углях и сопровождающих породах Донецкого и Подмосковного бассейнов, их происхождение и использование в стахановских методах работы“ (4)—является очень важной и интересной работой, кладущей основание подобного рода исследованиям. К сожалению более поздние его работы, в том числе работа по изучению кливажа в Кузбассе и в частности даже в Прокопьевском районе еще не опубликованы, а поэтому воспользоваться их результатами мы не могли.

Особенно ценным в названной работе, с нашей точки зрения, является довольно полный обзор русской и иностранной литературы по кливажу, уточнение понятий—кливаж и отдельность, поскольку до этого в них вкладывалось различное содержание, классификация кливажных плоскостей и их диагностические признаки, а также инструкция и практические указания по методике полевых наблюдений. Что касается общих выводов, к которым приходит автор в результате своей работы, то они сводятся, главным образом, к вопросам региональной тектоники исследованных им районов и прямого отношения к нашей теме не имеют. Производственные же выводы весьма кратки и заключаются в общих фразах о важности изучения кливажа для правильной ориентировки выработок и в повторении всем известного положения, что ориентировка забоя параллельно плоскости кливажа облегчает отбойку угля.

В начале 1938 г. изучением кливажа и его влияния на очистные работы по мощным пластам шахты Коксовой занимался геолог этой шахты В. А. Азимов (1).

Эта работа целиком совпадала с нашей темой. В ней содержится много весьма интересных наблюдений над очистными забоями, которые автор имел возможность вести систематически в течение нескольких месяцев, а также ценных практических выводов. К сожалению, во время наших работ все материалы В. А. Азимова находились еще в обработке, и мы могли с ними познакомиться только уже перед окончанием наших работ на шахте. Однако, некоторыми советами и указаниями, почерпнутыми нами из личных бесед с автором, мы имели возможность воспользоваться уже в процессе работы, за что считаем своим долгом выразить тов. Азимову свою признательность.

Остальные литературные источники, с которыми нам пришлось ознакомиться в процессе подготовки и проведения нашей работы, существенного влияния на нее не оказали. Список их помещен в конце статьи, а ссылки делаются при изложении соответствующих мест текста.

При изложении материала мы придерживаемся терминологии, предложенной Г. А. Ивановым. Последний, в согласии с Ю. А. Жемчужниковым, полагает, что под термином отдельность следует понимать склонность угля или породы раскалываться по определенным направлениям. Эта способность или склонность обусловлена системой явных или скрытых трещин, образующихся в породе от разнообразных причин. Совокупностью или комбинациями нескольких поверхностей отдельности определяется форма кусков, на которые под влиянием их разделяются эти породы. Это и будет форма отдельности—кубическая, параллелепипедальная, столбчатая, плитчатая и проч. Под термином же кливаж он понимает самое явление закономерной трещиноватости углей и пород, обусловленное теми же разнообразными причинами.

По генетическому признаку все эти трещины можно разбить на следующие три группы.

К первой группе относятся трещины, обусловленные причинами эндогенного порядка, зависящими от внутреннего физического и химического изменения вещества угля или породы. Они возникают вследствие сокращения объема первичной исходной массы при ее дегидратизации и внутренних молекулярных перегруппировок под влиянием диагенеза и углефикации, без заметного участия внешних механических воздействий. В согласии с Г. А. Ивановым, мы эти трещины будем называть эндогенными трещинами.

Вторая группа трещин возникает под влиянием внешних механических воздействий от напряжений, возникающих в деформируемом пласте, при дислокациях угленосной толщи. Это будет экзогенная группа трещин, обусловленная, главным образом, тектоническими причинами.

Наконец, в третью группу следует выделить, согласно исследований Иете (5), Энде (8), а также Фолькнера и Филлипса (9), трещины, возникающие в угольных пластах под

влиянием их разработки. Эту группу трещин удобно было бы назвать, по Энде, трещинами давления (Drucklager) или случайными, экзотическими трещинами, как обусловленными случайной причиной—нарушением равновесия горных пород при проходке очистных или подготовительных выработок.

Последняя группа трещин собственно не относится к кливажу, поскольку она не связана определенными закономерностями с условиями залегания пласта и вызвана не естественными причинами, а искусственным ослаблением сопротивления угля раздавливанию, вследствие частичной его выемки. Но для нас условия образования этих трещин имеют существенное значение: В случае, когда направление их совпадает или близко к направлению какой-нибудь системы трещин естественного кливажа, степень проявления этой системы будет значительно усилена, по сравнению с остальными. В противном случае они затушевывают проявление кливажных трещин, затрудняют их идентификацию и могут привести к ложным выводам. Поэтому возможность появления этих трещин, особенно в очистных забоях при разработке мощных пластов, следует всегда учитывать.

2. Диагностические признаки трещин различного происхождения.

А. Эндогенные трещины.

Эндогенный кливаж развивается вследствие сокращения массы горной породы, в результате ее уплотнения и диагенеза. При этом образуется обычно три взаимно перпендикулярных и сопряженных системы трещин. Одна из них совпадает с плоскостью напластования, а две другие располагаются нормально к первой и взаимно перпендикулярно друг-другу. Причина такой закономерности в ориентировке двух последних плоскостей пока еще точно не установлена. Повидимому, направление их стоит в зависимости от первичного плоскостного распространения пласта, а может быть и всей угленосной толщи. Одна из этих систем бывает обычно выражена более отчетливо и носит название основной, вторая, менее ярко выраженная, называется торцевой.

Эндогенный кливаж поражает не только угли, но и вмещающие породы, особенно песчаники, причем в песчаниках эти трещины проявляются иногда очень отчетливо. Однако, даже в случае яркого проявления кливажных трещин в породах, эти трещины располагаются сравнительно редкой сеткой с расстояниями между ними, измеряемыми десятками сантиметров. В однородных по составу породах—глинистых сланцах и равнозернистых песчаниках—эндогенный кливаж выражается вообще более отчетливо, чем в разнородных тонкослоистых породах, состоящих из чередующихся прослоев песчанистого и глинистого материала.

В отличие от вмещающих пород, сокращение угольного пласта происходит более энергично, так как в этом случае диагенез заключается в сложных химических преобразованиях исходной массы при ее углефикации, связанных с большой потерей вещества в виде выделяющихся из нее летучих компонентов, между тем как во вмещающих породах—песках и глинах—этот процесс выражается в простой дегидратизации и уплотнении. Благодаря этому эндогенный кливаж в углях проявляется более интенсивно—в виде весьма сгущенной системы трещин, расстояния между которыми измеряются сантиметрами и даже долями сантиметров.

Главнейшими отличительными признаками эндогенных трещин являются следующие:

1. Поверхности эндогенных трещин всегда нормальны или почти нормальны к поверхности напластования, а потому и линии их скрещивания почти перпендикулярны к кровле и почве пласта.

2. Обе эндогенных плоскости взаимно сопряжены и почти перпендикулярны друг другу. Поэтому, заметив одну, легко отыскать и другую.

3. Основная плоскость обычно выражена более отчетливо, по сравнению с торцевой, поэтому отыскивается легче. В забое и на кусках отбитого угля она образует крупные, ровные и гладкие грани, без следов притирания. Иногда по ней наблюдаются инфильтрационные включения кальцита, гипса или пирита¹⁾. Местами трещиноватость по основной плоскости проявляется настолько интенсивно, что весь угольный пласт кажется состоящим из тонких пластинок в несколько миллиметров толщиной, ориентированных параллельно этой плоскости. Порою такой кливаж совершенно маскирует слоистость.

4. Торцевая плоскость выражена обычно значительно слабее как в смысле густоты трещин, так и яркости их проявления. В забое и на отбитых кусках угля она проявляется в виде мелких граней, срезающих под прямым углом выступы пластин, выкалывающихся по основной плоскости.

Иногда, повидимому в тех случаях, когда тектонические напряжения вызывали трещиноватость угля в направлении близком к направлению торцевой плоскости, последняя проявляется резче, и местами становится превалирующей. Но в таких случаях на ней появляются обычно и штриховка, и полировка (зеркала скольжения), и прочие атрибуты, свойственные экзогенным трещинам, и эндогенная плоскость по существу превращается в экзогенную.

Впрочем, при прослеживании эндо-кливажных трещин на больших площадях, иногда замечаются изменения в степени их проявления и независимо от влияния тектонических воздействий, причем эти изменения могут достигнуть таких пределов,

¹⁾ В Прокопьевском районе нам таких включений наблюдать не приходилось.

что торцевая плоскость окажется выраженной более отчетливо, чем основная. Иначе говоря, обе рассматриваемые плоскости переменяются своими местами. Причины таких изменений пока не выяснены. Возможно, что они стоят в зависимости от приближения точки наблюдения к естественным границам пласта или бассейна.

Б. Экзогенные трещины.

Экзогенный кливаж развивается под влиянием тектонических причин. Трещины образуются вследствие срезающих напряжений, возникающих при сжатии угленосной толщи. Ориентировка их обусловлена направлением сжимающих усилий и в общем не зависит от условий залегания пласта.

Однако, согласно наших наблюдений, в мощных дислоцированных пластах одна система экзогенных трещин обычно совпадает или почти совпадает с поверхностями напластования угля, тем самым резко подчеркивая последние.

Важнейшими отличительными признаками экзогенных трещин являются следующие.

1. Произвольное расположение по отношению к элементам залегания пласта. Исключение составляет лишь одна система экзогенных трещин, которая, как указывалось выше, обычно приурочивается к плоскостям напластования, будучи обусловлена послойным скольжением отдельных пачек угля при изгибе пластов. В мощных пластах такие послойные перемещения достигают значительных размеров и сопровождаются образованием внутри пласта порошковатых прослоев (сальников), а иногда и целых пачек мятого угля (подкалочника) мощностью до 0,35 и даже 0,80 м.

2. Поверхности разрывов по экзогенным трещинам являются поверхностями более или менее заметных перемещений, а поэтому всегда несут следы притирания. Местами они представляют гладкие полированные поверхности—зеркала скольжения,—в других случаях они являются ребристыми, струйчатыми, иногда более или менее сильно изогнутыми и далеко не всегда строго параллельны друг другу. Взаимопересечение или скрещивание системы таких поверхностей одного общего направления часто обуславливает так называемую гребенчатую отдельность угля.

В. Трещины давления.

Эти трещины образуются под влиянием давления вышележащих горных пород над выработанным пространством.

Английские исследователи Фолькнер и Филлипс (9), изучавшие условия образования и характер такого рода трещин, пришли к следующим выводам.

1. Трещины давления ¹⁾ образуются вблизи подготовительных и очистных забоев.

¹⁾ Указанные авторы называют эти трещины „вынужденный кливаж“ (induced cleavage).

2. Общая ориентировка этих трещин параллельна груди забоя.

3. При изменении направления плоскости забоя изменяется и направление трещин, причем последние искривляются, огибая выступы забоя и следуя направлению его стенок.

4. В узких выработках—печах, штреках и проч.—трещины в кровле искривляются в сторону движения забоя, причем радиус кривизны тем больше, чем уже выработка.

5. Отклонение плоскости трещин давления от нормали к пласту происходит обычно в сторону выработанного пространства и достигает до 12° .

6. Определенной зависимости трещин давления от естественного кливажа нигде не наблюдалось. Трещины давления обычно пересекают плоскости кливажа.

7. Во вмещающих породах трещины давления легче образуются в глинистых сланцах, чем в песчаниках. На глубине до 100 м от поверхности трещины давления появляются очень редко, даже при слабой кровле. На глубинах от 100 до 180 м они появляются в сланцевой кровле лишь в отдельных случаях, а при глубине выработок более 180 м—всегда. В песчаниках трещины давления появляются только с глубины 550 м, а с глубины 700 м наблюдаются всегда.

Появление трещин давления усложняет наблюдения за кливажем, особенно когда их направление близко к одному из направлений последнего, так как трещины того и другого происхождения легко спутать между собою.

Важнейшими отличительными признаками трещин давления от кливажных являются следующие.

1. Ориентировка трещин параллельна плоскости забоя или стенкам выработки.

2. Трещины давления всегда матовые—без следов притирания—и ровные—без струйчатых поверхностей.

3. Стенки трещин давления, проходящих по углю, часто бывают покрыты угольной пылью.

3. Специфичность геологической обстановки района.

В Прокопьевском районе, где протекали наши работы, нам пришлось иметь дело с исключительными по мощности пластами каменного угля, а именно: III Внутренним в 5—6 м нормальной мощности, IV Внутренним—от 7 до 9,5 м, Горелым, мощность которого колеблется в пределах 8—9 м, и Мощным, в котором она достигает 14 м.

Кузбасс, как известно, характеризуется резкими и сильными нарушениями продуктивной толщи, вследствие интенсивных давлений, которым подвергались угленосные осадки Кузнецкой котловины, главным образом, со стороны Салаирского кряжа. Прокопьевский и соседний с ним Киселевский районы расположены на ЮЗ. границе бассейна в непосредственной близости к

предгорьям Салаира. Вполне понятно поэтому, что угленосная толща здесь подверглась особенно сильным дислокациям. Угольные пласты собраны в многочисленные и крутые складки СЗ., близкого к меридиональному, простирания и осложнены массой дизъюнктивов. Главные тектонические трещины располагаются, приблизительно, параллельно осям складок и имеют крутое падение в 60—70° на ЮЗ, в сторону Салаира. Побочные же трещины отделяются от них под различными углами, пересекая крылья складок по диагонали и вкрест их простирания.

Интересно, между прочим, отметить, что господствующей формой основных дизъюнктивов являются взбросо-сдвиги, поражающие преимущественно СВ. крылья антиклинальных складок. Перемещение масс при этом происходило таким образом, что каждая последующая глыба, считая с СВ на ЮЗ, приподнималась относительно предыдущей, надвигаясь или взбрасываясь на последнюю, и сдвигалась относительно ее на юго-восток, причем амплитуды действительных относительных перемещений смежных глыб достигают порядка нескольких сотен метров.

Понятно также, что в таких условиях сравнительно хрупкие каменноугольные пласты, заключенные в пластичных вмещающих породах, среди которых преобладающим развитием пользуются аргиллиты, не могли сохранить сплошности слагающего их угольного вещества. Оно оказалось разбитым многочисленными трещинами, частично совпадающими, или почти совпадающими с плоскостями (вернее поверхностями) напластования, частично секущими их под некоторыми более или менее значительными углами. Особенно резко это должно было сказаться, конечно, на мощных пластах, где напряжения при изгибах и срезах, при прочих равных условиях, достигали максимальных значений.

Действительно, в мощных пластах мы наблюдаем сложную криважную решетку. Весь пласт или некоторые слагающие его пачки угля оказываются интенсивно разбитыми трещинами различных направлений, причем стенки почти всех трещин несут более или менее яркие следы притирания, указывающие на перемещения отдельных кусков угля относительно друг друга. Таким образом здесь основное различие между эндогенными и экзогенными трещинами часто совершенно стирается, так как каждая трещина служила плоскостью скольжения при внутрипластовых перемещениях.

Интересно, что наиболее сильные перемещения происходили по плоскостям, очень близким к плоскостям напластования. Иногда эти трещины совершенно совпадают с плоскостями напластования, иногда отклоняются от них, на некоторые, очень небольшие углы, затемняя и маскируя действительные условия залегания пласта.

Менее интенсивные, но вполне отчетливые перемещения имели место и по основной плоскости, простирание которой близко к простиранию пластов. Благодаря смятию и истиранию

граней при перемещениях, плоскость эта иногда испытывает довольно существенные деформации и отклонения от своего нормального положения в пласте. Особенно сильные деформации она испытывает в замках складок, где, вследствие изгиба пласта, происходит изменение условий ее залегания (перемена направления падения на противоположное).

Торцевая плоскость сохраняется в общем много лучше, вероятно, благодаря ее особо благоприятному расположению — почти вертикально и почти вкрест простирания пластов. Благодаря этому она сохраняет свое направление на обоих крыльях складок. Но и по ней местами наблюдаются следы притирания и штриховка, указывающие на микроперемещения.

Что касается экзогенных плоскостей, то они довольно многочисленны. Условия их залегания колеблются в более широких пределах, что сильно затрудняет их выделение и идентификацию. Иногда направление их приближается к направлению какой-либо из эндогенных плоскостей, и тогда отделить одну систему от другой бывает довольно трудно.

Все это, вместе взятое, сильно затрудняло наблюдения по изучению кливажной решетки и закономерностей ее изменения на площади исследуемых участков.

Еще большие затруднения встретились при определении „степени проявления“ кливажных трещин. Нужно заметить, что для определения степени проявления вообще нет объективных критериев. Она определяется на глаз (вернее по мускульному чувству), т. е. по относительной легкости, с которой уголь раскалывается в том или ином направлении. Между тем наблюдения в двух смежных точках, из которых одна расположена в подготовительных выработках, а другая в очистном забое, дают часто несоизмеримые результаты.

Огромные каверны, получающиеся при разработке мощных пластов, подчас к тому же довольно небрежно забученные, вызывают сильное давление кровли у очистных забоев, ведущее к раскалыванию угля. Применяемые почти всюду взрывные работы еще более усиливают этот эффект. При этом раскалывание происходит преимущественно по плоскостям, которые близки к тем, по которым стремятся разрешиться возникающие в угле напряжения. А это, как известно из законов образования трещин давления, будут преимущественно плоскости параллельные груди забоя. Отсюда понятно, что в очистных забоях, в зависимости от их пространственной ориентировки, подчеркиваются только некоторые кливажные плоскости в ущерб остальным, хотя в целиках, не затронутых очистными работами, последние могут быть выражены не хуже.

Все эти моменты, выявлявшиеся постепенно в процессе работы, не могли не отразиться на ее продуктивности, особенно на первых порах. Наблюдения в некоторых точках приходилось повторять по нескольку раз, сопоставляя и корректируя результаты наблюдений в очистных и подготовительных выработках.

Не могло это не отразиться и на методике работы, которую приходилось несколько видоизменять в процессе выполнения работы, а отчасти и на ее результатах. Поэтому, выводы, которые мы позволяем себе сделать из полученных нами данных, следует считать предварительными, заслуживающими дальнейшего уточнения и проверки.

4. Методика наблюдений и обработки материалов.

А. Методика наблюдений.

При производстве наблюдений мы придерживались, в общем, инструкции, предложенной Г. А. Ивановым. Только особое внимание нами уделялось очистным выработкам, во-первых потому, что проявление кливажных трещин в больших обнажениях очистных забоев наиболее отчетливо, во-вторых потому, что только здесь мы имели возможность наблюдать непосредственное влияние той или иной системы трещин на устойчивость забоя и потолка выработок. Особенно важным при этом мы считали производство наблюдений в очистных выработках по одному и тому же пласту в условиях различной ориентировки забоя. Благоприятствующим этому обстоятельством являлись такие системы разработок, как диагональные слои и „елочка“ в пределах пласта IV Внутреннего шахты Коксовой и опытный участок Горелого на шахте 3 и 3-бис.

Условия залегания кливажных плоскостей подвергались многочисленным замерам, причем устанавливались средние их значения для каждого участка пласта и амплитуды их отклонений.

Выявление кливажных трещин в очистных забоях не представляет особых затруднений. В процессе работы по отбойке угля и особенно непосредственно после отпалки, все эти трещины проявляются вполне отчетливо. Здесь важно только установить степень их проявления вне зависимости от ориентировки забоя и прочих причин случайного характера, а также влияние их на устойчивость стенок и кровли.

Гораздо труднее выявление плоскостей в подготовительных выработках, особенно в законсервированных забоях штреков и стенках орт. Здесь приходится основательно поработать кайлушкой, чтоб выявить все те плоскости, которые наблюдались в соседнем очистном забое, причем не исключена возможность пропуска некоторых из них. Впрочем, эндогенные плоскости и здесь узнаются легко, благодаря их характерной ориентировки относительно плоскости пласта. Сложнее обстоит дело обычно с выявлением экзогенных плоскостей и их идентификацией, вследствие испытываемых ими изгибов и значительных отклонений от среднего их направления. Самые замеры залегания плоскостей элементарно просты и производятся горным компасом, причем обычно фиксируется азимут и угол падения.

Черновые записи в забое велись в записной книжке, где ука-

зывалось: 1) место наблюдения и характер выработки, 2) все замеры азимутов и углов падения последовательно для каждой наблюдаемой плоскости, 3) интенсивность кливажа в смысле густоты (частоты) расположения трещин, 4) степень проявления, т. е. легкость отслаивания (отделения) угля по данному направлению, 5) характер поверхностей трещин—изгибы, наличие следов притирания, штрихов (замер направления штриховки), 6) условия залегания пласта и 7) ориентировка плоскости обнажения. Одновременно производилась зарисовка забоя с указанием расположения важнейших трещин и напластования, а также брались типовые образцы отдельностей с указанием их пространственной ориентировки. В случае очистного забоя, к этому прибавляются замечания относительно отслаивания угля, с указанием трещин, по которым оно происходит, формы и размеров выпадающих кусков и проч.

Все наблюдения, сделанные в одном очистном забое или в подготовительной выработке, преимущественно в орте или конечном забое штрека, считаются относящимися к одной точке. Так как условия залегания пласта и характер кливажной решетки изменяются в пространстве сравнительно медленно и постепенно, то принятую нами густоту расположения точек с интервалами в 100—150 м можно считать вполне достаточной. Впрочем, наши точки наблюдения располагаются, обычно, несколько более тесно. Это было вызвано не столько желанием более тщательного прослеживания изменений кливажной решетки, сколько иными причинами—или сближением очистных забоев, или необходимостью сопоставить поведение плоскостей в подготовительных и очистных выработках.

Все очистные и подготовительные работы, как шахты Коксовой, так и 3 и 3-бис, сосредоточены на одном рабочем этаже, между абсолютными отметками 265 и 215 м. Поэтому, все наши наблюдения практически относятся к одному горизонту и могут служить для вывода изменчивости кливажной решетки только по простиранию.

Для каждой точки наблюдения составлялась специальная карточка по выработанной нами форме (рис. 1), в которую переносились на-чисто сделанные в забое замеры и зарисовки.

Б. Методика обработки материалов.

Обработка первичных наблюдений заключалась в следующем:

1. Все точки наблюдений наносились на пластовую карту рабочего горизонта в виде кружка с № соответствующей точки, причем точки, расположенные очень близко друг к другу, иногда объединялись. Масштаб карты мы избрали 1:5000, так как эта сравнительно мелко-масштабная карта более удобна для обозрения и на ней более четко вырисовывается общая структура м-ния.

2. Для каждой точки наблюдения вычислялись средние значения углов, характеризующих условия залегания каждой плоскости.

3. Для характеристики изменений кливажной решетки по простираанию пласта и при переходе от одного пласта к другому все данные средних замеров по точкам представлены в сводных таблицах по пластам, в которых (таблицах) точки распределены в порядке их пространственного расположения.

4. Для более ясного и наглядного представления о взаиморасположении кливажных плоскостей и их взаимоотношений с плоскостью напластования выстраиваются стереограммы всех этих плоскостей как для каждой точки наблюдения в отдельности, так и сводные для каждого участка (крыла) пласта в целом. Также стереограммы, помимо наглядности пространственного расположения наблюдаемых плоскостей, позволяют легко и быстро решать и целый ряд связанных с ними геометрических вопросов.

5. Однако иногда этого бывает еще недостаточно. Для решения некоторых производственных вопросов, особенно вопросов, связанных с отслаиванием угля в забоях и устойчивостью их стенок, в зависимости не только от ориентировки плоскости забоя, но и направления его движения, приходится прибегать к построению блок-диаграмм и даже блок-моделей. Поэтому, мы строили еще и блок-модели.

Из всех возможных методов изображения условий залегания кливажных плоскостей мы остановились на методе стереографических проекций. Этот метод, широко применяемый в точных методах петрографических исследований и достаточно хорошо известный каждому геологу, заключается в общем в следующем.

В качестве основы для проектирования берется сфера произвольного радиуса. Все линии и плоскости, произвольно ориентированные в пространстве, мыслятся проходящими через ее центр O (рис. 2). Линии пересечения плоскостей со сферой и точки пересечения линий с нею проектируются на экваториальную плоскость сферы $ЕН$, которая в то же время является и плоскостью горизонта. Проектирование применяется не ортогональное, а коническое, причем за центр проекций принимается один из полюсов сферы. Обычно, рассматривается только верхняя гемисфера EZH , расположенная выше плоскости горизонта, за центр же проекций принимается нижний полюс Na .

Понятно, что в таком случае проекции всех точек верхней гемисферы не выйдут за пределы экваториальной окружности, а расположатся внутри этого круга, называемого кругом проекций. Если мы разделим дугу меридиана EZ (рис. 2) на равные интервалы через 15° и точки деления (a, b, c, d, e) соседним с центром проекций Na , то в точках пересечения (a', b', c', d', e') этих лучей с экватором $ЕН$ получим проекции точек деления на картинную плоскость. Если теперь через точки деления сферы (a, b, c, d, e) проведем ряд горизонтальных плоскостей, то линии сечения сферы этими плоскостями (параллельные круги) спроектируются на картинную плоскость в виде ряда концентрических окружностей с радиусами Oa', Ob', Oc' и т. д.

Стереографические проекции обладают следующими интересными и ценными свойствами.

1. Любое плоское сечение сферы проектируется на картинную плоскость в виде окружности круга.

2. Все углы, начерченные на поверхности сферы, проектируются на картинную плоскость без искажения.

Первое свойство позволяет легко и быстро построить стереографическую проекцию любой плоскости по элементам ее залегания. Пусть, например, какая-нибудь плоскость задана азимутом падения α и углом падения δ (рис. 3).

Взяв круг произвольного радиуса (круг проекций), проводим в нем направление меридиана NS. Затем из центра O проводим луч OC_1 , в направлении падения заданной плоскости и к нему перпендикулярный диаметр $A_1 B_1$. Последний, очевидно, будет линией простиранья нашей плоскости. У одного из концов этого диаметра, например, в точке A_1 , строим угол δ , равный углу падения плоскости, и продолжаем линию $A_1 C_1$ до пересечения с лучом OC_1 в точке C_1 . Наконец, из точки C_1 , как центра, описываем дугу $A_1 K B_1$, которая будет искомой проекцией заданной плоскости. Точно также можно построить и любую другую плоскость, например $A_2 K B_2$ причем линия KO очевидно будет линией их взаимного пересечения (скрещивания).

Еще проще это делается с помощью специальной стереографической сетки (рис. 4). Для этого поступают следующим образом. Восковку совмещают со стереографической сеткой (рис. 4). Наносят на ней круг проекций и намечают концы меридиана 0—180. Затем, не отрывая восковки, на окружности круга проекций отмечают точку, соответствующую азимуту падения плоскости, которую желают изобразить. После этого, вращая восковку около центра круга, совмещают намеченную точку с точкой 9 (90° азимутального круга) и проводят диаметр 0—180. Эта линия, перпендикулярная линии падения нашей плоскости, изобразит ее простиранье. В левой части сетки проведен ряд дуг, опирающихся на диаметр 0—180, которые представляют ряд плоскостей, наклоненных под разными углами к горизонту, с интервалами угла наклона в 5°. Выбираем из них ту дугу, которая соответствует углу падения нашей плоскости и скопируем ее на восковку. Эта дуга и будет стереографической проекцией нашей плоскости. Таким способом можно легко и быстро изобразить любую плоскость, произвольно ориентированную в пространстве. Такое изображение получается изящным, точным и наглядным. Оно позволяет не только быстро разобраться во взаимоотношениях всех рассматриваемых плоскостей, но и сделать измерения любых образуемых ими геометрических элементов, причем все такие измерения совершаются легко и быстро при помощи той же стереографической сетки.

Так при помощи этой сетки можно быстро и точно измерить углы между линиями пересечения плоскостей, например, следами кливажных плоскостей на плоскости пласта или забоя.

Пусть, например, плоскость $A_1 B_1$ (рис. 3) будет плоскостью пласта, а плоскость $A_2 B_2$ какой-нибудь кливажной плоскостью, и требуется измерить угол KOB_1 , составляемый линией пересечения KO с линией простирания пласта $A_1 B_1$, считая от положительного направления последней.

Для этого накладываем восковку, на которой нанесены указанные плоскости, на стереографическую сетку так, чтобы линия простирания пласта $A_1 B_1$ совпала с начальным диаметром сетки $0-180$, а точка B_1 совпала с 0° . Тогда дуга $B_1 K A_1$, изображающая плоскость пласта, совпадает с одной из дуг, опирающихся на начальный диаметр (или пройдет между ними). Эти дуги, напоминающие меридианы на глобусе, разделены соответствующей сеткой параллелей на интервалы в 5° , что позволяет по соответствующему меридиану легко отсчитать число градусов дуги, на которую опирается центральный угол $B_1 OK$.

Такие измерения линейных углов между следами кливажных плоскостей на какой-нибудь избранной плоскости совершенно необходимы для построения блок-диаграмм и блок-моделей. Но иногда приходится измерять и двугранные углы между плоскостями.

Так как двугранные углы между двумя плоскостями равны соответствующим сферическим углам при точке пересечения следов этих плоскостей на сфере, а последние проектируются на картинную плоскость без искажения, то грубое представление о величине этих углов получается при непосредственном взгляде на стереограмму (рис. 3, а также рис. 7, 8, 9, 10, 11 и 12¹⁾). Для более точного измерения этих углов можно воспользоваться той же сеткой (рис. 4). Пусть, например, требуется измерить двугранный угол между плоскостями $A_1 B_1$ и $A_2 B_2$ (рис. 3), заданными в виде их стереографических проекций. Заметив, что двугранные углы между плоскостями меридианов измеряются дугой экватора, примем точку K за полюс, тогда дуги KB_1 и KB_2 будут дугами соответствующих меридианов, как дуги больших кругов, проходящих через точку K_1 , принятую нами за полюс. Вопрос, следовательно сводится к тому, чтоб найти центральную плоскость, перпендикулярную к линии пересечения заданных плоскостей KO , которая будет экваториальной плоскостью нашей системы, и измерить дугу этого экватора между меридианами.

Наиболее просто это делается таким образом.

Стереограмму пластов, вычерченную на восковке в масштабе сетки совмещают со стереографической сеткой так, чтобы круги проекций совпали, а линия пересечения плоскостей KO совпала бы с направлением радиуса ZE сетки. Вообразим теперь вертикальную плоскость, проходящую через центр сферы и точку K . Проекция этой плоскости на стереограмме выразится прямой KM , проходящей через центр O , и будет одним из меридианов нашей системы. При указанном выше совмещении, эта плоскость

¹⁾ Рис. 7—12 см. в приложении.

совпадает с экваториальным сечением сферы EZW, и точка М стереограммы совпадает с точкой W сетки. Дуга EZW сетки делится концентрическими кругами на 5° интервалы. Отмерив по этим делениям, от точки К по направлению к М, дугу в 90° , найдем точку, лежащую на экваторе нашей системы, а дуга, проходящая через эту точку и опирающаяся на диаметр NS, и будет искомым экватором. Теперь остается только измерить дугу этого экватора, заключенную между дугами меридианов KB₁ и KA₂.

Избранная нами методика документации наблюдений и обработки материалов и, особенно, применение для этой цели стереографических проекций представляют несомненно значительный шаг вперед в деле изучения кливажа угольных месторождений. Вместе с тем мы не можем не отметить и некоторых довольно существенных недостатков в нашей работе.

Первым методическим недостатком является то, что мы не сумели выработать объективных критериев для определения степени проявления кливажных трещин ни в абсолютных, ни в относительных выражениях. Это должно быть поставлено в задачу будущих исследований.

Вторым недостатком является то, что, сосредоточив все свои работы на изучении кливажа в мощных пластах, согласно поставленной нам задаче, мы не уделили должного внимания изучению его в соседних, более тонких пластах. Благодаря этому мы лишены возможности дать сравнительный анализ проявления кливажа в пластах различной мощности. Правда, этот вопрос не был предусмотрен темой нашей работы и возник собственно в процессе обработки материала, когда полевые наблюдения были уже закончены. Но он имеет несомненное большое практическое значение. Мы полагаем, что при дальнейших работах, изучение кливажа нужно начинать в пластах нормальной мощности, где проявление его должно быть более закономерным. И только после того, как будут установлены общие закономерности расположения кливажных трещин, можно приступить к изучению их в мощных пластах, где они претерпевают более или менее существенные отклонения от нормы, вследствие специфики деформаций мощных пластов и возникающих в них дополнительных напряжений.

Анализ кливажной решетки поля шахты Коксовой и 3—3-бис Прокопьевского района

Как уже указывалось выше, большая часть наших наблюдений приурочена к 4 и 5 крыльям поля шахты Коксовой (рис. 5), или, говоря иначе, к западному и восточному крыльям Малого антиклинала, и только сравнительно небольшая часть их относится к полю шахты 3 и 3-бис (рис. 6). Наблюдения в том и в другом случае производились как в очистных забоях, так и подготовительных выработках по пластам IV и III Внутренним и Горелому. В поле шахты 3 и 3-бис, помимо этих же пластов, единичные наблюдения проведены и по пласту Мощному.

Результаты наблюдений представлены в сводных таблицах по пластам и крыльям в порядке пространственного расположения точек наблюдения, причем точки, расположенные близко друг к другу, объединены (см. таблицы 1—4, приведенные в конце). Из рассмотрения этих таблиц можно вывести следующие заключения.

Наиболее богат кливажными плоскостями пласт IV Внутренний. Здесь помимо трех эндогенных плоскостей наблюдается еще 5 и 6 экзогенных, проявляющихся в той или иной степени. Следует заметить, что все эти плоскости частично наблюдаются в тех или иных сочетаниях и по всем другим исследованным нами пластам. Так что обилие их здесь следует объяснить не только особенностями структуры пласта, но и тем, что этот пласт прослежен нами на значительно большем протяжении по сравнению со всеми другими пластами, и притом по ту и другую стороны складки (через замок). Кроме того, здесь расположены как раз наиболее благоприятные для выявления кливажных плоскостей очистные системы—диагональные слои, односкатный забой и елочка. Почти все наблюдаемые в этом пласте кливажные плоскости несут следы притирания, свидетельствующие о более или менее значительных внутрипластовых перемещениях выколотых по кливажу обломков угля, так что пласт, вообще говоря, уже не представляет собою чего-то цельного, а является агглюмератом этих обломков.

Поэтому, в основу анализа кливажной решетки мы кладем данные, полученные при исследовании пласта IV Внутреннего шахты Коксовой, дополняя их всеми прочими наблюдениями, причем обзор начнем с юга 4 крыла.

А. Эндогенные плоскости.

1. Напластование. Одна из эндогенных плоскостей совпадает или почти совпадает с напластованием. В южной части 4 крыла по пласту IV Внутреннему азимут ее падения колеблется в пределах 250° — 260° , а угол около 60° , в общем совпадая с элементами залегания пласта. Однако, местами наблюдаются некоторые отклонения этой плоскости, как в направлении падения, достигающие 20° и даже 30° (в сторону уменьшения азимутов), так и в углах падения в сторону выполаживания. Эти отклонения, вместе со следами притирания на плоскостях напластования, показывают, что в данном случае имеет место наложение двух кливажных плоскостей: одной—эндогенной, совпадающей с напластованием, и другой—экзогенной, имеющей очень близкие элементы залегания. Местами эту плоскость, падающую на ЮЗ: 223° — 230° под углом 35° — 47° , удастся выделить в виде самостоятельной кливажной плоскости Экзо—IV, но в подавляющем большинстве случаев она настолько тесно связывается постепенными переходами с напластованием, что разделение их становится невозможным. Поэтому, она обычно нами не выделя-

лась, что естественно не могло не отразиться на средних элементах залегания плоскости напластования, которая, таким образом, не вполне совпадает с действительным залеганием пласта. Впрочем эти отклонения в общем настолько ничтожны, что практического значения иметь не могут.

В северной части крыла, при приближении к замку складки, азимут падения этой плоскости испытывает некоторые колебания, обусловленные наличием мелких дополнительных изгибов и одного довольно крупного диагонального нарушения, падающего на СЗ: $295-300^\circ$ под углом 55° (по плану). Поэтому, средний азимут падения остается почти без изменений, а угол несколько выполаживается.

За замком складки, в 5 крыле, направление падения естественно изменяется почти на обратное—с 255 на 55° , а угол становится круче.

Эндогенная плоскость напластования, подчеркнутая послойными подвижками и дополнительной экзогенной плоскостью (Экзо—IV), частично с ней совпадающей, выражена повсюду очень отчетливо и играет весьма важную роль при отслаивании угля в забоях.

Основная плоскость, будучи сопряженной с напластованием, ведет себя в общем аналогично, хотя колеблется в несколько больших пределах. На 4 крыле она падает в среднем на СВ: $65-70^\circ$ под углом $35-40^\circ$. При переходе через замок, она так же, как и напластование, меняет направление падения на обратное—с $60-75$ на $240-245$, но в противоположность напластованию, при этом несколько выполаживается и повидимому, сливается с экзоплоскостью IV. На других пластах, как в шахте Коксовой, так и 3 и 3-бис она ведет себя точно так же и повсюду выражена почти столь же отчетливо, как и напластование. Она всюду несет признаки притирания, свидетельствующие о происходивших по ней внутрипластовых подвижках, причем на нечетных крыльях она выражена еще более отчетливо, чем на четных, благодаря ее совпадению с плоскостью Экзо—IV.

Торец ведет себя несколько иначе. Как видно из таблиц, он падает круто ($70-85^\circ$) на юго-юго-восток и сечет пласт почти вкрест его простираения. Благодаря такой ориентировки, при переходе через замок складки он почти не меняет условий залегания. Вместе с тем он не принимает участия и во внутрипластовых подвижках, а потому, обычно, не несет следов притирания и вообще выражен много слабее, по сравнению с другими плоскостями. При отслаивании угля он играет всегда лишь второстепенную роль.

Отмеченные закономерности, отчетливо выявленные на IV Внутреннем пласте, сохраняют свою силу и на других исследованных нами пластах—III Внутреннем и Горелом в поле шахты Коксовой, а также на тех же пластах и Мощном в поле шахты 3 и 3-бис. Это в свою очередь, позволяет думать, что они имеют общую значимость и могут быть без особых опасений экстрапо-

лированы на соседние участки шахтного поля, на которых не было сделано непосредственных наблюдений.

Те же самые кливажные плоскости и при тех же, приблизительно, элементах залегания наблюдаются и во вмещающих породах, как это видно из сводной таблицы № 5, где приведены наблюдения за кливажем вмещающих пород, произведенные в закладочных карьерах и провальных воронках на поверхности.

Б. Экзогенные плоскости.

1. Экзо I-а $\frac{184-210}{54-82}$ Южная.

Из экзогенных плоскостей, судя по нашим наблюдениям, наибольшее значение имеет плоскость названная нами Экзо I-а. Эта плоскость имеет очень широкое распространение и зафиксирована почти во всех точках наших наблюдений по углю. Она играет первостепенную роль при отслаивании угля в забоях и иногда обнажается на большом протяжении, в виде сплошных зеркал скольжения. Но поверхность ее не представляет идеальной плоскости. Она изогнута и волниста, на подобие гофрированного железа. Благодаря этому и направлению и особенно углы падения, при замерах даже в одном обнажении, варьируют в довольно широких пределах, получая иногда обратные значения. Но в общем средние значения элементов ее залегания выдерживаются довольно хорошо, не только по отдельным точкам пласта, но и по всем пластам и крыльям, независимо от их ориентировки. Особенно резкие колебания этой плоскости наблюдаются по пласту Горелому, где она чаще получает обратные падения. Может быть это обусловлено тем, что к ней здесь примешивается влияние какой-нибудь другой кливажной плоскости, а именно III бис (северной), однако выделить ее в этом случае затруднительно.

Средние значения азимутов залегания этой плоскости по всем точкам наблюдений, как в поле шахты Коксовой, так и 3 и 3-бис колеблются в следующих пределах: азимут падения—от 184 до 210°, а угол падения—от 54 до 82°, за исключением пласта Горелого, где азимут падения достигает 216°, а угол до 88 и даже 100° (обратное 80°).

Интересно отметить, что плоскость Экзо I-а, поражая все угольные пласты, повидимому почти не переходит в боковые породы. Из 8 точек наблюдения по породам она отмечена только в одной и там выражена очень слабо.

Экзо I-бис $\frac{310-340}{20-40}$ Северозападная.

Вместе с описанной плоскостью наблюдается часто другая, ей почти перпендикулярная и повидимому с ней сопряженная, которую мы называли Экзо I-бис. Она имеет почти столь же широкое распространение, как Экзо I-а и проявляется одинаково отчетливо как в поле шахты Коксовой, так и в 3 и 3-бис. Но в

поле шахты Коксовой она наблюдается преимущественно по IV Внутреннему на 4 крыле (вост. крыло Мал. антиклинала), причем выражена более отчетливо на юге, чем на севере. По III Внутреннему она выражена очень слабо, а на Горелом не наблюдалась совсем. По мере приближения к замку складки, она повидимому затухает и на 5 крыло почти не переходит. В поле же шахты 3 и 3-бис она наблюдается почти по всем пластам и притом и на В. и на З. крыльях синклиналей.

Средние элементы залегания плоскости колеблются: азимут падения 310—340, угол падения 20—40 с редкими исключениями 295—51—единственное наблюдение по пласту III Внутреннему на шахте Коксовой и 333—18—по пласту Мощному в поле шахты 3 и 3-бис.

На отслаивание угля эта плоскость будет иметь существенное значение по пласту IV Внутреннему на юге шахты Коксовой и по Горелому, IV и отчасти III Внутренним в шахте 3 и 3-бис.

Эта плоскость наблюдается иногда и в боковых породах, преимущественно над полем шахты 3 и 3-бис, причем иногда хорошо выражена. Из этих данных как будто напрашивается вывод, что значение плоскости экзо I-бис возрастает по направлению к югу.

Экзо II-а $\frac{95-115}{50-75}$ Восточная.

Эта плоскость имеет также довольно широкое распространение. Особенно широко она развита на юге, в поле шахты 3 и 3-бис. Здесь она встречена по всем исследованным пластам и местами играет существенную роль при отслаивании угля. В поле шахты Коксовой она хорошо проявляется на 4 крыле только по пласту IV Внутреннему на юге, причем постепенно затухает в направлении на север, по мере приближения к замку складки. По пластам III Внутреннему и Горелому она не констатирована. На 5 крыле, наоборот, она проявляется отчетливо, начиная от самого замка складки, причем поражает не только IV, но и III Внутренний и Горелый. Местами она наблюдается и во вмещающих породах, независимо от крыльев складок, как на севере так и на юге, и выражена довольно отчетливо.

Условия залегания плоскость сохраняет довольно хорошо. Средний азимут падения колеблется обычно в пределах 95—115°, с редкими отступлениями до 87 в одну сторону и 120—в другую. Углы же падения изменяются довольно плавно и закономерно, причем на юге, в поле шахты 3 и 3-бис они колеблются в пределах от 70 до 80°, а на севере, в поле шахты Коксовой от 45 до 65.

Экзо II-бис $\frac{45-60}{55-70}$ Северовосточная.

Эта плоскость проявляется только в поле шахты 3 и 3-бис по пласту Горелому и отчасти Мощному, в западном крыле 5

синклинали. По пласту Горелому встречается почти во всех точках наблюдения и играет, если не главную, то весьма значительную роль при отслаивании угля. Расстояния между трещинами от 1 до 25 см, обычно около 5 см. Поверхности трещин несут великолепную полировку, указывая на довольно интенсивные подвижки по ним.

Азимут падения по отдельным точкам колеблется в пределах 45—60°, а углы падения от 55 до 70°.

С плоскостью II-а она составляет угол 60° и нам кажется, что является с нею сопряженной. При анализе данных наблюдений по шахте 3 и 3-бис, можно заметить во всяком случае, что обе плоскости там встречаются совместно, причем там, где затухает одна, вспыхивает другая.

Плоскость II-бис приурочена к западному крылу синклинали, можно поэтому думать, что она развивается преимущественно или исключительно на крыльях падающих к востоку, что в шахте Коксовой соответствует их нечетной нумерации и в частности крылу 5. Не наблюдаем же мы ее там потому, что элементы ее залегания совпадают с элементами плоскости напластования, и она, вероятно, сливается с этой последней.

Экзо III-а $\frac{250-280}{60-75}$ Западная.

Эта плоскость и описанная ниже экзо III-бис являются, повидимому, также сопряженными и представляют третью пару экзогенных плоскостей, с двугранным углом между ними около 75°. Впрочем, обе эти плоскости вообще мало распространены и нигде не встречаются совместно. Плоскость III-а—крутая. Она падает под углом 60—75° на запад, по направлению 250—280°. В поле шахты Коксовой она зафиксирована только по IV Внутреннему 4 крыла, где она близка к плоскости напластования и, вероятно, частично сливается с нею. Поэтому, самостоятельной роли в отслаивании угля не играет. В поле же пластов 3 и 3-бис, по пласту Горелому 5 синклинали она довольно отчетливо обособляется и участвует в некоторых комбинациях при отслаивании угля в забое.

Экзо III-бис $\frac{4-12}{35-50}$ Северная.

Эта плоскость, как предыдущая, наблюдается только спорадически. Она падает под умеренными углами на север, составляя с предыдущей двугранный угол 75°. В отличие от III-а она наблюдается только в шахте Коксовой по III и IV Внутренним пластам и при том исключительно на 5 крыле. По пласту IV Внутреннему она проявляется очень хорошо и иногда играет некоторую роль в отслаивании угля. Вообще же эти две плоскости не имеют существенного значения.

Интересно однако отметить, что несмотря на слабое ее проявление в угольных пластах, она чаще других экзогенных плоскостей наблюдается в боковых породах (см. табл. 5).

Помимо перечисленных 6 экзогенных плоскостей имеется еще одна плоскость, падающая под углом $35-50^\circ$ на ЮЗ: $230-250^\circ$. Эту плоскость можно заметить и выделить только на крутопадающих пластах четных крыльев или пологих—нечетных. В частности, в районе Малого антиклинала шахты Коксовой мы ее наблюдали только по Горелому в 4 крыле на юге, где пласт имеет падение в 60° и более.

При выполаживании пласта она сливается с плоскостью напластования, а на 5 крыле с основной. Поэтому, выделение ее здесь невозможно. Весьма вероятно, что имеется и сопряженная с нею плоскость, которая подменяет в четных крыльях основную, а на нечетных—напластование. Впрочем такой плоскостью, отчасти, по крайней мере, является уже разобранный выше экзо III-бис.

Что касается связи экзокливажных плоскостей с тектоникой, то для анализа этого вопроса у нас еще нет достаточных данных. Нет сомнения, что некоторые кливажные плоскости совпадают с тектоническими нарушениями 2 и 3 порядка. Но является ли кливаж следствием этих нарушений или, наоборот, трещины мелких нарушений воспользовались трещинами кливажа, как линиями наименьшего сопротивления, и так или иначе приспособились к ним, остается вопросом открытым.

Нам думается, что экзокливаж и тектоника Кузбасса являются результатом единого природного процесса—смятия угленосных отложений надвинутой на них глыбой Салаира. Согласно наших исследований тектонических нарушений поля шахты Коксовой,¹⁾ Салаирский кряж не только надвинут на отложения Кузнецкой котловины, но и смещен значительно на юг. Благодаря этому складчатые структуры, существовавшие ранее и подновленные в результате этого давления, были разбиты рядом больших продольных взбрососдвигов и более мелких диагональных и поперечных нарушений второго, третьего и более высоких порядков, причем естественно, что, чем выше порядок нарушения, тем меньше его амплитуда. Наблюдаемые нами трещины экзогенного кливажа несут яркие следы притирания, свидетельствующие о более или менее значительных перемещениях по ним, и, в конечном счете, являются теми же тектоническими нарушениями, только более высоких порядков. Таким образом и возникновение сложной тектоники Прокопьевского района, и не менее сложной кливажной решетки его мощных пластов обусловлены, по нашему мнению, одним геологическим процессом и относятся к одному геологическому времени.

Ознакомившись в общих чертах со строением кливажной решетки, ее изменениями в пространстве и номенклатурой выделенных нами кливажных плоскостей, перейдем к анализу влияния этих плоскостей и их сочетаний на отслаивание угля в забоях очистных выработок.

¹⁾ А. А. Белицкий.—Методика поисков смещенного крыла пласта. Рукопись 1936 г. г. Томск.

Влияние кливажа на устойчивость очистных выработок.

Влияние кливажа на горные работы, особенно на очистные выработки, исключительно большое. Здесь кливаж, с одной стороны, играет служебную роль, облегчая отбойку угля, с другой— часто является главной причиной аварий, так как при некоторых взаимоотношениях обнаженных плоскостей угля в очистной выработке, особенно потолка выработки, с кливажными плоскостями, уголь по ним часто отслаивается крупными глыбами, вываливается, вызывая образование больших куполов, повреждение крепи, завалы рабочего пространства и даже несчастные случаи с людьми.

В нашу задачу входило изучение кливажа, главным образом, с последней точки зрения, а поэтому наряду с изучением частоты проявления и степени выраженности кливажных плоскостей, прослеживания их по простиранию и проч., мы особенно уделяли внимание вопросу отслаивания угля по этим плоскостям в очистных выработках.

Ниже мы приводим описание отслаивания угля по кливажным плоскостям в различных системах разработок, применяемых в пластах IV Внутреннем, Горелом и III Внутреннем шахт Коксовой и 3—3-бис треста „Сталинуголь“.

Шахта коксовая имени тов. Сталина.

1. Система „Елочка“

(Точка наблюдения 6).

Эта система разработки мощных пластов заключается в следующем. Пласт нарезается почти квадратными, несколько вытянутыми по восстанию столбами, выемка которых производится снизу вверх диагональными слоями с двухскатным забоем. Система „елочка“ в качестве опытной системы на шахте Коксовой заложена впервые на пласте IV Внутреннем 4 крыла—юг, в 260 м от главного квершлага шахты. Скатy наклонены в разные стороны от центральной дечи под углом в 35—40°.

Выемка угля при этой системе производится следующим образом. Вначале разрезают „хребет“, т. е. горизонтальную площадку на пересечении двух скатов. Затем от этой площадки, в кровле пласта, начинают „завиваться“, т. е. вынимать сверху вниз первую ленту диагонального слоя, высотой 2,5 м и шириной 1,5—2 м. После этого вынимают остальные ленты, также сверху вниз, в порядке от кровли к почве. После того, как на одном скате слой выбран на всю мощность пласта, переходят к выемке другого ската, а первый в это время забучивается. После выемки второго ската его забучивают и затем снова прорезают „хребет“, после чего работа повторяется в том же порядке. Так как выемка угля производится по восстанию пласта, то почвой скатов является забутовочный материал, а кровлей— уголь. Отбойка угля производится с помощью взрывных работ.

Общая геологическая характеристика пласта IV Внутреннего—юг, сводится к следующему. Пласт залегает в 4 крыле, т. е. в западном крыле Малого антиклинала. Это крыло, как и все западные крылья антиклинальных складок Прокопьевского месторождения, сравнительно слабо нарушено. Южный штрек IV Внутреннего встретил только одно небольшое нарушение типа несогласного взброса в 100 м южнее главного квершлага шахты и в 160 м севернее места заложения „елочки“. Горизонтальная амплитуда этого нарушения 2,5 м. Таким образом, можно считать, что очистная выработка находится в сравнительно спокойном участке пласта.

Нормальная мощность пласта 9,2 м. Мощность пласта хорошо выдерживается по простиранию и падению.

Кровля пласта—песчаник—хорошо устойчива. Она обнажается в обоих скатах „елочки“ на больших площадях и не требует крепления. Почва пласта—песчаный аргиллит—менее устойчива, чем кровля, но на выемку угля влияния не оказывает.

В пласте угля имеется два небольших прослойка породы. Первый прослой—графитовидный аргиллит в 1,7 м от кровли, мощностью 0,18 м. Второй прослой—матовый уголь с включением оолитового железняка в 4,5 м от кровли, мощностью 0,08—0,10 м. Уголь у кровли крепкий, но по мере приближения к почве он становится слабее. В самой почве пласта имеется пачка мятого угля мощностью 0,25—0,30 м, которая хорошо выдерживается на большом протяжении по простиранию и падению пласта.

В 4,8 м выше кровли пласта IV Внутреннего залегает пласт угля—„Проводник“, мощностью 1,65 м, который обычно не вынимается, а выше его залегает мощная толща песчаника.

а) Северный скат „елочки“.

На северном скате „елочки“ обнаружены следующие плоскости.

Таблица 6.

Напластование		Эндоплоскости				Экзоплоскости					
		Основная		Торцовая		I-а		I-бис		II-а	
Аз.	уг.	Аз.	уг.	Аз.	уг.	Аз.	уг.	Аз.	уг.	Аз.	уг.
250	60	58	29	148	74	196	75	325	27	97	60

Из этих плоскостей на отслаивание угля влияют, главным образом, напластование, основная плоскость, экзоплоскости I-бис и II-а (рис. 13), причем это влияние проявляется в нескольких сочетаниях.

Первое сочетание — напластование, основная плоскость и торец.

В этом сочетании руководящая роль при отслаивании угля принадлежит напластованию и основной плоскости. Их поверхность гладка, блестяща, а иногда, в особенности в почве пласта, несет ясно выраженную штриховку. Эти две плоскости взаимно перпендикулярны, но в плане их следы пересекаются под очень острым углом, равным 12° .

Совокупность этих двух плоскостей, их взаимодействие оказывают большое влияние на выемку угля и на устойчивость потолочной толщи ската.

Как уже было отмечено выше, уголь вынимается диагональными лентами, расположенными в плоскости пласта. Следовательно, стенкой ленты должно было бы быть напластование. Однако, в действительности, благодаря отслаиванию угля по основной плоскости, стенка ленты обычно не совпадает с напластованием. Основная плоскость, составляя при пересечении с напластованием прямой угол, падает от стенки ленты и при этом нависает над выработанным пространством предыдущего уже вынутого слоя (рис. 14—15). Поэтому уголь, легко отслоившись по основной плоскости, сползает по напластованию, как по крутой наклонной плоскости, самопроизвольно расширяя поперечное сечение ленты. Это отслаивание, по мере смещения лент от кровли к почве, бывает не одинаково. В кровле пласта отслаивание угля происходит, главным образом, по напластованию, а основная плоскость играет только вспомогательную роль (рис. 14а). В почве же пласта, наоборот, наибольшее отслаивание происходит по основной плоскости, вследствие чего стенка ленты падает в направлении, противоположном падению пласта (рис. 14б), маскируя таким образом действительные элементы его залегания.

Во время выемки ленты эти две плоскости играют положительную роль, значительно облегчая работу отбойки. По словам забойщиков, при приближении к почве достаточно задать внизу один шпур, как уголь, отслаиваясь по основной плоскости, сам отделяется от забоя и идет почти самотеком.

В потолке выработки эти две плоскости играют отрицательную роль. Здесь и основная плоскость и напластование нависают над выработанным пространством, вследствие чего уголь, легко выпадая по этим плоскостям, образует ряд куполов, иногда достигающих более 1 м высоты и 1,0—1,5 м ширины (рис. 15). Часто в потолке выработки можно наблюдать как по этим плоскостям уголь, отслоившись, едва держится на крепи. За этими местами техническому надзору приходится особенно тщательно наблюдать во избежание преждевременного и неожиданного вывала угля.

Форма куска, вывалившегося из потолочной толщи выработки, обычно бывает или пирамидальной, или клиновидной (рис. 16), при этом в образовании такой формы, кроме перечисленных выше плоскостей, принимают также участие торец и плоскость потолка выработки, иногда совпадающая с экзоплоскостью 1-бис.

Второе сочетание — экзоплоскость 1-бис, напластование, торец и отчасти основная плоскость.

Это сочетание плоскостей является наиболее опасным, создающим постоянную угрозу аварийного вывала угля, вследствие чего очистная выработка нередко выводится на продолжительное время из строя. Решающая роль в этом сочетании плоскостей при отслаивании угля принадлежит экзоплоскости 1-бис, остальные плоскости имеют второстепенное значение.

Экзоплоскость 1-бис на северном скате „елочки“ исключительно резко выражена. Ее поверхность здесь, как и во всех местах, где мы ее наблюдали, неправильная, сильно волнистая, с ярко выраженными штрихами и даже глубокими бороздами. Большее влияние этой плоскости на отслаивание угля в северном скате „елочки“ объясняется прежде всего тем, что она или совпадает с потолком ската, или — еще хуже — сечет его под острым углом, нависая над выработанным пространством (рис. 13). Поэтому уголь, стремящийся в силу своей тяжести отделиться от общей массы пласта, легче всего отслаивается по экзоплоскости 1-бис, как по линии наименьшего сопротивления. Этому способствует также отсутствие жесткой опоры у крепи, которая, опираясь на рыхлое основание свежей закладки, под давлением нависающих масс дает значительную осадку, способствуя таким образом растрескиванию угля в потолочной толще.

Наиболее опасным участком пласта, где, главным образом, и происходит отслаивание больших глыб угля, является участок в 2—3 метра мощностью, примыкающий непосредственно к кровле пласта. Здесь часто, особенно после выемки всего слоя и прорезки „хребта“, под действием тяжести отслоившихся глыб по плоскостям данного сочетания, между отдельными глыбами, а также между ними и кровлей пласта, образуются громадные зияющие трещины, величина зияния которых достигает до 0,3—0,4 м (рис. 17). Ближе к почве отслаивание угля по экзоплоскости 1-бис наблюдается значительно реже, причем иногда ее даже трудно бывает обнаружить.

Форма и размеры отдельных глыб довольно разнообразны. Наиболее часто встречается форма вытянутого параллелепипеда, стенки которого, благодаря сильно волнистой поверхности экзоплоскости 1-бис, в большинстве случаев бывают овальны. Наибольшие размеры глыб в поперечном сечении $2,0 \times 1,0$ м при длине 3—4 и даже более метров (рис. 18).

Что касается экзоплоскостей II-a и I-a, то первая плоскость прослеживается, главным образом, в почве пласта и в сочетании с основной плоскостью и торцем имеет иногда существенное значение при отслаивании угля. Вторая же плоскость проявляется сравнительно слабо и на отслаивание угля влияния не оказывает.

б) Южный скат „елочки“.

На этом скате были встречены следующие плоскости.

Таблица 7.

Напластование		Эндоплоскости				Экзоплоскости					
		Основная		Торцовая		I-a		I-бис		II-a	
Аз.	уг.	Аз.	уг.	Аз.	уг.	Аз.	уг.	Аз.	уг.	Аз.	уг.
259	61	57	57	156	69	196	75	325	27	103	57

Кроме этих плоскостей, здесь встречена трещина давления с азимутом падения 156 и 138, проходящая параллельно потолку ската.

На отслаивание угля в южном скате оказывают влияние напластование, основная плоскость, экзоплоскость II-a (рис. 13). Экзоплоскость I-бис играет второстепенную роль и вообще с большим трудом прослеживается в выработке, так как она се-чет потолок выработок почти под прямым углом. Здесь эти плоскости оказывают влияние на отслаивание угля в нескольких сочетаниях.

Первое сочетание — напластование, основная плоскость и торец.

В этом сочетании так же, как и на северном скате, руководящая роль при отслаивании угля принадлежит напластованию и основной плоскости. Взаимодействие этих плоскостей оказывает влияние на устойчивость потолочной толщи выработки, однако в меньшей степени, чем на северном скате, так как в данном случае основная плоскость падает несогласно с падением южного ската (рис. 13).

С этим сочетанием плоскостей связано образование трещин давления. Эти трещины были обнаружены еще при разрезке хребта и затем хорошо прослеживались по всему скату. В момент наблюдения одну из таких трещин было хорошо видно в забое ската, где она пересекала весь пласт от кровли до самой почвы (рис. 19). Поверхность ее, представляющая вынужденный излом, была неровная, угловатая, при отсутствии характерных для экзоплоскостей зеркал скольжения и штриховки. Трещина зияющая; величина зияния 0,1—0,25 м.

Внимательно исследуя поверхность трещины, мы заметили, что она представляет неровную бугристую поверхность, усаженную тупыми трехгранными пирамидами, образованными комбинацией преимущественно эндогенных кливажных плоскостей напластования основной плоскости и торца¹⁾.

Элементы залегания этой трещины близки к элементам залегания ската, вследствие чего она почти параллельна последнему.

¹⁾ В точном смысле это, конечно, не будет трещиной давления, так как последние образуются вне зависимости от трещин естественного кливажа, однако по характеру своего образования она им близка.

Аварии эта трещина, по крайней мере, в период наблюдения, не вызвала. Но вместе с тем она создавала постоянную угрозу обрушения, требовала внимательного надзора и тщательного крепления. При выемке уголь отваливался по ней большими глыбами до $5 \times 6 \times 7$ куб. м, что вызывало некоторые затруднения и даже опасность при разборке угля.

Второе сочетание — экзоплоскость II-a, напластование и основная плоскость.

Взаимодействие этих плоскостей оказывает большое влияние на отслаивание угля вблизи почвы пласта. Руководящая роль при этом принадлежит экзоплоскости II-a, которая у почвы пласта особенно резко выражена.

В данном случае при выемке слоя от кровли к почве пласта уголь отслаивается от стенки ленты по основной плоскости и особенно по экзоплоскости II-a, которая падает в противоположную сторону по отношению падения пласта, составляя с ним угол, равный 60° . Таким образом, эта плоскость нависает над выработанным пространством нижнего слоя и, вследствие осадки забутки уголь легко отделяется по ней от общей массы пласта, образуя при этом вдоль всей выработки большие зияющие трещины (рис. 20). Отслоившаяся часть пласта, вследствие осадки, кроме того, интенсивно разбивается по напластованию и основной плоскости на отдельные куски самых разнообразных размеров. Однако необходимо отметить, что такое отслаивание угля, происходящее главным образом в почве пласта, скорее облегчает выемку угля, нежели создает опасность для аварии. Так как угол падения ската не превышает 40° , то-есть меньше угла естественного откоса, то эти куски не скатываются вниз, а остаются на месте.

Кроме перечисленных плоскостей, на южном скате были зафиксированы близ почвы два случая куполения—13.XII—37 г. и 19.II—38 г., причем, по мнению геолога шахты В. А. Азимова (1), эти купола образовались г. о. под влиянием экзоплоскости I-a. Между тем эта плоскость в данной выработке прослеживается с большим трудом и, благодаря своей ориентировке, самостоятельно вызвать куполения не может. Следует думать, что эти купола образовались в результате комбинированного влияния экзоплоскости I-a, экзоплоскости II-a и основной, т. е. так же, как образовался купол в соседней очистной выработке, описанной ниже.

2. Односкатный забой.

(Точки наблюдения X, 32 и 33).

Эта система отличается от предыдущей только тем, что у ней вместо двух скатов имеется только один.

Заложена эта очистная выработка также на пласте IV Внутреннем 4 крыла—юг, рядом с „елочкой“ (точка наблюдения X), поэтому геологические условия почти не отличаются. Здесь

можно только отметить, что в кровле пласта местами наблюдается небольшой прослой мощностью 8—10 см, представляющий частую перемежаемость тонких слоев песчаника и угля. Этот прослой сравнительно легко отделяется от кровли, но встречается не везде, а главным образом в „морщинках“ кровли. Вообще же кровля устойчива и хорошо держится даже при большом ее обнажении. Только в одном месте мы наблюдали как указанный прослой отделился от кровли плитой и потребовал закрепления его укосиной. Падение ската направлено на юг, т. е. аналогично южному скату елочки, под углом 38°.

Таблица 8.

Напластование		Эндоплоскости				Экзоплоскости							
		Основная		Торцовая		I-a		I-бис		II-a		IV	
Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.
253	62	32	44	156	80	193	73	313	30	100	65	231	35

На отслаивание угля здесь влияют, главным образом, напластование, основная плоскость, экзо I-a и экзоплоскость II-a. Экзоплоскость IV появляется спорадически в кровле пласта и играет некоторую роль только в сочетании с другими плоскостями. Экзоплоскость I-бис прослеживается только в потолке ската и так же, как на южном скате „елочки“ никакой роли не играет, так как пересекает потолок ската почти под прямым углом. Торец по прежнему выражен слабо и почти не влияет на отслаивание угля.

Все эти плоскости оказывают влияние на отслаивание угля в двух сочетаниях.

Первое сочетание — напластование, основная плоскость и экзоплоскость IV.

Напластование и основная плоскость выражены очень хорошо. Поверхности их блестящи, несут зеркала скольжения и штриховку. Экзоплоскость IV прослеживается отчетливо только в кровле пласта. Эта плоскость сечет потолок выработки под острым углом, однако здесь она не имеет того значения, которое имела экзоплоскость I бис при отслаивании угля в южном скате „елочки“. Кстати необходимо отметить, что экзоплоскость IV не имеет регионального распространения. Она встречена только в двух точках наблюдения на шахте Коксовой им. тов. Сталина.

Руководящая роль при отслаивании в данном сочетании принадлежит напластованию и основной плоскости. Обе эти плоскости нависают над выработанным пространством, благодаря чему уголь отслаивается по ним большими глыбами. Последние оседают на крепь, в силу чего между ними, а также между ними и кровлей, образуются зияющие трещины, величина зияния которых доходит до 0,1—0,2 м. (Рис. 21). По словам забойщиков отслаивание угля большими глыбами в кровле пласта в этой выработке обычное явление. Наиболее часто отслаивающиеся

глыбы имеют форму вытянутого параллелепипеда с наибольшими размерами $1,8 \times 1,3 \times 3,0$ м.

Причины отслаивания угля большими глыбами в кровле пласта очевидно те же, что и на северном скате „елочки“, однако масштабы отслаивания несколько меньше, так как в данном случае руководящая роль принадлежит напластованию и основной плоскости, при второстепенном значении экзоплоскости IV, тогда как на северном склоне „елочки“ руководящая роль при отслаивании принадлежала экзоплоскости I бис, которая главным образом и вызывала аварийное отслаивание угля.

Второе сочетание—экзоплоскость I-а, экзоплоскость II-а и основная плоскость.

Это сочетание плоскостей в данной выработке вызывает аварийное отслаивание угля. Так 16.9.38 года по этим плоскостям в лобовой части выработки породоспускной печи вывалился большой купол высотой 2,5 м (Рис. 22). Руководящая роль при отслаивании угля в данном сочетании принадлежит экзоплоскости I-а. Эта плоскость, имея почти отвесное падение, ориентирована в пласте угля так, что она или совпадает с лобовой плоскостью, или сечет ее под острым углом. Поэтому в результате сотрясений от взрывных работ уголь вверх отслаивается по основной плоскости и экзоплоскости II-а, а затем легко сползает по экзоплоскости I-а, создавая нередко, как мы увидим далее при описании системы диагональных слоев, большие купола.

Этой же системой на 5 крыле разрабатывается пласт IV Внутренний—север, где в момент наблюдения было два очистных забоя в 125 м южнее главного квершлага шахты. Обе выработки расположены вблизи друг от друга и разделяются только небольшим целиком. Скаты падают на север под углом $36-40^\circ$.

Этот участок пласта находится в неблагоприятных геологических условиях. Вообще восточное крыло малого антиклинала, как и все восточные крылья антиклинальных складок района значительно сильнее разбито. Кроме того, этот участок пласта находится в непосредственной близости (в 70 м к западу) от крупного нарушения JJ типа несогласного взброса с горизонтальной амплитудой смещения до 150 м. Это же нарушение должно окончательно срезать пласт IV Внутренний в 170 м южнее описываемых очистных выработок. Кроме того, в 100 м южнее очистных выработок проходит нарушение также типа несогласного взброса, с горизонтальной амплитудой в 25 м. Несомненно, что все эти нарушения оказали большое влияние на пласт угля, особенно на кливажные плоскости, которые в данном месте исключительно ярко выражены.

Нормальная мощность пласта колеблется в пределах 8,5—8,9 м. Кровля пласта, представленная песчаным аргиллитом, довольно устойчива. Поверхность ее неровная, бугристая. Выше, в 4,5 м от него залегает пласт Проводник, мощностью 1,2 м, кровлей которого является мелкозернистый песчаник. Почва пласта вначале аргиллит, мощностью 0,75 м, а затем песчаник.

В пласте угля имеется два прослойка породы. Первый прослойка—графитовидный аргиллит, мощностью 0,15—0,20 м и в 2 м от кровли пласта. Второй прослойка оолитовый железняк. Оба эти прослойка по простирацию не выдерживаются: то их мощность увеличивается, то уменьшается, а иногда они совсем исчезают.

В той и другой из этих выработок наблюдались следующие плоскости. (рис. 23)

Таблица 9.

Напластование		Эндоплоскости				Экзоплоскости					
		Основная		Торцовая		I-а		II-а		III-бис	
Аз.	уг.	Аз.	уг.	Аз.	уг.	Аз.	уг.	Аз.	уг.	Аз.	уг.
60	69	253	31	164	75	176	47	104	67	12	34

Все эти плоскости здесь одинаково хорошо выражены за исключением торцовой, которая по обыкновению выражена слабо и играет только вспомогательную роль.

Оказывают влияние на отслаивание угля эти плоскости в трех сочетаниях.

Первое сочетание—напластование, основная плоскость, и экзоплоскость III-бис.

Влияние этих плоскостей на отслаивание аналогично северному скату „елочки“ по пласту IV Внутреннего 4 крыло—юг. Здесь руководящая роль принадлежит экзоплоскости III-бис, которая почти совпадает с потолком выработки.¹⁾

Основная плоскость и экзоплоскость III-бис расположены в пласте так, что они нависают над выработанным пространством. Благодаря этому в забое ленты (Рис. 24), главным образом в прикровельной части пласта, уголь разбивается по этим плоскостям и отваливается большими глыбами. Эти глыбы отрываясь от общей массы угля, своей тяжестью давят на крепление, под действием чего крепление оседает, а вместе с ним оседают и глыбы. Таким образом, между глыбами, а также глыбами и кровлей образуются зияющие трещины до 0,30 м.

Эти же плоскости оказывают большое влияние на отслаивание угля и в потолке выработки (Рис. 25). Здесь отслаиваются также большие глыбы угля. Благодаря этому потолок выработки задирается вверх, почему высота слоя вместо нормальной 2,2 м иногда доходит до 4,5 м, а в местах значительных обрушений, там где образуются купола—до 6—7 м.

Форма отслаивающихся глыб обычно представляет вытянутый параллелепипед. Размеры таких глыб достигают до 5—6 м в длину и 0,6×1 м в поперечном сечении.

¹⁾ Эта плоскость в анализе кливажной решетки выделена в отдельную плоскость с особым индексом, но возможно, что это будет плоскость I-бис, только изменившая свой азимут падения.

Второе сочетание — напластование, основная плоскость, экзоплоскость II-а и экзоплоскость III-бис.

Руководящая роль при отслаивании угля в этом сочетании плоскостей принадлежит напластованию, основной плоскости и экзоплоскости II-а. По этим плоскостям образуются большие купола. Так 15.9.38 г. в скате № 2 образовался купол высотой 7 м. Громадная глыба угля (рис. 26) отслоилась вверху по основной плоскости, с боков по напластованию и в длину по экзоплоскости II-а. Внутри этой глыбы уголь разбился на отдельные куски по плоскости III-бис. Эта глыба выбила несколько кругов крепления, на восстановление которых пришлось затратить несколько смен.

Третье сочетание — напластование, экзоплоскость I-а и экзоплоскость II-а.

Это сочетание плоскостей создает опасность главным образом в лобовой части выработки. Руководящая роль при отслаивании принадлежит экзоплоскости II-а. Эти плоскости здесь нависают над выработанным пространством, поэтому уголь легко по ним отслаивается.

3. Система диагональных слоев с выемкой длинными столбами по простиранию.

В отличие от предыдущих систем здесь отработка ведется длинными столбами по простиранию. Для выемки угля этаж разбивается на два подэтажа, на каждом из которых закладывается диагональный слой. Сам процесс выемки угля почти не отличается от предыдущих систем, поэтому на нем мы останавливаться не будем.

Диагональными слоями в настоящее время разрабатывается пласт IV Внутренний 4 крыла—север (точки наблюдения 1,2). Здесь заложены два диагональных слоя. Нижний к моменту наблюдения находился в 165 м, а верхний в 135 м от главного квершлага шахты. Оба диагональных слоя имеют падение на юг под углом 38—40°.

Геологическая характеристика пласта IV Внутреннего 4 крыла—север следующая. В 170 м от главного квершлага на север, т. е. почти в месте заложения нижнего диагонального слоя проходит сравнительно большое диагональное нарушение типа согласного взброса. Азимут падения $282^\circ \setminus 72^\circ$.

Горизонтальная амплитуда смещения равна 25 м. Диагональные слои заложены в лежащем боку этого нарушения. Нижний диагональный слой заложен непосредственно в точке пересечения обреза кровли висячего и лежащего крыла нарушения с основным штреком горизонта 215 м, поэтому мощность пласта в нижнем диагональном слое оказалась удвоенной. Верхний диагональный слой в силу того, что линии скрещивания падают на юг, несколько удален, непосредственно от нарушения и распо-

ложен в 50 м от крайнего южного обреза кровли висячего крыла нарушения. Кроме этого нарушения основной штрек горизонта 215 м больше нарушений не встретил.

Нормальная мощность пласта 8,9 м. Кровля пласта представлена тонкозернистым полосчатым песчаником. Кровля—неустойчива, сильно трещиновата, причем преобладают трещины эндогенного кливажа, очевидно подчеркнутые при нарушении. Вследствие слабой кровли, во избежание загрязнения угля, при выемке пласта ее не обнажают, оставляя нетронутой пачку угля до 0,5 м мощности. В 1,2 м выше кровли пласта IV Внутреннего залегает пласт Проводник мощностью 1,2 м. Кровлей Проводника является также мелкозернистый полосчатый песчаник. Почвой пласта является вначале песчаный аргиллит 0,3 м мощности, а затем песчаник.

В пласте угля имеется три прослойка аргиллита. Первый прослойок мощностью 0,08 м в 4,1 м от кровли, второй прослойок мощностью 0,16 м—в 5,6 м от кровли и третий прослойок 0,1 м мощностью расположен в 1,5 м от почвы.

Северная часть пласта IV Внутреннего 4 крыла сильно отличается от южной части этого пласта тем, что здесь уголь значительно сильнее раздроблен вследствие с одной стороны близости к замку складки, а с другой—наличия указанного нарушения. Все плоскости здесь исключительно резко выражены, особенно в почве, где совершенно теряется разница между эндокливажем и экзокливажем, так как все плоскости несут яркие следы притирания. Интересно отметить, что даже торцовая плоскость, которая обычно выражена очень слабо, здесь по своему проявлению ничем не отличается от остальных плоскостей, а поэтому приобретает и большее значение при отслаивании угля.

В дальнейшем описывать будем только верхний диагональный слой. В нижнем диагональном слое систематических наблюдений не велось, так как там произошла большая авария и доступ к ней был невозможен.

В данной выработке мы наблюдали следующие плоскости.

Таблица 10

Напластование		Эндоплоскости				Экзоплоскости			
		Основная		Торцовая		I-а		I-бис	
Аз.	уг.	Аз.	уг.	Аз.	уг.	Аз.	уг.	Аз.	уг.
255	60	65	40	145	85	185	70	280	20

На отслаивание угля оказывает влияние напластование, основная плоскость, торец и экзоплоскость I-а. Экзоплоскость I-бис, как и на всех южных скатах, существенного значения не имеет, так как она сечет потолок выработки почти под прямым углом. (Рис. 13).

Руководящая роль при отслаивании угля здесь принадлежит экзоплоскости I-а, которая, в сочетании с остальными плоскостями, создает постоянную угрозу возникновения аварий, в одинаковой мере как в потолке выработки, так и при продвижении забоя. Этому также способствует наличие в этой выработке воды. Смачивая трещины, вода уменьшает сцепление и тем самым способствует отслаиванию угля по ним.

В полке выработки, особенно ближе к почве пласта, часто наблюдаются купола, форма которых в большинстве случаев представляет трехгранную пирамиду, ограниченную плоскостями: экзо—I-а, торцом и напластованием. Иногда формой купола является усеченная пирамида, тогда плоскостью усечения бывает основная плоскость. Основание такого пирамидального купола обычно близко к равностороннему треугольнику, высота достигает 0,6—0,8 м. Все эти плоскости нависают над выработанным пространством, поэтому при наличии резкой выраженности всех плоскостей, уголь легко по ним выпадает.

Кроме таких, сравнительно, небольших куполов, в потолке выработки нередко наблюдается отслаивание угля большими глыбами по плоскостям: экзо—I-а или торцу, напластованию и основной плоскости. Иногда эти глыбы образуются вблизи куполов, являясь как бы дальнейшим их продолжением, но иногда образуются самостоятельно (рис. 27). Нередко такие глыбы угля, если их своевременно не подкрепить, являются причиной серьезных аварий.

Значительную опасность эти плоскости составляют и в лобовой части выработки, так как экзоплоскость I-а сечет лобовую плоскость под острым углом. Вследствие этого уголь, главным образом, по экзоплоскости I-а, а также по основной и напластованию, отслаивается от лобовой плоскости большими глыбами в виде вытянутых четырехгранных призм, размеры которых достигают $1,0 \times 1,5 \times 3,0$ куб. м. Так, например, при исследовании этой выработки 20.9.38 г., после того, как один из очередных слоев был выработан и приступили к его забутовке, мы наблюдали в лобовой части выработки большие глыбы, отслоившиеся от нее и беспорядочно наваленные друг на друга.

Вообще необходимо сказать, что эта очистная выработка, вследствие интенсивного отслаивания угля по кливажным плоскостям на всех обнаженных плоскостях выработки, находилась постоянно в аварийном состоянии, поэтому она систематически не выполняла плана угледобычи.

4. Система длинных столбов по простирацию с выемкой сплошным забоем „Лава“.

Основное отличие лавы от предыдущих систем заключается в том, что плоскость обнажения угля в забое отвесна и направлена по падению пласта, в то время как в диагональных слоях граница вынимаемого слоя располагается всегда наклонно

и диагонально по отношению к пласту. Такая ориентировка плоскости обнажения способствует большей его устойчивости, так как уголь не нависает над выработанным пространством. Кроме того, эта система наблюдалась нами в менее мощном пласте—III Внутреннем, который к тому же вынимался не на всю мощность, а по существу хищнически одним наклонным слоем с оставлением больших масс угля в висячем и лежащем боку. Так, например, в лаве № 1 в почве пласта оставлялось более 1,5 м угля, а в лаве № 2—в кровле около 2,5 м.

Понятно, что при таких условиях создаются значительные преимущества этой системы в смысле устойчивости забоя, тем более, что и забой в этом случае продвигается значительно быстрее, и, следовательно, уголь не успевает отстаиваться и растрескиваться.

4 крыло.

Эта система разработок нами наблюдалась по пласту III Внутреннему 4 крыла—юг. Здесь одновременно работают две лавы. Первая в 180 м (точка наблюдения 28), а вторая в 400 м южнее главного квершлага шахты (точка наблюдения 27). Первая лава, выбирая уголь по простиранию пласта, продвигалась с юга на север, а вторая с севера на юг; таким образом, мы имели возможность одновременно наблюдать влияние кливажных плоскостей на забой, продвигающиеся в противоположных направлениях.

Геологическая характеристика пласта III Внутреннего 4 крыла—юг следующая. Здесь встречено существенное нарушение в 70 м южнее главного квершлага шахты и в 110 м севернее первой лавы, описанное выше в связи с геологическим описанием пласта IV Внутреннего 4 крыла—юг. Южным штреком этого пласта больше нарушений не встречено, поэтому можно считать, что очистные выработки находятся в нормальных условиях.

Средняя нормальная мощность пласта, равная 5,6 м, колеблется в пределах данного участка от 5,3 м—в лаве № 1 до 6 м—в лаве № 2. Кровля пласта представлена вначале аргиллитом, а затем песчаником. Кровля устойчива. Почва пласта представлена песчаником. Пласт содержит два прослойка графитовидного аргиллита: первый в 0,8 м от кровли, мощностью 0,2 м, а второй в 3 м от кровли, мощностью 0,05—0,10 м. Кроме того, в пласте угля в 3,3 м от кровли имеется небольшой прослойок мятого угля мощностью 0,05 м.

Пласт угля можно разбить на две пачки. Первая пачка—от кровли до прослойка мятого угля. Здесь уголь довольно крепкий, матовый, с частыми прослойками блестящих ингредиентов, с ясно выраженными кливажными плоскостями. Вторая пачка—от прослойка мятого угля до почвы пласта имеет уголь менее крепкий, сильно раздробленный, в силу чего в этой пачке угля выделить кливажные плоскости довольно трудно.

а) Лава № 1. Точка наблюдения 28. Движение забоя с юга на север.

Здесь мы наблюдали следующие плоскости.

Таблица 11

Напластование	Эндоплоскости		Экзоплоскости	
	Основная	Торцовая	I-а	I-бис
263—64	57—36	157—80	199—60	301—50

На отслаивание угля здесь оказывают влияние напластование, основная плоскость и экзоплоскость I-а. Экзоплоскость I-бис выражена значительно слабее других плоскостей, при отслаивании угля играет второстепенную роль. Торец вообще выражен слабо, но для лавы он приобретает важное значение, так как почти совпадает с плоскостью груди забоя. Вследствие того что торец выражен сравнительно слабо, он сам по себе не вызывает аварийного отслаивания угля, а только облегчает выравнивание забоя.

Ведущая роль при отслаивании угля принадлежит экзоплоскости I-а в сочетании с напластованием и основной. Плоскость I-а здесь очень хорошо выражена. Она сечет грудь забоя под острым углом, равным 20° , вследствие чего обнажается на больших площадях.

По этим плоскостям происходит отслаивание крупных обломков угля, при этом, вследствие того, что экзоплоскость I-а падает в сторону кровли пласта, отслоившаяся по ней глыба легко отделяется от напластования как от плоскости, нависающей над выработанным пространством, и затем стремительно соскальзывает по плоскости I-а, иногда сбивая на своем пути крепление.

Наиболее опасное отслаивание угля по этим плоскостям происходит после отпалки, когда, в силу сотрясения, уголь большими массами отделяется по экзоплоскости I-а и нависает над выработанным пространством. Часто достаточно небольшого удара кайлы, чтобы громадная глыба, отделившись от забоя, быстро сползла вниз. Необходимо каждый раз после отпалки тщательно обирать забой, особенно в тех местах, где обнажается экзоплоскость I-а.

Экзоплоскость I-бис, как мы уже отметили выше, существенного значения при отслаивании угля не имеет, так как она сечет грудь забоя под углом 75° , но она значительно облегчает отслаивание по напластованию, ибо эта плоскость близка к последнему.

б) Лава № 2. Точка наблюдения 27. Движение забоя с севера на юг.

Здесь необходимо отметить, что вблизи этой лавы, в 25 м севернее зафиксировано несколько куполов, благодаря которым

пришлось бросить начатую лаву и оставить небольшой целик. Условия образования этих куполов остались неизвестными, так как во время работ наблюдения там не велись, а позднее проникнуть туда было невозможно.

В данной выработке мы наблюдали те же плоскости, с теми же элементами залегания, за исключением экзоплоскости 1-бис, которая еще более приблизилась к напластованию и практически слилась с ним.

Интенсивность отслаивания угля в этой лаве значительно меньше, чем в лаве № 1, так как в лаве № 1 экзоплоскость 1-а наклонена к забою и несколько повернута в сторону кровли пласта, поэтому уголь, отслоившись по этой плоскости, легко сползает по ней и плоскости напластования. В лаве № 2 она наклонена от забоя и несколько повернута в сторону почвы пласта, в силу чего отделившийся по ней уголь ложится на плоскость напластования и таким образом прижимается к почве.

Это обстоятельство заставляет нас сделать вывод, что направление продвижения лавы по простиранию будет выгодней с севера на юг, чем с юга на север.

5 крыло.

На 5 крыле лавой разрабатывается пласт III Внутренний, (точка наблюдения 29). Очистная выработка находится в 210 м северней главного квершлага шахты. Лава продвигается с севера на юг.

Штрек по пласту III Внутреннему на севере от главного квершлага встретил только два поперечных нарушения, типа несогласного взброса, с горизонтальной амплитудой каждого до 10 м. Эти нарушения встречены вблизи главного квершлага шахты и находятся: первое в 130, а второе в 170 м южнее места заложения лавы. Таким образом эти нарушения, будучи удалены от лавы, не могли оказать существенного влияния на участок пласта, непосредственно примыкающий к лаве.

Нормальная мощность пласта колеблется в пределах 4,5—5 м, однако, в данной лаве был обнаружен небольшой пережим пласта, где мощность его уменьшилась до 3,9 м. Кровля пласта представлена крепкими песчаными сланцами, пронизанными тонкими струйками блестящего угля. Местами песчаный сланец отделяется от кровли большими плитами площадью 1—4 кв. м. Почва пласта представлена темносерым крепким аргиллитом. Почва неровная. Хорошо видны уступы высотой 0,25—0,30 м, образование которых вызвало пережим пласта. В пласте угля имеется небольшой прослой аргиллита в 1,2 м от почвы пласта. В почве пласта имеется пачка сильно перемятого угля мощностью 1,4 м. В этой пачке наблюдается капез воды, которая, размывая уголь, способствует его выпадению, при этом уголь рассыпается в мелочь. Выше этой пачки уголь крепкий, но с хорошо выраженными

плоскостями кливажа. У самой кровли имеется прослойка мягкого угля, мощностью 0,10—0,15 м.

Здесь наблюдались следующие плоскости.

Таблица 12.

Напластование		Эндоплоскости				Экзоплоскости					
		Основная		Торцовая		I-а	II-а		III-бис		
Аз.	уг.	Аз.	уг.	Аз.	уг.	Аз.	уг.	Аз.	уг.	Аз.	уг.
42	66	237	49	152	77	178	68	86	42	4	52

Все эти плоскости оказывают влияние на отслаивание угля в двух сочетаниях, при этом в обоих сочетаниях руководящая роль принадлежит экзоплоскости III бис. Падая к забою, эта плоскость ориентирована в пласте так, что она в то же время падает и в сторону кровли пласта, вследствие чего отслоившийся по ней кусок угля легко отваливается от стенки забоя.

Первое сочетание—основная плоскость, торец, экзоплоскость III бис и экзоплоскость II-а.

Все эти плоскости, кроме торца, довольно ярко выражены в пласте угля. Торцовая плоскость оказывает влияние на отслаивание угля постольку, поскольку она совпадает с плоскостью груди забоя лавы.

Экзоплоскость III бис и экзоплоскость II-а, пересекаясь в пласте угля, образуют двугранный угол. Линия скрещивания их падает на восток немного положе падения пласта. Кусок угля, отделившись вверху по основной плоскости, выпадает из этого двугранного угла, при этом он легко отрывается от экзоплоскости II-а, как от плоскости, нависающей над выработанным пространством, и затем стремительно сползает по экзоплоскости III-бис. Иногда кусок угля внизу отслаивается по основной плоскости, но тогда он только оседает и остается на месте.

Форма куска, который получается при отслаивании угля по этим плоскостям, представляет вытянутую в длину трехгранную призму, ограниченную торцом, экзоплоскостью II а, или основной и экзоплоскостью III бис.

Второе сочетание—напластование, экзоплоскость I-а и экзоплоскость III бис.

Отслаивание угля по этим плоскостям особенно хорошо проявляется в прикровельной части пласта. Кусок угля, легко отслоившись от экзоплоскости I-а и напластования, сползает по экзо—III-бис, как по крутой наклонной плоскости. Как видно из этого описания, движение лавы с севера на юг в 5 крыле не имеет тех преимуществ, которые были установлены для 4 крыла. Но в общем как в том, так и другом случае разработка пласта слоем в 3,5—4 м мощностью особых осложнений не вызвала.

Проявление кливажных плоскостей по пласту Горелому.

(Точки наблюдений 20, 21, 22, 23, 24 и 26).

По пласту Горелому на шахте Коксовой 4 и 5 крыла очистных работ нет, поэтому нам пришлось вести наблюдения за кливажем только в подготовительных выработках, которые, кстати сказать, находятся только в зачаточном состоянии, особенно на 5 крыле, где пройден штрек всего 100 м длиною на юг от главного квершлага.

В основном мы провели наблюдения за пластом Горелым на 4 крыле—юг, где нам удалось исследовать шесть точек.

Пласт Горелый на 4 крыле—юг находится в условиях нормального залегания. Штрек, пройденный по этому пласту от главного квершлага на юг и от южного промквершлага на юг и север, не встретили нарушений.

Нормальная мощность пласта, равная 9,5 м, хорошо выдерживается по простиранию. Кровля пласта представлена вначале аргиллитом, мощностью 5 м, а затем песчаником. Почва пласта представлена вначале углистым сланцем, а затем также песчаником.

В кровле пласта имеется прослойка глинистого сланца, пронизанный тонкими струйками угля, мощностью 0,25 м. Ниже этого прослойка имеется второй прослойка глинистого сланца, мощностью 0,1—0,15 м и, наконец, в середине пласта встречаются линзочки оолитового железняка, мощностью 0,1—0,15 м. В почве пласта имеется пачка мятого угля мощностью 0,6 м.

В пласте угля нами наблюдались следующие плоскости.

Таблица 13.

Напластование		Эндоплоскости				Экзоплоскости			
		Основная		Торцовая		I-а		III-бис	
255	62	52	30	165	75	230	68	18	68

Все плоскости, за исключением торцовой, выражены очень хорошо. На напластовании и основной плоскости часто видны зеркала скольжения и штрихи. Влияние этих плоскостей на отслаивание угля будет зависеть от ориентировки и направления очистной выработки. По подготовительным выработкам мы наблюдали отслаивание угля, главным образом, по напластованию, основной плоскости и экзоплоскости I а.

Шахта 3—3-бис.

В момент наблюдения очистные работы в шахте 3—3 бис были сосредоточены в двух местах: на восточном крыле 6 синклинали, которое соответствует 4 крылу шахты Коксовой, являясь прямым его продолжением на юг, и на западном крыле 5 синклинали, которое соответствует первому крылу той же шахты.

На восточном крыле 6 синклинали разрабатывались пласты IV и III Внутренние, с применением по IV Внутреннему системы диагональных слоев с нарезкой длинными столбами по простиранию, а по III—наклонных слоев с разбивкой пласта на 2 слоя и выемкой их в восходящем порядке сплошным забоем (лавой). Во втором месте разработке подвергался только пласт Горелый, причем здесь на сравнительно небольшом его участке, протяжением в 600 м было применено три различных системы: 1) система наклонных слоев, с разбивкой пласта на три слоя и выемкой их в восходящем порядке, а каждого слоя сплошным забоем; 2) система „зон“, при которой пласт разбивается на короткие столбы, и выемка их производится горизонтальными слоями в восходящем порядке, а внутри слоя—узкими лентами вкрест простирания; 3) система горизонтальных слоев, с выемкой их в нисходящем порядке. Понятно, что наибольший интерес для нас представлял именно этот последний участок, где мы имели возможность наблюдать проявление кливажных плоскостей одного и того же пласта при трех различных системах его разработки, сосредоточенных практически в одном пункте. Но чтобы не разбрасываться, мы приведем результаты наших наблюдений в порядке, указанном выше.

1. Система-диагональных слоев. Пласт IV внутренний.

(Точка наблюдения 17).

Эта система на шахте 3—3 бис нами наблюдалась по пласту IV Внутреннему на восточном крыле 6 синклинали в 350 м от главного квершлага шахты на юг. Азимут падения пласта 253° , $\angle 65^\circ$. Падение ската на север под углом $35-40^\circ$. Основной штрек протяжением 410 м на горизонте штольни встретил только одно нарушение с азимутом падения 124° , $\angle 60^\circ$, в 60 м южнее места заложения очистной выработки, типа согласного взброса, с довольно значительной горизонтальной амплитудой.

Нормальная мощность пласта, на данном участке, колеблется в пределах от 7,57 до 8,27 м. Кровля пласта представлена слабо устойчивым песчано-глинистым аргиллитом. Почва—песчаный аргиллит.

У кровли пласта уголь довольно крепкий. Имеется два породных прослойка. Первый прослой—графитовидный аргиллит, мощностью 0,10 м, на расстоянии 0,7 м от кровли пласта. Ниже его имеется второй прослой песчаного аргиллита, мощностью 0,07—0,10 м. В почве пласта уголь слабее, местами сильно примят.

Здесь наблюдались следующие плоскости.

Таблица 14.

Напластование		Эндоплоскости				Экзоплоскости					
		Основная		Торцовая		I-а		I-бис		II-а	
253	65	45	20	155	71	194	78	333	35	125	78

Все кливажные плоскости в пласте проявляются очень отчетливо. Из экзоплоскостей особенно ярко выражены—I-бис и Iа. Руководящая роль при отслаивании принадлежит экзоплоскости I-бис, так как она здесь, так же как и на северных скатах на шахте Коксовой, сечет потолок под острым углом. Экзоплоскость II-а, хотя и хорошо проявляется, но ее роль в отслаивании угля незначительна.

Все эти плоскости влияют на отслаивание угля в двух сочетаниях.

Первое сочетание—напластование, основная плоскость и торец.

Влияние этого сочетания плоскостей в аналогичных выработках на шахте Коксовой было уже описано. За счет отслаивания угля по этим плоскостям в процессе работ наблюдаются задиры.

Второе сочетание—экзоплоскость I-бис, экзоплоскость Iа, иногда подменяемая торцом, и напластование.

Это сочетание плоскостей создает аварийное отслаивание угля при руководящей роли экзоплоскости I-бис. По этой плоскости отслаиваются большие глыбы угля. Так, в момент наблюдения, в верхней части выработки, по плоскостям этого сочетания и особенно по экзоплоскости I-бис, образовался большой купол высотой 2 м и длиной вкрест простирания пласта 3,5 м. Подобное отслаивание угля в этой выработке—обычное явление, и по аварийности она ничем не отличается от выработок этой системы в шахте Коксовой.

2. Система наклонных слоев. Пласт III Внутренний.

(Точка наблюдения 18).

Наклонные слои на восточном крыле 6 синклинали применяются по пласту III Внутреннему. Очистной забой расположен в 50 м от главного квершлага шахты. Пласт вырабатывается двумя слоями в восходящем порядке. Мощность нижнего слоя 2,60 м, верхнего—2,80 м. Естественной границы между слоями нет. Опережение забоев 5—10 м. Выемка пласта производится лентами сверху вниз. Ширина ленты 1,20 м.

Пласт залегает в довольно сложной тектонической обстановке. Здесь зафиксировано несколько нарушений: одно—в конце штрека, в 530 м от главного квершлага с азимутов падения 182° , $\angle 65^\circ$, второе—в 370 м от главного квершлага с азимутом падения 120° , $\angle 65^\circ$. В 95 м южнее последнего нарушения встречены еще два нарушения с азимутами падения 305° и 205° и соответственно углами падения в 40° и 75° . Все эти нарушения оказали большое влияние на пласт угля.

Нормальная мощность пласта колеблется в пределах 4,5—5,5 м; азимут падения— 255° — 64° . Кровля и почва пласта—довольно устойчивый аргиллит.

В пласте угля имеется два прослойка породы. Первый прослой, залегающий у кровли пласта—графитовидный аргиллит, мощностью 0,10 м. Второй прослой—углистый аргиллит, мощностью 0,20—0,25 м в 1 м от кровли пласта.

Здесь мы наблюдали следующие плоскости.

Таблица 15.

Напластование		Эндоплоскости				Экзоплоскости					
		Основная		Торцовая		I-а		I-бис		II-а	
Аз.	уг.	Аз.	уг.	Аз.	уг.	Аз.	уг.	Аз.	уг.	Аз.	уг.
255	64	47	28	150	87	195	69	329	35	125	81

Сложность тектонической обстановки сильно сказалась на кливажной решетке пласта. Все кливажные плоскости исключительно резко выражены. Основная плоскость и напластование покрыты зеркалами скольжения и штриховкой.

Нами наблюдалось отслаивание угля только в нижнем слое. Здесь главную роль играла экзоплоскость I-а, которая дает лодкообразную отдельность, так как поверхность этой трещины сильно волниста. Кроме этой плоскости уголь также хорошо отслаивается по напластованию, основной плоскости и отчасти по экзоплоскости I бис.

Наиболее интенсивное отслаивание по этим плоскостям происходит со стороны груди забоя. Экзоплоскость I-а сечет грудь забоя под острым углом. Уголь вверху отслаивается по основной плоскости, в боках по напластованию, а затем легко сползает по экзоплоскости I-а, как по крутой наклонной плоскости, падающей к забою.

Что касается потолка выработки, то он оказался устойчивым, так как все кливажные плоскости секут его под значительными углами.

В момент наблюдения аварийного отслаивания мы не наблюдали; очевидно, это необходимо объяснить устойчивым потолком выработки.

Опытный участок пласта Горелого.

Пласт Горелый, как уже указывалось выше, подвергался разработке тремя различными системами. Северная часть пласта разрабатывалась зонами, средняя—наклонными слоями, а южная—горизонтальными слоями. Соответственно этому пласт был разделен подготовительными выработками на три, примерно, равные части.

Опытный участок в смысле геологических условий избран довольно удачно, так как по пласту Горелому штрек, пройденный

на расстояние 600 м от главного квершлага шахты 3—3-бис, не встретил ни одного заметного нарушения¹⁾).

Нормальная мощность пласта равна 9,0 м, хорошо выдерживается как по падению, так и по простиранию. Кровля пласта представлена слабоустойчивым аргиллитом. Почва пласта представлена вначале глинистым сланцем, пронизанным струйками угля, а затем песчаным аргиллитом, в общем довольно устойчива.

Пласт угля сравнительно чистый и только местами содержит линзы оолитового железняка. В северной части пласта в 6 м от почвы встречается тонкий прослой светлого мелкозернистого песчаника мощностью 0,02—0,05 м.

В кровле уголь сравнительно крепкий, в почве же пласта обычно, примят, сильно трещиноват, и несет обильные следы притирания по плоскостям кливажа.

Выше горизонта—265 пласт угля выгорел. Давление этих горельников имеет большое значение при разработке верхних горизонтов пласта.

По пласту Горелому встречены следующие плоскости (рис. 28).

Таблица 16.

Напластование		Эндоплоскости				Экзоплоскости									
		Основная		Торцовая		I-а		I бис		II-а		II-бис		III-а	
Аз.	уг.	Аз.	уг.	Аз.	уг.	Аз.	уг.	Аз.	уг.	Аз.	уг.	Аз.	уг.	Аз.	уг.
51	48	247	46	150	79	191	80	332	41	104	75	52	67	266	70

1. Наклонные слои.

(Точки наблюдения 1, 2, 4).

Пласт Горелый вырабатывался тремя слоями, по 3 м нормальной мощности. Одновременно в работе находились два слоя: один вырабатывался, а другой забутовывался. Опережение одного слоя относительно другого 15 м по простиранию. Слои вырабатывались лентами, вытянутыми по падению пласта, шириною 1,2 м и длиною во всю высоту этажа в 4,7 м. Выемка ленты велась снизу вверх. В первом слое полом выработки была почва пласта, а потолком уголь. Во втором слое полом выработки был закладочный материал, потолком выработки—уголь. В третьем слое полом выработки был закладочный материал, а потолком выработки частично кровля пласта, а частично уголь, который местами оставляли в кровле, с целью предохранения ее от куполения.

¹⁾ При проведении очистных работ в зоне № 4, в 90 м к югу от главного квершлага было обнаружено одно небольшое нарушение, не замеченное при проходке штрека. Это нарушение падает на восток 90° под углом 70° и несколько осложнило работы в зоне № 4.

Кливажные плоскости оказывают влияние на отслаивание угля в нескольких сочетаниях, при этом каждое сочетание приурочивается к определенному слою.

В первом слое уголь отслаивается по экзоплоскости II бис, основной плоскости, экзоплоскости III-а и торцу. Руководящая роль при отслаивании принадлежит экзоплоскости II бис близкой напластованию, которая, падая согласно с пластом, сечет кровлю выработки под острым углом, вызывая постоянные задиры потолка.

Во втором слое уголь более мягок и сильнее трещиноват. Здесь наблюдаются почти все плоскости кливажа, однако наиболее легко уголь отслаивается по основной плоскости, экзоплоскости II бис и экзоплоскости I бис. Здесь руководящая роль при отслаивании принадлежит также экзоплоскости II-бис, по которой уголь, как по крутой нависающей плоскости, легко отслаивается. В боках же уголь отслаивается по экзоплоскости I бис и сползает по основной плоскости.

В третьем слое на отслаивание угля оказывает влияние два сочетания плоскостей.

Первое сочетание — экзоплоскость II-бис, основная плоскость и торец.

Это сочетание плоскостей в момент наблюдения лучше проявлялось вверху выработки. Действие этого сочетания то же, что и в первом слое. Однако здесь это сочетание представляет уже значительно большую опасность, так как кровля пласта слабая и вместе с углем происходят более или менее значительные ее вывалы. Поэтому при выемке третьего его слоя стараются не обнажать кровлю, оставляя в кровле немного угля.

Второе сочетание — экзоплоскость II-бис, I-а и II-а.

Это сочетание лучше проявляется у основания слоя. Здесь кусок угля, отслоившись по экзоплоскостям I-а, II-а, линия скрепления которых довольно круто падает от потолка к выработанному пространству, легко сползает по экзоплоскости II бис.

Кровля, обрушаясь, дает крупные куски, длиной 1,2 м и в поперечнике $0,2 \times 0,5$ м. Уголь больших кусков не дает, хотя отслаиваются значительные его массы, так как, рассеченный большим количеством различных ориентированных трещин, он рассыпается при обрушении в мелочь. Наибольшие куски угля не превышают 0,3 м. Аварий при разработке этой системой нами не наблюдалось.

3. Горизонтальные слои. Выемка в нисходящем порядке.

В этой системе уголь вынимается слоями в нисходящем порядке с полной закладкой выбранного слоя, высота которого равна 2,4 м. Слои вынимаются лентами, шириной 20—27 м, по направлению от кровли к почве. Для предохранения от высыпания сверху закладочного материала на почве вынимаемого

слоя укладывается настил. Таким образом потолком выработки является деревянный настил, на котором покоится закладочный материал, а полом выработки—уголь.

При таком способе разработки нависание угля совершенно упраздняется, а боковое давление, при выемке угля лентами от кровли к почве, не имеет никакого значения, поэтому кливажные плоскости отслаивания угля не вызывают и только облегчают его отбойку при выемке.

Система зон.

(Точки наблюдения 7, 6 и 23).

При разработке системой зон, этаж, вертикальная высота которого равняется приблизительно 40 метрам, разделяется на два под'этажа с оставлением между ними предохранительного целика высотой в 3—4 м. Перед выемкой каждый под'этаж по простиранию разбивается на 10 м интервалы—„зоны“, причем в промежутках между ними приходится оставлять также предохранительные целики толщиной в 3—4 м. Выемка угля начинается с верхнего под'этажа и производится горизонтальными слоями в 2,2 м высотой в восходящем порядке, причем зоны вынимаются последовательно одна за другой. Работа ведется с применением специальной станковой крепи и с полной закладкой выработанного пространства, причем без закладки допускается выемка не более двух слоев. Таким образом потолком выработки всегда является уголь, а полом деревянный настил предыдущего слоя.

Наблюдения за кливажем производились в нижнем и верхнем под'этажах зоны № 4 и в верхнем под'этаже зоны № 3.

Кливажные плоскости в разных частях пласта проявляются не одинаково. В более слабых частях пласта, особенно около почвы, почти все экзоплоскости выражены одинаково отчетливо, за исключением экзо-II-а, которая была зафиксирована только в нижнем под'этаже зоны № 4 и в верхнем—зоны № 3. Ближе к кровле трещиноватость угля проявляется слабее, но и здесь экзоплоскости II-бис, I-а и I-бис проявляются вполне отчетливо. Напластование и основная плоскость выражены также всегда отчетливо и играют весьма существенную роль в отслаивании угля, хотя иногда и подменяются соответственно экзоплоскостями II-бис и III-а.

Согласно наших наблюдений, эти плоскости оказывают влияние на отслаивание угля преимущественно в следующих сочетаниях.

Первое сочетание—основная, II-а, I-а и II-бис или напластование.

Это сочетание создает аварийное отслаивание угля в почве пласта нижнего под'этажа зоны № 4. Руководящая роль при этом принадлежит экзоплоскости II-а и основной. Здесь мы на-

блюдали, как по этим плоскостям образовался купол в 5 м высотой. Уголь вверху отслоился по основной плоскости и отчасти по экзо-III-а, в боках по экзоплоскостям II-а и I-а и затем сполз по напластованию (рис. 29).

Второе сочетание — экзоплоскости III-а, I-бис и II-бис или напластование.

Это сочетание чаще наблюдается в кровле пласта. Здесь уголь вверху отслаивается по экзоплоскости III-а¹⁾, а с боков по напластованию и экзоплоскостям II-бис и I-бис. Отслаивающиеся куски имеют обычно форму неправильных ромбоэдров.

Как видно из этого описания, система зон не представляет каких-либо преимуществ по сравнению с другими системами. Благодаря узкому фронту работ, она менее производительна по сравнению с системами наклонных и диагональных слоев и в то же время обладает недостатками, присущими этим системам как вследствие нависания угля над головою, так и разрушения его в потолочной толще при подработке снизу. По самому характеру работ она требует специального крепления (станковая крепь) и, несмотря на применение этого сложного и дорогого крепления и выемку угля узкими лентами, не предотвращает внезапных аварийных вывалов угля из нависающего потолка выработки. Эти вывалы угля сильно затрудняют работы и постоянно угрожают авариями. Во время наших наблюдений было несколько случаев остановки работ по этой причине.

Заключение.

Мы не являемся специалистами в области эксплуатации месторождений. Поэтому всесторонняя оценка и выбор той или иной системы разработки для исследованных нами пластов не входили и не могли входить в задачу нашей работы. Тем не менее, проведенные нами, хотя и кратковременные, но более или менее систематические наблюдения в очистных забоях различных систем разработок позволяют сделать кое-какие сопоставления и выводы, которые окажутся, вероятно, не безинтересными при решении данного вопроса специалистами.

При разработке мощных пластов Прокопьевского района Кузбасса применяются несколько различных систем, представляющих некоторые модификации всех видов слоевых разработок.

А. Диагональные слои в нескольких вариантах.

1) Нормальная система диагональных слоев с продвижением диагонального забоя по простиранию (пласт IV Внутренний 4 крыла—север шахты Коксовой и восточное крыло 6 синклинали шахты 3 и 3-бис).

2) Так называемая односкатная система или система

¹⁾ Или по основной, так как они часто подменяют одна другую.

диагональных слоев по восстанию, представляющая другой вариант той же системы диагональных слоев, но при этом выемка диагональных слоев производится в восходящем порядке и, следовательно, диагональный забой продвигается снизу вверх (пласт IV Внутренней шахты Коксовой 4 и 5 крыло).

3) Наконец, та же по существу система, но только с двухсторонними диагональными слоями, получающая местное название „елочка“ (Шх. Коксовая IV Внутренний 4 крыло).

Б. Наклонные слои с выемкой угля в восходящем порядке.

(Пласты Горелый и III Внутренний шахты 3 и 3 бис).

В. Горизонтальные слои в двух вариантах.

1) Так называемая „зона“, т. е. система, в которой нарезка производится короткими столбами, а выемка ведется горизонтальными слоями в восходящем порядке.

2) Горизонтальные слои, вынимаемые в нисходящем порядке (обе последние системы по пласту Горелому—опытный участок шахты 3 и 3 бис).

Помимо этого, в некоторых местах по пласту III Внутреннему применяется система лава этаж, т. е. разработка пласта сплошным забоем по простиранию. Но так как при этой системе вынуть пласт мощностью более 3,5—4 м, технически невозможно, то она сводится в конечном счете к выемке только одного наклонного слоя с оставлением угля в бортах слоями до 2—2,5 м, и является в общем хищнической системой, а потому мы ее выпускаем из рассмотрения ¹⁾.

На отслаивание угля по кливажным плоскостям в очистных выработках влияют, в первую очередь, следующие обстоятельства.

1. Количество обнаженных плоскостей угля, нависающих над выработанным пространством.

2. Величина этих обнаженных плоскостей.

3. Продолжительность промежутка времени, в течение которого данная плоскость остается обнаженной.

4. Ориентировка обнаженных плоскостей по отношению к важнейшим кливажным плоскостям.

Если мы с этой точки зрения рассмотрим применяемые системы разработок, то должны будем прийти к выводу, что такие системы, как диагональные слои, особенно при применении их к выемке длинных столбов по восстанию, т. е. односкатная система и елочка находятся в менее благоприятных условиях по сравнению с другими системами. Основными их недостатками являются следующие.

1. Обилие плоскостей обнажения, а именно—а) потолок выработки, он же граница диагонального слоя; б) лоб выработки или

¹⁾ По существу хищнической системой является также и система зон, однако последняя имеет своих сторонников, поэтому на ней нам придется немного остановиться.

верхний обрез слоя; в) стенка ленты и г) забой ленты, причем в елочке количество их возрастает еще за счет другого ската и прорезки хребта на пересечении обоих скатов.

2. Большая часть этих плоскостей нависает над выработанным пространством, естественно угрожая обвалами отслоившегося по ним угля. Эта опасность усугубляется еще тем обстоятельством, что при отбойке угля обычно применяются взрывные работы, которые вызывают сотрясение в нависшей над головой массе угля, способствуют раскрытию кливажных трещин и ослаблению сцепления по ним.

3. Граница вынимаемого слоя, образующая наклонный потолок выработки, представляет громадную площадь, остающуюся обнаженной, не подбученной в течение выемки всего слоя, что способствует отставанию угля, т. е. естественному его растрескиванию под действием собственного веса и давления вышележащих пород.

4. Очень существенным недостатком этих систем является также относительное медленное продвижение очистных выработок. При нормальной работе столб, размерами в 30 м по простиранию и 35—40 м по восстанию, должен выниматься по расчетам в течение 4—6 месяцев. По данным же маркшейдерских планов видно, что на самом деле выемка его продолжается в течение 8—10 мес., а иногда затягивается даже до года. (Например, елочка по пласту IV Внутреннему 4 крыло юг). Следовательно, в течение всего этого времени масса угля, находящаяся над выработанным пространством, подвергается систематическому воздействию сотрясений от взрывов, давлению кровли и проч., так что в конечном счете растрескивается, превращаясь в груды обломков, утративших связь друг с другом и окружающими породами. Понятно, что в таких условиях отработка столба, особенно в конечную ее стадию, становится крайне затруднительной и опасной.

Если прибавить к этому отсутствие жесткой опоры, у крепи, поддерживающей потолок выработки, не говоря уже о несвоевременной и неполной закладке выработанного пространства, что довольно часто наблюдается на руднике, то становится ясно, что рекомендовать эти системы, особенно для разработки таких трещиноватых пластов, как IV Внутренний и Горелый, по меньшей мере затруднительно.

По существу те же недостатки свойственны и системе диагональных слоев в чистом ее виде, т. е. при движении очистного забоя по простиранию пласта. Преимущества этой системы, по сравнению с предыдущими, заключается только в том, что здесь при продвижении забоя в потолке обнажаются все новые и новые толщи угля. Поэтому влияние сотрясений при взрывах должно менее отзываться на потолочной толще. Кроме того, здесь представляется возможность выбора направления движения забоя—по простиранию в ту или иную стороны—что при определенном расположении кливажной решетки иногда имеет существенное значение.

Однако, прочие недостатки, присущие диагональным слоям, а именно—наличие крупных обнаженных плоскостей, нависающих над выработанным пространством, обилие обнаженных плоскостей над головою и медленное продвижение забоя—сохраняются и здесь в полной мере. В общем небольшие преимущества этой системы затушевываются этими основными недостатками, а потому рациональность ее применения, особенно в сильно трещиноватых пластах, также приходится взять под сомнение. Тем более, что в тех местах, где мы имели возможность ее наблюдать, а именно по IV Внутреннему 4 крыла—север в шахте Коксовой и на восточном крыле 6 синклинали шахты 3—3 бис она не имела никаких преимуществ и сопровождалась постоянными авариями.

Отсюда мы делаем следующие выводы:

1. Система диагональных слоев с выемкой по простираанию имеет некоторые преимущества по сравнению с системой диагональных слоев по восстанию (односкатный забой), но преимущества эти невелики.

2. Недостатки, присущие системе диагональных слоев, особенно чувствительны при разработке трещиноватых пластов. Поэтому рациональность применения этой системы вообще для разработки сильно трещиноватых пластов, как IV Внутренний и Горелый,—сомнительна. Но при более крепких углях, как по пласту III Внутреннему, она может быть и могла бы дать более удовлетворительные результаты.

Однако, при этом нужно иметь в виду еще следующие обстоятельства.

Диагональные слои, имеющие наклон на север, находятся в исключительно неблагоприятных условиях, благодаря наличию кливажной плоскости экзо-I-бис, секущей плоскость диагонального забоя под острым углом. Как уже указывалось выше, по этой плоскости в сочетании с напластованием и основной плоскостью происходит интенсивное отслаивание угля большими глыбами, сопровождающееся авариями и даже несчастными случаями. Это вызывает частые простои, а иногда и полное прекращение работ.

Диагональные слои (или скаты), имеющие наклон на юг, находятся в несколько лучших условиях. Однако и здесь часто наблюдаются вывалы крупных глыб и образование куполов, причем в этом случае доминирующая роль принадлежит экзоплоскости 1—а. Хотя она и сечет потолок выработки под менее острым углом, но, будучи более ярко выраженной, в сочетании со столь же ярко выраженным напластованием и основной плоскостью, создает благоприятные условия для куполения. Благодаря этому южные скаты в некоторых точках, по интенсивности отслаивания, мало чем отличаются от северных.

Так, например, по пласту IV Внутреннему 4 крыла—север благодаря, с одной стороны близости замка складки, с другой—проходящего здесь нарушения, уголь оказался настолько разбитым, что выемка его встретила весьма серьезные затруднения,

несмотря на избранный наклон слоев на юг, а работы в нижнем подэтаже пришлось даже остановить.

С другой стороны, в некоторых участках пластов, благодаря выполаживанию экзоплоскости 1-а до $50-60^\circ$, при общем падении ее на юг, последняя для южных скатов будет иметь то же значение, какое для северных имеет экзо—1-бис. Такое именно положение мы будем иметь, повидимому, для III и IV Внутренних 5 крыла шахты Коксовой и для Мощного шахты 3 и 3 бис. Этого обстоятельства, между прочим, недоучел геолог В. А. Азимов (1), рекомендуя при разработке IV Внутреннего на 5 крыле изменить наклон ската с севера на юг, дабы избежать влияния экзоплоскости 1 бис.

Таким образом, применение системы диагональных слоев, помимо общих, присущих ей недостатков, в нашем случае лимитируется еще и неблагоприятным расположением первой пары наиболее ярко выраженных экзогенных кливажных трещин.

Вот почему нам думается, что увлечение этой системой некоторых работников треста Сталинуголь нужно признать ошибочным.

Теперь перейдем к наклонным слоям. Наклонные слои в Прокпьевском районе Кузбасса являются еще не освоенной системой, и применение ее в условиях крутопадающих пластов еще не вышло из стадии экспериментов. Это объясняется, вероятно, тем, что по мнению крупных авторитетов ¹⁾ эта система для разработки крутопадающих пластов с углами наклона более $40-45^\circ$ вообще не рекомендуется.

Однако, опыт ее применения при разработке пласта Горелого на опытном участке шахты 3 и 3 бис (Зап. крыло 5 синклинали), где пласт имеет падение 50° , и на пласте III Внутреннем восточного крыла 6 синклинали, где угол падения пласта достигает даже 65° , дает в общем очень неплохие результаты. Это позволяет думать, что система наклонных слоев заслуживает большего внимания, чем то, которое ей уделялось до настоящего времени, и может получить довольно широкое применение при разработке мощных пластов в районе.

Действительно, исследованные нами пласты в большинстве случаев имеют падение в пределах $50-60^\circ$, т. е. близки во всяком случае к тому, какое имеет пласт Горелый на опытном участке. Исключение составляют только пласты IV Внутренний в южной части 5 крыла и пласт Горелый в южной части 4 крыла шахты Коксовой, где падение их доходит до 70° .

Разработка каждого слоя может вестись лавой, а выемка слоев производится в восходящем или нисходящем порядке. Во всех случаях грудь забоя будет представлять вертикальную плоскость, не нависающую над выработанным пространством. Поведение кливажных плоскостей при такой ориентировке забоя мы

¹⁾ См., например, Шевяков, Л. Д.—Разработка пластовых м-ний.—Гонти 1936 стр. 345—365.

наблюдали во многих случаях по пласту Горелому и III Внутреннему, в том числе и при разработке последнего „лавой“. Устойчивость забоя в этом случае, конечно, много выше, по сравнению с нависшей плоскостью диагонального слоя. Наиболее неблагоприятными являются кливажные плоскости, секущие плоскость забоя под острыми углами и падающие к забою, т. е. в сторону выработанного пространства, так как по ним легче всего происходит отслаивание и выпадение угля. Поэтому, при выборе направления забоя необходимо учитывать это обстоятельство.

Плоскость забоя в этом случае обычно совпадает или почти совпадает с торцом. Но торец выражен обычно слабо и на отслаивание угля не влияет. Наличие же его только облегчает отбойку угля и выравнивание забоя. Гораздо большее значение будет иметь несомненно плоскость экзо I-а. Она местами имеет крутое падение и обычно падает на юг. Поэтому движение забоя с юга на север вообще более опасно, чем движение с севера на юг. Особенно опасным нужно считать такое положение этой плоскости, когда ее падение будет направлено и к забою, и в сторону кровли пласта, так как при таком расположении плоскостей возможны внезапные вывалы крупных глыб угля, что при крутом падении пласта может вызвать серьезные последствия.

При выемке наклонных слоев в восходящем порядке (как это в настоящий момент и практикуется) наиболее опасным является обнажение кровли слоя, которая совпадает с плоскостью напластования. Понятно, что и здесь на отслаивание угля будут иметь наибольшее влияние те кливажные плоскости, которые секут кровлю под острым углом.

Если мы с этой точки зрения проанализируем кливажную решетку, то получим следующую табличку.

Таблица 17.

Величины двугранных углов, составляемых экзогенными кливажными плоскостями с плоскостью напластования.

Название пластов	Угол падения пласта	I-а	I-бис	II-а	II-бис	III-бис
Шахта им. т. Сталина						
IV Внутренний—4 крыло-север . . .	50	60	52	40	—	—
4 крыло-юг . . .	50	56	52	61	—	—
Горелый—4 крыло-юг . . .	70	22	62	—	—	—
III Внутренний—4 крыло-север . . .	50	64	—	—	—	—
4 крыло-юг . . .	60	67	30	—	—	—
IV Внутренний—5 крыло-север . . .	60	72	40	—	—	—
5 крыло-юг . . .	69	88	50	60	—	—
III Внутренний—5 крыло-север . . .	66	60	—	42	—	34
Шахта 3-3 бис.						
Горелый, запад 5 синклиналь . . .	50	60	54	54	25	—
Мощный, запад 5 синклиналь . . .	36	84	40	54	—	—
IV Внутренний восток 6 синклиналь . . .	65	64	68	64	—	—
III Внутренний восток 6 синклиналь . . .	65	58	60	56	—	—

Эндогенные плоскости в таблицу не помещены, так как они с плоскостью напластования составляют прямые углы.

Как видно из этой таблицы, подавляющее большинство плоскостей составляют с напластованием углы не менее 30° . Исключение представляет только пласт Горелый 4 крыла юг—шахты Коксовой и западного крыла 5 синклинали шахты 3 и 3 бис, где в первом случае экзоплоскость 1-а сечет напластование под углом 22° , а во втором—экзо—II-бис—под углом 25° . Необходимо при этом заметить, что в первом случае пласт Горелый имеет падение 70° , так что применение наклонных слоев здесь вообще едва ли возможно, а во втором случае как раз на этом участке и ведется опытная разработка рассматриваемой системой и, как уже указывалось выше, не без успеха.

Исходя из этих соображений, мы считаем, что экспериментирование по применению этой системы следует расширить, и прежде всего попробовать ее на пластах III и, может быть, даже IV Внутренних, обладающих значительно более устойчивой кровлей по сравнению с Горелым.

Система горизонтальных слоев.

Из этих систем мы имели возможность наблюдать две разновидности—систему „зон“ и горизонтальные слои с выемкой в нисходящем порядке—обе на опытном участке шахты 3 и 3 бис.

При разработке зонами нарезка угля производится короткими столбами—зонами, а выемка—горизонтальными слоями в восходящем порядке, причем выемка каждого слоя ведется узкими лентами от почвы к кровле.

Как видно, этой системе присущи почти все те недостатки, которые мы отметили по отношению и системам диагональных слоев по восстанию (нависание угля над головою и разрушение его в потолочной толще), хотя число обнаженных плоскостей здесь меньше, а над выработкой нависает только две. Но эта система требует специального, а, следовательно, и более дорогого крепления (станковая крепь) и несмотря на это, не предотвращает аварийных вывалов угля.

С другой стороны, вследствие необходимости оставления предохранительных целиков как между подэтажами, так и между зонами, она ведет к большим потерям угля, достигающим до 45%, не считая неизбежных потерь от просыпания угля через досчатый настил пола, отделяющий разрабатываемый слой от нижележащего, уже вынутого. Таким образом при этой системе разработки, по крайней мере, в том виде, как она применяется в настоящий момент, вынимается только половина общего запаса угля в пласте, что равносильно тому, как еслиб пласт Горелый, достигающий 9 м мощности, разрабатывался бы двумя 2,5-метровыми наклонными слоями, а остальной уголь бросался.

Уже по одним потерям угля эту систему нельзя квалифицировать иначе как хищническую, мало отличную от забракован-

ной и признанной вредительской камерностолбовой системы. Но и помимо этого, как показывают наши наблюдения, система зон обладает рядом существенных недостатков, делающих ее неприменимой для разработки трещиноватых пластов.

Совершенно иное дело представляет система горизонтальных слоев с выемкой угля в нисходящем порядке, по крайней мере, в смысле полной независимости от влияния кливажных трещин и полного устранения опасности аварийного отслаивания угля. Здесь нет нависающих над выработанным пространством трещиноватых угольных масс. Работа ведется под закладкой, и все зависит от качества закладки и крепления. Но крепь здесь покоится на твердом основании еще не тронутых целиков угля, а давление закладки на крепь, по крайней мере, в момент наших наблюдений, было невелико и никаких осложнений не вызывало. Во всяком случае, здесь не требуется специальной станковой крепи, как в зонах, и вообще крепление ничем не отличалось от обычного крепления очистных забоев. Что касается необходимости отшивки потолка для предотвращения осыпания закладки, то такая отшивка требуется и при других системах разработки с закладкой, в частности и в диагональных, и в наклонных слоях, и в зонах для отделения забученного пространства от рабочего.

К сожалению, мы не имеем точных данных о сравнительной эффективности этой системы и ее технико-экономических показателей в условиях Кузбасса, так как до сего времени она там почему-то совершенно не применялась. Между тем казалось бы, что она заслуживает особого внимания, так как во всех остальных отношениях, как в смысле полноты выемки угля, пожарной безопасности и полной независимости от степени трещиноватости угля и устойчивости вмещающих пород — она положительно идеальна.

На опытном участке шахты 3 и 3 бис, где мы имели возможность наблюдать эту систему, выемка угля производится последовательно узкими лентами вкрест простирания пласта. Но, понятно, что здесь имеется возможность некоторых вариаций. В частности, возможно, вероятно, некоторое уширение лент, создание ступенчатого забоя, изменение направления лент и проч., что даст возможность расширить фронт работ и увеличить производительность забоя.

Поэтому, нам думается, что экспериментирование должно вестись в первую очередь в направлении усовершенствования и освоения этой системы с целью внедрения ее для разработки сильно трещиноватых и разбитых пластов, не допускающих оставления угля над головой. Особенно важным, по нашему мнению, является испытание этой системы для разработки наиболее опасных по аварийному отслаиванию угля участков, как например, в местах нарушений и особенно при сдвоениях мощных пластов, где применение всякой другой системы совершенно исключено.

Как показывает опыт разработки пласта Горелого, эта система может с успехом применяться и на мощных пластах, обладающих сравнительно слабой кровлей.

В других случаях, как например, по пластам III Внутреннему и IV Внутреннему, где он не слишком разбит и имеет умеренное падение, как пластам, обладающим устойчивой кровлей, следует попробовать систему наклонных слоев. Как мы уже отмечали выше, опыт применения этой системы на пласте III Внутреннем дал весьма неплохие результаты, доказав возможность ее применения и на крутопадающих пластах, вопреки мнению некоторых специалистов. Весьма обнадеживающие результаты были получены и на Горелом, хотя этот пласт, сильно трещиноватый вообще и еще сжатый горельниками непосредственно выше горизонта работ, а также обладающий слабой кровлей и неудачным расположением кливажных плоскостей, и не является благоприятным объектом как раз применительно к этой системе.

Вот в каком направлении, по нашему мнению, должны вестись в дальнейшем экспериментальные работы для выбора наиболее рациональной системы (вернее, систем) разработки мощных пластов Кузбасса. Но работы эти должны вестись не вслепую, как это было до настоящего времени, а с учетом расположения кливажных плоскостей. Иначе говоря, работы по изучению кливажа и его проявлений в очистных выработках и экспериментальные работы по испытанию той или иной системы разработок должны вестись параллельно и согласованно, взаимно корректируя и пополняя друг друга.

Таблица 1

Изменчивость квиважной решетки по простиранию пласта
IV Внутреннего шахты Коксовой им. тов. Сталина.

№№ точек	Напла- стов.		Основн.		Торец		I-a		I-бис		II-a		III-a		III-бис	
	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.

Пласт IV Внутренний 4-е крыло.

Юг.

12	253	60	62	36	159	75	—	—	320	38	93	60	—	—	—	—
7—10	260	60	68	35	159	72	202	75	319	50	127	74	—	—	—	—
6—9	255	60	57	43	152	72	196	75	325	27	100	58	248	74	—	—
x	253	62	32	44	158	86	193	78	313	30	100	65	—	—	—	—
8	255	64	71	27	154	76	199	56	—	—	—	—	—	—	—	—
Средние значения	256	61	58	37	156	75	198	71	321	38	105	64	248	74	—	—

Север.

1—2	243	58	70	38	145	81	183	75	285	29	87	60	—	—	—	—
11	265	45	85	40	155	80	185	75	305	30	—	—	278	58	—	—
5	253	45	87	47	156	72	193	84	330	29	—	—	—	—	—	—
4	258	46	57	45	147	83	174	84	318	25	—	—	—	—	—	—
Средние значения	255	47	75	42	151	79	184	80	310	28	87	60	278	58	—	—

Пласт IV Внутренний 5-е крыло.

Север.

36	42	59	258	34	168	79	210	61	330	21	110	50	—	—	—	—
35	52	65	254	26	169	85	—	—	—	—	108	48	—	—	7	37
Средние значения	47	62	256	30	168	82	210	61	330	21	109	49	—	—	7	37

Юг.

32—33	60	69	253	31	164	75	176	47	—	—	104	67	—	—	12	34
Средние по крылу	51	64	255	30	167	80	193	54	330	21	107	55	—	—	10	35

Таблица 2.

Изменчивость кливажной решетки по простиранию пласта
III Внутреннего шахты им. тов. Сталина.

№№ точек	Напла- стов.		Основн.		Торец		I-a		I-в		II-a		III-бис	
	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.

4 крыло, юг.

18	250	54	70	44	156	82	170	84						
19-27-15	265	59	50	33	161	74	187	74						
17-28-16	262	63	63	30	150	70	197	62	295	51				
Средние значения	262	59	61	36	156	75	185	73	295	51				

4 крыло, север.

41	265	60	60	40	—	—	190	70						
14	254	57	62	36	166	76	—	—						
13	272	46	60	41	156	74	—	—						
Средние значения	264	54	61	39	161	75	190	70						

5 крыло.

31	44	67	243	31	148	77	196	67	—	—	93	45	6	65
29	42	66	237	49	152	77	178	68	—	—	86	42	4	52
30	55	66	248	22	155	84	192	66	—	—	82	46	—	—
Средние значения	47	66	243	34	152	79	189	67	—	—	87	45	5	58

Таблица 3

Изменчивость кливажной решетки по простиранию пласта
Горелого шахты им. тов. Сталина.

№№ точек	Напла- стов.		Основн.		Торец		I-a		I-в		II-a		III-бис		IV	
	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.

4 крыло.

22	257	62	55	32	158	78										
23	255	61	56	35	174	72									223	47
24-25	254	60	43	36	179	71	215	95								
26	260	65	54	32	—	—	240	64								
20-21	252	62	58	24	150	85	193	106								
Средние значения	256	62	53	32	165	75	216	88							223	47

5 крыло.

38-39	38	71	276	60	140	55	210	100	—	—	95	52				
Средние значения	38	71	276	60	140	55	210	100	—	—	95	52				

Таблица 4

Изменчивость квиважной решетки по простираанию пластов шахты 33 бис.
(Точки наблюдений расположены с С на Ю).

Пласты точки наблюдений	Напла- стов.		Эндоплю- скости				Экзоплюскости									
			Основ- ная		Торцо- вая		I-a		I-бис		II-a		II-бис		III-a	
	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.
Пл. Горелый Зап. крыла 5 синклинали																
№№ 7, 6, 23 (зона) .	48	50	236	56	150	86	197	81	336	33	106	73	56	68	280	70
№ 11	49	52	248	48	150	74	6	65	—	—	—	—	44	70	281	74
№ 12	60	44	245	44	160	70	12	88	336	42	—	—	46	72	270	70
№№ 1, 2, 4 (наклон. слои)	51	42	246	49	150	79	194	85	330	47	105	71	50	64	274	70
№ 13	48	55	253	38	149	80	—	—	—	—	—	—	52	54	—	—
№№ 8, 9, 3	49	46	252	44	151	85	191	82	325	43	100	81	63	74	—	—
Средние значе- ния	51	48	247	46	150	79	191	80	332	41	104	75	52	67	276	71
Пл. Мощный Зап. крыла 5 синклинали																
№ 24	62	35	259	44	154	78	—	—	333	18	—	—	55	58	—	—
№ 25	63	36	259	42	174	68	—	—	—	—	101	74	—	—	304	68
№ 26	53	40	257	44	161	75	197	55	—	—	106	77	—	—	299	87
Средние значе- ния	57	36	258	43	159	78	197	55	333	18	104	76	55	58	302	74
Пл. Внутренний Во- ст. крыла 6 синклинали																
№ 14	256	62	43	49	156	69	—	—	345	31	122	71	—	—	—	—
№ 16	253	63	58	24	155	70	187	87	335	62	125	58	—	—	—	—
№ 15	256	68	49	35	155	70	—	—	350	25	110	60	—	—	—	—
(Диагональн.слои) № 17	253	65	45	20	155	71	194	78	333	35	125	78	—	—	—	—
Средние значе- ния	255	65	49	32	155	70	190	82	341	38	120	67	—	—	—	—
Пл. Внутренний Во- ст. крыла 6 синклинали																
№ 18	255	64	47	28	150	87	195	69	329	35	125	81	—	—	—	—
№ 22	255	65	51	45	—	—	187	67	333	36	105	70	—	—	—	—
№ 19	260	56	32	48	149	74	190	64	325	37	125	81	—	—	—	—
№ 20	255	62	63	32	149	87	187	67	317	62	102	55	—	—	—	—
Средние значе- ния	256	65	58	48	150	82	192	67	326	42	114	72	—	—	—	—
Пл. Мощный Вост. крыла 6 синклинали																
№ 26	269	60	66	29	177	77	210	60	—	—	107	81	—	—	—	—
Средние значе- ния	269	60	66	29	177	77	210	60	—	—	107	81	—	—	—	—

Таблица 5.

Изменчивость кливажной решетки по простиранию пород шахты им. Сталина 3 и 3-бис.

№№ точек наблюдений	М Е С Т О Н А Б Л Ю Д Е Н И Й									
	Напла- стов.		Эндоплогности		Экзоплогности					
			Основ- ная	Торцо- вая	I-а	I-бис	II-а	III-бис	IV	
	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.	Аз.	Уг.

Шахта 3—3-бис.

1	Песчаники—5 синклиналь, восточное крыло, в 6—8 м от кровли пласта IV Внутреннего и в 20—40 м от проекции главного кваршлага на поверхность	250	65	64	19	161	85	—	—	336	35	77	81	—	—	248	35
2	Песчаник—обнажение на вершине сопки над шахтой 3—3-бис.	57	36	225	38	151	80	170	—	70	327	47	—	—	—	—	—
3	Песчаник—5 синклиналь, восточное крыло, в 10—15 м от кровли пл. Мощного	270	70	73	22	167	80	—	—	—	—	—	—	30	71	—	—
4	Песчаник—5 синклиналь, восточное крыло. От проекции гл. кваршлага на поверхность 50—80 м и от кровли IV Внутреннего 20—30 м	250	70	65	22	155	80	—	—	—	—	89	73	12	57	—	—

Шахта имени тов. Сталина.

1	Песчаник—2 крыло-юг, в 300—400 м от проекции главного кваршлага шахты на поверхность между пластами III и IV Внутренним, а также пластами Мощный и Горелый	238	67	62	20	148	86	—	—	—	—	117	56	—	—	—	—
2	Песчаник—6 крыло, в 200—300 м от проекции гл. кваршлага шахты на поверхность, в кровле пласта IV Внутреннего	275	60	92	26	182	88	—	—	344	27	—	—	—	—	—	—
3	Песчанистые сланцы—2 крыло север, 400—500 м от проекции гл. кваршлага шахты на поверхность	258	53	69	42	164	78	—	—	—	—	—	—	9	57	—	—
4	Песчанистые сланцы—1 крыло-север в 350—400 м от проекции гл. кваршлага шахты на поверхность	65	61	241	25	172	78	—	—	—	—	107	81	—	—	—	—

СПИСОК ЦИТИРОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Азимов, В. А.—О кливажах в угольных пластах шахты Коксовой им. тов. Сталина, треста Сталинуголь Кузбасскомбината. Краткий отчет о проведенных им наблюдениях за поведением кливажа в очистных забоях в 1938 г. Рукопись в делах рудоуправления.
2. Белов, В. И.—Трещиноватость в угле и породах с точки зрения механики масс при угледобыче.—Сборник матер. по управлению кровлей. ОНТИ 1936 г.
3. Лизс, Ч. К.—Структурная геология. ОНТИ. М. Л. 1935 г.
4. Иванов, Г. А.—Отдельность (кливаж) в углях и сопровождающих породах Донецкого и Подмосковского бассейнов, их происхождение и использование в стахановских методах работы.—Литографиров. издание ЦНИГРИ. Сектор минер. сырья. Л. 1936 г. стр., 228. Список литературы 65 названий, многочисленными рисунками, фотографиями и чертежами.
5. Иете, В. С.—Кливаж и другие микроскопические признаки пластов, склонных к внезапным выделениям газа.—Журн. Безопасность труда. 1935 г.
6. Найдыш, А. М.—Управление кровлей на Смоляниновском пласте шахты № 6 „Красная звезда“ Буденновского рудоуправления.—Сборник матер. по вопросам управления кровлей. ОНТИ. 1935 г.
7. Ende, K.—Die Bildung von Schlechten und Drucklager in Steinkohlenflözen.—Gluckauf № 48—49. 1929.
8. Faulkner and Phillips.—Cleavage, induced by Mining.—Trans. of the Instit. of Mining Eng., vol. LXXXIX, 1935.
9. Leith, C. K.—Rockcleavage.—USGS Bull. 203. 1905.
10. Oberste, Brink u. Heine.—Klufte und Schlechten in ihren Beziehungen zum geologischen Aufbau des Ruhrkohlenbeckens.—Gluckauf, № 43. 1934 г.

Программа

“ ” 193 г.

Кливаж

Зарисовка образца

Шахта

Пласт

крыло синклинали

(название выработки)

М. от мх №

Горизонт

Координаты $x =$

$y =$

$z =$

Наблюдатель

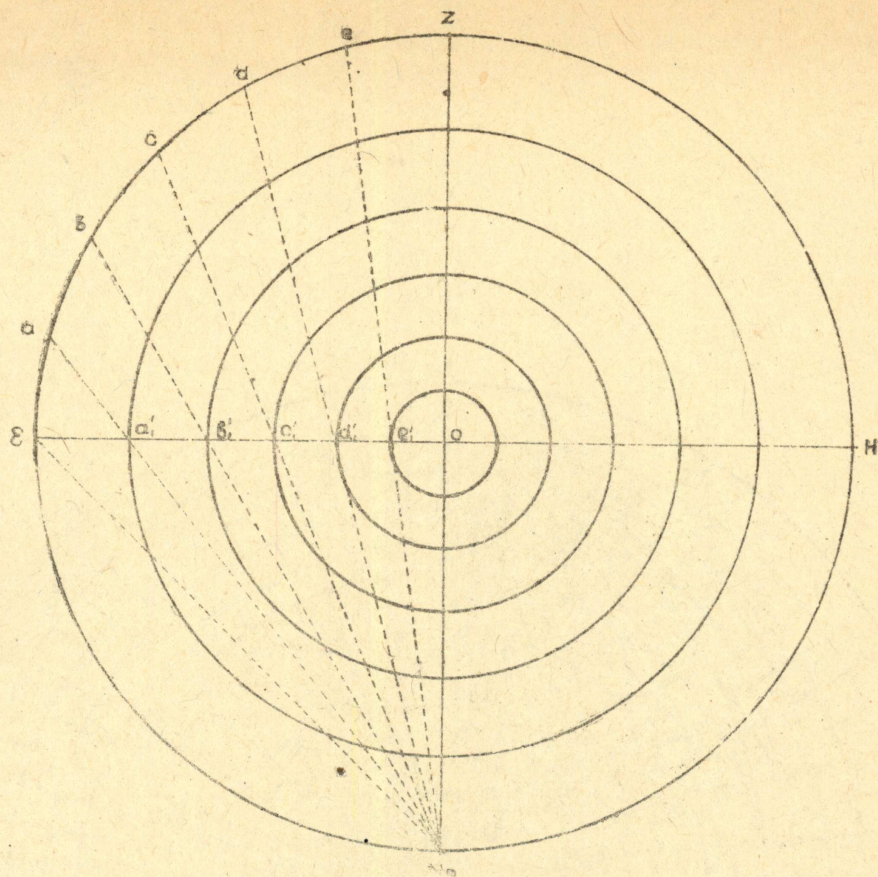
Замеры элементов задевания
плоскостей клавиша

[illegible]

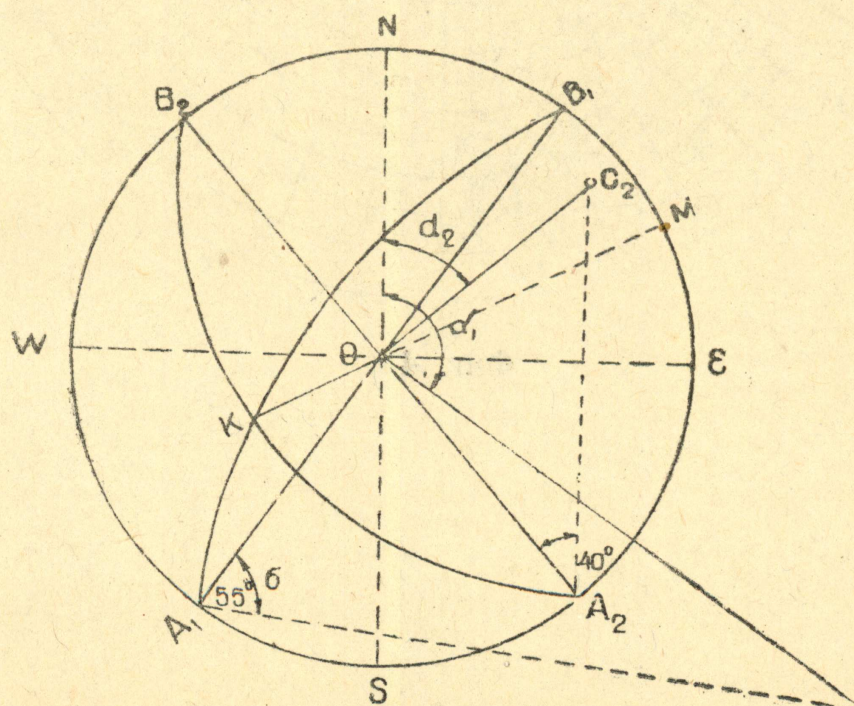
Условные обозначения:

Характеристика

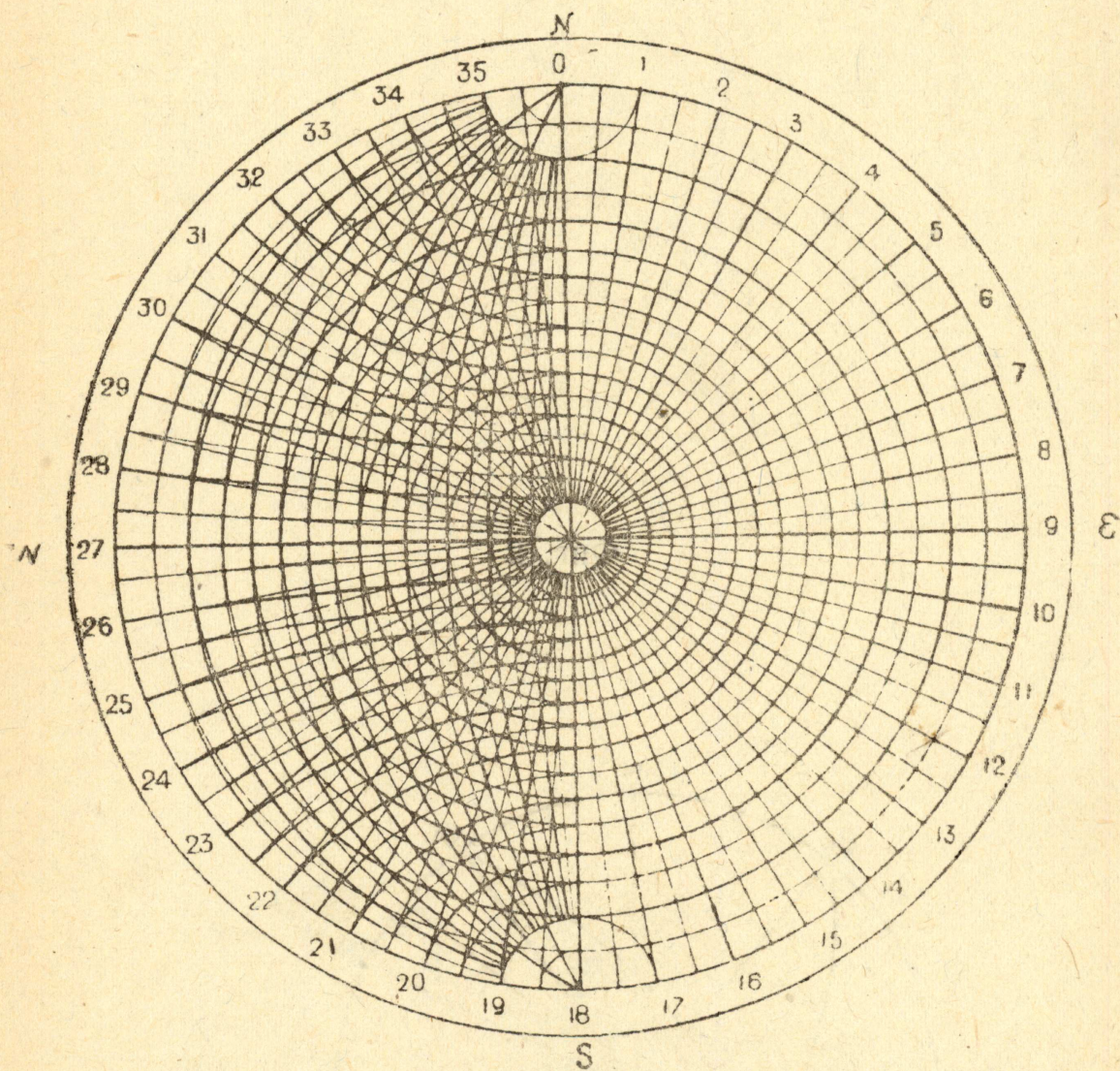
московской клавиша



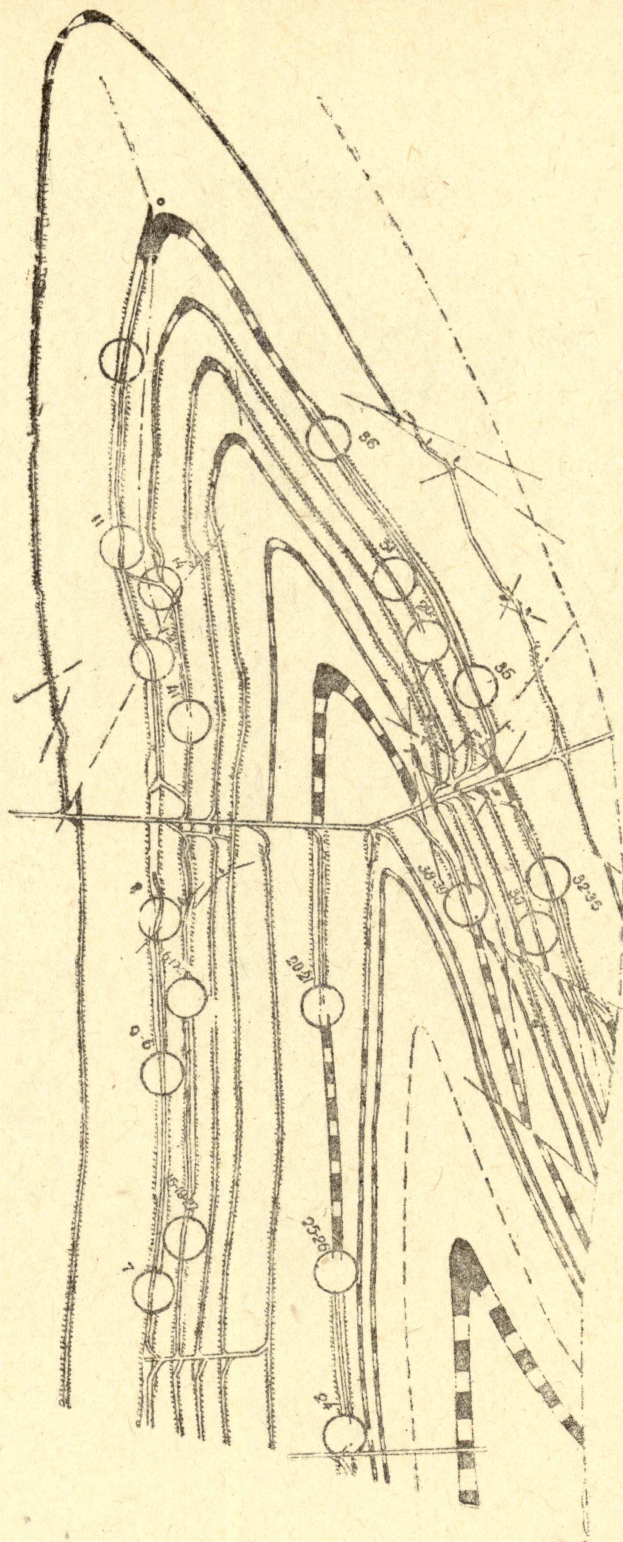
Фиг. 2



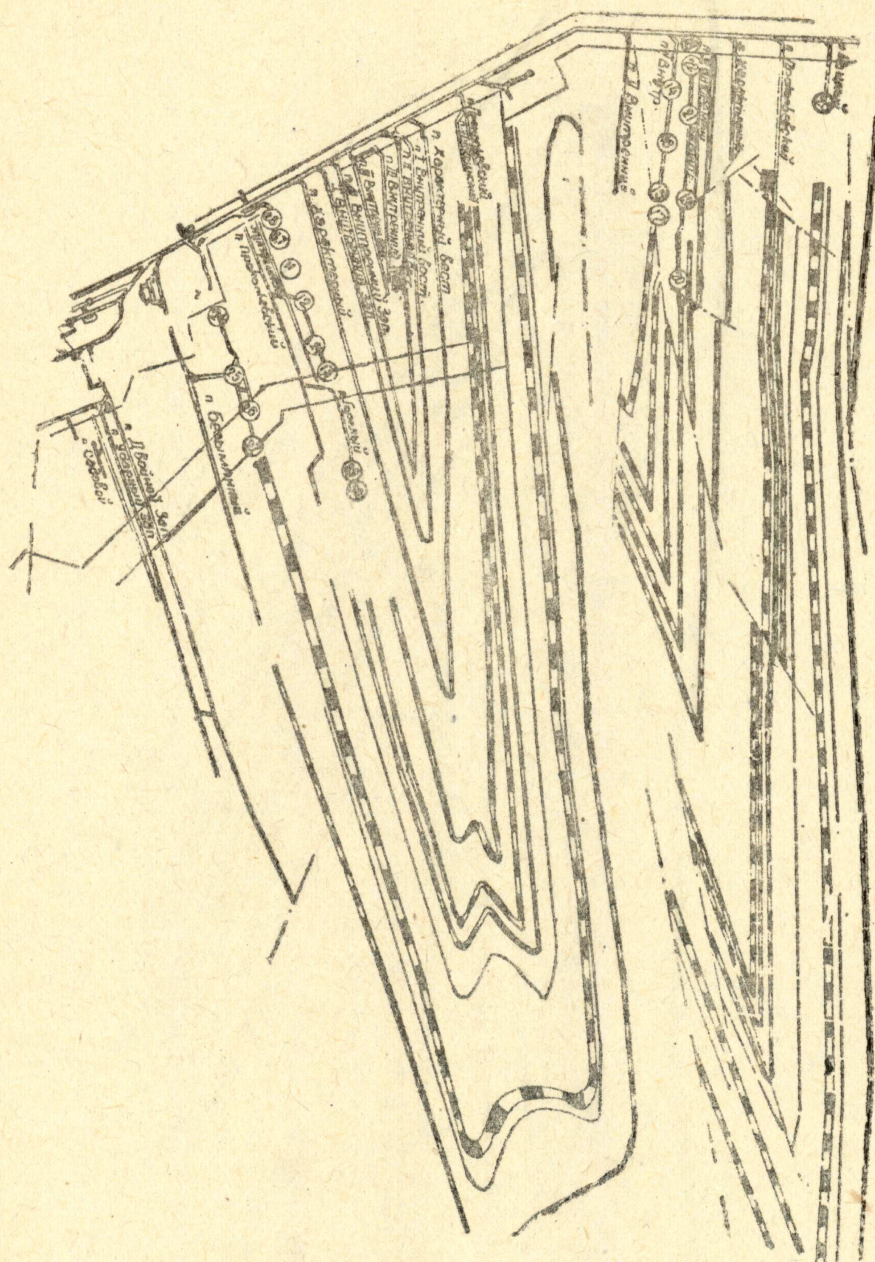
Фиг. 3



Фиг. 4



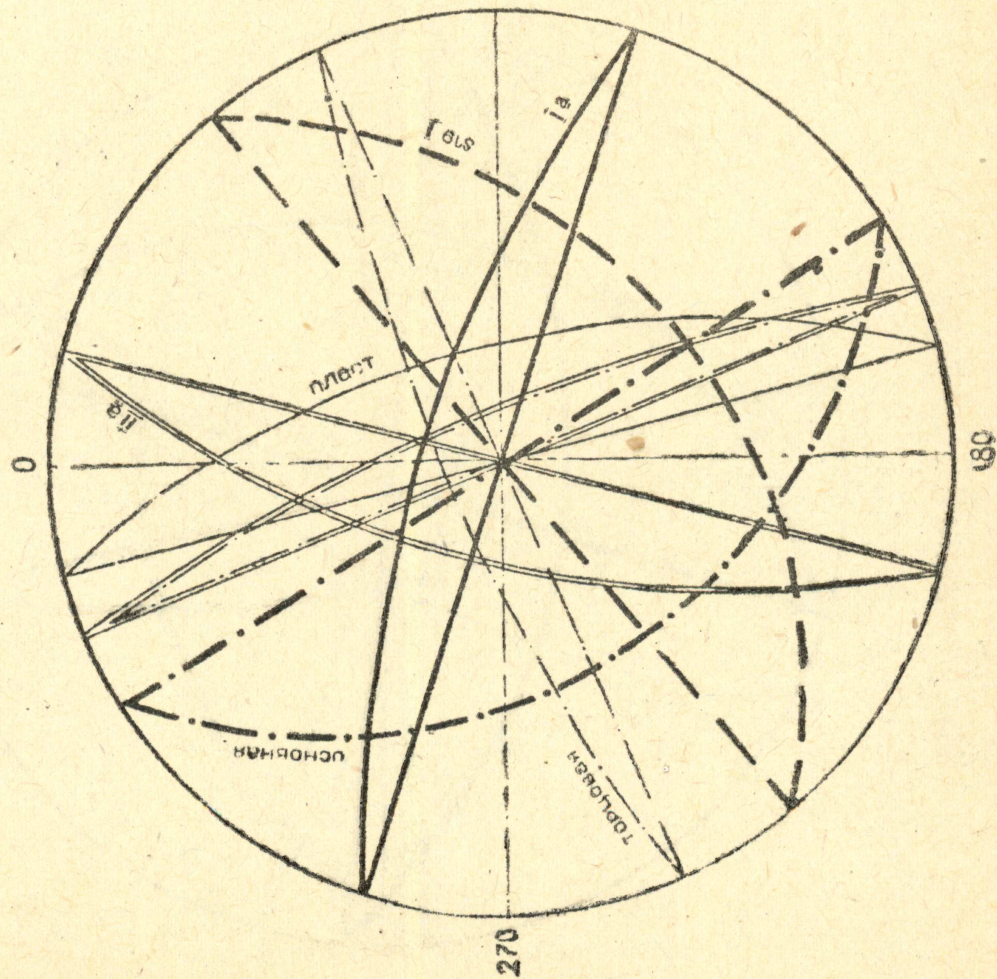
Фиг. 5



Фиг. 6

СВОДНАЯ СТЕРЕОГРАММА

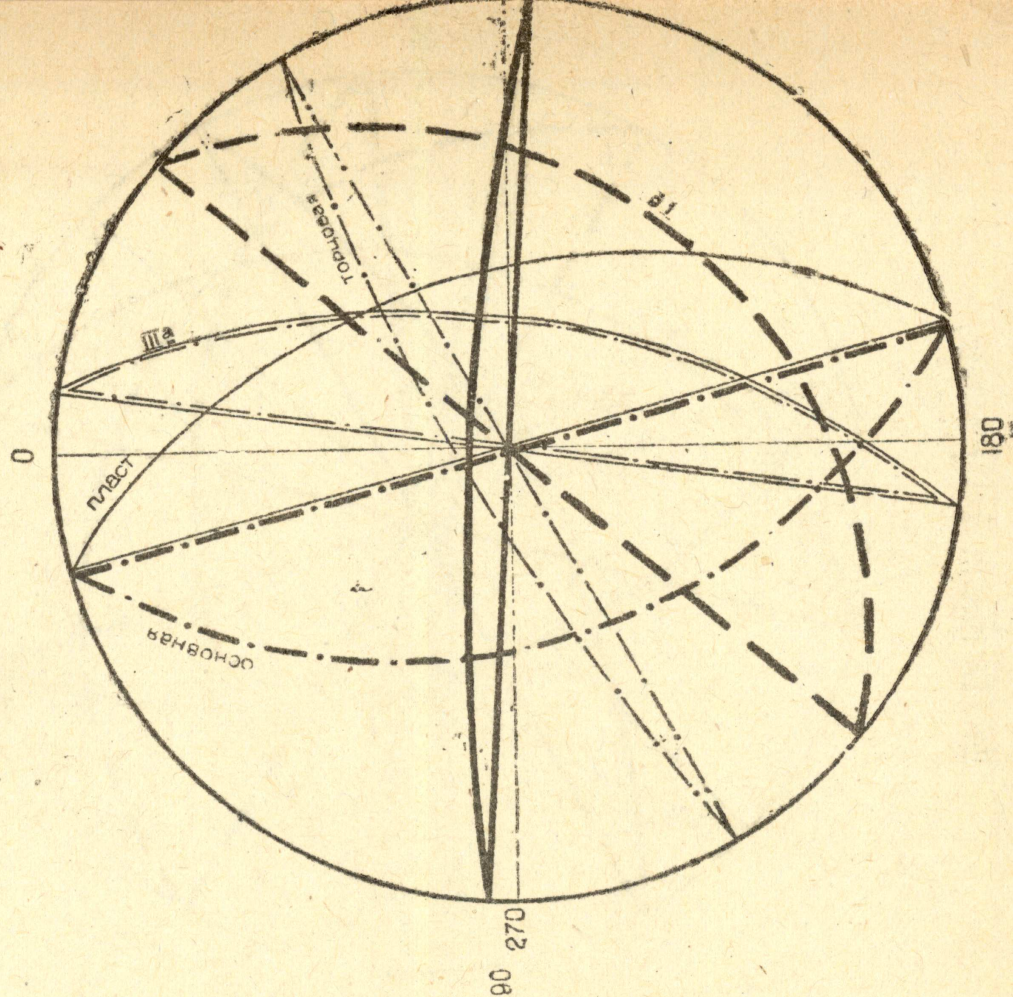
пласта IV Внутреннего 4 крыла - юг
ШАХТА ИМЕНИ И.В.СТАЛИНА



Фиг. 7

СВОДНАЯ СТЕРЕОГРАММА

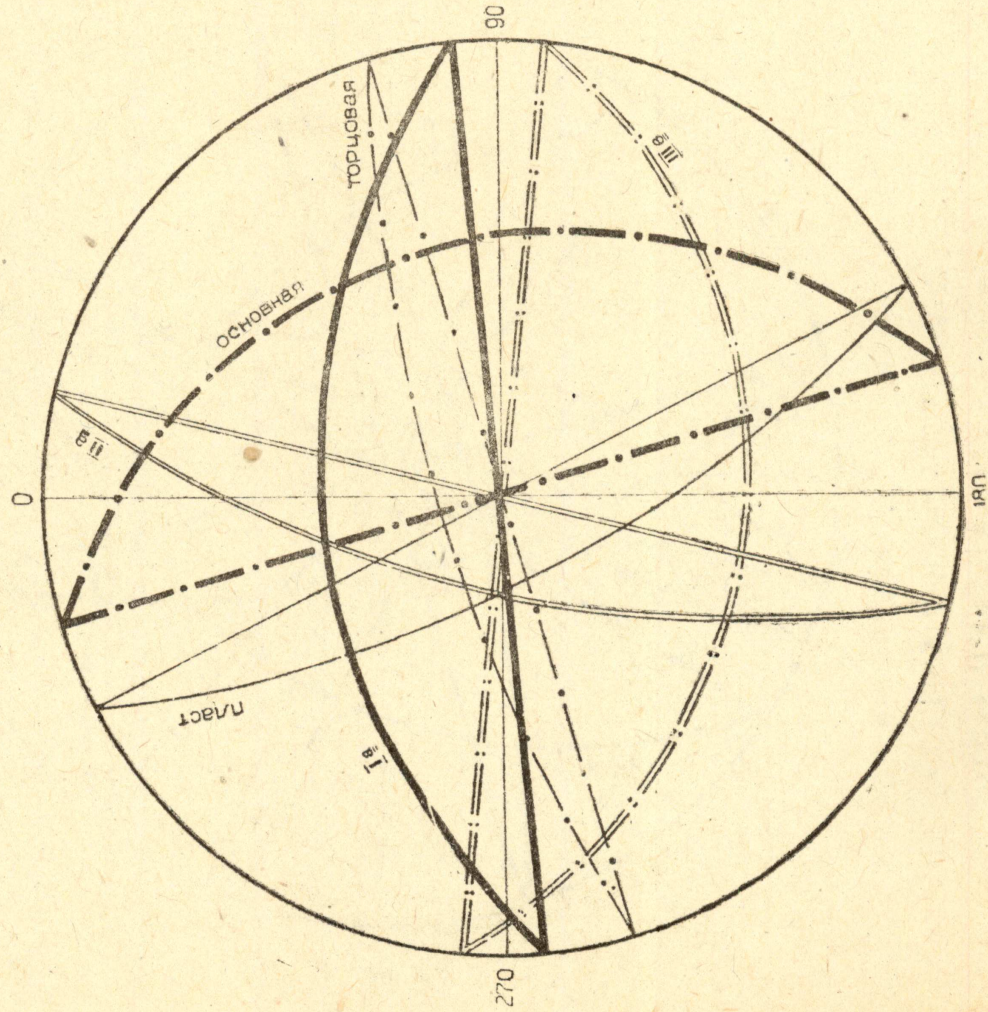
пласта IV Внутреннего 4 крыла - север
ШАХТА ИМЕНИ И.В.СТАЛИНА



Фиг. 8

СВОДНАЯ СТЕРЕОГРАММА

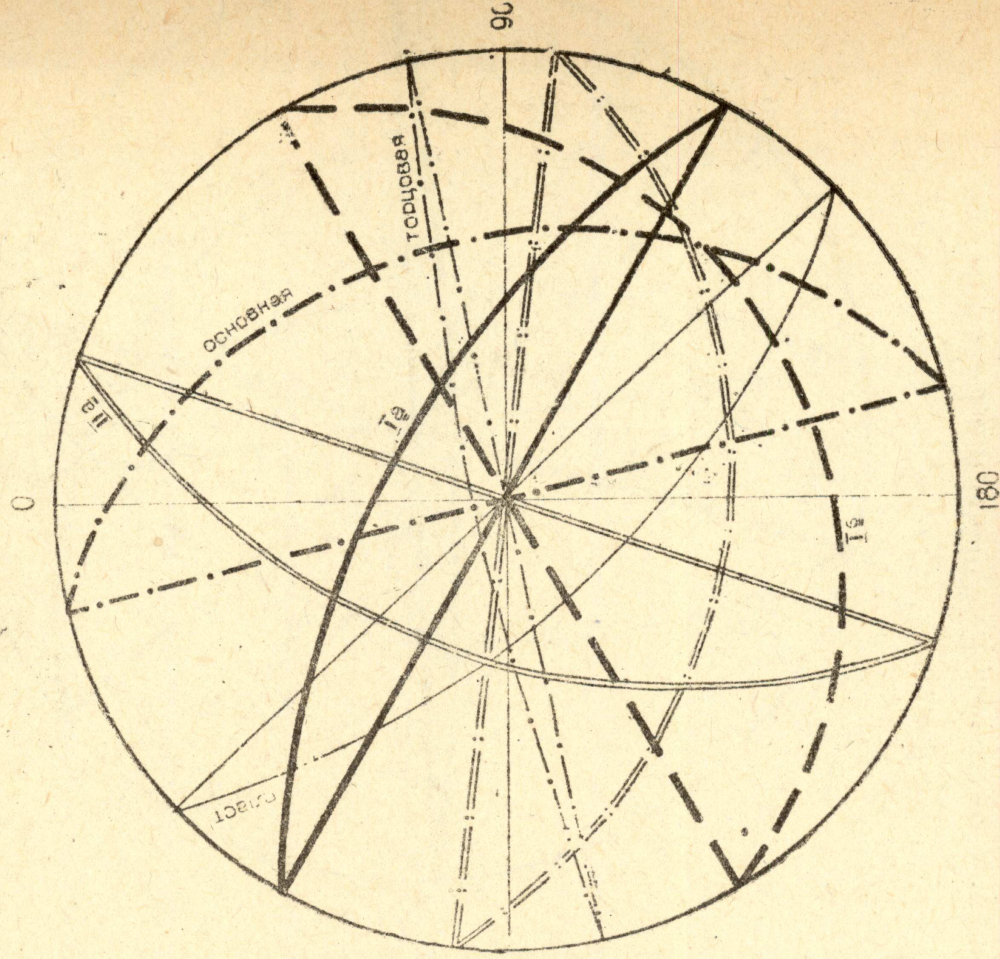
пласта IV Внутреннего 5 крыла — юг
ШАХТА ИМЕНИ И.В.СТАЛИНА.



Фиг. 9

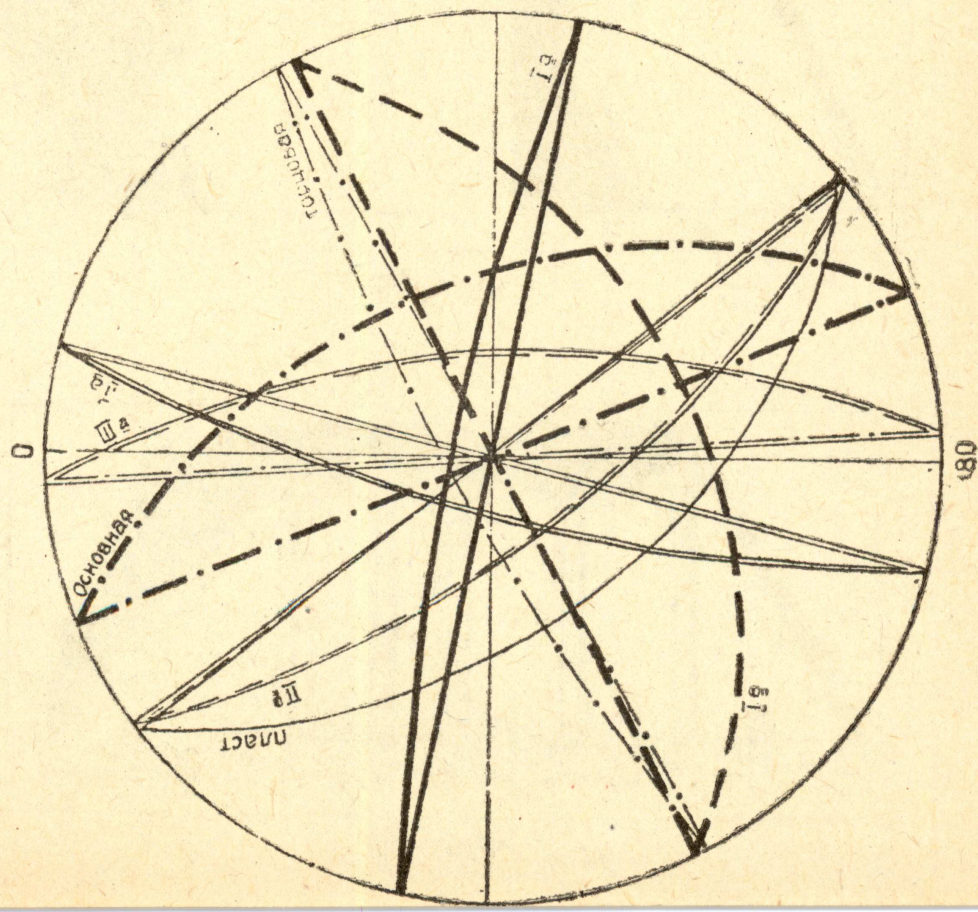
СВОДНАЯ СТЕРЕОГРАММА

пласта IV Внутреннего 5 крыла — север.
ШАХТА ИМЕНИ И.В.СТАЛИНА.



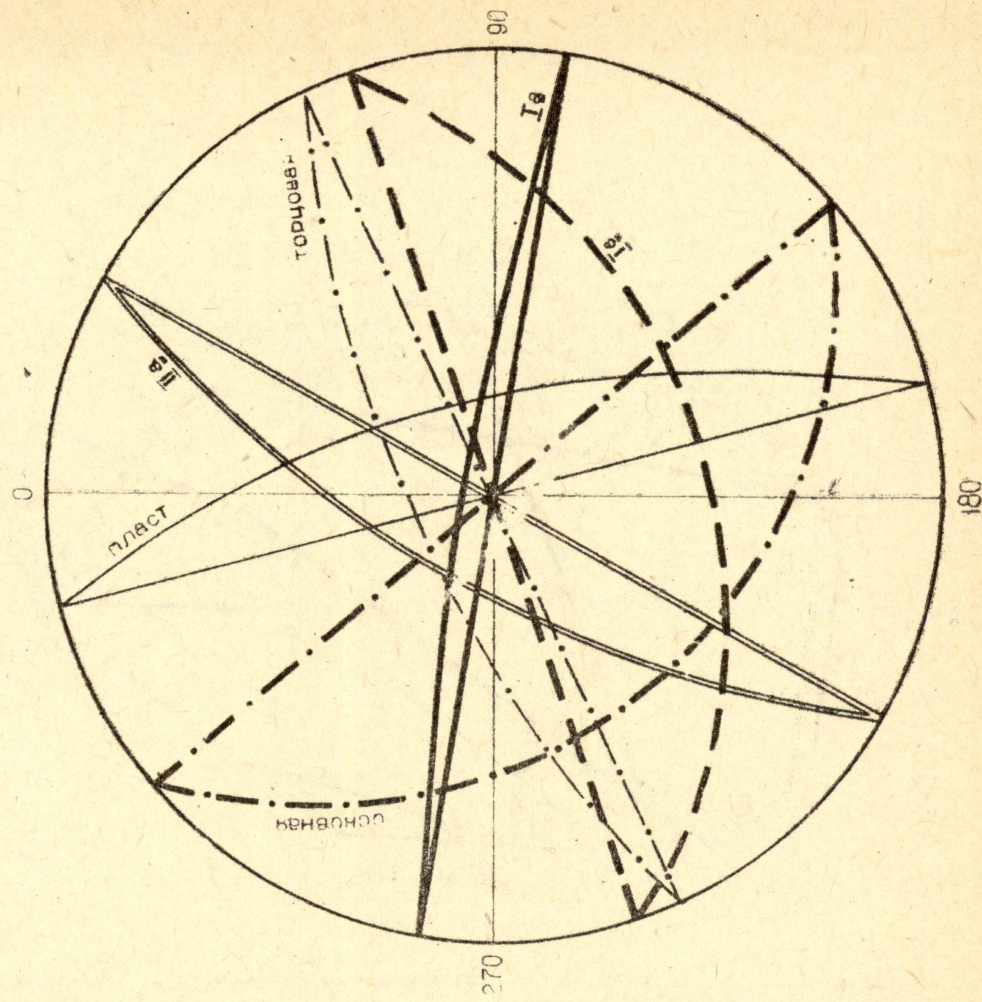
Фиг. 10

СВОДНАЯ ДИАГРАММА — пласта Горелого Зап. крыла 5 синклинали

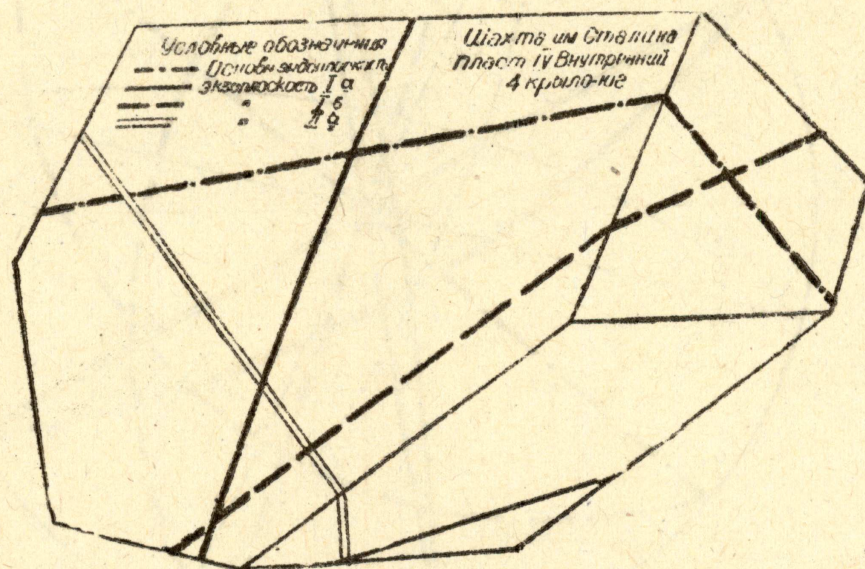


Фиг. 11

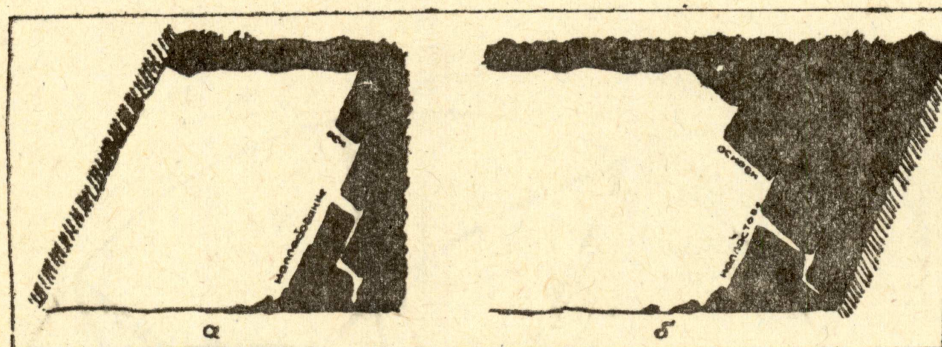
СВОДНАЯ СТЕРЕОГРАММА — пласта IV Внутреннего 6 синклинали - восток ШАХТА 3-3 бис



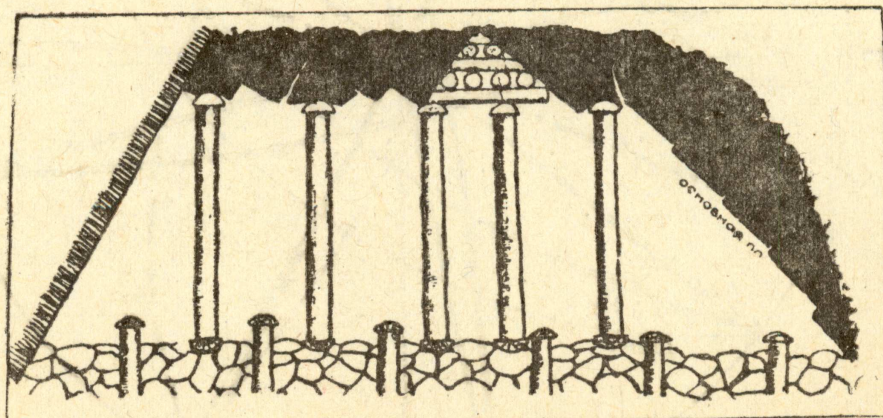
Фиг. 12



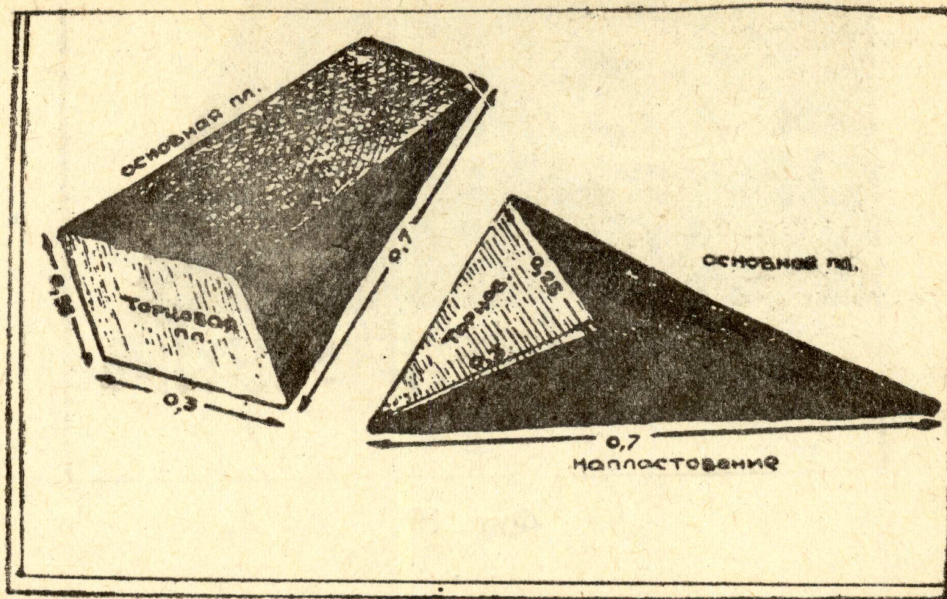
Фиг. 13



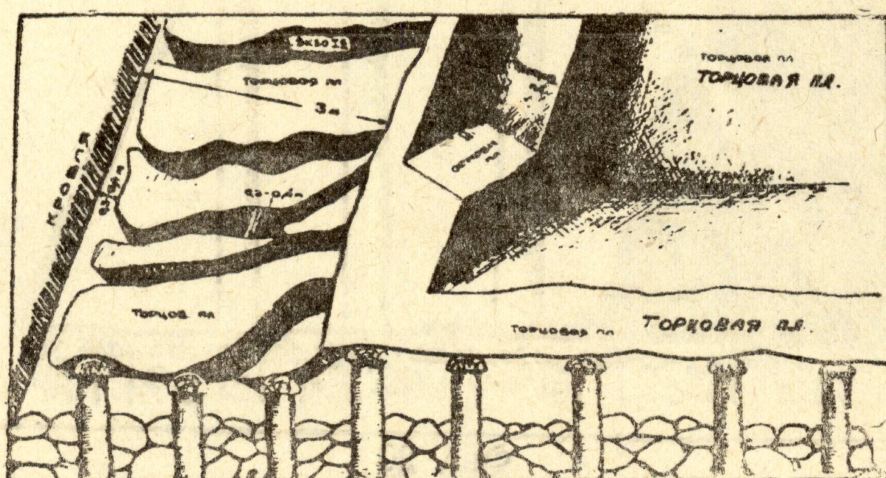
Фиг. 14



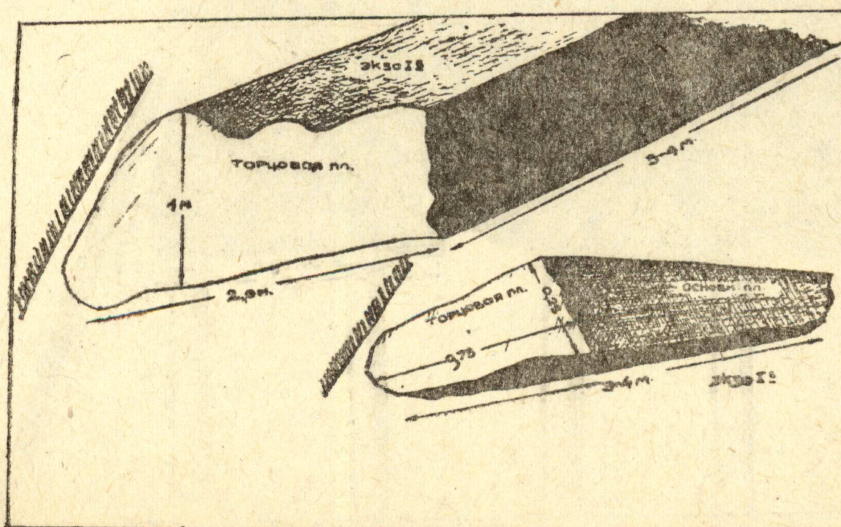
Фиг. 15



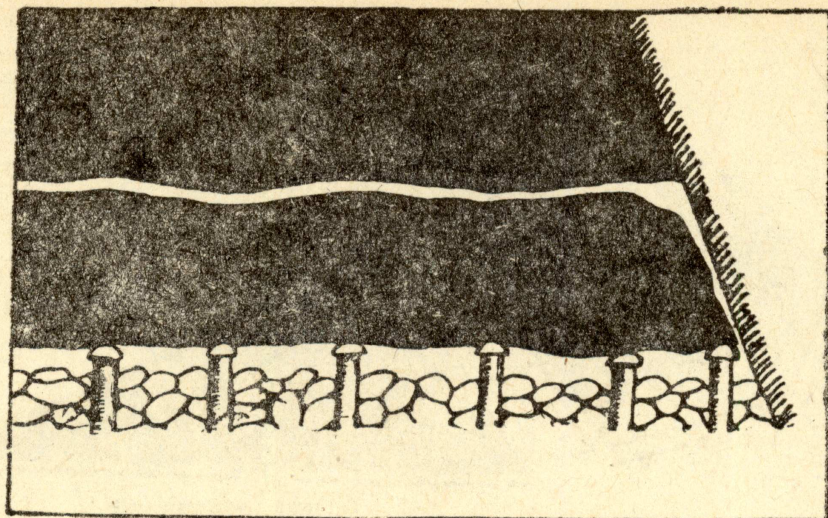
Фиг. 16



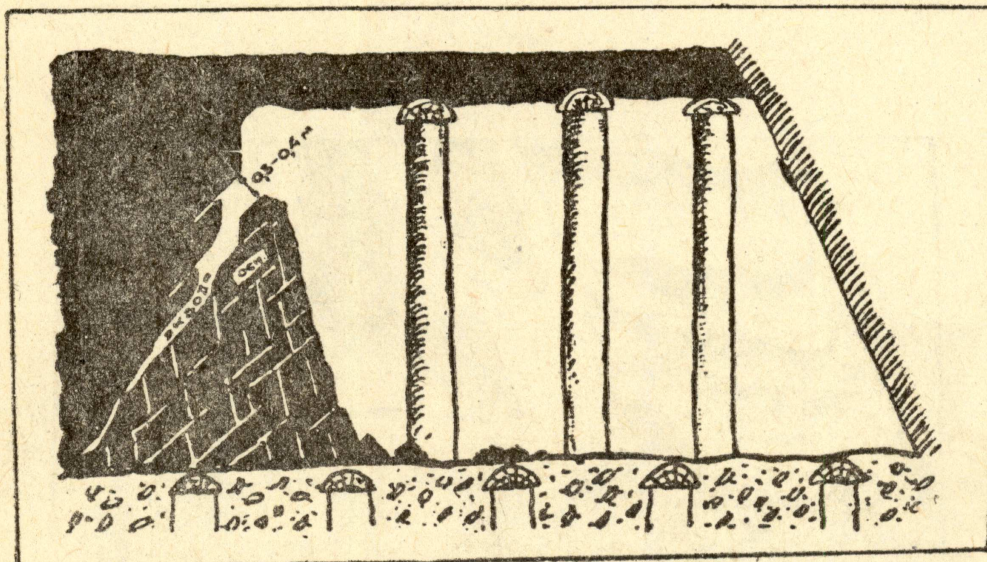
Фиг. 17



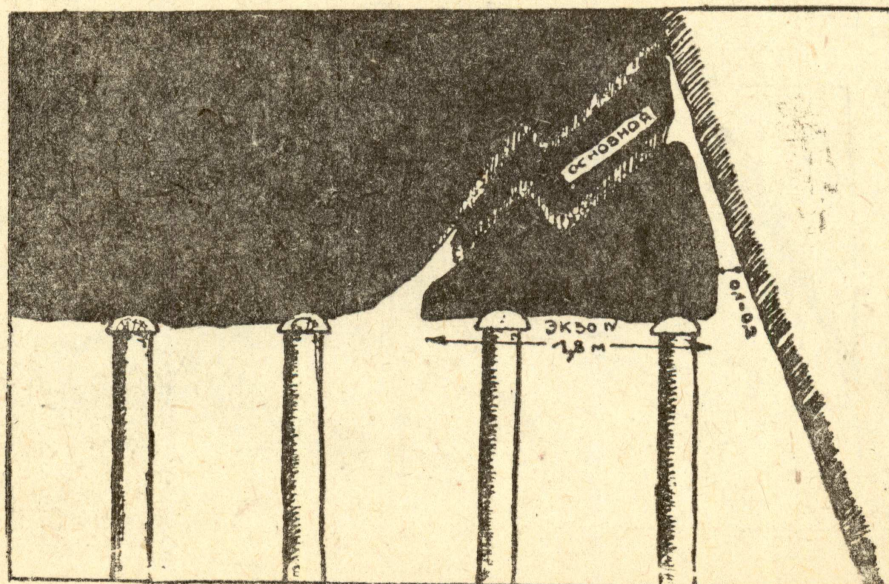
Фиг. 18



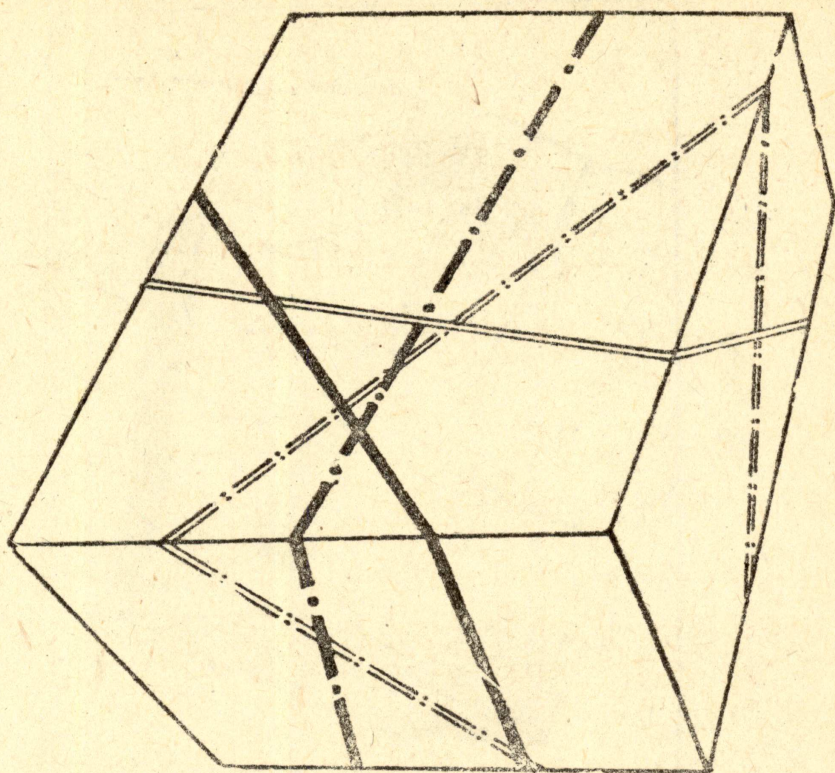
Фиг. 19



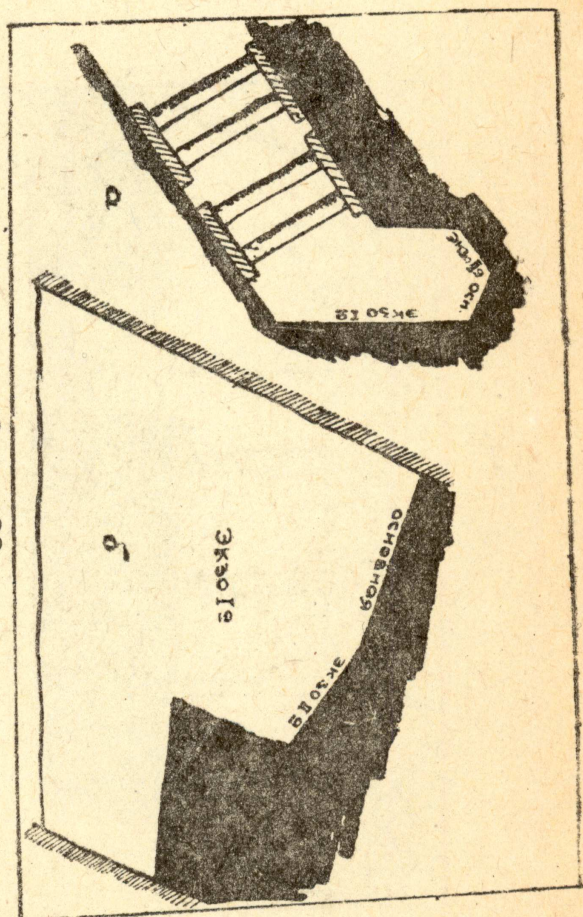
Фиг. 20



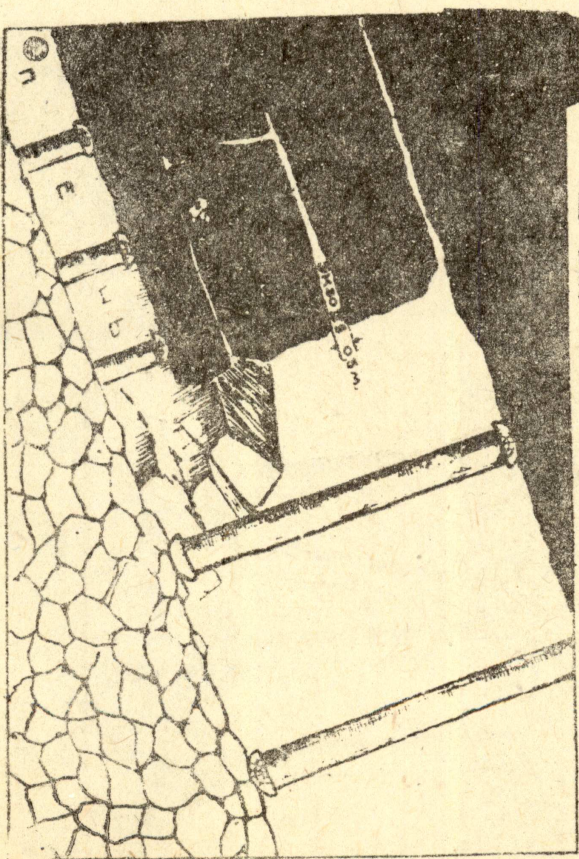
Фиг. 21



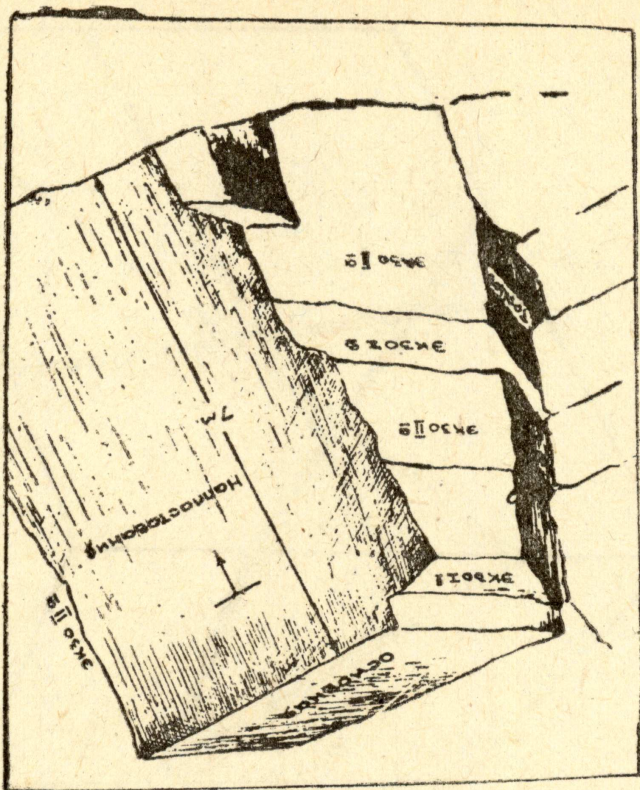
Фиг. 23



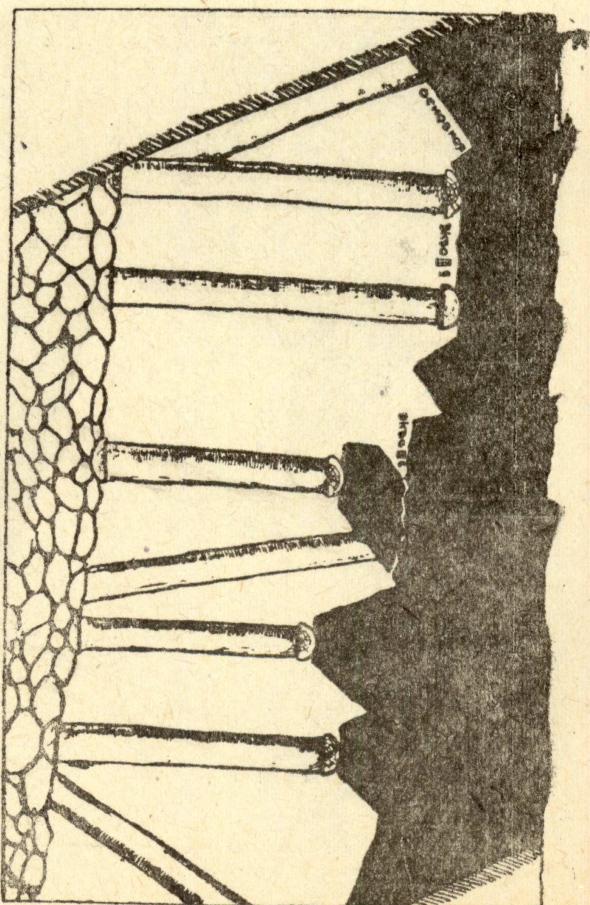
Фиг. 22



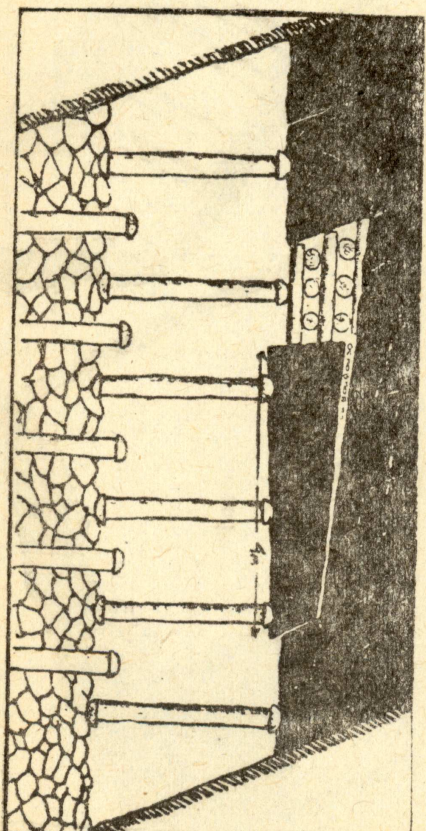
Фиг. 24



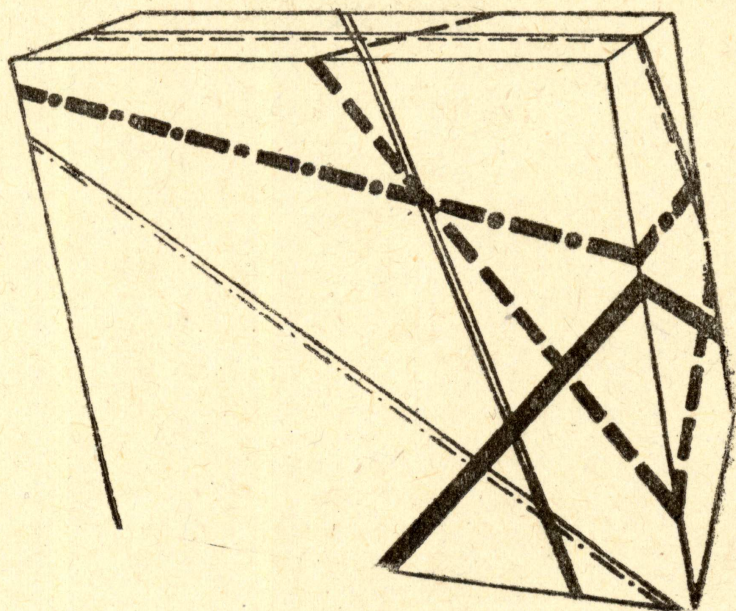
Фиг. 26



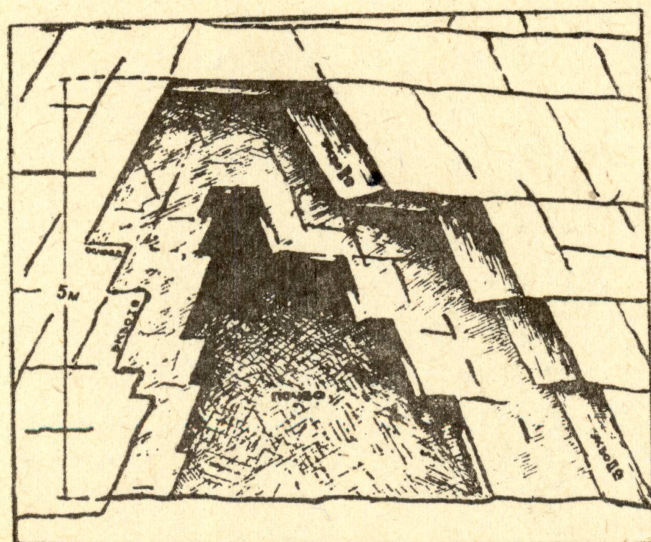
Фиг. 25



Фиг. 27



Фиг. 28



Фиг. 29