

## МЕТОДИКА ПОИСКОВ СМЕЩЕННОГО КРЫЛА ПЛАСТА В УСЛОВИЯХ ПРОКОПЬЕВСКОГО РАЙОНА КУЗБАССА

*А. А. Белицкий.*

### ПРЕДИСЛОВИЕ.

Настоящая работа была закончена в 1937 году и представлена автором в качестве диссертационной на соискание степени кандидата геолого-минералогических наук. После защиты диссертации 25 апреля 1937 года по независящим от автора причинам она не была напечатана.

Геологическая часть этой работы составлена по материалам 1935 г. За четыре года горные работы шахты им. тов. Сталина позволили значительно уточнить провизорно составленные в 1935 г. пластовые карты и разрезы, особенно по Малому антиклиналу. Однако, новые данные не внесли принципиальных изменений, поэтому эта часть работы автором оставлена в прежнем виде, тем более, что она существенного значения для данной работы не имеет и приведена только для того, чтобы изложить метод геометрического анализа дизъюнктивов на конкретных примерах.

Необходимо отметить, что разработанный автором метод поисков смещенного крыла пласта своевременно был спущен на производство и к настоящему времени уже с успехом применяется на некоторых шахтах Прокопьевского месторождения Кузбасса.

## ВВЕДЕНИЕ.

Одним из наиболее слабых мест в освоении эксплуатацией шахтных полей является рудничная тектоника, привлекающая к себе в последние годы все большее внимание. Особенно большое значение она имеет для Кузнецкого бассейна, где в различное время, в связи с образованием на периферии бассейна горных массивов: на востоке Кузнецкого Алатау, на западе—Салаирского кряжа, продуктивные отложения его, особенно по окраинам, были собраны в довольно крутые складки и разбиты густой сетью дизъюнктивов различного типа и различной амплитуды.

Эти дизъюнктивы сильно осложняют эксплуатацию месторождений, так как потеря угольных пластов заставляет на ходу перестраивать план работы, задерживает продвижение подготовительных выработок и влечет за собой целый ряд непроизводительных затрат на поиски их смещенных крыльев.

Благодаря широкому размаху горных работ, в частности, в Прокопьевском районе Кузбасса, горные выработки почти каждый день вскрывают все новые и новые нарушения. Большинство из этих нарушений во время обычной разведки шахтных полей с поверхности, при наличии сравнительно редкой сети разведочных выработок, не могут быть полностью уловлены. Поэтому такое нарушение встречается горными выработками иногда совершенно неожиданно и для интерпретации требует новых дополнительных исследований.

Каждый раз при встрече нового нарушения перед шахтным геологом встают вопросы: где находится смещенное крыло пласта? Куда и как наиболее рационально направить горную выработку? Ответить на эти вопросы не всегда удается сразу, а иногда в связи с целым рядом трудностей, возникающих при исследовании встреченного дизъюнктива, ответ затягивается на целые месяцы, вследствие чего горные выработки останавливаются на неопределенное время. Такое положение, особенно в настоящее время, в связи со стахановским движением, которое ставит перед рудничными геологами задачу—обеспечить бесперебойное продвижение горных выработок, не может быть терпимо. С другой стороны, это требует тщательного изучения специфических черт тектоники каждого района и, вместе с тем, выработки возможно более простых и достаточно точных приемов исследования отдельных дизъюнктивов.

Из сравнительно небольшого списка литературы по рудничной тектонике Кузбасса особого внимания заслуживают работы доктора геологических наук, профессора М. А. Усова (10, 11, 12).

В результате его многолетних работ в Кузбассе им выработана для Кузнецкого бассейна классификация основных форм дизъюнктивов, а также дан целый ряд чрезвычайно ценных в теоретическом и практическом отношении указаний, проливающих свет как на генезис дизъюнктивных нарушений, так, до некоторой степени, и на методику поисков смещенного крыла пласта.

Из других работ по рудничной тектонике Кузбасса можно отметить: 1) работу С. С. Румянцева (8) по Кемеровскому месторождению, который впервые подошел к этому вопросу с точки зрения сопротивления материалов; 2) работу доцента П. Ф. Красникова (4) по Прокопьевскому месторождению, которому удалось, между прочим, установить „узлы“ пересечения различных по возрасту дизъюнктивов; 3) вышедшие за последнее время из печати геолого-промышленные очерки Прокопьевского (5) и Осиновского месторождений (9), а также третий том „Полезных ископаемых Зап.-Сиб. края“, посвященный преимущественно углям Кузнецкого бассейна (7), где в той или иной мере затрагиваются вопросы рудничной тектоники.

Однако необходимо отметить, что все эти работы, вскрывая генезис и общие закономерности рудничной тектоники отдельных районов, мало уделяют внимания самой методике поисков смещенного крыла пласта. А между тем этот вопрос имеет громадное практическое значение, так как эксплуатация месторождения чем дальше, тем больше становится требовательней к шахтному геологу в отношении правильного, быстрого и рационального решения вопроса о положении смещенного крыла пласта.

Насколько еще слабо разработаны вопросы рудничной тектоники и методика поисков смещенного крыла пласта, видно хотя бы из того, что в этой области имеются два направления, почти друг с другом не связанные: с одной стороны, геологическое, которое в разработке методики исследования дизъюнктивов в большинстве случаев не пользуется математическим методом, в силу чего его выводы часто бывают далеко не достаточны для определения положения смещенного крыла пласта; с другой стороны, горно-геометрическое, занимающееся также рудничной тектоникой, и как раз особенно определением направления перемещения смещенного крыла пласта, но слабо пользующееся геологическими данными, вследствие чего при расшифровке конкретного нарушения наталкивается часто на непреодолимые затруднения.

Настоящая работа ставит перед собой задачу, пользуясь обоими методами — геологическим и математическим, сделать попытку, на основании специфических черт тектоники Кузбасса, а именно, преобладания в ней взбросового типа нарушения, установить закономерности, с помощью которых можно было бы при встрече нового нарушения сравнительно легко и просто определить направление перемещения смещенного крыла пласта. Кроме того, можно думать, что применяемый нами метод может иметь большое значение и при решении более общих задач тектоники.

В геологической части автор настоящей работы опирается, главным образом, на материал, собранный им во время работы в течение полутора лет в качестве шахтного геолога на шахте Коксовой I им. тов. Сталина, Прокопьевского месторождения. Что касается математического метода, то здесь мы воспользовались выводами проф. И. А. Молчанова (6), более простыми по сравнению с обычными методами горной геометрии, которые изложены, например, в капитальном труде А. Е. Гутта (3).

Настоящая работа выполнена под непосредственным руководством проф. И. А. Молчанова и при консультации проф. М. А. Усова, которым выражаю глубокую признательность.

## I. Основные черты структуры поля участка шахты Коксовой.

### 1) Общие данные.

Участок шахты Коксовой расположен в северо-восточной части Прокопьевского месторождения. На севере и частично на западе он ограничен руслом реки Абы, на юге условная граница проводится в виде вертикальной плоскости, проходящей по оси центральной штольни, восточная граница совпадает с нарушением JJ по восточному крылу Малого антиклинала (фиг. 1).

Общая длина по простиранию равна 2500—2600 м и вкрест простирания пластов—2200—2300 м.

История разведки участка шахты Коксовой начинается с 1920 г. В этом году инженером Гецем (2) была проведена в поле шахты Коксовой канава, которая пересекла всю серию пластов западного и восточного крыла Голубевского антиклинала. В дальнейшем, перед закладкой шахты Коксовой в 1929 году, на участке ее были пробурены под руководством инженера Лопушинского пять колонковых скважин: две из них были заложены на месте будущих стволов шахт Скиповой и Клетьевой, а остальные три—на западном крыле Голубевского и на восточном крыле Абинского антиклиналов. Самая глубокая скважина № 1 была глубиной 274 м.

В 1934 и в 1935 годах геологическое бюро шахты Коксовой провело разведку змейками и канавами в южной части восточного крыла Голубевского антиклинала, в результате которой была уточнена тектоническая схема этого крыла.

Значительно лучше разведан Малый антиклинал, который был прирезан к участку шахты Коксовой только в 1935 году. На нем пройдено несколько разведочных линий колонкового бурения, а также несколько разведочных линий канав, дудок и шурфов.

Кроме этого, необходимо отметить, что на участке шахты Коксовой вышележащие горизонты освещены уже отработанными штольнями и шахтами: северная часть Голубевского антиклинала—Голубевскими штольнями до горизонта 265 м над уровнем Балтийского моря; южная часть этого антиклинала—шахтой Поварниха, до того же горизонта; южная часть восточного крыла Абинского антиклинала выработана шахтой № 2 до горизонта 232 м; по западному крылу Малого антиклинала работает и в настоящее время штольня № 11. Наконец, можно отметить квершлаг „0“ на горизонте 265 м, в плоскости которого на нижележащих горизонтах проходят главные квершлаг шахты Коксовой (фиг. 1 и 2).

Шахта Коксовая является самой мощной шахтой Советского Союза. Ее проектная мощность равна 3 млн. *t* в год. Геологические запасы, согласно последним подсчетам до глубины 300 м, определяются в 120 млн. *t*<sup>1)</sup>. К настоящему времени из нее пройдены два главных квершлага. Один из них находится на горизонте 215 м; пройдя Абинскую и Голубевскую антиклинали, он подсек уже пласт VI Внутренний Малого антиклинала. Общая протяженность этого квершлага равна 1700 м. Подготовительные выработки на этом горизонте некоторыми забоями прошли на север 600—800 м, на юг 400—500 м. Второй главный квершлаг пройден на горизонте 165 м, подсек замок пласта Мощного Абинского антиклинала и затем был остановлен.

Участок шахты Коксовой сложен тремя сравнительно узкими и сильно вытянутыми в ССЗ-ЮЮВ направлении антиклиналями—Абинским, Голубевским и Малым, с пятым и шестым синклиналями между ними (фиг. 2 и 3). Западное крыло шестого синклинала, благодаря нарушению GG, на участке шахты Коксовой отсутствует.

Падение крыльев складок колеблется в пределах 60—70°. Расстояние между осями антиклинальных складок от 750 до 950 м.

Оси складок в описываемом участке наклонены к СЗ под углами:

Абинский антиклинал—16°, V синклинал—15°, Голубевский антиклинал—16° и Малый—25°.

Складки осложнены рядом крупных и значительным количеством мелких нарушений, представляющих почти всю гамму тектонических форм по классификации проф. М. А. Усова: согласные и несогласные взбросы, прямые и обратные надвиги, сдвиги, а также послойные перемещения.

Простираание крупных нарушений близко к простираанию осей складок, и только среди мелких нарушений имеются трещины диагонального и даже поперечного направлений.

Отметим еще некоторую закономерность в распределении нарушений по крыльям складок, особенно хорошо наблюдаемую на участке шахты Коксовой. Западные крылья антиклинальных складок имеют сравнительно спокойное залегание. Напротив, восточные крылья по простираанию пластов имеют целый ряд мелких дополнительных складочек и разбиты рядом небольших продольных, диагональных и поперечных трещин. Эта закономерность характерна и для всего Прокопьевского месторождения.

Прослеживая нарушения с запада на восток, можно дать им следующую характеристику.

## 2) Абинский антиклинал.

Западное крыло, как и большинство западных крыльев антиклинальных складок в Прокопьевском месторождении, сравни-

<sup>1)</sup> Цифровые данные приводятся по материалам 1935 г. В настоящее время и запасы, и протяженность горных выработок значительно изменены.

тельно спокойно. Горные работы, проведенные по этому крылу, в пределах шахтных дворов на горизонте 215 и 165 м не встретили нарушений. Штрек, пройденный по пласту IV Внутреннему, общей протяженностью около 500 м, показал хорошую выдержанность пласта по простиранию.

Наоборот, восточное крыло Абинского антиклинала сильно нарушено. Наиболее густая сеть нарушений этого крыла сосредоточена в поле шахты № 2. Здесь мы имеем преимущественно прямые и несогласные надвиги—среди мелких, и согласные взбросы—среди крупных нарушений.

Наиболее крупное нарушение I—I проходит по пластам Лутугинскому и Горелому (фиг. 2, 3 и 4). Это нарушение типа согласного взброса имеет в поле шахты № 2 диагональное простирание, сдвигает пласты Горелый и Лутугинский с незначительной горизонтальной длиной смещения пластов около 20—25 м. Выходя из пласта Лутугинского, сместитель I—I меняет свое простирание и снова заходит в пласт Лутугинский, но уже с почвы, вторично сдвигает его, с горизонтальной длиной смещения пласта около 300 м. Дальше сместитель идет почти параллельно простиранию пласта и затухает севернее главного квершлага шахты Коксовой.

Это нарушение хорошо зафиксировано горными работами шахты № 2 на горизонте 232 м. Здесь оно было встречено основным штреком пласта Горелого и главным квершлагом шахты № 2. На шахте Коксовой это нарушение было встречено на горизонте 215 м по основному штреку пласта Лутугинского и промежуточными квершлагами между пластами Лутугинским и Горелым. Так, например, II южный промежуточный квершлаг шахты Коксовой горизонта 215 м, пройденный с пласта Лутугинского на пласт Горелый в 200 м южнее главного квершлага, встретил смещенное крыло пласта Лутугинского. По смещенному крылу пласта Лутугинского были пройдены штреки: на север до обреза пласта—47 м и на юг до целика под ЦЭС Р.У.—60 м. Сместитель этого нарушения падает согласно и круче пласта, имеет угол падения  $60^\circ$  при падении пласта  $55-63^\circ$ .

Интересно отметить в этом нарушении характер проявления сместителя. Сместитель этого нарушения был хорошо вскрыт в северном штреке пласта Лутугинского от второго южного промквершлага, где пласт начал плавно срезаться в 32 м от начала штрека. В дальнейшем штрек был пройден еще на 15 м; и так как выбирался только уголь, а боковые породы оставались нетронутыми, то на протяжении этих 15 м была вскрыта поверхность сместителя. Она была представлена почти идеальной, великолепно отполированной плоскостью. Породы и уголь оказались совершенно не нарушенными. Срез произошел настолько аккуратно, что если бы нельзя было в забое обнаружить некоторую разницу в падении и простирании висячего и лежащего боков пласта, то было бы почти невозможно отличить плоскость сместителя от плоскости напластования.

Из этого же нарушения развивается нарушение II—II, которое идет на юго-запад по пласту Лутугинскому и Прокопьевскому и у пласта Мощного затухает. Это нарушение также относится к типу согласного взброса. Благодаря этим двум нарушениям главный квершлаг шахты № 2 пересек пласт Лутугинский три раза (фиг. 4).

Кроме этих двух нарушений, в поле шахты № 2 имеется еще целый ряд более мелких нарушений, описанных в работе доцента П. Ф. Красникова. Поэтому мы позволим себе на них не останавливаться.

На севере этого крыла заслуживает внимания только одно нарушение—согласный взброс III—III по пласту VI Внутреннему. Этот взброс подсечен на горизонте 215 м основным штреком пласта VI Внутреннего, печами по этому пласту и параллельными штреками.

Простираение сместителя почти параллельно простираению пласта, вследствие чего штрек, пройденный по пласту VI Внутреннему, прошел по обрезу пласта на протяжении 80 м. Падение сместителя и пласта согласное. Угол падения сместителя  $75^\circ$  при угле падения пласта  $65^\circ$ . Горизонтальная длина смещения пласта около 100 м.

Для нарушения III—III необходимо отметить весьма аккуратное срезание пласта сместителем. Плоскость сместителя, вскрытая печами, оказалась также хорошо отполированной. Уголь и боковые породы не нарушены.

### 3) Голубевский антиклинал.

На западном крыле Голубевского антиклинала можно отметить только одно нарушение IV—IV, продольное, типа согласного взброса. Оно констатировано в квершлаге горизонта 265 м и далее на юг в штреках пласта VI Внутреннего горизонтов 215 и 265 м. Благодаря этому же нарушению замок пласта IV Внутреннего на квершлаг шахты 3—4 осложнен небольшим сдвоением.

Это нарушение развивается за счет небольшой дополнительной складки в замковой части пятого синклинала, наличие которой установлено горными выработками на горизонте 265 м.

Горизонтальная длина смещения пласта VI Внутреннего 150—170 м, а пласта IV Внутреннего—25—30 м. Сместитель падает согласно под углом  $87^\circ$ , при угле падения пласта  $70—75^\circ$ . Южнее замка пласта IV Внутреннего нарушение IV—IV, повидимому, затухает, так как горные выработки центральной штольни этого нарушения не встретили.

Кроме этого основного нарушения, горными работами шахты Поварниха встречено незначительное количество мелких нарушений, типа согласных взбросов и обратных надвигов. На этом же крыле, особенно по пласту VI Внутреннему, зафиксированы факты внутрипластовых перемещений, обусловивших пережимы и раздувы пласта. Возможно, что этим же можно объяснить ненормальное увеличение мощности пласта III Внутреннего до 8,0 м,



особенно севернее Главного квершлага шахты Коксовой. В основном же это крыло сравнительно спокойно, и пласты выдерживаются по простиранию на довольно большое расстояние.

Восточное крыло Голубевского антиклинала, так же как и восточное крыло Абинского, сильно нарушено. Из наиболее крупных нарушений не только этого крыла, но и всего участка, необходимо отметить нарушение GG типа несогласного взброса (фиг. 2). За счет этого нарушения сокращаются запасы этого крыла, так как сместитель нарушения GG падает в сторону, противоположную падению пластов.

Нарушение GG встречено главным квершлагом центральной штольни на горизонте 265 м, в 55 м на восток от пласта Мощного. Благодаря этому нарушению квершлаг центральной штольни встретил выше пласта Мощного, за нарушением GG, только самый обрез пласта VI Внутреннего восточного крыла Голубевского антиклинала.

В настоящее время нарушение GG зафиксировано главным квершлагом шахты Коксовой на горизонте 215 м, в 15 м восточнее пласта VI Внутреннего, затем забоем пласта Горелого шахты Поварниха на горизонте 265 м, где пласт окончательно обрвался этим нарушением, наконец, забоем пласта III Внутреннего на горизонте 215 м, который, очевидно, находится вблизи окончательного обреза, так как уголь и боковые породы сильно нарушены, пласт идет крайне беспокойно,—то раздувается, то, наоборот, исчезает.

Нарушение GG хорошо прослежено также и на поверхности змейковой разведкой, в результате которой пласты I, II, III и IV Внутренние прослежены до окончательного обреза этим нарушением.

Сместитель нарушения GG падает на запад под углом  $70^\circ$ , при восточном падении пластов под углом  $65-75^\circ$ . Горизонтальная длина смещения, замеренная по выходам пластов под наносы, достигает 900 м.

Для этого нарушения интересно отметить характер проявления сместителя. В главном квершлага шахты Коксовой, а также в квершлага Центральной штольни нарушение GG представлено зоной смятия, мощностью около 30 м, которая выражена рядом веерообразно расходящихся снизу вверх трещин, проходящих в песчанике (фиг. 5). Песчаник между этими трещинами сильно разбит, так что при легком прикосновении к нему кайлы он быстро отслаивается и, падая, тянет за собой большие куски породы. По трещинам обнаружена затертая в них жильная глина в виде прослоев, мощностью от 3 до 5 см. Местами имеются отложения кальцита и даже кварца. Поверхность трещин неправильна, волниста, вследствие чего иногда совершенно невозможно определить элементы их залегания.

Эта зона смятия чрезвычайно сильно осложняла продвижение квершлага, так как проходка в ней была возможна только вручную, требовала капитального крепления, и на протяжении всех

30 м приходилось работать в условиях сильного притока воды.

Из других более крупных нарушений этого крыла следует отметить осевое нарушение V—V, прослеженное на замках пластов Лутугинского, Горелого и Прокопьевского, на горизонте 215 м шахты Коксовой и 265 м шахты Поварниха, а также на квершлага Центральной штольни в замке пласта Мощного. Это нарушение растягивает замки по оси. Севернее пласта Горелого, по простиранию, оно, очевидно, затухает, так как замки Внутренних пластов, выработанных Голубевскими штольнями, не нарушены. Нужно также отметить, что замок пласта Горелого на горизонте 215 м, подсеченный северным промквершлагом из полевого штрека, оказался тоже не нарушенным; очевидно, это нарушение затухает также и на глубину.

Сместитель нарушения V—V падает на запад под углом  $80^\circ$ , при восточном падении пластов под углом  $50\text{--}65^\circ$ , т. е. это нарушение относится, так же как и нарушение GG, к типу несогласного взброса.

Заслуживает внимания на этом крыле еще одно, сравнительно большое нарушение VI—VI по пласту II Внутреннему, типа несогласного надвига (фиг. 6 и 7).

Это нарушение зафиксировано в южном конце основного штрека по пласту II Внутреннему Голубевских штолен. Особенно хорошо оно прослежено на горизонте 250 м шахты Коксовой, где центральный квершлаг пересек два раза пласт II Внутренний, и затем по нему были пройдены на значительное расстояние штреки. Это же нарушение оконтурено и на поверхности змейками.

Однако, несмотря на такое обилие точек, где зафиксировано это нарушение, до сих пор нам не известны элементы залегания сместителя. Здесь, очевидно, мы имеем снова чрезвычайно аккуратное срезание, так как неоднократные поиски трещины в центральном квершлага горизонта 250 м не дали положительных результатов. Из анализа известных нам фактов в отношении этого нарушения можно прийти к следующему выводу. Нарушение, несомненно, продольное, так как оно сдвигает только один пласт—II Внутренний. Сместитель падает положе пласта, что видно из разреза в плоскости центрального квершлага горизонта 250 м (фиг. 7). Горизонтальная длина смещения пласта, по данным змеевиковой разведки на поверхности и штреков горизонта 250 м, равна 200—250 м.

Кроме описанных выше нарушений, на этом крыле имеется большое количество более мелких диагональных нарушений, очевидно, являющихся апофизами главного нарушения GG. Особенно сильно нарушенными оказались пласты Внутренние, где на отдельных участках, буквально через каждые пять—десять метров, встречается новое нарушение, правда, небольшой амплитуды. Все эти нарушения относятся, согласно классификации проф. М. А. Усова, к типу обратных надвигов. Как будет показано ниже, мы их расшифровываем несколько иначе.

Среди большого количества этих мелких нарушений заслуживают внимания три нарушения. VII—VII, VIII—VIII и XI—IX, хорошо прослеженные горными работами шахты Коксовой (ф. 2).

Сместители этих нарушений в общем имеют диагональное простирание с СЗ на ЮВ, с падением на СВ 25—40°. Трещины идут неправильно, часто имеют скорлуповатый характер, б. ч. открыты и заполнены жильной глиной, мощность которой иногда достигает до 0,30—0,50 м. Нередко по этим трещинам имеются жилки кальцита и кварца, отложенные трещинными водами.

Нарушение VII—VII хорошо прослежено горными работами на горизонте 215 м. Оно срезает пласт Характерный в 165 м к северу от главного квершлага и на северо-западе выходит в полевой штрек, который, между прочим, подсекает пласт Характерный. Горизонтальная длина смещения пласта Характерного около 60 м. На юго-восток это же нарушение смещает пласты I, II и III Внутренние и выходит на пласт IV Внутренний, где оно проявило себя тем, что несколько смяло пласт угля и боковые породы.

Нарушение VIII—VIII, также прослеженное на горизонте 215 м, срезает пласт Горелый в 60 м к северу от главного квершлага и затем на юго-востоке смещает пласты Характерный, I, II, и III Внутренние с небольшой горизонтальной длиной смещения, порядка 5—20 м. Выйдя из пласта III Внутреннего, трещина тянется между пластами III и IV Внутренним. Возможно, что она пересекла пласт IV Внутренний, но не была замечена.

Нарушение IX—IX аналогично первым двум. Оно хорошо вскрыто в южном промквершлага на горизонте 265 м по пластам I и II Внутренним. На горизонте 215 м это же нарушение было встречено в конце южного штрека по пласту III Внутреннему в 70 м южнее промквершлага, где пласт III Внутренний срезался и переместился на место пласта IV Внутреннего. В результате этого нарушения штрек, пройденный по пласту IV Внутреннему, незаметно перешел в пласт III Внутренний, а промквершлаг, пройденный в 82 м от южного промквершлага с пласта III Внутреннего на пласт IV Внутренний, встретил пласт II Внутренний. В настоящее время горными работами подсекли сброшенное крыло пласта IV Внутреннего и по нему нарезали уже штреки. Горизонтальная длина смещения пласта IV Внутреннего равна 20 м.

Кроме этих трех нарушений, на поверхности было прослежено змейками еще одно нарушение X—X, такого же типа.

#### 4) Малый антиклинал.

В пределах Малого антиклинала, на его восточном крыле, можно отметить только одно крупное нарушение JJ, принятое в настоящее время восточной границей участка шахты Коксовой.

Это нарушение типа несогласного взброса аналогично нарушению GG. Оно зафиксировано двумя скважинами № 296 и 30, ко-

торые дают возможность определить его элементы залегания. Сместитель падает на запад под углом  $77^\circ$ , при восточном падении пластов под углом  $67^\circ$ .

Таким образом на примере тектоники шахты Коксовой мы показали довольно сложный комплекс нарушения Прокопьевского района, сильно затрудняющий разведку, подсчет запасов и эксплуатацию данного месторождения. Поэтому правильный подход к изучению дизъюнктивов и определение рациональной методики поисков смещенного крыла пласта имеет громадное практическое значение. Последующие главы настоящей работы мы и посвящаем этим вопросам.

## II. Геологические методы исследования дизъюнктивов в горной выработке.

Часто горные выработки пересекают нарушения, ранее не встреченные эксплуатационными работами и не зафиксированные в процессе буровой разведки шахтного поля. Если при этом смещенное крыло пласта выходит за пределы площади забоя, то определение перемещения смещенного крыла пласта, а также амплитуды этого перемещения, представляет задачу более или менее сложную.

Для того чтобы решить, в каком направлении сместился пласт относительно плоскости забоя, нужно тщательно исследовать встреченный дизъюнктив непосредственно в горной выработке. Изучая и анализируя каждую деталь дизъюнктива, иногда удается правильно направить горные работы на смещенное крыло пласта, без применения разведочных выработок или подземного бурения.

Исследование встреченного в забое дизъюнктива обычно начинается с определения положения и элементов залегания плоскости сместителя.

Трудности определения положения сместителя в забое находятся в зависимости от угла встречи сместителя и пласта в плоскости забоя, а также от степени нарушенности пласта и прилегающих к сместителю пород. Если сместитель пересекает пласт угля под прямым или острым, но все же значительным углом (фиг. 8), то линия встречи пласта и сместителя в плоскости забоя вырисовывается достаточно рельефно, и, следовательно, в данном случае, как бы плохо ни проявлял себя сместитель, насколько бы сильно ни были нарушены и помяты пласт угля и породы, определить положение сместителя удается довольно легко.

Однако в большинстве случаев в Кузнецком бассейне и в частности в Прокопьевском районе, в силу того, что дизъюнктивы подчинены пликативной структуре и, следовательно, пересекают пласты по простиранию и падению под очень острыми углами, линия встречи пласта со сместителем на такой неболь-

шой площади, как площадь забоя, проходит по пласту в почве или в кровле последнего.

Здесь возможны два случая в определении плоскости сместителя.

1. Если при таком положении линии встречи пласта со сместителем забой не осложнен дополнительными трещинами, а пласт начинает по простиранию плавно срезаться, например, с кровли, и при этом почва остается более или менее спокойной (фиг. 9), то положение сместителя в забое определяется также легко. В данном примере ясно, что сместитель проходит в кровле пласта. Впрочем, в этом случае, помимо явного срезания пласта с кровли, которое мы наблюдаем по мере продвижения горной выработки вперед, сместитель можно определить и непосредственно в забое, так как пласт угля и породы кровли, примыкающие к сместителю, будут больше нарушены, нежели почва пласта.

2. Если же забой осложнен целым рядом дополнительных трещин и породы сильно помяты, причем в одинаковой степени и в почве, и в кровле пласта (фиг. 10), так что трудно определить, с какой стороны происходит срезание, то в этом случае определение плоскости сместителя в выработке является делом весьма затруднительным.

Необходимо избегать поспешных выводов, которые могут привести к неправильному истолкованию характера нарушения, затянуть исследование данного дизъюнктива или же привести к нерациональным затратам средств на поиски смещенного крыла пласта в неверном направлении.

Опыт показал, что в этом случае наиболее правильно, с методической точки зрения, будет комплексное решение вопроса, т. е. определять положение сместителя в забое следует совместно и в зависимости от анализа всех деталей дизъюнктива.

Главными деталями дизъюнктива, которые могут служить критерием для определения направления перемещения смещенного крыла пласта, можно считать:

- 1) характер проявления сместителя,
- 2) изгибы волочения,
- 3) литологический состав пород в боках сместителя,
- 4) руководящие горизонты и
- 5) штриховка на плоскости сместителя.

Разберем каждую из этих деталей по отдельности.

#### 1) Характер проявления сместителя.

В своих работах по тектонике Кузнецкого бассейна М. А. Усов неоднократно отмечал закономерность в характере проявления сместителя. Эта закономерность выражается в том, что в дизъюнктивах типа согласного взброса и прямого надвига в большинстве случаев „срезание пласта происходит очень аккуратно и самое перемещение идет гладко без каких либо резких деформаций в прилежащих частях крыльев дизъюнктива (10, 23). Поверхно-

сти сместителей этих дизъюнктивов отличаются своею сглаженностью, часто хорошо отполированы и более или менее правильны.

Эта закономерность в большинстве случаев хорошо выдерживается во всем Прокопьевском месторождении и, в частности, в поле шахты Коксовой. В качестве примера можно привести описанные выше нарушения по пластам Лутугинскому и VI Внутреннему Абинского и нарушение по пласту II Внутреннему Голубевского антиклиналов.

Объяснение этой закономерности можно найти в соотношении элементов залегания пласта и сместителя. Большинство сместителей дизъюнктивов типа согласного взброса и прямого надвига, падая согласно с пластами, пересекают их по простиранию и падению под очень острым углом от  $3$  до  $10^\circ$  (фиг. 1, 2, 3, 4, 6, и 7). В результате этого в пластах, расщепленных по плоскости, близкой к их напластованию, не возникает сильных напряжений, вследствие чего пласт угля и породы в боках сместителя почти совсем не претерпевают деформаций.

Понятно, что если сместители этих дизъюнктивов будут пересекать пласты по простиранию или по падению под более значительным углом, то в боках сместителя будут создаваться значительно большие напряжения, а, следовательно, пласты угля и пород будут больше помяты, поверхности плоскостей сместителей будут шероховаты и волнисты.

Так, например, нарушение в поле шахты № 2 по пласту Характерному, типа прямого же надвига, хорошо прослеженное основным штреком на горизонте 232 м, имеет диагональное простирание (фиг. 2), пересекая пласт в горизонтальном сечении под углом  $30^\circ$ . Несмотря на то что углы падения пласта— $38^\circ$  и сместителя— $35^\circ$  почти одинаковы, пласт угля и породы в боках сместителя оказались сильно нарушенными, а поверхность сместителя получилась неправильная, волнистая.

Еще больше оказываются деформированными породы и уголь в нарушениях типа несогласного взброса и обратного надвига. В данном случае, вследствие резкого трения, проявляющегося вблизи сместителя при разрыве и растяжении пластов, породы и уголь в боках сместителя сильно деформируются. Для несогласного взброса имеет большое значение также и то, что сместитель пересекает пласты почти под прямым углом. Здесь напряжение еще больше повышается, так как поверхность разрыва становится весьма неровной; поэтому, при движении смещенных частей дизъюнктива относительно друг друга, им приходится выравнивать на своем пути различные по размерам выступы, вследствие чего породы в боках сместителя еще больше деформируются, образуя целые зоны смятых и разбитых пород, подобно той зоне, которая нами была описана выше в нарушении GG.

Таким образом для продольных нарушений характер проявления сместителя может служить одним из критериев при определении направления перемещения смещенного крыла пласта, а

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

Понятно, что этот вывод будет действителен в том случае, если горизонтальные движения будут отсутствовать, или в крайнем случае, они будут незначительны.

## 2) Изгибы волочения.

Изгибы волочения, или подвороты пластов вблизи нарушения получают в результате пластической деформации, главным образом, глинистых пород и заключенных между ними пластов угля. Так как подвороты фиксируют направление движениядвигающейся массы, то они являются весьма ценным критерием для определения направления перемещения смещенного крыла пласта.

Так, например, фиг. 10 представляет довольно сложную картину, где, как мы указывали выше, трудно определить даже положение сместителя в забое. Однако наблюдаемый нами в забое явный подворот пласта легко разрешает вопрос о положении сместителя в забое и, в то же время, дает возможность определить направление перемещения смещенного крыла пласта. В данном случае ясно, что сместитель сечет пласт несогласно и что висячее крыло нарушения перемещалось вверх. Очевидно, здесь наиболее вероятной формой дизъюнктива будет несогласный взброс, и, следовательно, смещенное крыло пласта на данном горизонте необходимо искать вдоль трещины, впереди забоя.

Иногда непосредственно в забое подворот пласта не наблюдается, но пологое падение пласта у сместителя в забое, не отвечающее нормальному падению пластов данного участка, позволяет установить наличие подворота. Так, на фиг. 11 кровля пласта у сместителя имеет падение  $15^\circ$ , в то время как нормальное падение данного участка  $75^\circ$ ; ясно, что здесь мы имеем явный подворот пласта.

Часто, в результате волочения образуются складки, обыкновенно состоящие из антиклинали и синклинали. В большинстве случаев эти складки бывают опрокинутыми, причем более крутое или опрокинутое крыло обращено в сторону движениядвигающейся массы. Особенно хорошо эти складки зафиксированы в одной из зарисовок забоя по штреку пласта I Внутреннего, при пересечении штреком нарушения VII—VII (фиг. 12). Здесь в плоскости забоя было обнаружено два пласта—I Внутренний и Характерный, нормальное расстояние между которыми равно

31 м. Оба пласта дали весьма характерные складки волочения, причем I Внутренний дал хорошо выраженную опрокинутую антиклинальную складку, крутое крыло которой обращено в сторону перемещения пласта.

Таким образом, изгибы волочения при расшифровке дизъюнктивов имеют большое значение. Поэтому при исследовании дизъюнктивов в горной выработке на них необходимо обращать самое серьезное внимание.

Что касается штриховки на плоскости сместителя, великолепно разобранный Уиллисом (12), то о ней можно сказать словами проф. М. А. Усова (10, 25): „в условиях Кузбасса, с его некрепкими породами и в общем пластичными углями, данные знаки менее разнообразны, будучи представлены преимущественно полосами и бороздами, позволяющими судить, главным образом, о румбе, а не об азимуте перемещения, которое создало эти линейные образования“.

Наши немногочисленные наблюдения над штриховкой полностью подтверждают этот вывод.

### 3) Литологический состав пород в боках сместителя.

Литологический состав пород может оказать услугу при анализе встреченного дизъюнктива в забое в двух направлениях.

Если забой сложный, вследствие чего мы не имеем возможности сразу определить плоскость сместителя, то тогда можно попытаться определить ее при помощи анализа литологического состава пород в плоскости забоя.

Предположим, что пласт в нормальном разрезе имеет в кровле полосчатый песчаник, а в почве—песчанистый сланец. Зная состав и структуру пород в почве и кровле пласта, мы при анализе пород в плоскости забоя обнаруживаем, что в почве пласта имеется тот же песчанистый сланец, а в кровле вместо полосчатого песчаника—аргиллит (фиг. 9).

В данном случае ясно, что сместитель срезает пласт с кровли, так как в забое порода почвы пласта оказалась та же, что и в нормальном разрезе, тогда как в кровле мы имеем другую породу, совершенно не похожую на нормальную породу кровли пласта.

Если мы хорошо знаем нормальный разрез толщи вмещающих пород, причем состав и структура почвы и кровли пласта будут различны, то порода, принесенная в забой в результате смещения пласта, может оказаться ценным критерием для поисков смещенного крыла.

Представим себе, что в описанном выше примере структура, цвет, излом и пр. свойства аргиллита являются весьма характерными для пород, залегающих стратиграфически выше пласта; тогда понятно, что пласт необходимо искать влево относительно оси штрека. Наоборот, если бы данный аргиллит был характерен для пород, залегающих стратиграфически ниже пласта, то тогда пласт необходимо искать вправо относительно оси штрека.



Пользуясь этим критерием для поиска смещенного крыла пласта, необходимо иметь в виду довольно резко проявляющуюся в Кузбассе фаціальную изменчивость пород, в результате которой породы по простиранію и падению меняют свой состав и структуру. В этом случае можно особенно рекомендовать исследование пород по квершлагам и ортам вблизи встреченного нарушения, с целью определения характера и степени фаціальной изменчивости пород.

#### 4) Руководящие горизонты.

К руководящим горизонтам относятся наиболее характерные прослойки, хорошо выдерживающиеся на больших расстояниях по простиранію и падению пород, например: проводники (спутники)— небольшой мощности пласты угля, залегающие в кровле или почве пласта, пропластки ожелезненных пород, конгломераты, горизонты с флорой и фауной и проч.

Если в плоскость забоя попадает один из таких руководящих горизонтов, то он будет являться самым надежным критерием при поисках смещенного крыла пласта. В данном случае, зная нормальное расстояние между пластом и встреченным в забое руководящим горизонтом, мы можем определить с достаточной точностью не только направление, в котором находится смещенное крыло пласта, но также и видимую горизонтальную амплитуду этого смещения.

Например, фиг. 13 представляет зарисовку нарушения по пласту II Внутреннему гор. 215 м ш. Коксовой. Здесь в плоскости забоя был встречен проводник, находящийся между пластами II и III Внутренними, т. е. в почве пласта II Внутреннего, хорошо выдерживающийся по простиранію. Ясно, что в данном случае смещенное крыло необходимо искать впереди и влево от оси штрека.

Если нормальное расстояние между пластами II Внутренним и проводником равно  $a$  (в данном случае 14 м), то горизонтальная длина нарушения будет равна:

$$x = \frac{a}{\sin \alpha \sin \Theta} \quad (1a)$$

Таким образом, исследуя нарушение непосредственно в горной выработке, мы выявляем отдельные детали этого нарушения, которые могут в той или иной мере являться критериями при определении направления поисков смещенного крыла пласта. Однако необходимо отметить, что далеко не все эти критерии одинаково надежны и не всегда они имеются при исследовании данного дизъюнктива.

Из перечисленных выше критериев самыми надежными и важными являются руководящие горизонты и литологический состав боковых пород. Однако руководящие горизонты попадают в поле зрения исследователя в забое очень редко, а литологиче-

ский состав, в силу резкой фациальной изменчивости боковых пород, может привести исследователя к ошибочным выводам.

К вопросу определения направления перемещения смещенного крыла пласта можно подойти и с другой точки зрения, а именно, с точки зрения геометрического анализа взаимоотношения элементов залегания пласта и сместителя. Этот метод, в дополнение к предыдущему, как мы увидим ниже, может дать весьма эффективные результаты.

### III. Геометрический анализ основных форм дизъюнктивов.

#### 1) Общие положения.

Из всего разнообразия известных нам форм дизъюнктивов в Кузбассе и в частности в Прокопьевском районе мы встречаем, как установлено работами всех геологов и особенно М. А. Усова, такие формы дизъюнктивов, которые обусловлены в основном тангенциальными напряжениями. Поэтому во всех наших дальнейших рассуждениях мы будем исходить исключительно из взбросового характера нарушений в Кузбассе.

Согласно классификации дизъюнктивов проф. М. А. Усова, в Кузбассе встречаются следующие дизъюнктивы: согласный и несогласный взброс, согласный и несогласный подброс, прямой и обратный надвиг, прямой поддвиг (фиг. 14).

Для согласного взброса (а) характерно согласное падение пласта и сместителя, причем последний падает круче первого. Как в вертикальном поперечном, так и горизонтальном сечении эта форма дает сдвоение пласта.

Для несогласного взброса (б) характерно несогласное падение пласта и сместителя. Эта форма дизъюнктива как в вертикальном поперечном, так и в горизонтальном сечении дает раздвигание пласта по сместителю.

Согласный (д) и несогласный (е) подбросы отличаются от взбросов тем, что у них активным, при перемещении глыб относительно друг друга, является не висячее, а лежащее крыло дизъюнктива, причем оно двигается не вверх, а вниз. Различие между этими формами дизъюнктивов может быть сделано только в том случае, когда мы имеем возможность установить, какая из смещенных глыб являлась активной, т. е. находилась в движении, и какая оставалась в относительном покое. Доказать же действительное перемещение глыб удается только в редких, исключительных случаях. В большинстве же случаев приходится довольствоваться только констатацией относительного перемещения глыб по отношению друг к другу.

При этих условиях оба вида дизъюнктивов становятся совершенно идентичными и морфологически не различимыми. Поэтому в дальнейшем их можно рассматривать совместно. К тому же необходимо отметить, что подбросы в Кузбассе встречаются вообще редко, вследствие чего они плохо изучены.

Прямой (в) и обратный (г) надвиги имеют согласное падение пласта и сместителя, причем у обеих форм дизъюнктивов сместитель падает положе пласта. Их различие, согласно проф. М. А. Усова, заключается в том, что в обратном надвиге висячее крыло смещено вверх, как это и должно быть при надвиге, а в прямом оно опущено вниз, имитируя своей формой явление сброса.

Проф. М. А. Усов объясняет последнее явление изгибом плоскости сместителя так, что она получает в разрезе обратное падение (10, 17). Не оспаривая возможности такого объяснения, поскольку искривление плоскостей в вертикальном и горизонтальном направлениях в Кузбассе обычно, мы считаем, что то же явление может быть обусловлено как наличием элемента сдвига, так и особой комбинацией элементов залегания пласта и сместителя и в частности влиянием угла их встречи.

Что касается прямого поддвига (з), то в отношении этой формы дизъюнктива можно сказать то же, что и для подбросов. Эта форма аналогична прямому надвику, отличаясь от него тем, что у поддвига перемещалось лежащее крыло снизу вверх. Морфологически они также неотличимы.

Рассмотрим влияние углов встречи пласта и сместителя на форму дизъюнктивов, воспользовавшись выводами из геометрического анализа косых дизъюнктивов проф. И. А. Молчанова.

Нужно заметить, что геологи-тектонисты, а отчасти и маркшейдеры не учитывают при анализе форм дизъюнктивов влияния угла встречи пласта и сместителя на положение смещенного крыла. Не учитывают этого и проф. М. А. Усов и другие тектонисты Кузбасса. Не находим этого и в классических работах Рида (15, 16), Б. и Р. Уиллисов (13). То же самое видим и у Lahee (14), который в своей *Field Geology* уделяет большое внимание вопросам тектоники и иллюстрирует их прекрасными диаграммами, заимствованными частично у Рида (15) и других американских авторов. Разбирая косой сброс (стр. 196, фиг. 144, 145), он даже впадает в ошибку, так как легко видеть, что линия перемещения пласта на приведенных им блокдиаграммах не совпадает с линией падения сместителя, а проходит наклонно, и, следовательно, рассматриваемое им нарушение представляет не простой сброс, относительно которого он делает все свои построения, а сбросо-сдвиг.

Не проанализирован этот вопрос с достаточной полнотой даже и в горной геометрии, так как маркшейдера при точном анализе дизъюнктивов, оперируют не элементами залегания пласта и сместителя, а уравнениями плоскостей в пространстве, что, во-первых, громоздко и неудобно, а, во-вторых, не показательно.

В этом отношении формулы, выведенные проф. И. А. Молчановым, благодаря своей простоте и наглядности, имеют несомненные преимущества. Но что особенно важно, они впервые вскрывают значение угла встречи и вносят новый элемент в методику исследования дизъюнктивов.

## 2) Анализ простых дизъюнктивов.

Прежде всего рассмотрим надвиг в чистом его виде, то есть такую форму дизъюнктива, в которой сместитель падает согласно и положе пласта, причем действительное относительное перемещение крыльев совершалось по линии падения сместителя и при том так, что висячее крыло двигалось вверх по лежащему; назовем условно такие дизъюнктивы простыми. Далее, сохраняя буквенные обозначения, принятые И. А. Молчановым (фиг. 17), <sup>1)</sup> допустим, что:  $l$  — видимое горизонтальное смещение пласта, измеренное вкрест его простирания;  $h_0$  — вертикальная высота перемещения;  $h_1$  — наклонная высота перемещения;  $w$  — осадка пласта;  $\alpha$  — угол падения пласта;  $\beta$  — угол падения сместителя;  $\omega$  — угол встречи пласта и сместителя, причем условимся, что за этот угол будем всегда принимать вершину того угла, относительно которого стрелки, указывающие падение сместителя и пласта, направлены навстречу друг другу.  $x$  — величина, характеризующая избыток или недостаток видимого горизонтального смещения, обусловленная перемещением смещенного крыла пласта по косому срезу.

Для косых дизъюнктивов, не имеющих горизонтального перемещения, проф. И. А. Молчанов (6,60) дает следующую формулу, применимую ко всякого рода нарушениям:

$$l = h_0 (\text{Ctg}\alpha + \text{Ctg}\beta \text{Cos}\omega) \quad (16)$$

При этом необходимо иметь ввиду правило знаков, которое дается проф. И. А. Молчановым (6,61). „Величину видимого горизонтального смещения  $l$  измерять всегда в направлении от лежащего крыла пласта к висячему и, если это направление совпадает с направлением падения пласта, то брать  $l$  со знаком (+), если же оно направлено против падения пласта, то брать его со знаком (—), углы же  $\alpha$  и  $\beta$  считать всегда положительными“. Величины  $h_0$  и  $h_1$  при взбросах и надвигах считать положительными, а при сбросах — отрицательными.

В несогласных взбросах, у которых сместитель и пласт падают навстречу друг другу, угол встречи  $\omega$  всегда острый, следовательно, выражение в скобках будет всегда величиной положительной. Если же пласт и сместитель падают согласно, то  $\omega > 90^\circ$ ; следовательно,  $\text{Cos}\omega$  будет величиной отрицательной ( $\text{Cos}\omega < 0$ ), а поэтому выражение в скобках может иметь в зависимости от величины углов  $\alpha$  и  $\beta$  различные значения.

Если сместитель и пласт падают согласно, а  $\alpha > \beta$ , т. е. если мы будем иметь надвиги, то при соответствующих значениях  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\omega$  может оказаться, что:

$$\text{Ctg}\alpha + \text{Ctg}\beta \text{Cos}\omega = 0 \quad (2)$$

<sup>1)</sup> В работе, помещенной в этом же сборнике, И. А. Молчанов изменил некоторые обозначения, а именно:  $h_0$  на  $H$ ;  $h_1$  на  $h$  и  $w$  на  $k$ .

Понятно, что при этом равенстве  $l$  обращается в нуль независимо от величины  $h_0$ . Это возможно только в том случае, когда линия скрещивания пласта и сместителя совпадает с линией перемещения пласта по сместителю. В данном случае при любой величине  $h_0$  в горизонтальном сечении мы не будем иметь видимого разрыва между висячим и лежащим крыльями нарушения.

Если построим для этого равенства блокдиаграмму, подобрав соответствующие значения  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\omega$ , то получим фиг. 15. Здесь горная выработка может пройти нарушение, не обнаружив последнего. В крайнем случае она встретит более или менее значительную зону мягкого угля с включением кусочков и даже глыб боковых пород, различные подвороты, складки волочения и проч., что может повлиять только на ее прямолинейность.

При других значениях  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\omega$  может оказаться, что величина

$$\text{Ctg}\alpha + \text{Ctg}\beta \text{Cos}\omega > 0 \quad (3)$$

Если мы построим для этих значений  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\omega$  блокдиаграмму (фиг. 16), то получим форму дизъюнктива, которую проф. М. А. Усов называет прямым надвигом. В горизонтальном сечении пласт будет сдвоен.

Наконец, при соответствующих значениях  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\omega$  может оказаться, что величина

$$\text{Ctg}\alpha + \text{Ctg}\beta \text{Cos}\omega < 0 \quad (4)$$

Это показывает, что величина  $l$  изменила свой знак на обратный, и мы получаем форму дизъюнктива, которую проф. М. А. Усов называет обратным надвигом. В горизонтальном сечении эта форма дизъюнктива дает раздвигание пластов. Блокдиаграмма (фиг. 17) иллюстрирует этот случай.

Следовательно, форма проявления надвигов может быть обусловлена комбинацией соответствующих значений  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\omega$ . Особенно наглядно видна эта зависимость тогда, когда, подобрав значения  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\omega$  так, чтобы они отвечали прямому надвигу, изобразим его в проекции с числовыми отметками, затем на этом же чертеже, оставив те же  $\alpha$  и  $\beta$ , изменим  $\omega$  так, чтобы получилось выражение, отвечающее обратному надвигу. Как видно из фиг. 18, достаточно изменить простираание сместителя  $KLK'L'$  на простираание  $EFE'F'$ , то есть изменить угол встречи  $\omega$ , оставив без изменения углы  $\alpha$  и  $\beta$ , как висячее крыло  $ABCD$  переместится в положение  $MNOP$ , изменяя тем самым форму дизъюнктива с прямого надвига на обратный.

Из анализа выражений (3) и (4), а также фиг. 15, 16, 17 и 18 можно сделать следующий вывод.

1. Прямой надвиг может образоваться при перемещении висячего крыла пласта снизу вверх (фиг. 16). Поэтому прямой надвиг лучше изображать не в ортогональной проекции, как предлагает проф. М. А. Усов, а в виде проекций с числовыми отметками. Этот метод изображения более нагляден и позволяет легче представить все элементы дизъюнктива в пространстве.

2. В прямом надвиге мы имеем нормальное смещение пласта, то есть видимое горизонтальное смещение в приподнятом крыле происходит по направлению падения пласта, и, следовательно,  $l$  будет величиной положительной, хотя в вертикально-поперечном сечении он и производит впечатление сброса (фиг. 14в).

3. В обратном надвиге имеем ненормальное смещение пласта, так как видимое горизонтальное смещение происходит в направлении, обратном падению пласта, производя, таким образом, на плане впечатление сброса (фиг. 14 г).

4. Так как изменение  $\omega$  при одном и том же значении  $\alpha$  и  $\beta$  дает в одном случае прямой, а в другом обратный надвиг, то вполне вероятно, что одно и то же нарушение, подсекая пласты под различными углами, может дать в одной своей части прямой, а в другой—обратный надвиг, имея где-то по простиранию между этими двумя типами дизъюнктива точку, отвечающую выражению (2), в которой видимого смещения пластов в горизонтальном сечении не будет. Практически это возможно в двух случаях:

а) когда сместитель пересекает свиту пластов с изменяющимся направлением простирания, но обычно в этом случае изменяется и угол падения пластов;

б) когда сместитель, изгибаясь, меняет свое простирание и пересекает свиту пластов под различными углами. Но в этом случае вектор перемещения не будет уже нормален к направлению простирания сместителя, а будет составлять с ним некоторый угол  $\gamma$ , не равный  $90^\circ$ ; следовательно, простое нарушение переходит в сложное, и на сцену появляется элемент сдвига.

Автор не располагает соответствующими наблюдениями для того, чтобы иллюстрировать на практическом примере высказанное предположение, однако оно логически вытекает из произведенного выше анализа. Впрочем, если с этой точки зрения пересмотреть увязку нарушений, хотя бы в пределах участка шахты Коксовой, то, вероятно, найдется ряд таких мест, где можно было бы увязывать прямые и обратные надвиги.

5. Обратный и прямой надвиг являются одной и той же генетической формой дизъюнктива. Их различие можно объяснить соответствующими комбинациями углов  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\omega$ .

На основании произведенного выше геометрического анализа, для поисков смещенного крыла пласта в случае надвигов можно вывести следующее правило.

1. Если измеренные элементы залегания дают нам выражение (3), то есть абсолютные значения  $|\text{Ctg}\alpha| > |\text{Ctg}\beta \text{ Cos}\omega|$ , то у нас будет обязательно сдвигание, и пласт нужно искать квершлагом из лежащего крыла в направлении падения пласта, а из висящего—в направлении восстания (фиг. 14в).

2. Если же абсолютные значения  $|\text{Ctg}\alpha| < |\text{Ctg}\beta \text{ Cos}\omega|$ , то будем получать обязательно раздвигание, и пласт нужно искать впереди по линии простирания сместителя (фиг. 14г).

Если мы таким же образом будем анализировать согласные и

несогласные взбросы, то здесь, несмотря на разные формы дизъюнктивов, в обоих случаях будем получать выражение (3).

В случае несогласного взброса угол  $\omega$  всегда меньше  $90^\circ$  и, следовательно,  $\text{Cos } \omega > 0$ ; поэтому получаем выражение (3), так как сумма двух положительных величин не может быть меньше нуля. Вследствие того, что сместитель и пласт падают несогласно, в горизонтальном сечении будет всегда раздвигание пластов и, следовательно, смещенную часть пласта нужно искать так же, как и в обратном надвиге, впереди по линии сместителя (фиг. 14б).

В случае согласного взброса  $\alpha < \beta$  и  $\text{Ctg } \alpha > \text{Ctg } \beta$ , следовательно, при любом значении  $\omega$ , абсолютные величины  $|\text{Ctg } \alpha| > |\text{Ctg } \beta \text{ Cos } \omega|$ ; таким образом будем всегда получать также выражение (3). Так как в данном случае сместитель и пласт падают согласно, то в горизонтальном сечении будем иметь обязательно сдвигание и, следовательно, правило поисков смещенного крыла будет то же, что и для прямого надвига (фиг. 14а).

На основании сделанного выше анализа мы можем построить график (фиг. 19), который позволит нам без всяких вычислений определять направление поисков смещенного крыла пласта для каждого частного значения  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\omega$ .

По оси абсцисс настоящего графика отложим углы падения пласта  $\alpha$ . По оси ординат отложим абсолютные величины  $\text{Ctg } \alpha$ . На графике получится кривая, носящая название тангенсоиды.

На этом же графике построим функцию

$$y = \text{Ctg } \beta \text{ Cos } \omega \quad (5)$$

Для этой цели берем значение  $\text{Ctg } \beta$  через каждые  $10^\circ$  и умножаем их на  $\text{Cos } \omega$  при изменении угла  $\omega$  от  $90$  до  $180^\circ$ . В результате получаем семейство кривых—синусоид, характеризующих изменение функции  $y$  в зависимости от изменения углов  $\beta$  и  $\omega$ .

Допустим, что нам известны  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\omega$ . Требуется по графику определить направление перемещения смещенного крыла пласта. Зная  $\alpha$ , мы можем найти соответствующую ординату, для чего из точки по оси абсцисс, отвечающей значению нашего  $\alpha$ , в данном случае  $60^\circ$ , проведем линию, параллельную оси ординат, до пересечения с кривой—тангенсоидой. Линия  $AA'$  как раз и будет ордината, отвечающая абсолютной величине  $\text{Ctg } 60^\circ$ . Через точку  $A$  проводим линию, параллельную оси абсцисс, до пересечения с кривой, отвечающей нашему значению  $\beta$ , в данном случае  $30^\circ$ . Из чертежа видно, что  $AA' = BB'$ . Очевидно, абсолютные величины  $\text{Ctg } \alpha$  в точке  $A$ ,  $\text{Ctg } \beta$  и  $\text{Cos } \omega$  в точке  $B$  отвечают равенству (2), т. е. при данных значениях  $\alpha = 60^\circ$ ,  $\beta = 30^\circ$  и  $\omega = 109^\circ$  в горизонтальном сечении видимого смещения пласта не будет.

Если, при тех же значениях  $\alpha$  и  $\beta$ , угол  $\omega < 109^\circ$ , например,  $\omega = 100^\circ$ , тогда  $BB' > FE'$ ; таким образом, для данного случая получаем выражение (3). Смещенное крыло нужно искать из лежачего крыла в направлении падения пласта, а из висячего—в направлении восстания.

Если же при тех же значениях  $\alpha$  и  $\beta$ , угол  $\omega > 109^\circ$ , например,  $\omega = 140^\circ$ , то  $FF' > BB'$  и, следовательно, для данного случая получаем выражение (4). Смещенное крыло пласта нужно искать впереди по линии простираения сместителя.

Для согласного взброса, вследствие того, что в данном случае  $\alpha < \beta$ , ордината значения  $\text{Ctg } \alpha$  при любом значении  $\omega$  всегда будет больше ординаты значения  $\text{Ctg } \beta$  и  $\text{Cos } \omega$ , и мы получим выражение (3). Для несогласного взброса получим также выражение (3), так как здесь,  $\text{Cos } \omega$  всегда положительный и, следовательно обе ординаты будут складываться. Правило поисков смещенного крыла пласта в первом случае то же, что и для прямого надвига, а во втором, благодаря несогласному падению пласта и сместителя, — то же, что и для обратного надвига.

### 3) Анализ сложных дизъюнктивов.

Предыдущий анализ мы провели для частного, а поэтому редкого в природе случая. Наиболее общим случаем будут не надвиги и взбросы, а надвиго-сдвиги и взбросо-сдвиги; назовем условно такие дизъюнктивы сложными. Здесь перемещение висячего крыла пласта происходит вверх, но по произвольно-наклонному направлению.

В дальнейшем, при анализе надвиго- и взбросо-сдвигов мы введем новые условные обозначения и термины (фиг. 20):

- 1)  $R$  — полная амплитуда перемещения,
- 2)  $\lambda$  — элемент сдвига.

$\lambda$  — может быть величиной положительной и отрицательной. Будем придерживаться предложенного И. А. Молчановым правила знаков для  $\lambda$ : если плоскость сместителя находится перед лицом наблюдателя и падает в его сторону, то направление  $\lambda$  вправо будет положительное (+), а влево — отрицательное (—).

3)  $\gamma$  — угол, характеризующий элемент сдвига. Естественно, что этот угол образуется направлением штриховки и простиранием сместителя, причем необходимо иметь в виду, что угол  $\gamma$  отсчитывается против часовой стрелки от положительного направления  $\lambda$ .

Если разложить вектор полного перемещения  $R$  по правилу параллелограмма на две составляющие, то из треугольника  $ABC$  видно, что вертикальная составляющая соответствует наклонной высоте  $h_1$ , а горизонтальная — соответствует элементу сдвига  $\lambda$  (фиг. 20).

Проф. И. А. Молчанов (6, 61) для этого случая дает следующую формулу:

$$l = h_0 (\text{Ctg } \alpha + \text{Ctg } \beta \text{ Cos } \omega) \pm \lambda \text{ Sin } \omega \quad (6)$$

Заметим, что знак (+) перед последним членом правой части формулы (6) берется в том случае, если осадка пласта, при подъеме висячего крыла вверх, происходит в сторону положительных значений  $\lambda$ ; в противном случае нужно брать знак (—). Или иначе:



если падение пласта направлено в сторону положительных значений  $\lambda$ , то в формуле берется знак (+), в противном случае (—).

Из треугольника ABC (фиг. 20) получаем

$$\lambda = h_1 \operatorname{Ctg} \gamma, \quad (7)$$

а из треугольника EFK (фиг. 17)

$$h_0 = h_1 \operatorname{Sin} \beta \quad (8)$$

или

$$h_1 = \frac{h_0}{\operatorname{Sin} \beta} \quad (9)$$

Подставляя в формулу (7), вместо  $h_1$ , его значение, получим:

$$\lambda = h_0 \frac{\operatorname{Ctg} \gamma}{\operatorname{Sin} \beta} \quad (10)$$

Если теперь в уравнение (6) вместо  $\lambda$  подставим его значение (10) и сделаем преобразование, то окончательная формула примет следующий вид:

$$l = h_0 \left( \operatorname{Ctg} \alpha + \operatorname{Ctg} \beta \operatorname{Cos} \omega \pm \frac{\operatorname{Ctg} \gamma \operatorname{Sin} \omega}{\operatorname{Sin} \beta} \right). \quad (11)$$

Правило знаков остается то же самое.

В дальнейшем анализировать можно тем же путем, как мы это делали для простых дизъюнктивов.

Начнем анализ также с надвигов. Здесь, как и раньше,  $\operatorname{Cos} \omega$  всегда будет отрицательным, а  $\operatorname{Ctg} \gamma$  может быть и положительным и отрицательным. Если  $\gamma$  находится в пределе от 0 до 90°, то  $\operatorname{Ctg} \gamma$  будет положительным, если от 90 до 180°—отрицательным.

Выпишем из формулы (11) второй сомножитель, который в дальнейшем будем подвергать анализу:

$$\operatorname{Ctg} \alpha + \operatorname{Ctg} \beta \operatorname{Cos} \omega \pm \frac{\operatorname{Ctg} \gamma \operatorname{Sin} \omega}{\operatorname{Sin} \beta} \quad (12)$$

Предположим, что величины  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\omega$  дают нам выражение (3). Падение пласта направлено в сторону отрицательных значений  $\lambda$  следовательно, знак перед третьим членом будет (—). Угол  $\gamma$  оказался в пределах от 90 до 180°. Тогда выражение (12), представленное для удобства анализа в абсолютных значениях, будет иметь вид:

$$|\operatorname{Ctg} \alpha| - |\operatorname{Ctg} \beta \operatorname{Cos} \omega| + \left| \frac{\operatorname{Ctg} \gamma \operatorname{Sin} \omega}{\operatorname{Sin} \beta} \right| > 0 \quad (13)$$

В данном случае элемент сдвига будет усиливать сдвояние пласта, так как знак (+) перед третьим членом выражения (13) будет еще больше увеличивать абсолютную величину  $\operatorname{Ctg} \alpha$ . Увеличение сдвояния будет тем больше, чем  $\gamma$  будет ближе к 180°.

Если  $\gamma$  ближе к  $90^\circ$ , то мы будем иметь сдвиг-надвиг. Если ближе к  $180^\circ$ , мы будем иметь надвиг-сдвиг. Наконец, может быть такой частный случай, когда  $\gamma = 180^\circ$ ; тогда  $\text{Ctg } \gamma = \infty$  и  $h_0 = 0$ . Формула (13) получает вид неопределенности. Тогда обращаемся к исходной формуле (6) и получаем  $l = -\lambda \text{Sin } \omega$ , следовательно, мы будем иметь сдвиг, который проф. И. А. Молчанов называет отрицательным сдвигом (фиг. 21а). Понятно, что если  $\gamma = 90^\circ$ , то в данном случае будет иметь место вертикальное перемещение, каковой случай нами уже разобран выше.

Если при тех же значениях  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\omega$ , значение  $\gamma$  будет в пределах  $0-90^\circ$ , то  $\text{Ctg } \gamma$  будет положительным, и, следовательно, абсолютная величина третьего члена выражения (13) войдет в это выражение со знаком (—), то есть:

$$|\text{Ctg } \alpha| - |\text{Ctg } \beta \text{ Cos } \omega| - \left| \frac{\text{Ctg } \gamma \text{ Sin } \omega}{\text{Sin } \beta} \right| \quad (14)$$

Здесь возможны три случая:

$$1. \quad \left| \frac{\text{Ctg } \gamma \text{ Sin } \omega}{\text{Sin } \beta} \right| < |\text{Ctg } \alpha| - |\text{Ctg } \beta \text{ Cos } \omega| \quad (15)$$

Тогда абсолютная величина  $\text{Ctg } \alpha$  останется больше суммы абсолютных величин остальных двух членов выражения (14), и расположение пластов останется то же, что и для выражения (13), уменьшив только на некоторую величину сдвиг пласта. Очевидно, что такой случай возможен тогда, когда элемент вертикального перемещения будет значительно преобладать над элементом сдвига, то есть когда  $\gamma$  будет ближе к  $90^\circ$ .

$$2. \quad \left| \frac{\text{Ctg } \gamma \text{ Sin } \omega}{\text{Sin } \beta} \right| = |\text{Ctg } \alpha| - |\text{Ctg } \beta \text{ Cos } \omega| \quad (16)$$

В этом случае форма дизъюнктива будет та же, что и для выражения (2). В горизонтальном сечении мы не будем наблюдать видимого разрыва пласта:  $l = 0$ .

$$3. \quad \left| \frac{\text{Ctg } \gamma \text{ Sin } \omega}{\text{Sin } \beta} \right| > |\text{Ctg } \alpha| - |\text{Ctg } \beta \text{ Cos } \omega| \quad (17)$$

В данном случае абсолютная величина  $\text{Ctg } \alpha$  окажется меньше суммы абсолютных величин остальных двух членов выражения (14), и расположение пластов будет то же, что и для выражения (4). Вместо ожидаемого, согласно значениям  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\omega$ , сдвигания пласта, мы будем иметь раздвигание его. Этот случай возможен тогда, когда элемент сдвига будет преобладать над элементом вертикального перемещения, т. е. когда  $\gamma$  будет ближе к  $0^\circ$ .

Теперь предположим, что сочетание величин  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\omega$  дает нам выражение (4). Падение пласта направлено также в сторону отрицательных значений  $\lambda$ . Угол  $\gamma$  оказался в пределах  $0-90^\circ$ . Тогда выражение (12), представленное в абсолютных значениях, примет следующий вид:

$$|\text{Ctg } \alpha| - |\text{Ctg } \beta \text{ Cos } \omega| - \left| \frac{\text{Ctg } \beta \text{ Sin } \omega}{\text{Sin } \gamma} \right| < 0 \quad (18)$$

Здесь также элемент сдвига будет усиливать раздвигание пласта, так как знак (—), стоящий перед третьим членом выражения (18), будет еще больше уменьшать  $\text{Ctg } \alpha$ . Увеличение раздвигания пласта будет зависеть от  $\gamma$ . Если  $\gamma$  будет ближе к  $90^\circ$ , то увеличение раздвигания будет незначительным, и, следовательно, форма дизъюнктива будет сдвиго-надвиг. Если  $\gamma$  будет ближе к 0, то раздвигание пластов увеличивается значительно, и форма дизъюнктива будет надвиго-сдвиг. Наконец, в данном случае может быть так, что  $\gamma = 0$ ; тогда в формуле (6)  $h_0 = 0$ , и, следовательно, мы получим сдвиг, называемый проф. И. А. Молчановым положительным сдвигом (фиг. 21).

Теперь предположим, что при данных значениях  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\omega$ , значение  $\gamma$  находится в пределах  $90-180^\circ$ ; тогда  $\text{Ctg } \gamma$  будет отрицательным, и поэтому выражение (18) будет иметь вид:

$$|\text{Ctg } \alpha| - |\text{Ctg } \beta \text{ Cos } \omega| + \left| \frac{\text{Ctg } \gamma \text{ Sin } \omega}{\text{Sin } \beta} \right| \quad (19)$$

Здесь возможны также три случая:

$$1. \quad \left| \frac{\text{Ctg } \gamma \text{ Sin } \omega}{\text{Sin } \beta} \right| < |\text{Ctg } \beta \text{ Cos } \omega| - |\text{Ctg } \alpha| \quad (20)$$

Здесь сумма первого и третьего членов выражения (19) будет меньше второго члена. Расположение пластов останется то же, что и для выражения (18), уменьшив только на некоторую величину раздвигание пластов. Такой случай возможен, когда значение  $\gamma$  будет близко к  $90^\circ$ .

$$2. \quad \left| \frac{\text{Ctg } \gamma \text{ Sin } \omega}{\text{Sin } \beta} \right| = |\text{Ctg } \beta \text{ Cos } \omega| - |\text{Ctg } \alpha| \quad (21)$$

Здесь расположение пластов останется то же, что и для выражения (2). В горизонтальном сечении мы не будем наблюдать видимого разрыва пласта.

$$3. \quad \left| \frac{\text{Ctg } \gamma \text{ Sin } \omega}{\text{Sin } \beta} \right| > |\text{Ctg } \beta \text{ Cos } \omega| - |\text{Ctg } \alpha| \quad (22)$$

Здесь сумма первого и третьего членов выражения (19) будет больше второго члена, и форма дизъюнктива будет та же, что и для выражения (3). Вместо ожидаемого, согласно значениям  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\omega$ , раздвигания пласта, мы будем иметь его сдвоение. Этот случай будет возможен тогда, когда  $\gamma$  будет ближе к  $180^\circ$ .

Таким же образом можно проанализировать и несогласный взброс, причем и здесь мы будем иметь четыре случая в зависимости от знака в формуле и значения  $\gamma$ . Следует только отметить, что в этом случае, для того чтобы получить сдваивание пласта, необходимо иметь значительно большую абсолютную величину третьего члена выражения (12), чем для согласных нарушений, так как в данном случае  $\text{cos } \omega$  всегда будет положительным, и, следовательно, первые два члена будут складываться.

Пользование выражением (12) для определения направления поисков смещенного крыла пласта можно значительно упростить. Первые два члена этого выражения легко находим на графике (фиг. 19); для третьего члена можно также построить график, пользуясь которым легко найти для каждого частного значения  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\omega$  его абсолютную величину (фиг. 22).

Построим на графике функцию

$$y = \text{Ctg } \gamma \text{ Sin } \omega \quad (23)$$

На графике получится, так же, как и в предыдущем случае, семейство кривых (синусоид), которые будут характеризовать изменение функции  $y$  в зависимости от изменения  $\gamma$  и  $\omega$ . Абсолютные величины любой точки, взятой на одной из этих кривых, будут выражаться ординатой. Если возьмем на ординате соответствующие точки и будем делить их абсолютные величины на  $\text{Sin } \beta$ , значения которого будут расположены на линии абсцисс, то мы получим новое семейство кривых тангенсоид, которые будут характеризовать изменение абсолютной величины выражения (23), в зависимости от изменения  $\beta$ , т. е. на этих кривых мы будем получать искомую величину.

Допустим, что нам известны  $\gamma$ ,  $\omega$  и  $\beta$ ; требуется по графику определить выражение

$$x = \frac{\text{Ctg } \gamma \text{ Sin } \omega}{\text{Sin } \beta} \quad (24)$$

Возьмем для большей наглядности числовой пример.

$$\text{Пусть } \gamma = 30^\circ; \quad \omega = 150^\circ; \quad \beta = 50^\circ.$$

Находим на графике по оси абсцисс точку, отвечающую  $\text{Sin } 150^\circ = \text{Sin } 30^\circ$ . Из этой точки  $A'$  проводим линию, параллельную линии ординат, до пересечения ее с кривой  $\gamma = 30^\circ$ . Точка пересечения  $A$  будет отвечать абсолютному значению числителя выражения (24).

$$\text{Ctg } 30^\circ \text{ Sin } 30^\circ = 0.865.$$

Дальше точку  $A$  сносим вправо, на линию, параллельную оси  $Y$ . Если она не совпала с началом какой-либо кривой, характеризующей нашу искомую величину, то путем интерполяции проводим кривую, относительно ближайшей кривой, до пересечения ее со значением  $\text{Sin } 50^\circ$ . Ордината точки пересечения даст нам абсолютную величину выражения (24). В данном случае эта точка будет отвечать точке  $B$ , и мы получим

$$\frac{\text{Ctg } 30^\circ \text{ Sin } 30^\circ}{\text{Sin } 50^\circ} = \frac{0.865}{0.643} = 1.137$$

Построенные выше два графика (фиг. 19 и фиг. 22) можно соединить в один график (фиг. 23), причем первое семейство кривых, как это видно из графика, может характеризовать и

функцию (5), и функцию (23). Понятно, что для практической работы удобнее пользоваться последним графиком.

Таким образом по графику легко определяются абсолютные величины членов формулы (11). Пользуясь произведенным анализом взаимоотношений этих членов, т. е. в конечном счете знаком, с каким должен быть взят каждый из этих трех членов, легко определить и знак алгебраической их суммы. Знак же этой суммы определяет и знак величины  $l$ . Если, как в Кузбассе, преобладающей формой дизъюнктивов являются взбросы и надвиги, у которых висячие крылья движутся вверх, то знак  $h_1$  будет всегда (+), поэтому знак  $l$  будет тождествен со знаком выражения (12). Следовательно, если мы получим для выражения (12) знак (+), то и  $l$  будет положительным, а поэтому положение пласта в висячем крыле дизъюнктивов нужно искать по направлению падения пласта. Если же в выражении 12 получим знак (—), то  $l$  будет отрицательным, и положение пласта в висячем крыле дизъюнктивов нужно искать в направлении, противоположном падению пласта.

Углы  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\omega$  мы всегда можем взять непосредственно из забоя, что же касается  $\gamma$ , то его можно определить по штриховке, если она имеется на плоскости сместителя. Однако необходимо оговориться, что не всегда штриховка имеется на плоскости сместителя, или же, в связи с наличием нескольких фаз тектогенеза, первоначальная штриховка может быть затушевана появлением новой, которая имеет уже другой угол  $\gamma$ .

Иногда удается определить угол  $\gamma$  и без штриховки, по двум сопряженным плоскостям сместителей, одна из которых является апофизой другой. Такие „ветвящиеся“ дизъюнктивы имеют большое распространение в Кузбассе, а потому указанный способ определения направления относительного перемещения крыльев имеет особо важное значение, и на нем мы остановимся в следующей главе.

#### IV. Анализ тектоники шахты Коксовой.

##### 1) Общие положения.

В предыдущих главах при определении направления поисков смещенного крыла пласта мы исходили из анализа дизъюнктивов непосредственно в горной выработке, без связи с тектоникой всего месторождения или отдельного его участка. Однако для правильного снимания дизъюнктивов необходимо рассматривать их в тесной связи с общей тектоникой месторождения, так как на основании ее закономерностей можно предопределять господствующие формы дизъюнктивов и тем самым значительно облегчить поиски смещенного крыла пласта.

Попытаемся с этой точки зрения проанализировать тектонику восточного крыла Голубевского антиклинала, применив при этом приведенную выше методику.

Согласно геологическим исследованиям, тектоника Прокопьевского месторождения обусловлена господствующим в этом районе западным давлением со стороны Салаирского кряжа. В результате этого давления на соответствующих крыльях складок были заложены главные линии разлома, преимущественно взбросового характера со значительными амплитудами перемещения. Плоскости этих разломов имеют довольно крутое падение  $70-85^\circ$  и секут простираение свиты под очень острым углом  $5-10^\circ$  (фиг. 1).

Наиболее охотно эти плоскости разломов закладывались на восточных крыльях антиклинальных складок, где, благодаря несогласному падению сместителей и пластов, возникали несогласные взбросы. Западные крылья антиклинальных складок оказались менее нарушенными, и только в западной части месторождения местами на них также заложились плоскости разломов, причем вследствие того, что в данном случае они падают согласно и круче пластов, на этих крыльях возникли согласные взбросы.

Кроме основных плоскостей разломов, в боках их встречаем ряд дизъюнктивов второго порядка, со значительно меньшей амплитудой перемещения. В большинстве случаев плоскости сместителей этих нарушений сопряжены с основными плоскостями разломов, подходя к ним под более или менее острым углом. Формы этих дизъюнктивов бывают различны. Однако, в большинстве случаев, при всей их кажущейся на первый взгляд сложности и хаотичности элементов залегания, можно выделить основные мотивы нарушений, подчиненные одним и тем же законам.

Эти дизъюнктивы являются апофизами основных линий разломов. Они возникли в результате разрядки напряжений, которые создавались в боках основных линий разломов, и движение отдельных глыб по плоскостям сместителей второго порядка находилось в тесной связи и в прямой зависимости от движения всей массы висячего бока основных разломов. Следовательно, по ним, или вернее, рассматривая главные нарушения в связи с ними, можно восстанавливать генезис дислокаций данного участка или даже всего месторождения.

Сделав эти краткие, но необходимые нам замечания относительно тектоники всего Прокопьевского района, перейдем теперь к основной задаче настоящей главы, к анализу тектоники восточного крыла Голубевского антиклинала.

На восточном крыле Голубевского антиклинала основными нарушениями являются нарушения GG и отчасти V—V. Правда, последнее значительно меньшей амплитуды и, как мы уже отмечали раньше, на горизонте 215 м затухает, не доходя до замка пласта Горелого. Поэтому оно в создании густой сети дизъюнктивов на этом крыле большого значения не имеет.

Если мы обратимся к тектонике всего восточного крыла Голубевского антиклинала (фиг. 24), заключенного между двумя

названными основными дизъюнктивами GG и V—V, то при довольно густой сети различных нарушений этого крыла можно выделить четыре характерных нарушения второго порядка, а именно VII—VII, VIII—VIII, IX—IX и X—X.

Сместители этих нарушений имеют диагональное простирание— $285^\circ$  и составляют с нарушением GG значительный угол, достигающий до  $40^\circ$ . Сместители этих нарушений падают согласно с пластами, а, следовательно, навстречу падению плоскости сместителя GG, причем падение их значительно положе падения пластов, изменяясь в пределах  $35—55^\circ$ . В горизонтальном сечении они дают раздвигание пластов.

Эти нарушения не пересекают нарушения GG. Они приурочены исключительно к висячему боку последнего и примыкают к главной трещине, постепенно сливаясь с нею. Отсюда вытекает, что эти нарушения образовались одновременно с нарушением GG, и возникали при движении всей массы висячего бока по плоскости разлома GG. Поэтому плоскости сместителей нарушений VII—VII, VIII—VIII, IX—IX и X—X можно рассматривать как взаимно сопряженные с GG.

Движение глыб, заключенных между трещинами второго порядка и GG, могло происходить только одновременно по двум взаимно сопряженным плоскостям сместителей, а, следовательно, направление их движения должно совпадать с линией скрещивания этих плоскостей. В данном случае каждая глыба двигалась по направлению линии скрещивания плоскости сместителя GG и плоскости сместителя соответствующего апофизного нарушения. Таким образом линия скрещивания плоскостей сместителей является полным аналогом штриховки, и по ней мы можем определить угол  $\gamma$  или  $\gamma \pm 180^\circ$ . Если же это так, то, пользуясь формулами И. А. Молчанова, мы можем определить не только характер, но и амплитуду относительного перемещения этих глыб.

## 2) Методы определения угла $\gamma$ .

Рассмотрим нарушение IX—IX, взяв какой-либо пласт, смещенный этим нарушением, например, IV Внутренний. Углы  $\alpha$  и  $\beta$  нам известны. Величину  $l$  и  $\omega$  определяем по плану. Угол  $\gamma$ , характеризующий направление штриха, определим по двум сопряженным плоскостям сместителей IX—IX и GG (фиг. 25а).

Угол встречи сместителей GG и IX—IX  $= 40^\circ$ , угол падения сместителя GG  $\beta_1 = 70^\circ$ , сместителя IX—IX  $\beta_2 = 40^\circ$ . Построим второе горизонтальное сечение на произвольно выбранном расстоянии ниже плоскости плана. Для этого проводим две параллельные линии KK и LL (фиг. 25б) на расстоянии  $r$  (в масштабе плана) друг от друга и затем, взяв на линии KK произвольные точки  $s$  и  $t$ , откладываем от них падения сместителей  $\beta_1$  и  $\beta_2$ . Получаем заложения  $a_1$  и  $a_2$ . Затем на расстоянии  $a_1$  от следа сместителя GG данного горизонта и  $a_2$  от следа сместителя IX—IX строим проекции следов этих сместителей на плоскости

нижнего горизонта  $IX'—IX'—G'G'$ . Если теперь соединим точки  $IX$  и  $IX'$ , то получим линию скрещивания сместителей  $GG$  и  $IX—IX$ . Если мы примем линию скрещивания плоскостей за линию перемещения глыбы по плоскости  $IX—IX$ , то, очевидно, угол  $IX IX IX' ^1$  будет  $\gamma'$ , т. е. горизонтальная проекция угла  $\gamma$ . Зная же  $\gamma'$ , мы легко можем найти и истинную величину  $\gamma$ . Для этого из точки  $IX'$  опустим на след сместителя  $IX—IX$  перпендикуляр  $IX'E$ , а из точки  $E$  проведем под углом  $\beta = 40^\circ$  линию  $EK = E IX'$ . Затем из точки  $K$  проведем перпендикуляр к линии  $EK$  до пересечения его с продолжением линии  $EIX'$  в точке  $n$ . Теперь нетрудно заметить, что  $\angle EIXn$  и есть истинная величина угла  $\gamma$ , так как  $EIXnK$  представляет не что иное, как развертку двугранного угла  $BA_1C$  и  $AA_1D$  (фиг. 26) на горизонтальную плоскость и, следовательно,  $\angle EIXn$  соответствует  $\angle ADC$ . Определив транспортиром  $\angle EIXn$ , находим, что он равен  $38^\circ$ , но так как  $\gamma$  отсчитывается против часовой стрелки от положительных значений  $\lambda$ , то в данном случае окончательно будем иметь:

$$\gamma = 180^\circ - 38^\circ = 142^\circ ^1)$$

Угол  $\gamma$ , если мы знаем  $\gamma'$ , можно найти и аналитическим путем. Для этого проф. И. А. Молчанов (6, 66) дает следующую формулу:

$$\text{Tg } \gamma = \frac{\text{Tg } \gamma'}{\text{Cos } \beta} \quad (25)$$

Найдем значение  $\gamma$  для сместителя  $IX—IX$ , пользуясь формулой (25).

Угол  $\beta$  нам известен— $40^\circ$ . Угол  $\gamma'$  измерим транспортиром на фиг. 25а:  $\angle IX IX IX' = \angle \gamma' = 31^\circ$ .

По таблице натуральных тригонометрических величин выпишем:

$$\text{Cos } \beta = 0.766, \text{ Tg } \gamma' = 0.600.$$

Тогда

$$\text{Tg } \gamma = \frac{0.600}{0.766} = 0.785, \text{ или } \gamma = 38^\circ.$$

Но принимая во внимание правило отсчета угла  $\gamma$ , окончательно получим  $\gamma = 180^\circ - 38^\circ = 142^\circ$ .

Мы уже пришли к выводу, что глыба  $IX—IX$  двигалась одновременно и в том же направлении, что и всяческое крыло нарушения  $GG$ . Тогда, очевидно, линию скрещивания  $IX—IX'$  можно также принять и за линию перемещения всячего крыла нарушения  $a$ , следовательно,  $\angle IX' IX F = \gamma'_g$ , т. е.  $\gamma'_g$  есть горизонтальная проекция угла  $\gamma_g$  этого нарушения. Делая то же построение, что и в первом случае, находим, что истинная величина  $\gamma_g = 25^\circ$ .

<sup>1)</sup> Предполагая движение всячего крыла вверх.



Здесь также, зная  $\gamma_g$  и  $\beta$ , можно, пользуясь формулой (25) определить  $\gamma_g$  аналитическим путем.

$\beta = 70^\circ$ . Угол  $\gamma_g$  также замеряем на фиг. 25 а:

$$\text{IX}'\text{IX } g = \gamma'_g = 9^\circ.$$

По таблице натуральных тригонометрических величин выписываем:

$$\text{Ctg } \beta = 0.342; \text{Tg } \gamma'_g = 0.158.$$

Тогда

$$\text{Tg } \gamma_g = \frac{0.158}{0.342} = 0.468,$$

или  $\gamma_g = 25^\circ$ .

Таким образом, имея две сопряженные плоскости сместителя, мы всегда можем найти графическим путем угол  $\gamma'$ , а зная последний, можно или графически, или аналитически определить истинную величину  $\gamma$ .

Теперь, зная  $\alpha, \beta, \omega, \gamma$  и  $l$ , мы можем определить абсолютные величины всех остальных элементов, характеризующих нарушение IX—IX, а именно  $R, h_0, h_1$  и  $\lambda$ .

### 3) Определение основных элементов для нарушения IX—IX.

По пласту IV Внутреннему находим, что  $l = -20$  <sup>1)</sup>,  $\alpha = 65^\circ$ ,  $\omega = 130^\circ$ . Угол падения сместителя IX—IX  $\beta = 40^\circ$ ,  $\gamma = 142^\circ$ .

Для определения абсолютной величины  $R$  воспользуемся формулой проф. И. А. Молчанова (6, 65).

$$R = \frac{l}{\text{Ctg } \alpha \text{ Sin } \beta \text{ Sin } \gamma + \text{Cos } \beta \text{ Cos } \omega \text{ Sin } \gamma \pm \text{Sin } \omega \text{ Cos } \gamma} \quad (26)$$

В данном случае знак перед третьим членом в знаменателе формулы (26) нужно взять (—), так как падение пласта IV Внутреннего направлено в сторону отрицательных значений  $\lambda$ .

По таблице натуральных тригонометрических величин выписываем:

$$\begin{aligned} \text{Ctg } \alpha &= 0.466; \text{Ctg } \beta = 1.192; \text{Ctg } \gamma = -1.280 \\ \text{Cos } \omega &= -0.643; \text{Cos } \beta = 0.766; \text{Cos } \gamma = -0.788 \\ \text{Sin } \omega &= 0.766; \text{Sin } \beta = 0.643; \text{Sin } \gamma = 0.616 \end{aligned}$$

Определяем численные значения отдельных членов:

1.  $\text{Ctg } \alpha \text{ Sin } \beta \text{ Sin } \gamma = 0.466 \cdot 0.643 \cdot 0.616 = 0.184$
2.  $\text{Cos } \beta \text{ Cos } \omega \text{ Sin } \gamma = 0.766 (-0.643) \cdot 0.616 = -0.303$
3.  $\text{Sin } \omega \text{ Cos } \gamma = 0.766 (-0.788) = -0.604$
4.  $\text{Ctg } \beta \text{ Cos } \omega = 1.192 (-0.643) = -0.766$

$$5. \frac{\text{Ctg } \gamma \text{ Sin } \omega}{\text{sin } \beta} = \frac{(-1.280) \cdot 0.766}{0.643} = -1.525$$

<sup>1)</sup> В данном случае, измеряя  $l$  от лежащего крыла к висящему, мы идем против падения пласта; следовательно, согласно правила знаков, перед  $l$  нужно взять знак (—).

Пользуясь формулой (26), находим:

$$R = \frac{-20}{0.184 - 0.303 + 0.604} = \frac{-20}{0.485} = -41.2 \text{ м.}$$

Мы получили величину  $R$  со знаком  $(-)$ , что является абсурдом, так как  $R$  может быть величиной только положительной. Отрицательные значения  $R$  показывают, что движение по линии скрещивания происходило в обратном направлении, т. е.  $\gamma$  должно равняться не  $142^\circ$ , как это мы нашли вначале графическим, а затем аналитическим путем, а  $142^\circ + 180^\circ = 322^\circ$ , т. е. положение вектора  $R$  будет не во второй, а в четвертой четверти, а, следовательно, движение совершалось не вверх, а вниз.

Судя по характеру нарушения IX—IX, его можно отнести или к обратному надвигу или к сбросу. Как видим, математический анализ этой формы дизъюнктива приводит нас именно к сбросу, так как величина  $R$  будет положительной только в том случае, если мы возьмем  $\gamma = 322^\circ$ . Тогда  $\sin \gamma$  будет величиной отрицательной,  $\cos \gamma$  — положительной; поэтому все знаки знаменателя формулы (26) переменятся на обратные, и, следовательно, величина  $R$  будет положительной, т. е.

$$R = \frac{-20}{-0.184 + 0.303 - 0.604} = \frac{-20}{-0.485} = 41.2 \text{ м.}$$

Теперь, применяя формулы (11, 9 и 10), определим остальные элементы этого нарушения:

$$h_0 = \frac{-20}{0.466 - 0.766 + 1.525} = \frac{-20}{1.225} = -16.3 \text{ м;}$$

$$h_1 = \frac{-16.3}{0.643} = -25.3 \text{ м; } \lambda = \frac{(-16.3)(-1.280)}{0.643} = 32.5 \text{ м,}$$

Отсюда делаем вывод, что данная форма дизъюнктива есть положительный сбросо-сдвиг с элементами  $h_1 = -25.3 \text{ м}$  и  $\lambda = 32.5 \text{ м}$ .

За то, что в данном случае мы имеем сбросы, говорит и открытый характер трещин этих нарушений, так как в горных выработках, которые пересекли эти трещины, везде фиксировали расхождение боков от 0.1 до 0.5 м с заполнением трещин характерной жильной глиной и обломками боковых пород. Таким же образом можно определить все основные элементы и для нарушения GG.

#### Определение основных элементов нарушения GG.

По пласту VI Внутреннему находим, что  $l = 125 \text{ м}$ ,  $\alpha = 65^\circ$ ,  $\omega = 10^\circ$ . Угол падения сместителя GG  $\beta = 70^\circ$ ,  $\gamma = 25^\circ$ .

В данном случае, измеряя  $l$  от лежащего крыла к висячему, мы идем по падению пласта; следовательно, согласно правила знаков, перед  $l$  нужно взять знак  $(+)$ . Что касается знака перед

третьим членом формулы (26), то здесь нужно взять знак (—), так как стрелка, указывающая падение пласта VI Внутреннего, направлена в сторону отрицательных значений  $\lambda$ .

Пользуясь также формулой (26), по таблице натуральных тригонометрических величин выписываем:

$$\begin{aligned} \text{Ctg } \alpha &= 0.466; \text{ Ctg } \beta = 0.364; \text{ Ctg } \gamma = 2.144 \\ \text{Cos } \omega &= 0.985; \text{ Cos } \beta = 0.342; \text{ Cos } \gamma = 0.906 \\ \text{Sin } \omega &= 0.174; \text{ Sin } \beta = 0.940; \text{ Sin } \gamma = 0.422 \end{aligned}$$

Определяем численные значения отдельных членов:

$$\begin{aligned} 1. \text{ Ctg } \alpha \text{ Sin } \beta \text{ Sin } \gamma &= 0.466 \cdot 0.940 \cdot 0.422 = 0.185 \\ 2. \text{ Cos } \beta \text{ Cos } \omega \text{ Sin } \gamma &= 0.342 \cdot 0.985 \cdot 0.422 = 0.145 \\ 3. \text{ Sin } \omega \text{ Cos } \gamma &= 0.174 \cdot 0.906 = 0.158 \\ 4. \text{ Ctg } \beta \text{ Cos } \omega &= 0.364 \cdot 0.985 = 0.359 \end{aligned}$$

$$5. \frac{\text{Ctg } \gamma \text{ Sin } \omega}{\text{Sin } \beta} = \frac{2.144 \cdot 0.174}{0.940} = 0.397$$

Подставляя в формулы 9, 10 и 11 вместо тригонометрических величин их числовые значения, получаем:

$$R = \frac{125}{0.185 + 0.145 - 0.158} = \frac{125}{0.172} = 725 \text{ м}$$

$$h_0 = \frac{125}{0.466 + 0.359 - 0.397} = \frac{125}{0.428} = 292 \text{ м}$$

$$h_1 = \frac{292}{0.940} = 310 \text{ м}; \lambda = \frac{292 \cdot 2.144}{0.940} = 665 \text{ м.}$$

Отсюда делаем вывод, что нарушение GG представляет положительный взбросо-сдвиг с элементами  $h_0 = 292 \text{ м}$  и  $\lambda = 665 \text{ м}$ , причем величина горизонтального перемещения больше чем в два раза превышает величину вертикального.

Итак, анализ нарушения GG привел нас к взбросо-сдвигу со значительным преобладанием горизонтального перемещения над вертикальным. Но это еще не все—этот же анализ позволяет нам судить не только о величине основных элементов нарушения GG, но и о направлении, в котором двигалось висячее крыло этого нарушения. В самом деле, положительное значение  $\lambda$  вполне определенно указывает на то, что висячее крыло нарушения GG двигалось в направлении с СЗ на ЮВ, т. е. в направлении противоположном осадке пластов.

Придя к такому выводу, мы можем легко объяснить и возникновение в этом крыле сбросов. В данном случае, нарушения VII—VII, VIII—VIII, IX—IX и X—X разбивают висячее крыло нарушения GG на глыбы, ограниченные с четырех сторон плоскостями сместителей. Так как эти нарушения являются апофизами нарушения GG и образовались одновременно с образованием

последнего, то они, подчиняясь общему движению всячего крыла нарушения GG, с одной стороны, а с другой,—движению по своим плоскостям сместителей, приподымались относительно друг друга так, что каждая предыдущая глыба, считая с СЗ на ЮВ, несколько отставала в своем движении вверх по отношению к последующей, образуя, таким образом, телескопическое выдвигание каждой последующей глыбы из-под предыдущей. Такое отставание глыб при общем движении всего всячего крыла вверх и обусловило образование этих форм дизъюнктивов, которые не представляют типичных сбросов, но по морфологическим признакам должны быть отнесены к ним.

Таким образом, пользуясь изложенным методом, можно устанавливать не только форму дизъюнктивов и их взаимную связь, но также и основные элементы  $R$ ,  $h_0$ ,  $h_1$  и  $\lambda$ , характеризующие амплитуду действительного относительного перемещения смещенных частей пласта.

Понятно, что нарушение второго порядка в результате разрядки напряжений, возникающих в их боках, будут создавать в свою очередь апофизы, т. е. нарушения третьего порядка. Такие нарушения, имеющие в общем небольшую амплитуду, на рудниках встречаются очень часто, сильно затрудняя ведение эксплуатационных работ. Для них, пользуясь этим же методом, можно также определять все основные элементы, характеризующие данный дизъюнктив.

#### Заключение.

В настоящей работе автор, пользуясь материалом, собранным им во время работы в качестве шахтного геолога на шахте Коксовой I им. тов. Сталина, Прокопьевского района, исследует основные формы дизъюнктивов, встречающихся в Кузнецком бассейне в направлении поисков смещенного крыла пласта.

Автор приходит к выводу, что в результате тщательного исследования нарушения непосредственно в горной выработке, анализируя геологические критерии, иногда удается по ним определять положение смещенного крыла пласта. Однако эти критерии не всегда имеются в дизъюнктивах и не всегда они являются надежными, особенно в сложных нарушениях и в условиях резкой фациальной изменчивости пород Кузбасса. В этом случае, наряду с геологическими критериями, необходимо прибегать к геометрическому анализу дизъюнктивов. При таком совместном анализе дизъюнктивов часто удается определять направление поисков смещенного крыла пласта без применения разведочных выработок или подземного бурения.

Автор в своих исследованиях использовал, главным образом, метод геометрического анализа поступательных дизъюнктивов, предложенный проф. И. А. Молчановым, пользуясь которым он производит анализ основных форм дизъюнктивов вначале для вертикального, а затем и произвольно наклонного перемещения смещенного крыла пласта.

В результате такого анализа автор устанавливает закономерности, благодаря которым можно в большинстве случаев просто и легко определять положение смещенного крыла пласта. Для этого необходимо знать основные элементы, входящие в состав упомянутых формул, а именно: угол падения пласта ( $\alpha$ ), угол падения сместителя ( $\beta$ ), угол встречи в горизонтальном сечении пласта и сместителя ( $\omega$ ) и угол, образованный штриховкой на плоскости сместителя с его простиранием ( $\gamma$ ). Для упрощения пользования этими формулами автором составлены специальные графики как для простых, так и для сложных дизъюнктивов, по которым можно без вычисления по аргументам  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\omega$  и  $\gamma$  легко найти необходимые величины, входящие в эту формулу.

Достоинство этого метода заключается также и в том, что если элементы залегания пласта и сместителя, а также угол  $\gamma$  определены достаточно надежно, то тогда можно определить положение смещенного крыла пласта, зная дизъюнктив только в одной точке. Особенно это важно в случае надвигов, где даже при одном и том же падении пласта и сместителя мы можем ожидать как сдвигание, так и раздвигание пласта по сместителю. Благодаря этому методу мы можем определить форму надвига и тем самым установить положение смещенной части пласта.

Наиболее серьезным затруднением при определении смещенного крыла пласта этим методом является определение угла  $\gamma$ , так как не всегда на плоскости сместителя имеется штриховка, или же в связи с тем, что в Кузбассе было несколько фаз тектогенеза, первоначальная штриховка часто бывает затушевана появлением новой, имеющей уже другой угол  $\gamma$ . В этом случае, если имеем две сопряженные плоскости сместителя, одна из которых является апофизой другой, автор дает более надежный метод определения угла  $\gamma$ .

Кроме этого, в процессе выполнения настоящей работы, автор пришел к выводам, которые меняют наши представления о некоторых формах дизъюнктивов, с одной стороны, и о генезисе тектоники Прокопьевского района, с другой.

1. Так, до сих пор считалось, что у прямого надвига висячее крыло нарушения опускается сверху вниз, причем проф. М. А. Усов объясняет образование этой формы дизъюнктива изгибом плоскости сместителя в замке складки, вследствие чего это нарушение на одном крыле дает взброс, а на другом—прямой надвиг.

Не оспаривая возможность такого образования надвигов, автор показывает на блокдиаграммах и моделях, что прямой надвиг может образоваться и другим путем, а именно, при перемещении висячего крыла снизу вверх.

2. До сих пор считалось, что в Прокопьевском районе Кузбасса совершенно отсутствуют сбросы. Однако, в результате геометрического анализа восточного крыла Голубевского антиклинала, автор доказал наличие в этом районе сбросов. Правда, эта форма дизъюнктива не может быть признана обычным сбросом, так как опускание висячего крыла нарушения произошло вслед-

ствие отставания отдельных глыб, заключенных со всех четырех сторон плоскостями сместителей, при общем подъеме этих глыб снизу вверх. Необходимо отметить, что эти нарушения до сих пор рассматривались как надвиги.

3. Кроме этого, из геометрического анализа нарушений и его апофиз автор делает вывод, что в этих нарушениях, при перемещении висячего и лежащего крыльев относительно друг друга, значительно преобладал элемент горизонтального движения над вертикальным, причем движение висячего крыла нарушения GG происходило в направлении с СЗ на ЮВ. Таким образом нарушение GG автор определяет как взбросо-сдвиг, в то время как до сих пор это нарушение считалось взбросом.

---

#### ЛИТЕРАТУРА.

1. Бутов, П. И. и Яворский, В. И.—Кузнецкий каменноугольный бассейн, „Труды геолкома“, вып. 177, 1927.
2. Гец, А. М.—Прокопьевское и Киселевское м-ния каменного угля Кузбасса. Кузнецкий бассейн. Библиотека Горного журнала № 2, 1924; 167—192.
3. Гутт, А. Е.—Курс горной геометрии—Харьков, 1932.
4. Красников, П. Ф.—Основные формы дислокаций Прокопьевского рудника Кузбасса. Сборник по геологии Сибири. Томск, 1933, 51—78.
5. Куташев, И. Д., Адлер, Ю. Ф. и другие.—Геолого-промышленное описание Прокопьевского, Киселевского и Афонинского районов. 1934.
6. Молчанов, И. А.—Геометрический анализ поступательных дизъюнктивов. Маркшейдерский сборник. Том II. Томск, 1935 г.
7. Полезные ископаемые Западно-Сибирского края. Том III. Угли. 1935.
8. Румянцев, С. С.—Тектонические нарушения, наблюдавшиеся по северо-западной окраине Кузбасса, и их объяснение (опыт приложения теории сопротивления материалов к тектонике). Горный журнал, 1928, № 10 и 11.
9. Станов, В. В., Дорофеев, П. И., Верхов, В. А. и Подбельский, Г. Н.—Геолого-промышленное описание Осиновского района Кузбасса. Новосибирск, 1935.
10. Усов, М. А.—Формы дизъюнктивных дислокаций в рудниках Кузбасса. Сборник по геологии Сибири. Томск, 1933; 2—50.
11. Он же.—Тектоника Кузбасса. Проблемы советской геологии. 1935, № 2, 113—133.
12. Он же.—Состав и тектоника месторождения южного района Кузбасса. Новониколаевск. 1924.
13. Уиллис, Б. и Уиллис, Р.—Структурная геология. Перевод, Баку; 1932 г.
14. Lahee, F. H.—Field Geology, 1923.
15. Reid, H. F.—Report of the Committee on the Nomenclatur of Faults. Geol. Soc. Am, Bull, 24. 163—186, 1913.
16. Reid, H. F.—Geometry of Faults—Bull. Geol. Soc. of Am. XX, 1909.

## ОБЪЯСНЕНИЕ ФИГУР.

Фиг. 1. Геологическое строение Прокопьевского района Кузбасса (по Куташеву И. Д., Адлеру Ю. Ф. и др., 1934 г.) А—Абинский антиклиналь; В—Голубевский антиклиналь; С—Малый антиклиналь.

Фиг. 2. Структура горизонта 215 м, участка шахты Коксовой Прокопьевского р-на Кузбасса. А—Абинский антиклиналь; В—Голубевский антиклиналь; С—Малый антиклиналь; тонкие двойные линии, идущие по простиранию пластов—штреки, вкрест простирания—квершлагги; EF—главный квершлаг ш. Коксовой; MN—главный квершлаг шахты № 2; OP—квершлаг шахты 3—4 (центральной штольни).

Фиг. 3. Вертикальный разрез в плоскости главного квершлага шахты Коксовой. А—Абинский антиклиналь; В—Голубевский антиклиналь; С—Малый антиклиналь.

Фиг. 4. Вертикальный разрез в плоскости главного квершлага шахты № 2.

Фиг. 5. Зона смятия нарушения GG (зарисовка южной стенки главного квершлага гор. 215).

Фиг. 6. Выкопировка из маркшейдерского плана горизонта 250 м восточного крыла Голубевского антиклиналя: 1—пл. Характерный, 2—пл. I Внутренний; 3—пл. II Внутренний; 4—пл. III Внутренний; 5—пл. IV Внутренний; VI—VI—трещина нарушения; AA—центральный квершлаг.

Фиг. 7. Вертикальный разрез в плоскости центрального квершлага горизонта 250 м восточного крыла Голубевского антиклиналя: 1—пл. Характерный; 2—пл. I Внутренний; 3—пл. II Внутренний; 4—пл. III Внутренний; 5—пл. IV Внутренний.

Фиг. 8. Геологические зарисовки забоев: 1—трещина нарушения; 2/а—пл. Характерный, 2/б—пл. VI Внутренний.

Фиг. 9. Геологическая зарисовка забоя в поперечно-вертикальном (I) и горизонтальном (II) сечениях (масштаб горизонтального сечения в два раза меньше вертикального) по пл. I Внутреннему. 1. Трещина нарушения. 2. Песчаный сланец. 3. Аргиллит. 4. Полосчатый песчаник.

Фиг. 10. Зарисовка забоя в поперечно-вертикальном (I) и горизонтальном (II) сечениях (масштаб горизонтального сечения в два раза меньше вертикального) по пл. II Внутреннему.

Фиг. 11 и 12. Зарисовки забоя: 1—трещина нарушения; 2—пласт III Внутренний; 3—пласт I Внутренний; 4—пласт Характерный.

Фиг. 13. Зарисовка забоя по пласту II Внутреннему в поперечно-вертикальном (I) и горизонтальном (II) сечениях; б—пл. II Внутренний; в—проводник

$\frac{a}{\sin \alpha}$  — горизонтальное расстояние между пл. II Внутренним и проводником б;

$\Theta$  — острый угол среза пласта сместителем.

Фиг. 14. Поперечно-вертикальные (I) и горизонтальные (II) сечения основных типов дизъюнктивных дислокаций: 1—трещина; 2—пласт висячего; 3—пласт лежащего бока нарушения; АВ—плоскость горизонтального и CD—плоскость вертикального сечений (по М. А. Усову.)

Фиг. 15. Блокдиаграмма и проекция приподнятого крыла на горизонтальную плоскость Р надвига при  $\text{Ctg} \alpha + \text{Ctg} \beta \text{Cos} \omega = 0$ , EN—пласт висячего крыла, LK—пласт лежащего крыла, NH—плоскость сместителя, EE—линия скрещивания пласта со сместителем,  $\alpha$ —угол падения пласта,  $\beta$ —угол падения сместителя,  $\omega$ —угол встречи пласта и сместителя.

Фиг. 16. Блокдиаграмма и проекция приподнятого крыла на горизонтальную плоскость Р надвига при  $\text{Ctg} \alpha + \text{Ctg} \beta \text{Cos} \omega > 0$ . Обозначения те же, что и на фиг. 15.

Фиг. 17. Блокдиаграмма (I) и проекция приподнятого крыла на горизонтальную плоскость (II) надвига при  $\text{Ctg} \alpha + \text{Ctg} \beta \text{Cos} \omega < 0$ .  $h_1$ —наклонная высота,  $h_0$ —вер-

тикальная высота перемещения,  $l$ —видимое горизонтальное смещение,  $w$ —осадка пласта. Остальные обозначения те же, что и на фиг. 15.

Фиг. 18. Проекция с числовыми отметками. ABCD—положение висячего крыла при простирации трещин  $KL-K'L'$  и угле  $\omega=110^\circ$ , форма дизъюнктива—прямой надвиг. Оставляем те же углы  $\alpha$  и  $\beta$ , но меняем угол  $\omega=150^\circ$ , при этом трещина занимает положение  $EF-E'F'$ , а висячее крыло—MNOP, форма дизъюнктива изменилась с прямого надвига на обратный; NP и BD—линии скрещивания, NG и BG—линии перемещения.

Фиг. 19. График определения направления поисков смещенного крыла пласта для простых дизъюнктивов.

Фиг. 20. Элементы сложного дизъюнктива. P—плоскость сместителя; R—полная амплитуда перемещения;  $\lambda$ —элемент сдвига;  $\gamma$ —угол, образованный направлением линий—перемещения и простирации сместителя;  $h_1$  и  $h_0$ —то же, что и в фиг. 17.

Фиг. 21. Горизонтальное сечение сдвигов: а—отрицательный сдвиг; б—положительный сдвиг; 1—трещина нарушения; 2—висячее крыло; 3—лежащее крыло.

Фиг. 22. График определения направления поисков смещенного крыла пласта для сложных дизъюнктивов.

Фиг. 23. Сводный график для определения направления поисков смещенного крыла пласта.

Фиг. 24. Структура Голубевского антиклинала горизонта 215 м.

Фиг. 25. Графический метод определения угла  $\gamma$ : а) IX—IX и GG—следы сместителей на плоскости плана; IX'—IX' и G'G'—следы сместителей на горизонтальной плоскости ниже плоскости плана на расстоянии  $g$ ; IX—IX'—линия скрещивания сместителей;  $\angle E IX-IX' = \gamma_2' = 30^\circ$ —горизонтальная проекция угла  $\gamma$  для нарушения IX IX;  $\angle IX' IXF = \gamma'g = 10^\circ$ —горизонтальная проекция угла  $\gamma$  для нарушения GG;  $\angle EIXn = \gamma_2 38^\circ$  для нарушения IX—IX;  $\angle MIXF = \gamma g = 25^\circ$  для нарушения GG, остальные линии—вспомогательные при построении.

б) Вспомогательный чертеж для определения заложений  $a_1$  и  $a_2$

KK—горизонт плана

LL—проектный горизонт на расстоянии

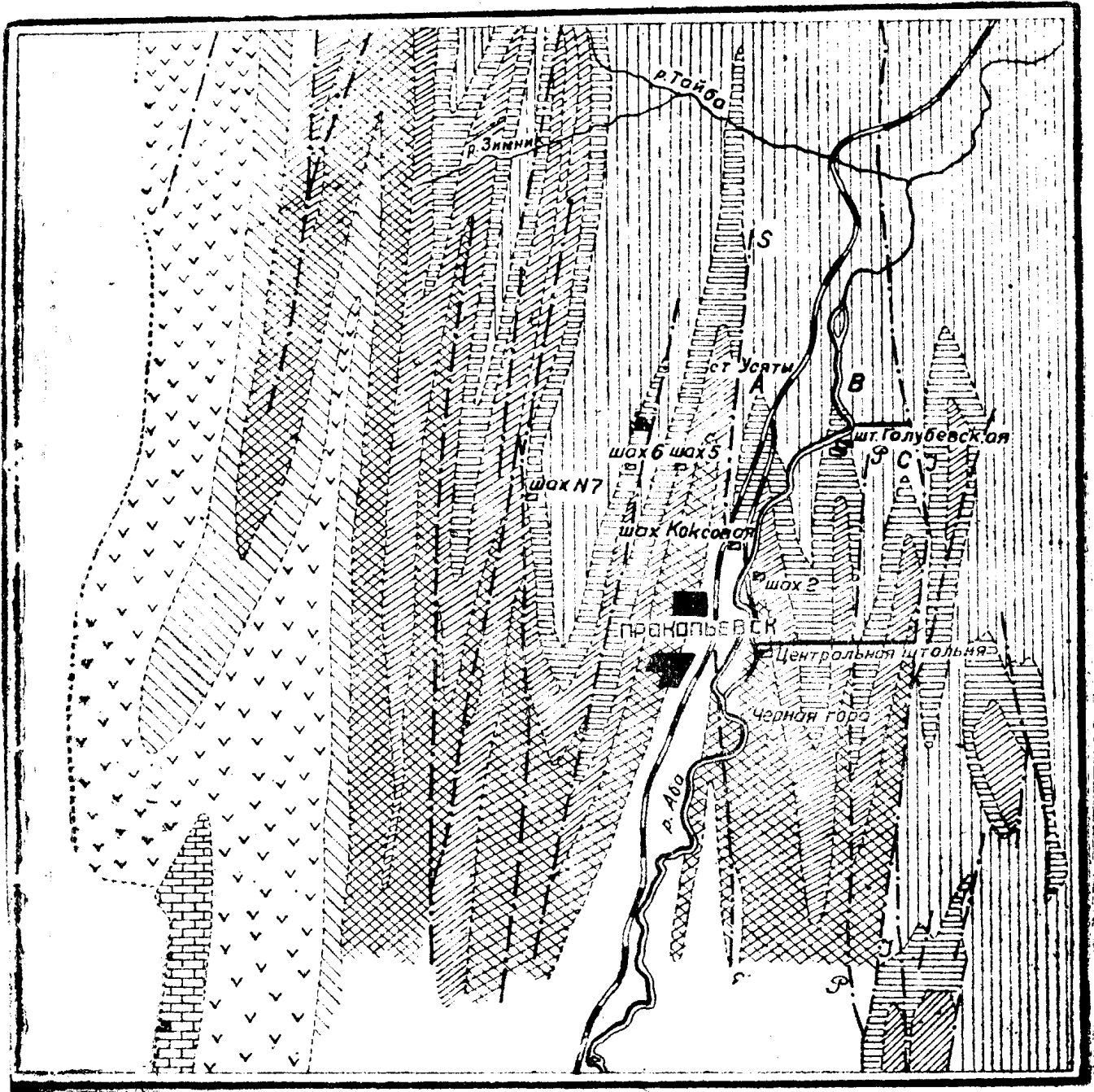
$\beta_1=70^\circ$  угол падения сместителя GG

$\beta_2=40^\circ$  сместителя XI—IX









Фиг. 26. Элементы сложного дизъюнктива: AD, AC и  $\lambda_1$ —проекция на горизонтальную плоскость Q элементов R,  $h_1$  и  $\angle\gamma$ .



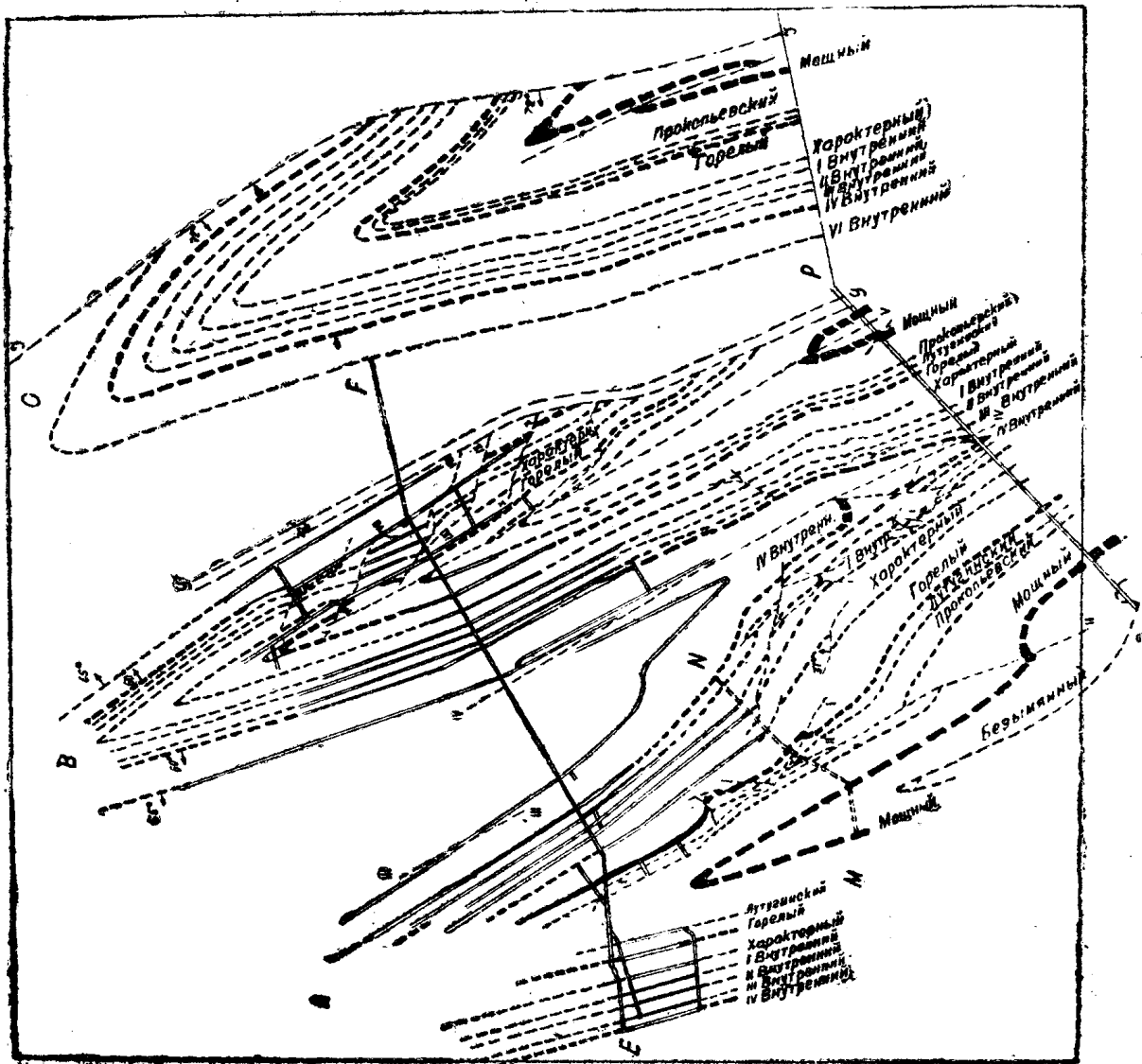
0 0.5 1 2 3 км



Условные обозначения.

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|  $H_2$ Безугольная свита |  $H_3^1$ Анжерская (Балахонская) свита |  $H_2^2$ Анжерская (Балахонская) свита |  $H_1^1$ Анжерская (Балахонская) свита |
|  $H_0$ Острогская свита  |  $C_1$ Нижний карбон                   |  $D_2$ Средний девон.                  |  Линии нарушений                       |

Фиг. 1



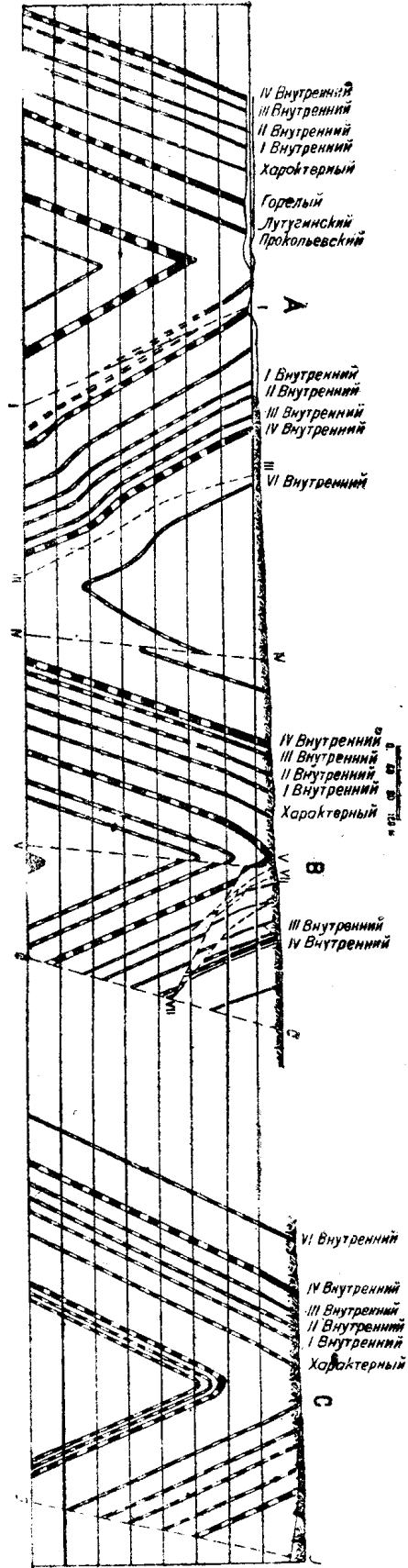
Фиг. 2

0 10 20 30 40 50 60 м

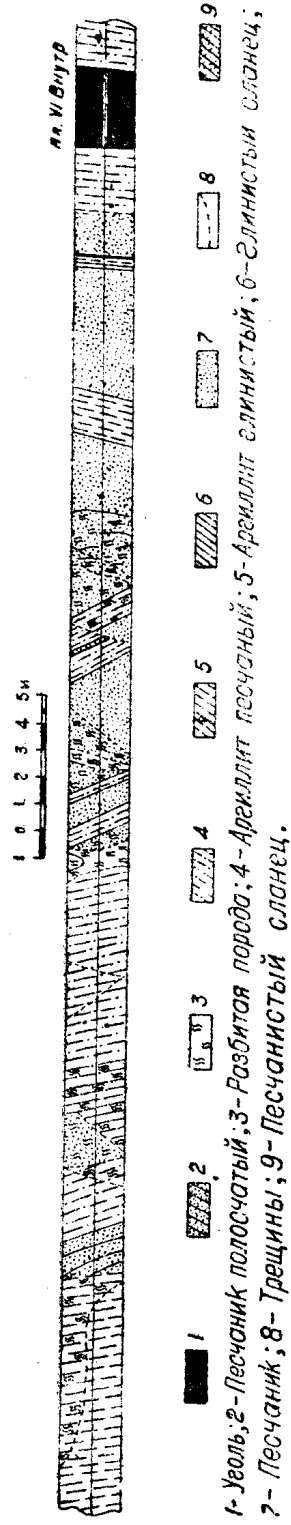


1-Праводник; 2-Мощный; 3-Прокольевский I; 4-Прокольевский II; 5-Лузуинский; 6-Сарельный; 7-Характерный; 8-Внутренний I; 9-Внутренний II; 10-Внутренний III; 11-Внутренний IV

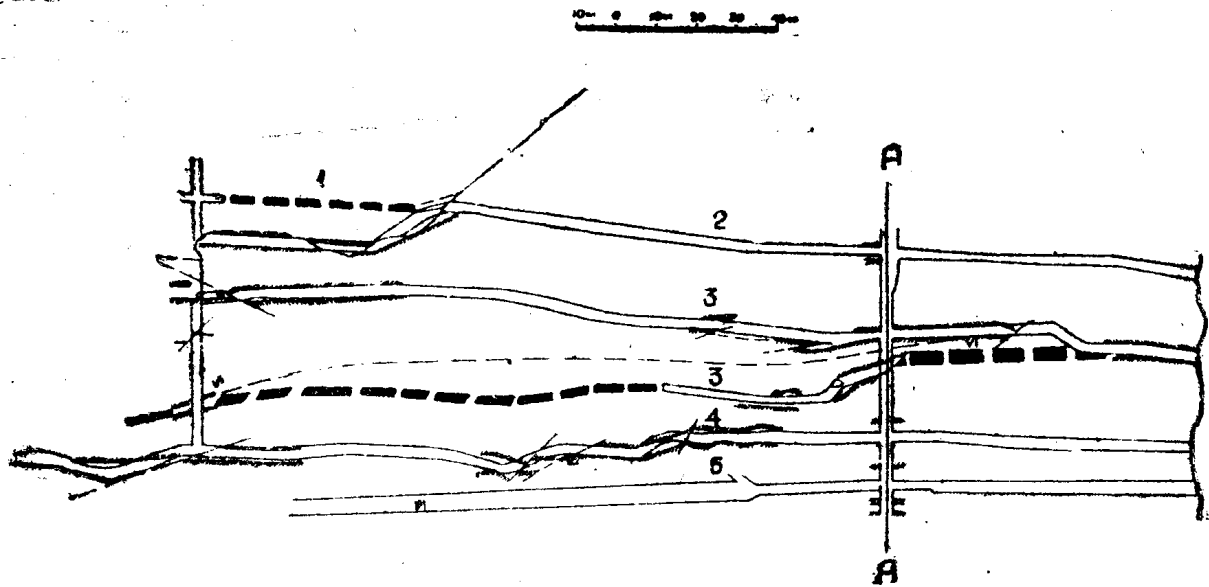
Фиг. 4



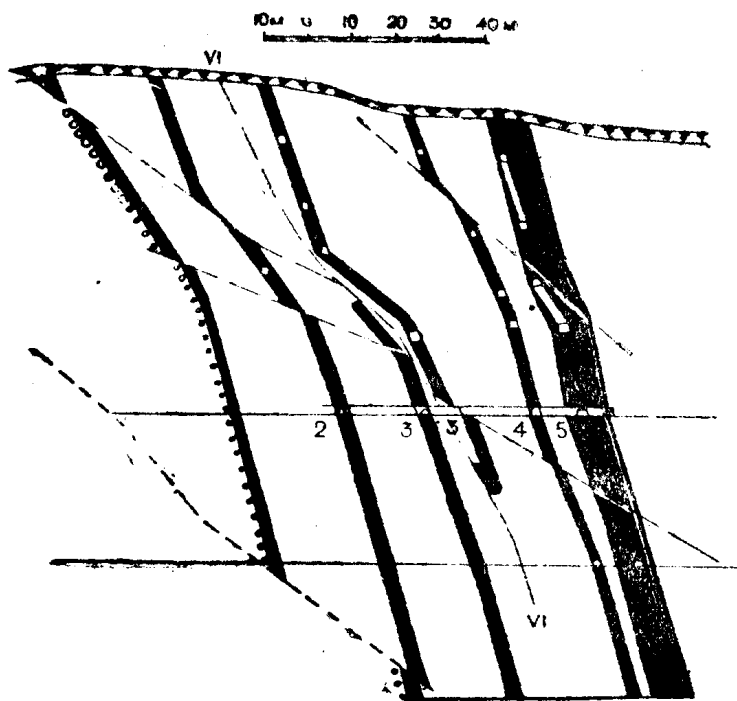
Фиг. 3



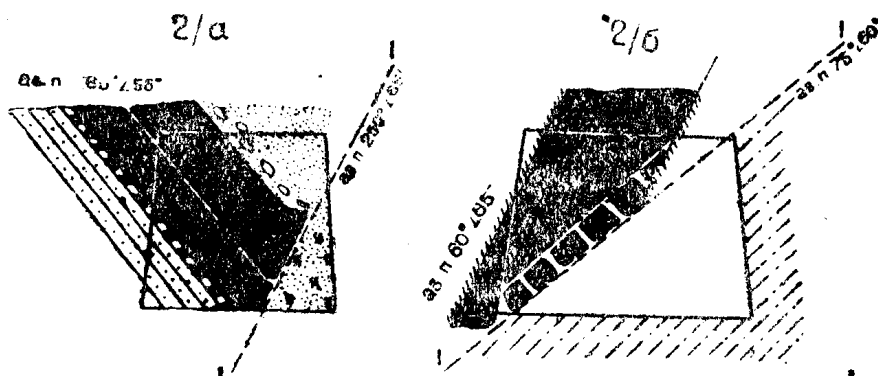
Фиг. 5



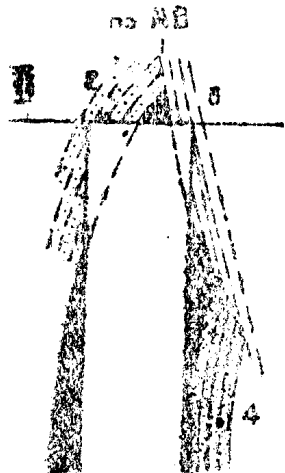
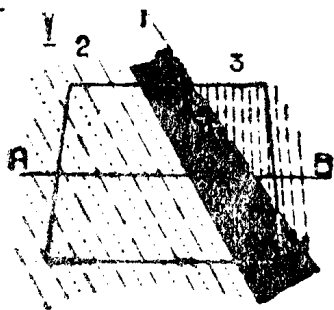
Фиг. 6



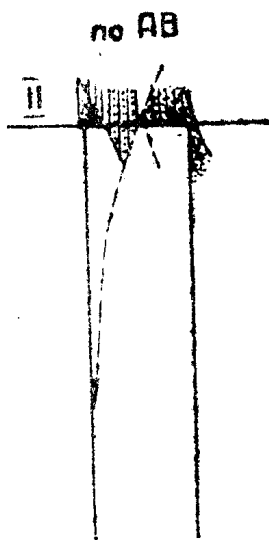
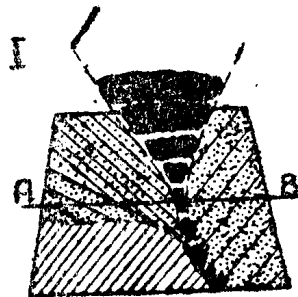
Фиг. 7



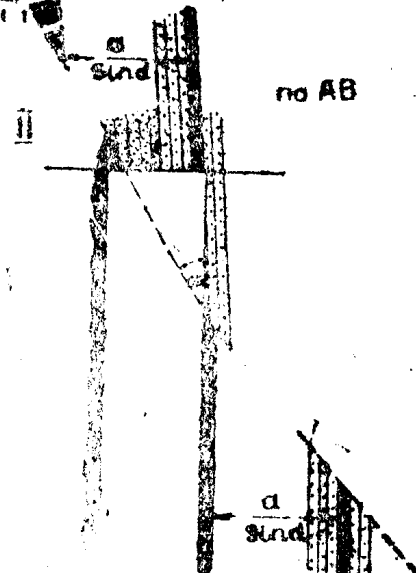
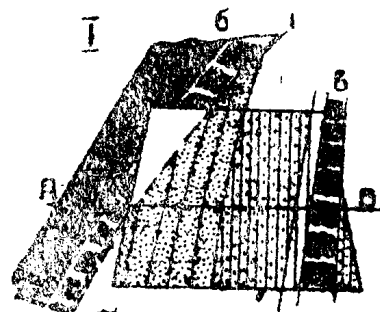
Фиг. 8



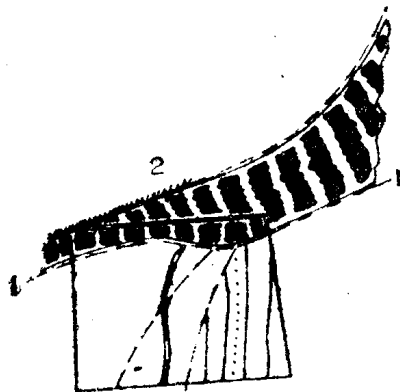
Фиг. 9



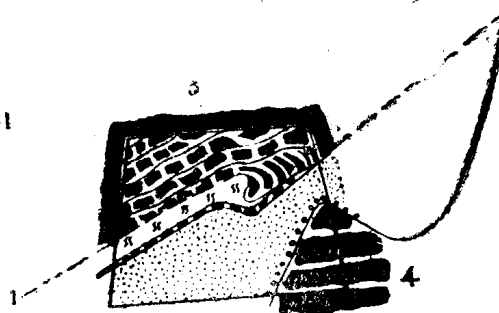
Фиг. 10



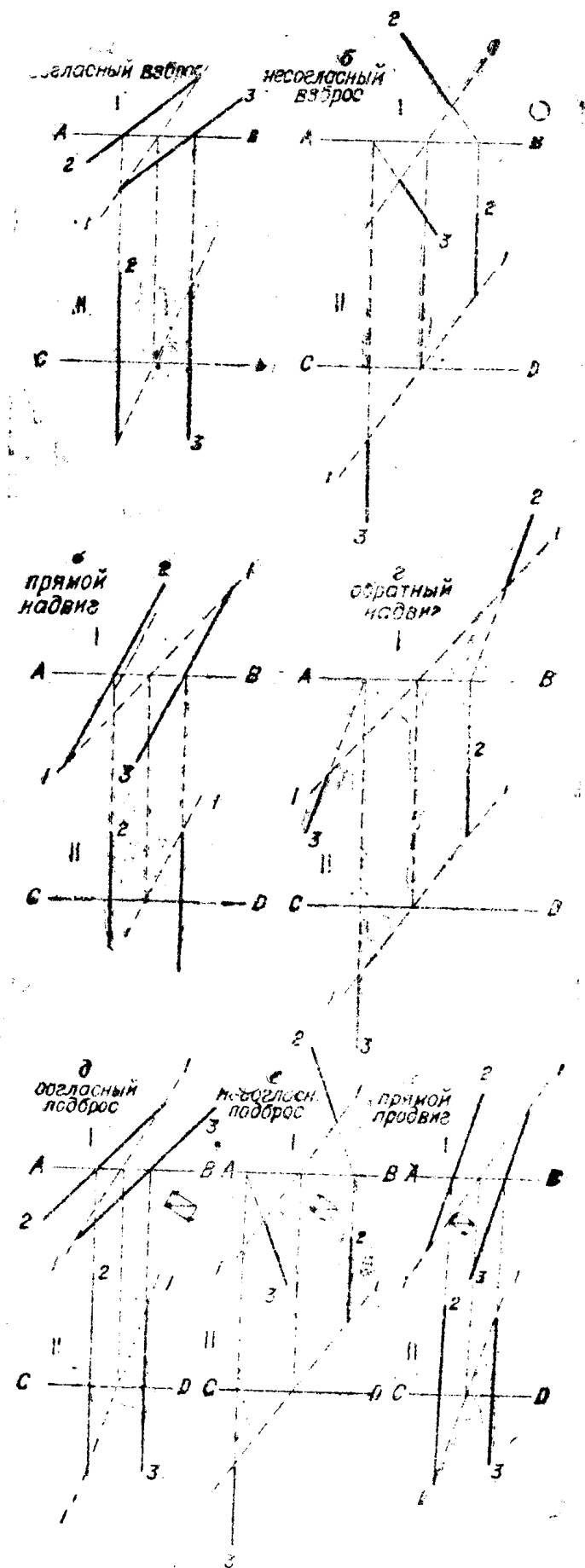
Фиг. 13



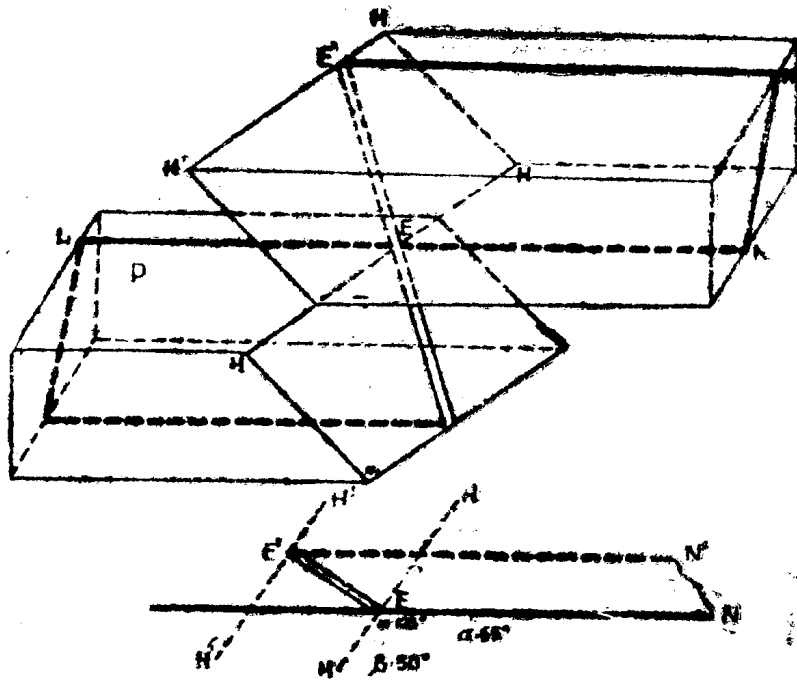
Фиг. 11



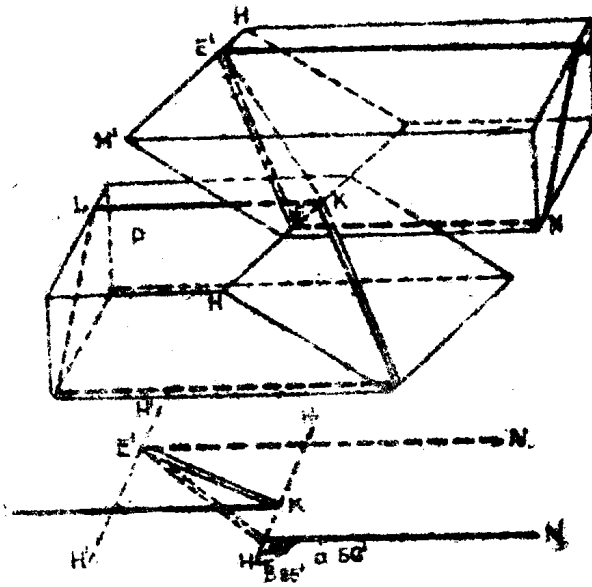
Фиг. 12



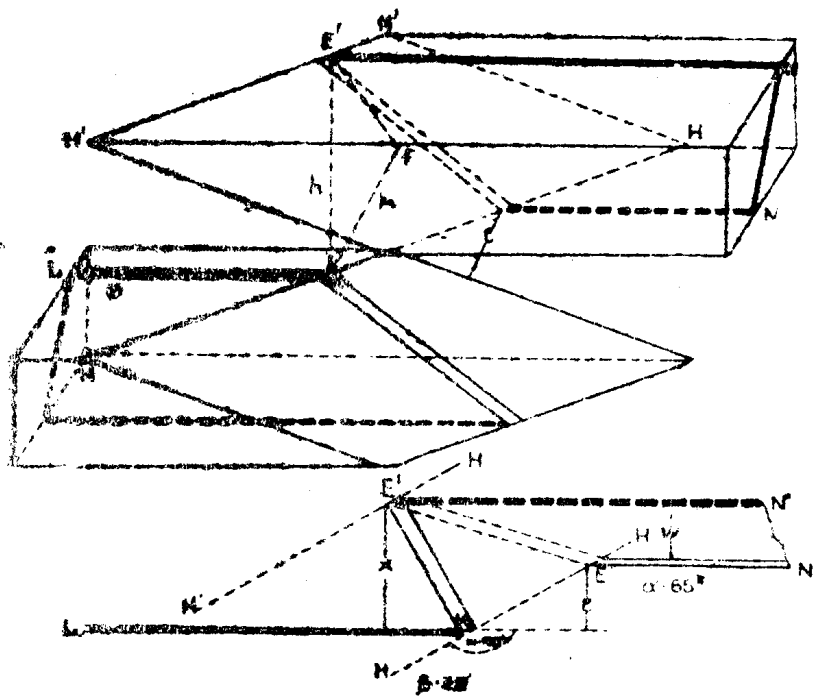
Фиг. 14



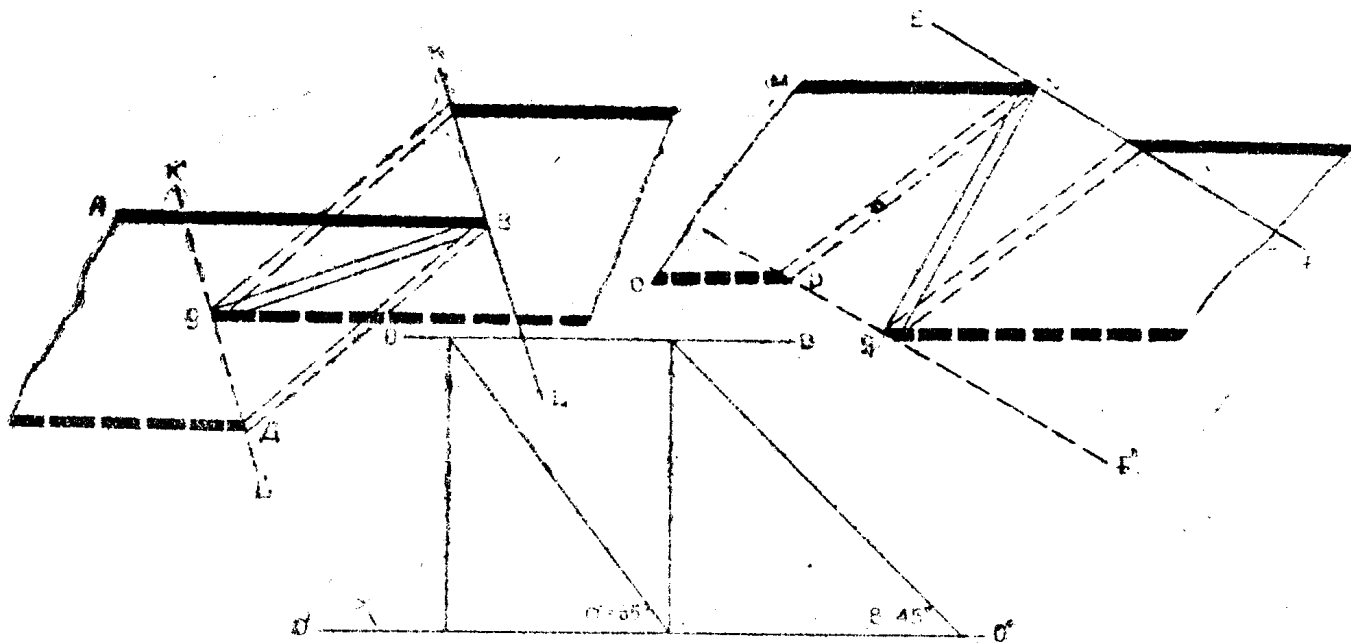
Фиг. 15



Фиг. 16

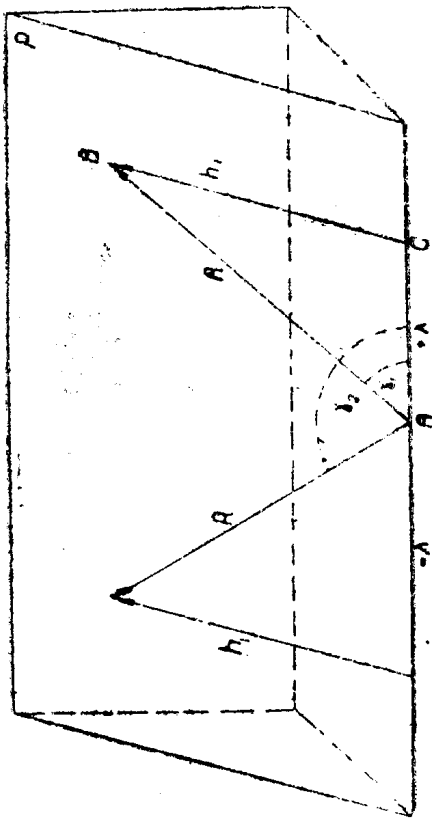


Фиг. 17

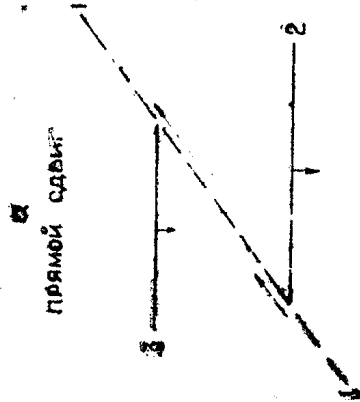


Фиг. 18

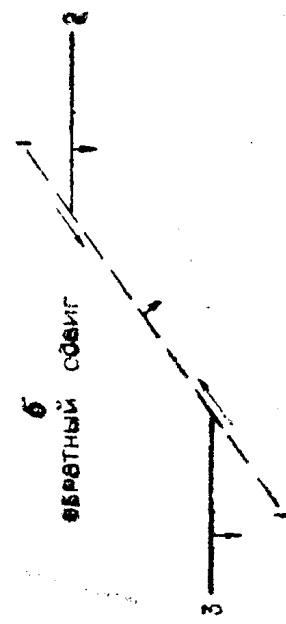




Фиг. 20

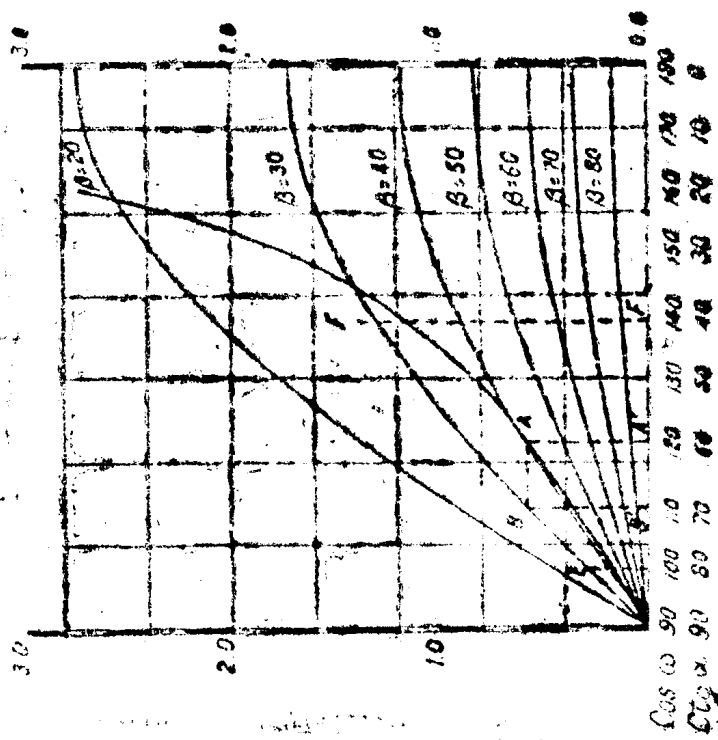


а  
прямой сдвиг

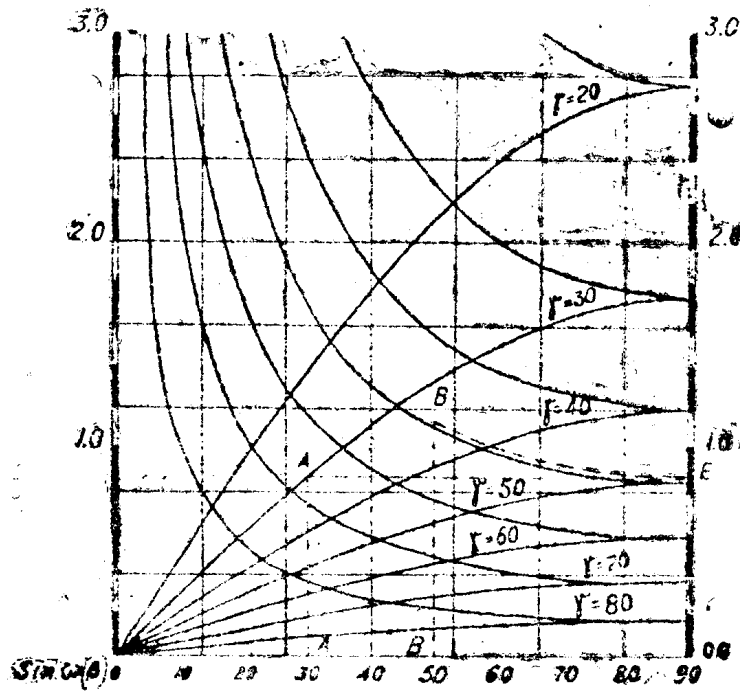


б  
обратный сдвиг

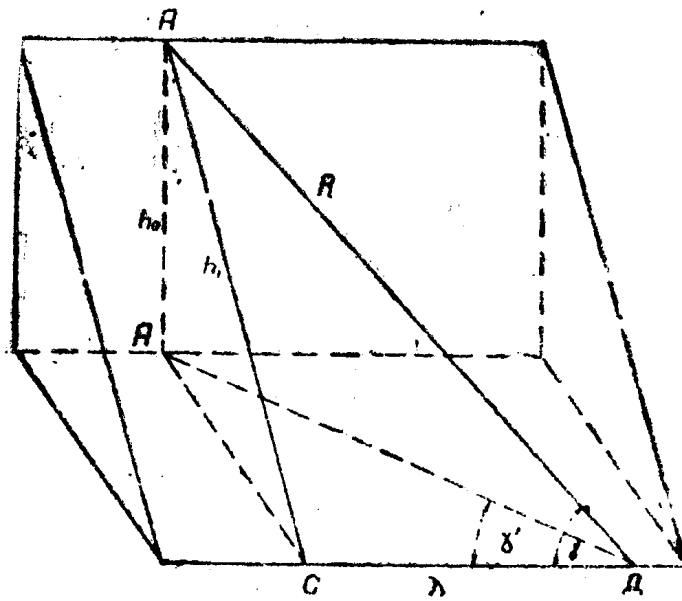
Фиг. 21



Фиг. 19

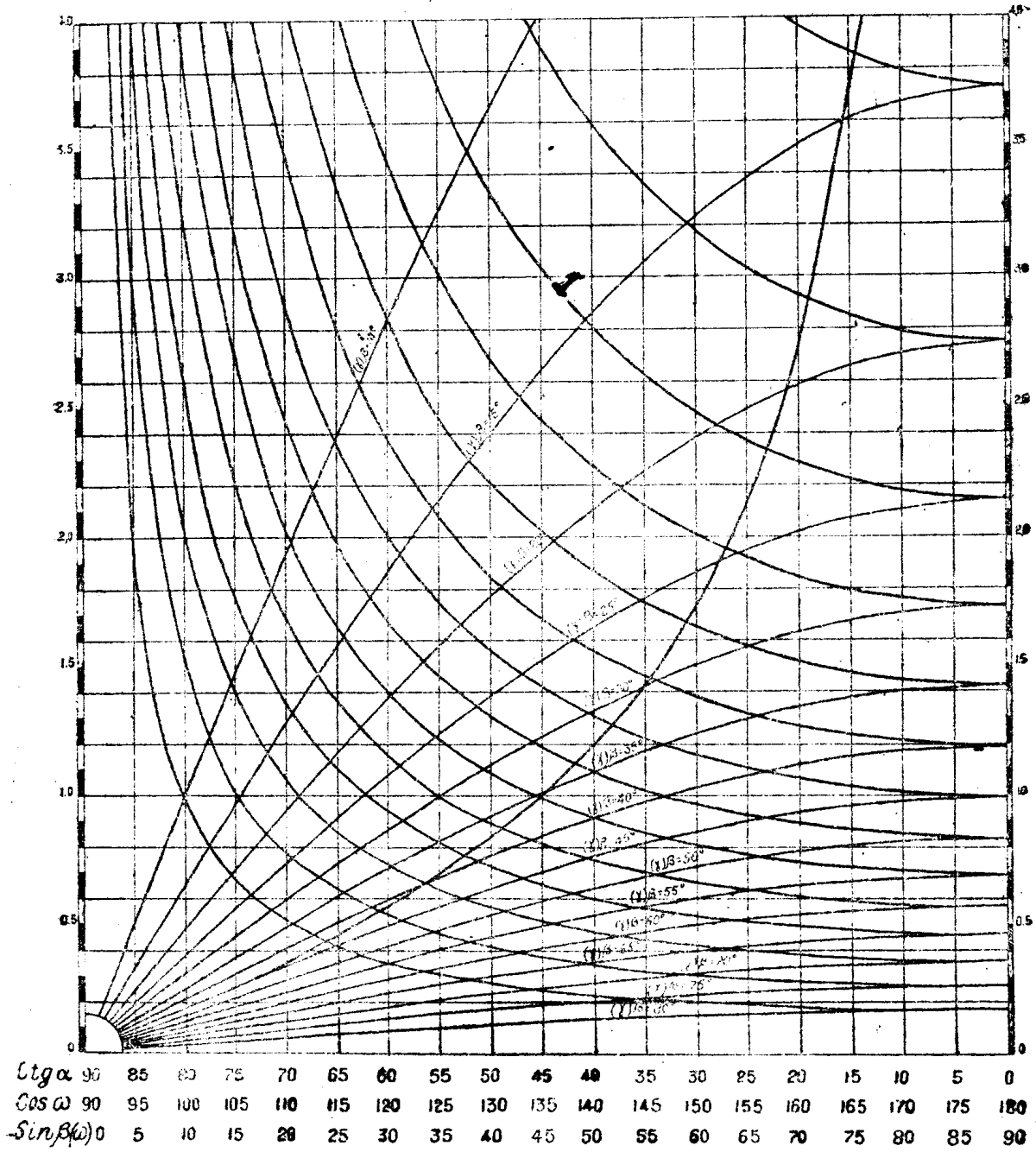


Фиг. 22

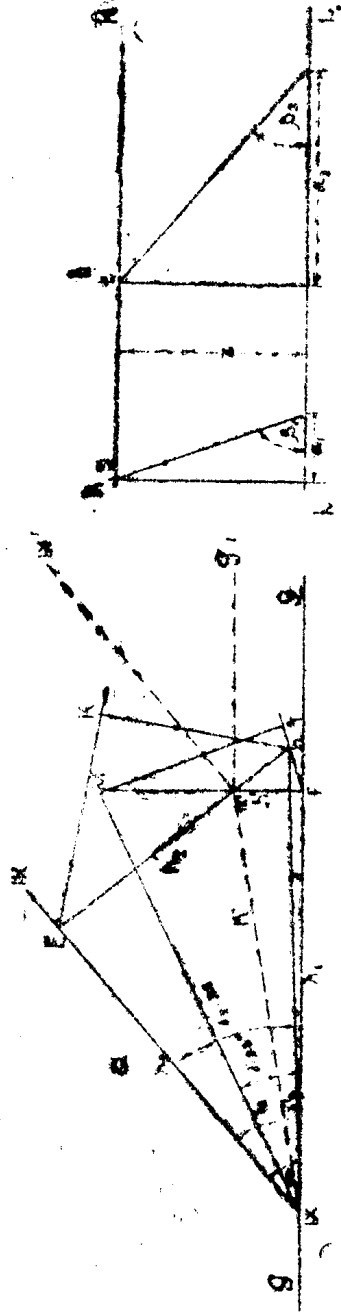


Фиг. 26

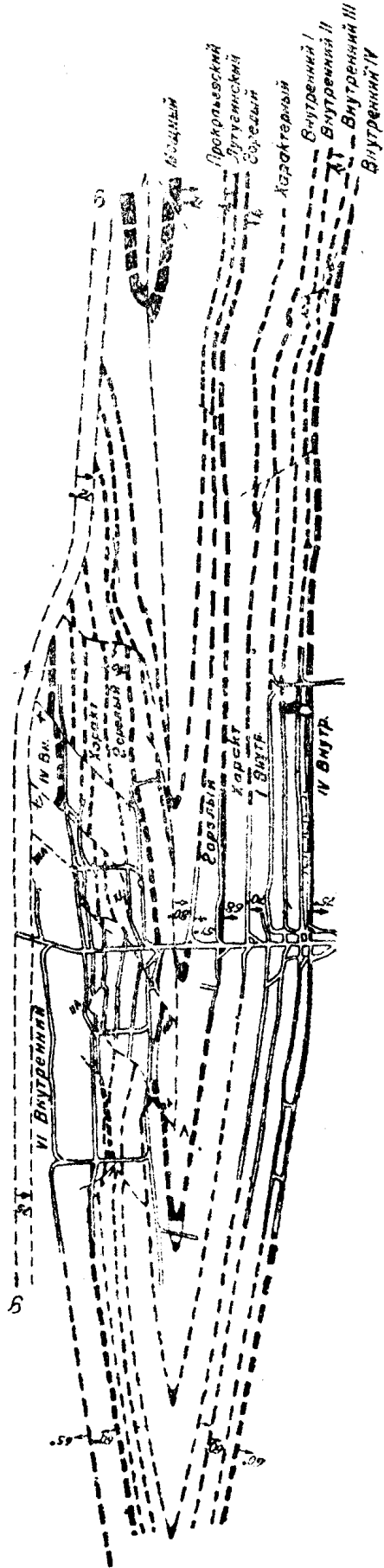
Вертикальный 0 1 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5  
 Масштабы: Горизонтальный 5 0 5 10 15 20 25



Фиг. 23



Фиг. 25



Фиг. 24