

А. А. БЕЛИЦКИЙ

КЛАССИФИКАЦИЯ  
ТЕКТОНИЧЕСКИХ  
РАЗРЫВОВ  
И ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ  
ИХ ИЗУЧЕНИЯ

ГОСГЕОЛИЗДАТ

А. А. БЕЛИЦКИЙ

КЛАССИФИКАЦИЯ  
ТЕКТОНИЧЕСКИХ РАЗРЫВОВ  
И ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ  
ИХ ИЗУЧЕНИЯ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ  
МОСКВА 1963

## СО Д Е Р Ж А Н И Е

	Стр.
Введение . . . . .	3
Способы графического изображения разрывов . . . . .	4
Критический анализ существующих детальных классификаций форм разрывов . . . . .	17
Классификация поступательных тангенциальных форм разрывов, предлагаемая автором . . . . .	25
Примеры разрывов из практики работы в Кузнецком бассейне . . . . .	56
Заключение . . . . .	66
Литература . . . . .	67

---

## ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития геологии особенное значение приобретает детальное исследование рудных и шахтных полей с целью промышленного освоения месторождений полезных ископаемых. В связи с этим необходимо обратить серьезное внимание на совершенствование старых и разработку новых методов детальных геологических исследований. Между тем в литературе до последнего времени эти вопросы освещены недостаточно.

Особенно недостаточно внимания уделяется анализу малых структурных форм. Работая в этом направлении длительное время, автор имел возможность не раз убедиться в справедливости высказанного П. Н. Кропоткиным (1950 г.) положения о том, что «главным недочетом советской геотектоники на данном этапе является совершенно недостаточное внимание к детальному морфологическому и механическому изучению малых структурных форм — складок, сбросов, сдвигов, флексур и т. п.». Это положение прежде всего относится к анализу разрывных структур горных пород. До сих пор еще не выработано сколько-нибудь удовлетворительного метода детального анализа разрывов, а также нет единой терминологии и классификации разрывов, которая учитывала бы не только генетические, но и геометрические особенности разрывов.

Обычно в общих курсах геотектоники (В. В. Белоусов, 1948 г.) и учебниках по структурной геологии (М. П. Биллингс, 1949 г.; Ч. К. Лизс, 1935 г.; Б. Уиллис и Р. Уиллис, 1932 г.) принято давать генетическую классификацию разрывов в горных породах, основанную на различии характера и направления тех сил, которые приводят к образованию подобного рода нарушений залегания горных пород. Выделяют две группы разрывов: тангенциальные и радиальные. К первой относят надвиги и сдвиги, ко второй — сбросы. В последнее время В. В. Белоусов (1948 г.) ко второй группе отнес также взбросы, которые «вызываются вертикальным движением, а именно поднятием некоторого участка земной коры по разрыву относительно другого».

Такая классификация имеет большее значение для изучения генезиса разрывов. Она вполне удовлетворяет специалистов, изучающих обширные территории. Однако для детальных исследо-

ваний структуры рудных и шахтных полей и для картирования подземных горных выработок эта классификация и положенный в ее основу метод анализа разрывов недостаточны. Для постановки рациональной разведки и эксплуатации месторождения, а также для поисков смещенного крыла пласта требуется знать кроме генезиса также и форму разрыва, т. е. геометрическую взаимосвязь пласта со сместителем и расположение разорванных частей пласта относительно поверхности сместителя.

Для этого нужно иметь, во-первых, соответствующую методику анализа разрывов, а во-вторых — более детальную классификацию разрывов, которая по возможности охватывала бы все разнообразие форм разрывов. Необходимость подобной работы давно понята исследователями, которые в своей практической деятельности близко соприкасались с шахтной и рудничной геологией. Однако накопленный опыт показал, что существующие методы анализа форм разрывов и детальные классификации разрывов недостаточны и, кроме того, содержат ряд ошибочных положений.

В настоящей работе автор делает попытку на основе критического анализа существующих детальных классификаций разрывов в горных породах, а также на основе многолетнего опыта исследований форм разрывов в тектонически сложных районах Кузбасса, разработать более рациональную классификацию форм разрывов. Наряду с этим в работе излагается и соответствующая методика анализа разрывов, которая при определенных условиях позволит выяснить не только генезис, но также и расположение разорванных частей пласта относительно друг друга. Последнее имеет очень важное практическое значение для поисков смещенного крыла пласта.

## **СПОСОБЫ ГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ РАЗРЫВОВ**

В исследовании разрывной структуры, а также при решении практических задач, в частности при поисках смещенного крыла пласта, очень важно графически правильно изображать разрывы. От способа графического изображения разрывов часто зависит правильное толкование их формы.

В геологической практике для графического изображения форм тектонической структуры широко пользуются методом ортогональных разрезов в трех взаимно перпендикулярных сечениях: горизонтальном, поперечно-вертикальном и продольно-вертикальном. Соответственно этим сечениям тектоническая структура изображается в плане (геологическая карта, карта выходов пластов под наносами, пластовая карта и др.), или в поперечно-вертикальном сечении (поперечно-вертикальный геологический разрез), или в продольно-вертикальном сечении (продольно-вертикальный геологический разрез). Вследствие того, что формы разрывов обычно изучаются в вышеуказанных сечениях, в учебной

и научной геологической литературе рекомендуется именно этот способ изображения разрывов, как наиболее отвечающий практике.

Однако следует отметить, что этот способ изображения разрывов нередко является причиной различного рода ошибок в трактовке отдельных форм разрывов, а иногда и разрывной структуры в целом. Обычно из трех перечисленных сечений считают главным поперечно-вертикальное сечение, по которому определяют форму разрыва, т. е. расположение разорванных частей пласта и геометрическую связь пласта и сместителя. Но при таком изображении форм разрыва всегда в большей или меньшей степени имеет место искажение действительных геометрических соотношений элементов разрыва. Это происходит потому, что линия разреза обычно проводится вкрест простирания пластов, следовательно к простиранию сместителя разрыва она чаще всего оказывается диагональной. В результате этого в поперечно-вертикальном разрезе падение пластов изображается под истинным углом падения, а угол падения сместителя изменяется в широких пределах — от истинного (продольные разрывы) до горизонтального (поперечные разрывы). Последнее является одной из причин искажения формы разрыва в поперечно-вертикальном сечении.

Допустим, имеется разрыв типа согласного взброса, т. е. такой разрыв, у которого всякое крыло переместилось относительно лежащего по восстанию сместителя; при этом сместитель и пласт падают в одну сторону, но сместитель падает круче пласта (рис. 1). Изобразим такой разрыв в плане (рис. 2,а). Угол падения пласта равняется  $30^\circ$ , а сместителя  $45^\circ$ . Сделаем поперечно-вертикальный разрез по линии I—I с учетом поправки угла падения сместителя вследствие неперпендикулярности линии разреза к сместителю<sup>1</sup>. На разрезе (рис. 2,б) видно, что, хотя угол падения сместителя стал меньше истинного, он все же остался больше угла падения пласта, и поэтому изображение этого разрыва в поперечно-вертикальном сечении правильно отображает расположение разорванных частей пласта.

Изменим при тех же углах падения пласта и сместителя простирание последнего так, чтобы угол между линией разреза и простиранием сместителя оказался бы более острым (рис. 3,а). Если теперь сделать поперечно-вертикальный разрез по линии I—I с учетом поправки угла падения сместителя вследствие неперпендикулярности линии разреза к сместителю (рис. 3,б), то этот разрез будет неправильно отображать расположение разорванных

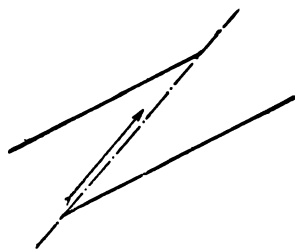


Рис. 1. Разрыв типа согласного взброса

<sup>1</sup> В. А. Обручев. Полевая геология. Приложения, табл. XI.

частей пласта. Указанная поправка настолько велика, что в данном сечении угол падения сместителя становится меньше угла падения пласта; вследствие этого кажется, что висячее крыло пласта не поднялось вверх, а, наоборот, опустилось вниз.

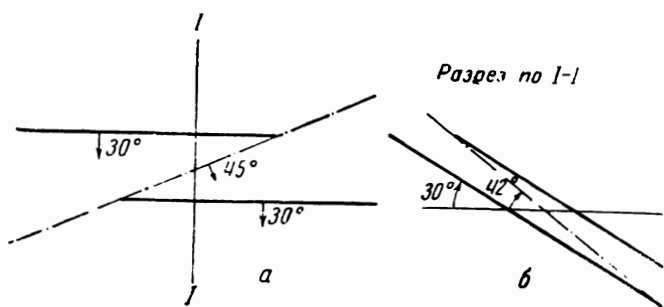


Рис. 2. Сogласный взброс в плане (а) и поперечно-вертикальном разрезе (б)

Небольшое уменьшение видимого угла падения сместителя (42°) в разрезе вследствие неперпендикулярности линии разреза к сместителю не искажает форму разрыва в поперечно-вертикальном разрезе

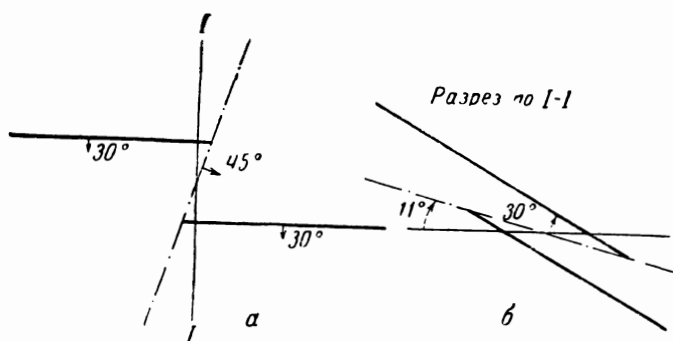


Рис. 3. Сogласный взброс в плане (а) и поперечно-вертикальном разрезе (б)

По сравнению с предыдущим рисунком значительное уменьшение видимого угла падения сместителя (30°) в разрезе вследствие неперпендикулярности линии разреза к сместителю искажает форму разрыва в поперечно-вертикальном разрезе

Это обстоятельство часто не учитывается геологами при изучении поперечно-вертикальных разрезов и при установлении истинных форм разрывов. Иногда совершенно необоснованно называют такие разрывы сбросами только потому, что в поперечно-вертикальном разрезе видят соответствующее расположение разорванных частей пласта. Между тем правильный генетический и геометрический анализ подобных разрывов часто указывает на то, что они в действительности являются взбросами, а не сбросами.

Особенно поучительна в этом отношении история так называемого прямого надвига. Этот термин был предложен М. А. Усовым (1933 г.) в его классификации разрывов. Прямыми надвигами М. А. Усов считал такие разрывы, при которых пласт и сместитель падают в одну сторону, но, в отличие от согласного взброса, сместитель падает положе пласта. При этом как в горизонтальном, так и в поперечно-вертикальном сечениях разорванные части пласта образуют двоеие<sup>1</sup>.

Действительно, если разрыв типа прямого надвига изобразим в плане (рис. 4,а), а затем сделаем поперечно-вертикальный разрез по I—I (рис. 4,б), то увидим, что в этом сечении разорван-

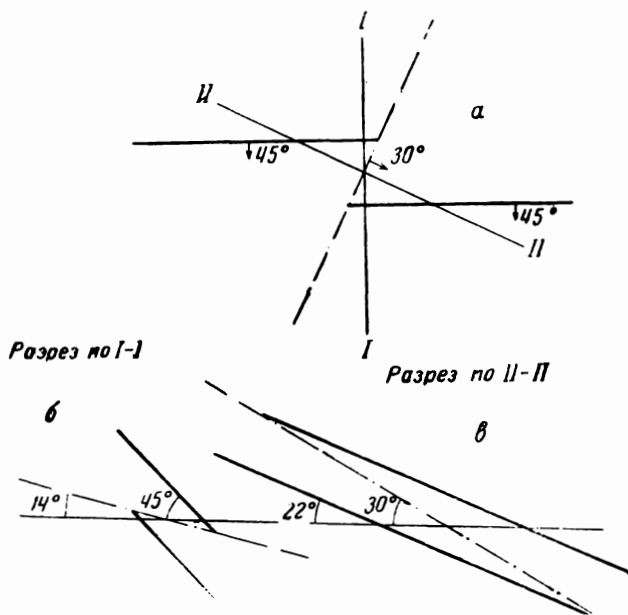


Рис. 4. Прямой надвиг (по М. А. Усову) в плане (а), поперечно-вертикальном разрезе к пласту (б) и поперечно-вертикальном сечении к сместителю (в)

Разрез б более правильно отражает форму разрыва, так как это сечение совпадает с направлением перемещения разорванных частей пласта относительно друг друга

ные части пласта образуют двоеие. Однако во всех случаях в поперечно-вертикальном сечении всячее крыло кажется опущенным относительно лежащего крыла. На основании этого М. А. Усов считал, что прямой надвиг образуется при опускании всячего крыла. Эти разрывы в Кузнецком угольном бассейне возникают в результате тангенциальных движений. Поэтому М. А. Усов связывал образование прямого надвига с искривле-

<sup>1</sup> Под термином «двоеие» понимается перекрытие разорванных частей пласта на величину смещения.



нием сместителя согласного взброса в замке складки (рис. 5) так, что на другом крыле сместитель падает положе пласта, а висячее крыло опускалось сверху вниз по падению сместителя. Отсюда возникло предположение, что прямой надвиг не имеет самостоятельного значения и может образоваться только вместе с согласным взбросом. Эту точку зрения особенно отстаивал В. С. Румянцев (1925 г.), который опубликовал свои наблюдения по шахтной тектонике Кемеровского района Кузбасса.

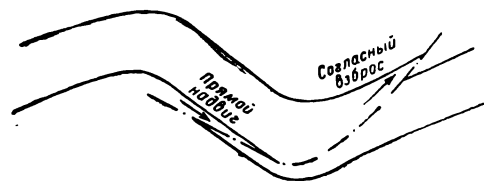


Рис. 5. Образование прямого надвига по М. А. Усову

Сместитель согласного взброса, поднимаясь структуре, изгибается в замке складки так, что на другом крыле падает положе пласта; при этом висячее крыло опускается сверху вниз по падению сместителя

тая, что «по характеру перемещения висячего крыла это нарушение аналогично сбросу», отказался от термина «прямой надвиг»<sup>1</sup> и предложил называть подобный разрыв пересбросом. Последний термин, заимствованный И. А. Молчановым из горной геометрии, по его мнению, лучше всего характеризует разрыв «прямо противоположный надвигу».

Следует отметить, что выводы М. А. Усова, В. С. Румянцева и И. А. Молчанова неправильны. В результате наших исследований (1939 г.) было выяснено, что разрыв типа прямого надвига является самостоятельной формой, в которой висячее крыло перемещено не сверху вниз, а снизу вверх. Многие геологи не признают взбросовый характер подобного разрыва. Нередко геологи задают вопрос, как можно объяснить образование этой формы разрыва перемещением висячего крыла снизу вверх, если в разрезах ясно видно, что это крыло опустилось сверху вниз. Вероятно, эти геологи не учитывают, что в разрезе часто видно не истинное, а видимое расположение разорванных частей пласта относительно друг друга. Применительно к прямому надвику видимое опускание висячего крыла сверху вниз получается потому, что вертикальные разрезы, как правило, являются поперечными по отношению к пластам, а не лежат в плоскости перемещения висячего крыла относительно лежащего.

Допустим, что имеется разрыв с элементами залегания прямого надвига (см. рис. 4). Сделаем два вертикальных разреза — поперечный к пласту (I—I) и поперечный к сместителю (II—II) — в обоих случаях с учетом поправки угла падения вследствие неперпендикулярности линии разреза к простиранию пласта и сместителя. На разрезе по линии I—I (см. рис. 4,б) видно как бы опускание висячего крыла сверху вниз, а на раз-

<sup>1</sup> Дальше (стр. 32) мы тоже отказываемся от этого термина и предлагаем называть подобный разрыв просто «надвигом».

резу по линии  $II-II$  (см. рис. 4, б), наоборот, висячее крыло поднимается снизу вверх. В каком же сечении расположение разорванных частей пласта правильно?

Ясно, что именно разрез по линии  $II-II$  дает более правильное представление о взаимном расположении разорванных частей пласта, так как в этом случае направление сечения совпадает с направлением движения висячего крыла относительно лежачего строго по восстанию сместителя, хотя угол падения последнего вследствие искажения становится более крутым по сравнению с падением пласта. Видимое же опускание висячего крыла сверху вниз в разрезе по  $I-I$  объясняется искажением формы разрыва в результате несовпадения линии разреза с направлением перемещения висячего крыла относительно лежачего.

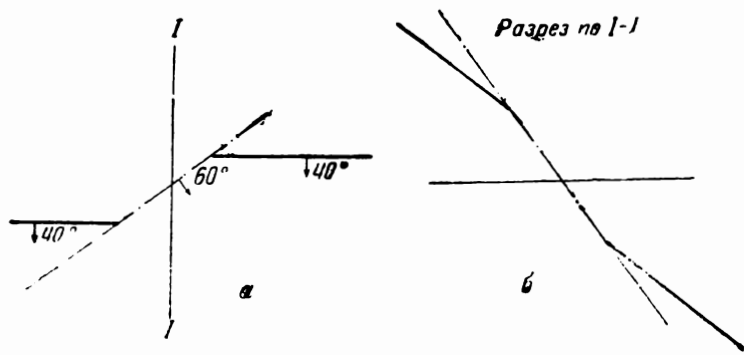


Рис. 6. Согласный взбросо-сдвиг в плане (а) и поперечно-вертикальном разрезе (б)

Уменьшение видимого угла падения сместителя в разрезе б вследствие неперпендикулярности линии разреза к сместителю создает неправильное представление о том, что висячее крыло опускалось вниз, тогда как в действительности оно поднималось вверх

К изложенному следует добавить, что в общем случае разорванные части пласта перемещаются относительно друг друга в любом наклонном направлении в плоскости сместителя. В разрыве типа согласного взброса перемещение висячего крыла относительно лежачего строго по восстанию сместителя обязательно вызовет сдвоение пласта. Однако можно представить и такое направление движения висячего крыла вверх относительно лежачего крыла (в направлении, обратном падению пласта, между линией пересечения пласта и сместителя и простираем сместителя), при котором разорванные части пласта образуют не сдвоение, а зияние<sup>1</sup> пласта (рис. 6, а).

<sup>1</sup> Термин «зияние» по своему содержанию противоположен термину «сдвоение». Он характеризует такое расположение разорванных частей пласта, при котором на интервал смещения пласт отсутствует. Происходит как бы растяжение пласта по сместителю.

В этом случае на поперечно-вертикальном разрезе (рис. 6,б) такого разрыва получается тоже как бы опускание висячего крыла вниз относительно лежачего. Некоторые геологи, не учитывая направления движения, необоснованно называют такую форму разрыва сбросом, тогда как в действительности она образовалась в результате перемещения висячего крыла вверх. Эту форму разрыва правильнее называть согласным взбросо-сдвигом, причем звание пласта обусловлено элементом сдвига.

Таким образом, изображение разрывов методом ортогональных разрезов в трех взаимно перпендикулярных сечениях приводит к ряду ошибок; для детального анализа форм разрывов необходим более рациональный способ графического изображения.

При выборе способа графического изображения какого-либо предмета обычно учитывают следующие условия:

- 1) наглядность, т. е. полное и ясное пространственное изображение предмета;
- 2) удобоизмеримость, т. е. такое расположение предмета, при котором можно легко измерить требуемые угловые и линейные величины;
- 3) простота, легкость и доступность изображения.

Применительно к изображению разрывов особенно важно первое условие. Учитывая это, можно было бы рекомендовать хорошо известные аксонометрический (блокдиаграммы) или стереографический способы изображения. Эти способы позволяют наглядно изобразить в пространстве все элементы разрыва. Однако при наличии сложной разрывной структуры, когда ежедневно приходится уточнять формы разрывов, применение указанных способов изображения связано с некоторыми трудностями, так как они не отличаются простотой, легкостью и доступностью изображения.

Прежде чем выбрать наиболее рациональный способ изображения разрывов, рассмотрим важнейшие их элементы в пространстве: трещину, называемую сместителем, и расчлененные трещиной части пласта, называемые крыльями. В общем случае сместитель и крылья пласта имеют более или менее сложно изогнутую поверхность. Однако в большинстве случаев приходится анализировать разрыв по недостаточному количеству данных. Например, в практике поисков смещенного крыла пласта при детальной разведке или эксплуатационных работах часто разрыв бывает известен только в одном сечении. Поэтому, рассматривая разрыв на небольших участках, можно без особенной погрешности трещину и разорванные части пласта принять за плоскости.

При исследованиях мы принимаем разрывы правильными поступательными. Последнее основывается на том, что разорванные части пласта перемещаются относительно друг друга прямолинейно, поэтому крылья пласта разрыва будут представлять две параллельные между собой плоскости. Понятно, что и линии пере-

сечения крыльев пласта со сместителем будут тоже параллельны.

На первый взгляд такое допущение кажется большим упрощением, так как известно, что наряду с прямолинейным перемещением встречаются такие разрывы, у которых в процессе перемещения происходит вращение одного крыла относительно другого. Это находит свое выражение в непараллельности линий пересечений всячего и лежачего крыльев пласта со сместителем. Однако такие разрывы встречаются относительно редко. Кроме того, не будет большой ошибки, если подобные разрывы на небольших участках считать правильными поступательными разрывами. В практике исследований разрывов недостаточное количество данных постоянно заставляет прибегать к такому упрощению, при этом чаще всего можно убедиться в том, что подобное допущение не искажает принципиальное решение вопроса.

Учитывая эти допущения, которые в подавляющем большинстве случаев являются неизбежными, наиболее рациональным способом изображения разрывов следует признать проекции с числовыми отметками. Последние удовлетворяют всем требованиям выше условиям рационального графического изображения разрывов. Следует отметить, что этот способ изображения не является новым в геологии: структурные или гипсометрические карты пласта, а также топографические карты составляются в проекциях с числовыми отметками.

Сущность проекций с числовыми отметками сводится к изображению плоскости в горизонталях<sup>1</sup>. На рис. 7 показаны плоскости  $P$  и плоскость проекции  $H$ . Линия пересечения плоскости  $P$  с плоскостью  $H$  называется следом плоскости. Линия  $MN$ , лежащая в плоскости  $P$  и перпендикулярная к следу плоскости, называется линией падения плоскости. Угол  $\beta$ , образованный этой линией с горизонтальной плоскостью проекции  $H$ , называется углом падения плоскости.

Рассечем плоскость  $P$  горизонтальными плоскостями  $H_1, H_2$  и  $H_3$ , расположенными на одинаковом расстоянии друг от друга. Линии пересечения этих плоскостей с плоскостью  $P$  называются горизонталями плоскости  $P$ . Нетрудно заметить, что горизонтали в плоскости  $P$  перпендикулярны к линии падения и располагаются на одинаковом расстоянии друг от друга.

Чтобы изобразить плоскость  $P$  в проекциях с числовыми отметками, нужно найти проекцию горизонталей на плоскость проекции  $H$ . В данном случае равноотстоящие друг от друга параллельные прямые  $1'-1'$ ;  $2'-2'$  и  $3'-3'$  в плоскости  $H$  являются проекциями горизонталей  $1-1, 2-2$  и  $3-3$  плоскости  $P$ . Следовательно, проекции горизонталей с написанными около них отметками вполне определяют положение плоскости

<sup>1</sup> Излагается по работе И. Н. Ушакова (1951 г.) с некоторыми добавлениями.

в пространстве, что и принято в проекциях с числовыми отметками.

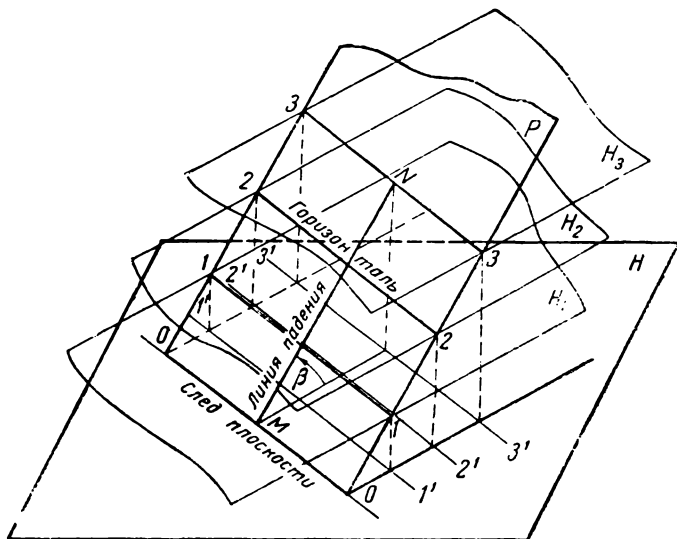


Рис. 7. Проекция наклонной плоскости  $P$  на горизонтальную плоскость  $H$  с числовыми отметками.  $1'-1'$ ,  $2'-2'$ ,  $3'-3'$ —проекция горизонталей на плоскость  $H$ , определяющие положение плоскости  $P$  в пространстве

Изображение любой плоскости в проекции с числовыми отметками практически производится следующим образом. Устанавливают элементы залегания плоскости: азимут простирания  $\alpha$  и угол падения  $\beta$ . Затем находят заложение, т. е. расстояние между двумя проекциями соседних горизонталей в плане. С этой целью в масштабе плана вычерчивается

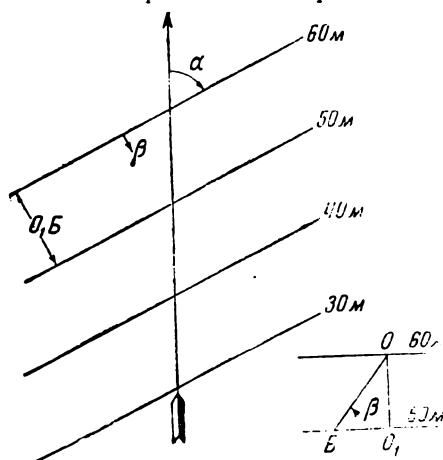


Рис. 8. Изображение плоскости с элементами залегания  $\alpha$  и  $\beta$  в проекции с числовыми отметками

прямоугольный треугольник (рис. 8), у которого катет  $OO_1$  является вертикальным расстоянием между двумя соседними горизонталями (например, между горизонталями с отметкой 50 и 60 м), гипотенуза  $OB$  является истинной длиной пласта в интервале между двумя соседними горизонталями и  $BO_1$  — ее горизонтальной проекцией, т. е. заложением.

Величина заложения зависит от угла падения плоскости и будет больше при пологих углах падения и меньше при

крутых углах. Зная азимут простирания плоскости  $\alpha$  и величину заложения  $BO_1$ , можно изобразить плоскость в проекциях с числовыми отметками (см. рис. 8).

Так как в геометрическом отношении разрыв характеризуется пересечением двух плоскостей (пласта со сместителем), сущность изображения разрыва в проекциях с числовыми отметками сводится к изображению пересекающихся плоскостей в горизонталях и к построению линии их пересечения.

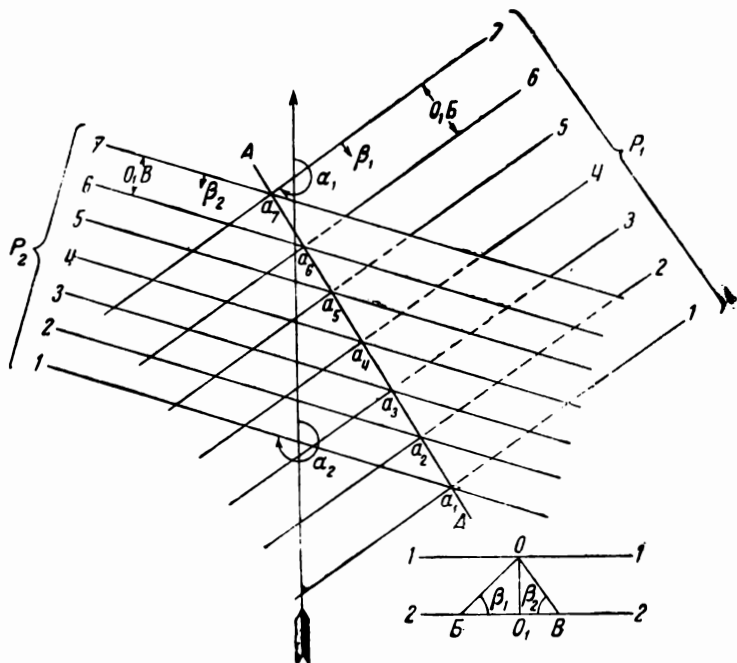


Рис. 9. Изображение двух пересекающихся плоскостей  $\alpha_1, \beta_1$  и  $\alpha_2, \beta_2$  в проекции с числовыми отметками  
 $AA$  — линия пересечения плоскостей

Допустим, имеются две пересекающиеся плоскости  $P_1$  и  $P_2$ , элементы залегания которых соответственно равны  $\alpha_1, \beta_1$  и  $\alpha_2, \beta_2$ . Изобразим эти плоскости в проекциях с числовыми отметками, приняв разность высотных отметок между горизонталями равной 1 м (рис. 9). Линия пересечения плоскостей  $AA$  в этом случае определится точками пересечения одноименных горизонталей ( $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7$ ). Предположим, что взаимное расположение этих плоскостей соответствует положению пласта (плоскость  $P_1$ ) и сместителя (плоскость  $P_2$ ) до перемещения разорванных крыльев пласта относительно друг друга. Если висячее крыло данного разрыва переместится относительно лежащего крыла по восстанию сместителя с вертикальной амплитудой перемещения, равной 1 м (рис. 10,а), то линия пересече-

ния висячего крыла пласта со сместителем также переместится по восстанью сместителя на эту же величину и займет положение  $A'A'$ . Каждая горизонталь висячего крыла пласта переместится на ту же величину. Поскольку последняя равна разности высотных отметок между горизонталями, то после перемещения отметка каждой горизонтали увеличится на единицу. Например,

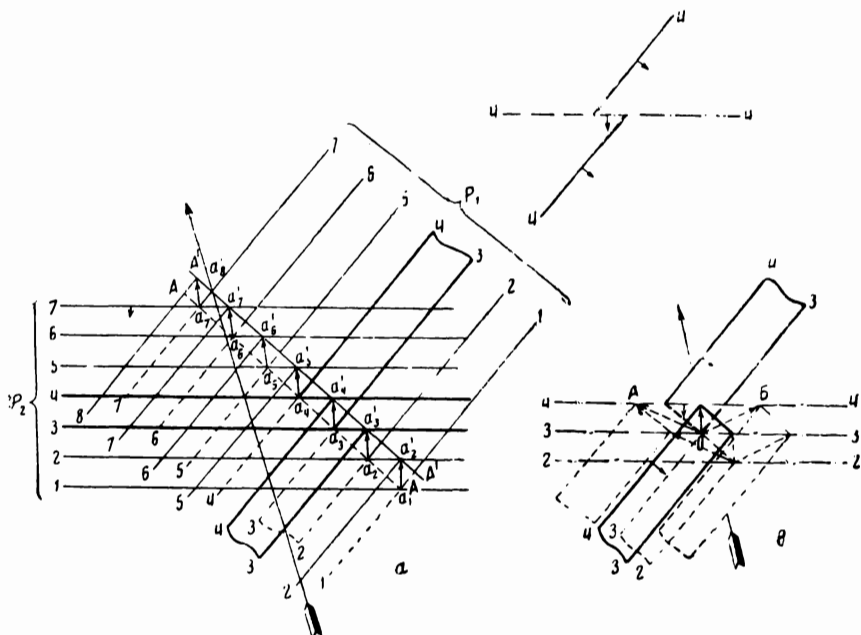


Рис. 10. Графическое изображение разрывов

$a$  — изображение разрыва в проекции с числовыми отметками ( $P_1$  — пласт,  $P_2$  — сместитель;  $AA$  — линия пересечения лежащего крыла пласта со сместителем;  $A'A'$  — линия пересечения висячего крыла пласта со сместителем).  $b$  — характер разрыва в плане, если выделить горизонталь сместителя и пласта с отметкой 4.  $в$  — изменение расположения разорванных частей пласта в зависимости от изменения направления перемещения висячего крыла относительно лежащего

горизонталь висячего крыла пласта с отметкой 2 после перемещения будет иметь отметку 3 и соответственно точка пересечения этой горизонтали со сместителем  $a_2$  после перемещения займет положение  $a_3'$ .

Таким образом, в пределах любого горизонта, например горизонта с отметкой 4 (рис. 10, б), отчетливо вырисовывается разрыв пласта. Однако изображение разрыва на одном горизонте не позволяет вскрыть полностью все его особенности. Для того чтобы выяснить взаимоотношение элементов разрыва в пространстве, необходимо изобразить его при помощи числовых отметок в пределах двух любых горизонтов, например в пределах горизонтов с отметками 3 и 4 (рис. 10, в). В этом случае можно видеть элементы залегания пласта и сместителя — простирание и падение (по заложению), направление перемещения

разорванных частей пласта относительно друг друга, линию пересечения крыла пласта со сместителем и взаимное расположение крыльев пласта относительно друг друга. Иначе говоря, изображая таким образом разрыв, на рисунке можно показать соотношения всех важнейших элементов разрыва, что позволяет сделать правильный вывод о его форме.

В разобранном примере мы допустили перемещение всячего крыла относительно лежачего по восстанию сместителя. В действительности же перемещение крыльев относительно друг друга может быть в любом направлении. Так, всячее крыло может переместиться относительно лежачего в направлении  $OA$  или в направлении  $OB$  (см. рис. 10, в), при этом расположение крыльев пласта относительно друг друга соответственно будет меняться.

Кроме того, в этом примере мы приняли перемещение всячего крыла относительно лежачего по восстанию сместителя равным  $1$  м по вертикали. В действительности всячее крыло может перемещаться относительно лежачего крыла на любую величину. Очень часто при анализе формы разрыва, когда нет никаких данных для определения амплитуды перемещения, эта величина остается неизвестной, особенно при поисках смещенного крыла пласта. В этом случае пласт обычно известен только по одну сторону сместителя. Положение другого крыла пласта, если известно направление перемещения смещенного крыла пласта, можно определить только в принципе. Следовательно, в подобном случае с помощью указанных построений можно выявлять только форму разрыва, т. е. взаимное расположение разорванных крыльев пласта относительно друг друга. Для поисков смещенного крыла пласта этих сведений обычно бывает достаточно, так как, зная, в каком направлении находится другое крыло пласта, можно правильно задать на это крыло подземную горную выработку. Конечно, если имеется хотя бы малейшая возможность определить кроме направления перемещения амплитуду перемещения, необходимо эту возможность использовать, так как при этом можно определить не только направление подземной горной выработки на смещенное крыло пласта, но и ее длину.

Таким образом, любую форму разрыва, если известны элементы залегания пласта и сместителя, а также направление перемещения смещенного крыла пласта, можно изобразить в проекциях с числовыми отметками. Для этого сначала вычерчивают в плане лежащее крыло пласта (если предполагается, что всячее крыло пласта смещалось относительно лежачего) и сместитель на одном каком-либо горизонте, допустим на горизонте с отметкой  $100$  м (рис. 11). Затем берут какой-либо другой горизонт, например на  $50$  м ниже, и, найдя заложение пласта  $O_1K$  и сместителя  $O_1N$ , изображают лежащее крыло пласта и сместитель в проекциях с числовыми отметками. Далее, зная направле-



ние перемещения висячего крыла относительно лежачего крыла, находят положение крыльев пласта.

Из изложенного выше известно, что изображение разрыва в проекциях с числовыми отметками сопровождается проекцией всех элементов разрыва на горизонтальную плоскость. Форма и размеры отдельных элементов разрыва при этом искажаются. Для решения ряда практических задач необходимы истинные значения указанных элементов (углы, длины линий и т. д.).

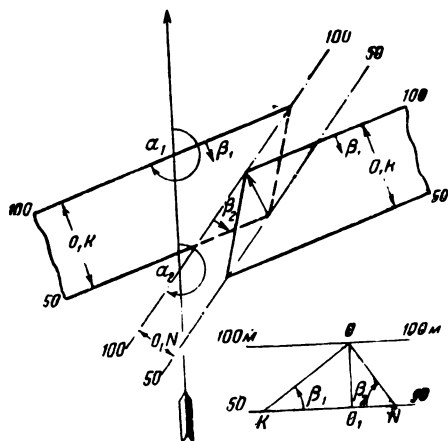


Рис. 11. Изображение разрыва в проекции с числовыми отметками с помощью двух горизонталей: пласта и сместителя

Например, для того чтобы на рис. 12 точно начертить линию перемещения смещенного крыла пласта в плоскости сместителя под углом  $\gamma$ , замеренным между линией простираения сместителя и направлением перемещения смещенного крыла пласта, необходимо

и тем самым более точно определить форму разрыва, необходимо найти совмещенное положение плоскости сместителя и линии пересечения пласта со сместителем с планом. Последнее обычно осуществляется путем вращения плоскости сместителя вокруг какой-нибудь ее горизонталей.

Рассмотрим этот способ на конкретном примере. Допустим, необходимо определить истинное положение линии пересечения  $AA_1$  лежащего крыла пласта со сместителем, элементы залегания которых  $\alpha_1$ ,  $\beta_1$  и  $\alpha_2$ ,  $\beta_2$  заданы, а также нужно начертить линию перемещения висячего крыла пласта, которая составляет с простираением сместителя угол  $\gamma$

(рис. 12). Для этой цели путем вращения плоскости сместителя вокруг линии ее простираения  $ST$  совместим данную плоскость

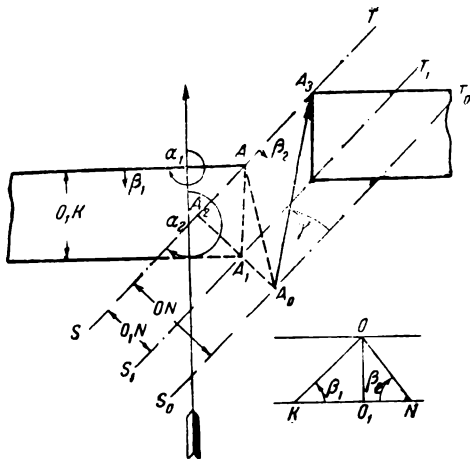


Рис. 12. Нахождение совмещенного положения с планом сместителя и линии пересечения пласта со сместителем способом вращения

с планом. При этом проекция любой точки, принадлежащей вращающейся плоскости, при вращении будет перемещаться по линии, перпендикулярной оси вращения. Поэтому точка  $A_1$  должна переместиться по линии  $A_0A_2$  перпендикулярно оси вращения  $ST$  и при совмещении сместителя с планом занять положение  $A_0$  на расстоянии  $A_0A_2 = ON$  от оси.

Таким образом, получаем совмещенное положение плоскости сместителя  $S_0T_0$ , а также линии пересечения пласта со сместителем  $AA_0$ . Зная угол  $\gamma$ , можно в точке  $A_0$  под этим углом провести линию перемещения  $A_0A_3$  и, следовательно, более точно определить расположение крыльев пласта относительно друг друга.

## КРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ДЕТАЛЬНЫХ КЛАССИФИКАЦИЙ ФОРМ РАЗРЫВОВ

Первыми обратили внимание на разработку такой классификации маркшейдеры. Это станет понятным, если учесть, что из-за отсутствия рудничных геологов они долгое время вынуждены были заниматься изучением форм разрывов и поисками смещенных крыльев пластов на рудниках. Так, в 1903 г. появилась классификация Хауссе, в которой было выведено 100 различных форм разрыва. Позднее, в 1905 г., П. Леонтовский сократил их число до 71, а в 1907 г. В. И. Бауман предложил новую классификацию, в которой насчитывалось только 43 формы разрывов. Последняя классификация прочно вошла в маркшейдерскую литературу и до настоящего времени преподается в высших учебных заведениях в курсе горной геометрии.

Поскольку в настоящее время классификация В. И. Баумана применяется маркшейдерами при геометризации рудников, а также приводится в курсах горной геометрии, мы считаем необходимым критически ее рассмотреть. Основным признаком этой классификации является направление перемещения смещенного крыла пласта, причем важно подчеркнуть, что берется не действительное направление перемещения, а условное, которое всегда мыслится перпендикулярным к линии пересечения пласта (или любого другого тела) со сместителем.

На основании этого В. И. Бауман выделяет пять групп смещения. Если линия пересечения совпадает с простиранием сместителя, то образуется две группы разрывов: сброс, когда перпендикуляр, проведенный к линии пересечения лежащего крыла пласта со сместителем, направлен по линии падения сместителя (рис. 13,а), и взброс — когда перпендикуляр направлен по линии восстания сместителя (рис. 13,б).

К третьей группе относятся разрывы, у которых линия пересечения совпадает с линией падения сместителя. При этом возможны две подгруппы разрывов: сдвиг, когда перпендикуляр направлен по линии простирания сместителя (рис. 14,а), и пере-

сдвиг — когда он направлен в противоположную сторону прости-  
 рания сместителя (рис. 14,б).

К четвертой группе относятся такие разрывы, у которых  
 линия пересечения располагается в плоскости сместителя диаго-  
 нально по отношению к его элементам залегания. В этой группе  
 выделяются взбросо-сдвиги (рис. 15,а) и взбросо-пересдвиги  
 (рис. 15,б), а также сбросо-сдвиги (рис. 16,а) и сбросо-пере-  
 сдвиги (рис. 16,б).

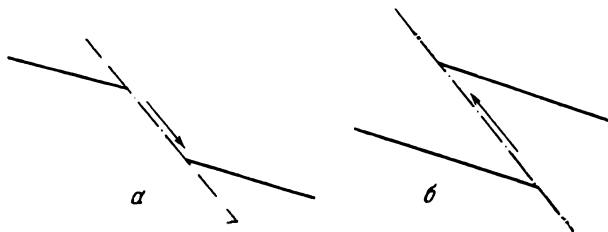


Рис. 13. Формы разрывов по геометрической класси-  
 фикации В. И. Баумана

а — сброс; б — взброс

Пунктир с точкой — след сместителя разрыва; сплошные линии —  
 разорванные части пласта. Предполагается, что линия пересече-  
 ния пласта со сместителем горизонтальна и, следовательно, услов-  
 ное направление перемещения висячего крыла разрыва (стрелка)  
 будет перпендикулярно к этой линии

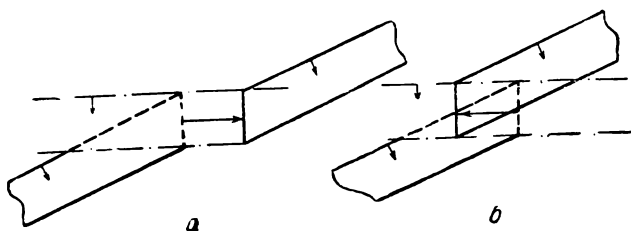


Рис. 14. Формы разрывов по геометрической классифика-  
 ции В. И. Баумана, изображенные в проекциях с число-  
 выми отметками

а — сдвиг; б — пересдвиг

Тонкая прямая линия со стрелкой на конце — условное направле-  
 ние перемещения висячего крыла, перпендикулярное к линии пересече-  
 ния пласта со сместителем

К пятой группе относятся так называемые нейтральные сме-  
 щения, где сместитель занимает отвесное или горизонтальное  
 положение.

Далее, каждая из указанных групп и подгрупп делится более  
 подробно на ряд геометрических форм, которые отличаются друг  
 от друга углом смещения, согласным или несогласным падением  
 сместителя и количеством направлений, по которым смещенный  
 пласт удваивается. В итоге получаются 43 возможные геометри-  
 ческие формы разрывов.

Следовательно, форма разрыва в рассмотренной классификации зависит главным образом от условного направления перемещения, т. е. от направления перпендикуляра, проведенного к линии пересечения лежащего крыла пласта со сместителем. Однако, если исходить из действительного направления переме-

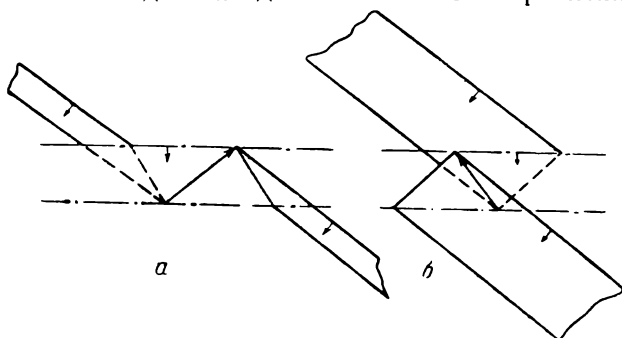


Рис. 15. Формы разрывов по геометрической классификации В. И. Баумана, изображенные в проекциях с числовыми отметками

*a* — взбросо-сдвиг; *б* — взбросо-пересдвиг

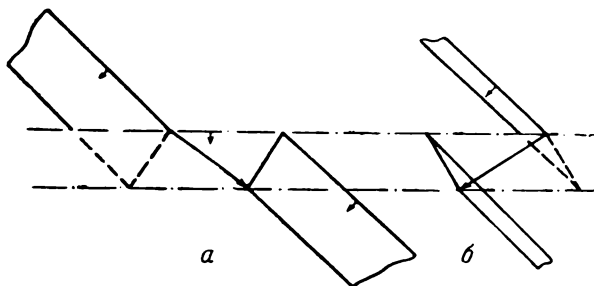


Рис. 16. Формы разрывов по геометрической классификации В. И. Баумана, изображенные в проекциях с числовыми отметками

*a* — сбросо-сдвиг; *б* — сбросо-пересдвиг

щения, направление перпендикуляра к линии пересечения пласта со сместителем будет одним из бесчисленно возможных направлений перемещения смещенного крыла пласта.

Допустим, что штрек, пройденный по пласту, встретил разрыв, у которого линия пересечения располагается диагонально по отношению к элементам залегания сместителя (рис. 17). В зависимости от действительного направления перемещения висячего крыла относительно лежащего в данном случае может образоваться: взбросо-сдвиг *A*, сдвиг *B*, сбросо-сдвиг *B*, сброс *Г*, сбросо-пересдвиг *Д*, пересдвиг *Е*, взбросо-пересдвиг *З* и взброс *Ж*. По классификации же В. И. Баумана, при этих условиях может

образоваться только сбросо-сдвиг *B* и взбросо-пересдвиг *З*. Отсюда следует, что формы разрывов рассмотренной классификации, так же как и других подобных геометрических классификаций — П. К. Соболевского (1925 г.) и Н. Г. Келль (1950 г.), являются результатом абстрактного геометрического анализа в отрыве от действительных условий образования этих разрывов и без учета действительного направления перемещения разорванных частей пласта относительно друг друга.

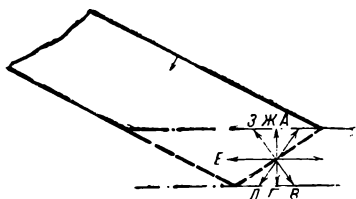


Рис. 17. При такой ориентировке линии пересечения пласта со сместителем, по геометрической классификации В. И. Баумана, возможно образование только двух форм разрыва: взбросо-пересдвиг *З* и сбросо-сдвиг *B*. В действительности могут образоваться, кроме указанных форм, взброс *Ж*, взбросо-сдвиг *A*, сдвиг *Б*, сброс *Г*, сбросо-пересдвиг *Д* и пересдвиг *Е*.

Основной ошибкой горногеометров, которые создавали указанные классификации разрывов, является стремление внешне сохранить принципы генетической классификации и, в частности, направление перемещения. В их условном направлении перемещения смешаны два понятия — геометрическое и генетическое, причем генетическому понятию придается условный чисто геометрический смысл. Отсюда исторически сложилось, что геометрические и генетические классификации форм разрывов имеют одни и те же названия, хотя внутреннее содержание их совершенно различно. Если

условное перемещение направлено вниз, то говорят о сбросах, если вверх — о взбросах, хотя в действительности это могут быть любые другие формы разрывов.

Из всего сказанного очевидно, что рассмотренные геометрические классификации разрывов по своей сущности являются метафизическими. Метафизический образ мышления, пишет Ф. Энгельс, является «односторонним, ограниченным, абстрактным и запутывается в неразрешимых противоречиях, потому что за отдельными вещами он не видит их взаимной связи, за их бытием — их возникновение и исчезновение, из-за их покоя забывает их движение, ...». Понятно поэтому, почему ни одна из чисто геометрических классификаций не имела успеха.

Больше того, эти классификации принесли вред, поскольку надолго задержали разработку методики поисков смещенного крыла пласта, основанной на изучении действительного направления перемещения смещенного крыла пласта. Нельзя не согласиться с И. А. Молчановым (1939 г.) в том, что «изучение явлений смещения, вне связи с порождающими их явлениями перемещений, завело горную геометрию в тупик». Отсюда понятно, почему классификация В. И. Баумана у рудничных геологов и специалистов по детальной разведке рудных и шахтных полей совершенно не нашла применения.

Геологи пошли по другому пути. Вопреки мнению горногеометров, они считают, что в основу классификации форм разрывов нужно положить не условное, а действительное направление перемещения смещенного крыла пласта. Все горногеометры, отстаивая классификацию В. И. Баумана, ссылаются на то, что действительное направление перемещения определить чрезвычайно трудно.

Такое утверждение не соответствует современному уровню наших знаний и свидетельствует об отрыве горной геометрии от геологии. Конечно, в мало изученных районах бывает трудно установить действительное направление перемещения смещенного крыла пласта, но в хорошо изученных районах эти трудности можно преодолеть. Так, многолетняя практика изучения сложной разрывной тектоники Кузнецкого бассейна показала, что действительное направление перемещения смещенного крыла пласта можно определить путем изучения поверхности сместителя, а также на основании общих геологических закономерностей, установленных в бассейне.

Известно, что тектоника бассейна обусловлена тангенциальными движениями земной коры. По крайней мере, до сих пор, несмотря на широкий размах разведочных и эксплуатационных работ, типичные сбросы не установлены. Кроме того, четырнадцатилетний опыт успешного применения в Кузнецком бассейне разработанного нами (А. А. Белицкий, 1939 г. и 1950 г.) метода поисков смещенного крыла пласта, основанный на изучении штриховки на поверхности сместителя, показал, что штриховка имеется в подавляющем большинстве случаев.

Таким образом, зная ориентировку штриховки и общие геологические закономерности, а иногда только на основании изучения морфологических особенностей штриховки и других знаков на поверхности сместителя, можно определить действительное направление перемещения смещенного крыла пласта.

Классификацию тангенциальных форм разрывов, основанную на действительном направлении перемещения смещенного крыла пласта, разработал М. А. Усов (1932 г.), который занимался исследованием шахтной тектоники Кузбасса. Кроме действительного направления перемещения смещенного крыла пласта М. А. Усов положил в основу своей классификации некоторые геометрические признаки: падает ли пласт и сместитель в одну или разные стороны, а также падает ли сместитель круче или положе пласта. На этом основании для разрывов, у которых висячее крыло перемещается вверх по линии восстания сместителя, он выделяет следующие формы: согласный взброс — пласт и сместитель падают в одну сторону, причем сместитель падает круче пласта (рис. 18,а); несогласный взброс — пласт и сместитель падают в разные стороны (рис. 18,б); обратный надвиг — пласт и сместитель падают в одну сторону, но, в отличие от согласного взброса, сместитель

падает положе пласта (рис. 19,а). Кроме того, М. А. Усов выделяет прямой надвиг (рис. 19,б), у которого взаимоотношение

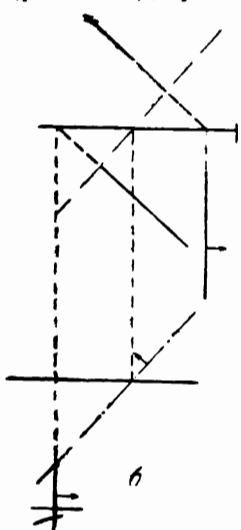
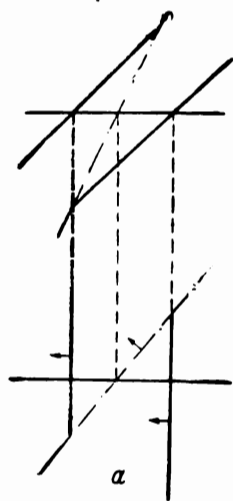


Рис. 18. Формы разрывов по классификации М. А. Усова

Взбросы: а — согласный; б — несогласный

фикации В. И. Баумана прежде всего

Эта классификация не навязывает природе несвойственные ей, надуманные формы разрывов. Она создана на основании изучения реально существующих форм разрывов в Кузнецком бассейне. Поэтому она нашла себе применение на практике, по крайней мере в Кузнецком бассейне.

Однако следует отметить, что классификация М. А. Усова имеет ряд существенных недостатков. В ней разобраны простые разрывы, у которых движение крыльев происходит или по восстанию сместителя (взбросы и надвиги), или по простиранью сместителя (сдвиги). Вряд ли нужно доказывать,

пласта и сместителя такое же, как и у обратного надвига, а висячее крыло, как известно, ошибочно считается вниз по линии падения сместителя. Условия образования такого разрыва рассмотрены выше.

Помимо указанных форм разрывов М. А. Усов выделяет также сдвиги - разрывы, при которых висячее крыло перемещается по линии простиранья сместителя.

Ясно, что подобная классификация выгодно отличается от классической своей естественностью.

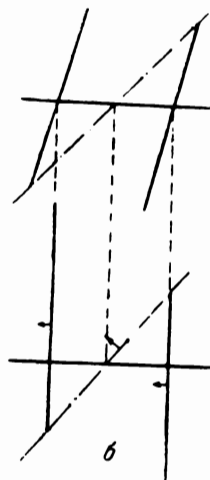
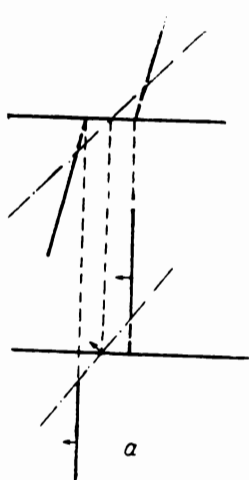


Рис. 19. Формы разрывов по классификации М. А. Усова

Надвиги: а — обратный; б — прямой

что такие направления движения смещенного крыла пласта возможны только в отдельных частных случаях. В общем случае обычно имеют место разрывы, у которых крылья будут перемещаться в каком-то наклонном по отношению к элементам залегания сместителя направлении. Следовательно, господствующие формы разрывов будут не взбросы, надвиги и сдвиги, а взбросо-надвиго-сдвиги.

М. А. Усов не отрицал подобные формы разрывов, но при этом подчеркивал (1933 г.), что «доказать их трудно, так как для этого требуются тщательные исследования на значительной площади. Поэтому пользоваться данными терминами при определении дизъюнктивных форм необходимо с большой осторожностью».

Однако практически ученики М. А. Усова, изучающие разрывы, исходили из возможности движения смещенного крыла пласта только по восстанию или по простиранью сместителя. Редко кто ставил перед собой задачу изучить штрихи скольжения на поверхности сместителя и по ним определить действительное направление перемещения смещенного крыла пласта.

Указанное выше положение М. А. Усова нередко приводило к ошибкам. В работах М. А. Усова (1933 г.) и П. Ф. Красникова (1933 г.) были на основании этой классификации сформулированы правила поисков смещенного крыла пласта. Так, учитывая, что при взбросе в горизонтальном сечении образуется сдвоенное крыло, М. А. Усов (1933 г.) считал, что с точки зрения поисков смещенного крыла пласта «легко разобратся в данных нарушениях и найти смещенное крыло путем проведения коротких выработок. Следует только иметь в виду, что эти выработки должны начинаться от обреза пласта на данном горизонте, ибо в противном случае разведочный квершлаг может пройти мимо смещенного крыла».

На основании этого рудничные геологи, встретив штреком разрыв типа согласного взброса, особенно не задумываясь, направляли разведку или даже горную выработку на смещенное крыло пласта. Нередко такой метод приводил к потере времени и нерациональной затрате государственных средств, так как смещенное крыло пласта оказывалось в другом направлении (рис. 20). Рудничный геолог, опираясь на классификацию М. А. Усова и указания его относительно направления поисков смещенного крыла пласта, в подобных случаях рассчитывал, что оно занимает положение АА (см рис. 20), в действительности же смещенное крыло пласта занимает положение ББ. Причина понятна: здесь имеет место не взброс, а взбросо-сдвиг.

Следует, однако, отметить, что приближенное определение формы разрыва может найти себе применение и в настоящее время, особенно тогда, когда невозможно обнаружить штриховку на поверхности сместителя, например во время разведки бурением. В этом случае форму разрыва ориентировочно можно



определить, пользуясь стратиграфическим (сопоставление пород в боках сместителя) или структурным (подгибы пластов к сместителю) методами или по аналогии с хорошо изученными разрывами на соседних участках. Конечно, при этом нужно использовать малейшую возможность для уточнения формы разрыва.

Необходимо также остановиться на классификации разрывов И. А. Молчанова (1939 г.). Свою классификацию он основывал на действительном направлении перемещения смещенного крыла

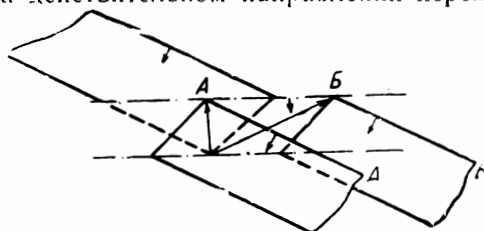


Рис. 20. Изменение местоположения висячего крыла относительно лежащего в зависимости от направления перемещения висячего крыла

АА — взброс; ББ — взбросо-сдвиг

В данном и последующих рисунках тонкая сплошная линия со стрелкой на конце означает не условное, а действительное перемещение висячего крыла пласта относительно лежащего крыла

пласта, величине угла встречи пласта со сместителем в плане, согласном или несогласном падении пласта и сместителя, а также крутизне падения сместителя относительно падения пласта. В отличие от классификации М. А. Усова, И. А. Молчанов достаточно подробно проанализировал взбросо- и надвиго-сдвиги, так как все разрывы он рас-

сматривал при различных углах наклона действительного направления перемещения смещенного крыла пласта ( $0^\circ$ ,  $0-90^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $90-180^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $180-270^\circ$ ,  $270^\circ$ ,  $270-360^\circ$ ). С этой точки зрения она выгодно отличается от классификации М. А. Усова.

Однако недостатки есть и в классификации И. А. Молчанова. Например, он не выделяет разрывы, приводящие к сдвоению или зиянию пласта, тогда как этот признак является, пожалуй, самым важным для разведки и эксплуатации месторождения полезного ископаемого. С этой стороны выделенные И. А. Молчановым формы разрывов остаются неопределенными. Так, при углах наклона действительного направления перемещения смещенного крыла пласта в интервале  $0-90^\circ$  он называет взбросы (согласные и несогласные) положительными<sup>1</sup> взбросо-сдвигами. Нетрудно доказать (см. рис. 20), что согласный взброс при таких угловых значениях направления перемещения смещенного крыла пласта может образовать зияние и сдвоение пласта. Это обстоятельство снижает ценность классификации И. А. Молчанова и создает определенные трудности при практическом ее использовании.

<sup>1</sup> Положительными разрывами И. А. Молчанов называет разрывы, у которых горизонтальная составляющая движения смещенного крыла направлена вправо, если плоскость сместителя падает в сторону наблюдателя.

# КЛАССИФИКАЦИЯ ПОСТУПАТЕЛЬНЫХ ТАНГЕНЦИАЛЬНЫХ ФОРМ РАЗРЫВОВ, ПРЕДЛАГАЕМАЯ АВТОРОМ

## Общие соображения

На протяжении длительного времени формирования складчатой структуры осадочные породы в общем случае испытывают последовательные стадии деформации. В процессе пластической деформации образуются складки и, кроме того, в породах возникает большое количество плоскостей скольжения — кливаж. Затем, когда пластические возможности деформирования исчерпаны и, следовательно, породы начинают разрушаться, возникают разрывы. Таким образом, образованием разрывов в основном завершается процесс складкообразования.

Конечно, такую последовательность в деформации горных пород можно рассматривать только принципиально, поскольку известно, что разрывы могут возникнуть еще во время пластической деформации, так же как нередко образование разрывов сопровождается пластической деформацией. Тем не менее важно подчеркнуть, что в основном пластическая деформация осадочных пород завершается образованием разрывов, которые по своей природе в данном случае отвечают типичным вязким разрывам. Иными словами, можно сказать, что разрывы возникают тогда, когда складчатость и кливаж в основном сформировались; следовательно, к моменту возникновения разрывов деформируемая толща горных пород пронизывается большим количеством различно ориентированных систем кливажа. Кроме того, к этому времени, вследствие межпластовых скольжений, которые сопровождают процесс складкообразования, послонные трещины повсюду становятся хорошо выраженными.

Таким образом, деформируемая толща горных пород к моменту возникновения разрывов становится уже резко анизотропным телом, в котором имеются направления преимущественной разрядки напряжений. Это обстоятельство имеет огромное значение для правильного понимания разрывной структуры любого рудного поля. Таким образом, когда создаются благоприятные условия для разрушения пород и, следовательно, образуются вязкие разрывы, напряжения, которые приводят к образованию этих разрывов, стремятся разрядиться по направлению наименьшего сопротивления. Поэтому наряду с новым направлением разрывов (если к этому времени изменилась ориентировка сжимающих сил) возникает большое количество разрывов по старым направлениям, совпадающим с кливажем и напластованием.

Если к этому времени в толще пород успело образоваться большое количество систем кливажа, различно ориентированных в пространстве, то вследствие приспособления разрывов к кливажу, как к направлениям наименьшего сопротивления, может

возникнуть довольно сложная сетка разрывов. Понятно, что при этом разрывы наиболее легко приурочиваются к тем системам кливажа, которые расположены благоприятно по отношению к направлению движения масс горных пород. Кроме этого, хотя и менее отчетливо и в виде более редкой сетки, эти разрывы наблюдаются и по тем системам кливажа, которые неблагоприятно расположены к общему движению масс горных пород.

Эти положения хорошо подтверждаются разрывной структурой изученных нами Прокопьевского и Киселевского районов, Кузнецкого бассейна. Здесь наряду с крупными продольными разрывами с большой амплитудой нарушения имеется огромное количество более мелких разрывов, которые в отдельных случаях встречаются штреками буквально через каждые 10—12 м. Среди них большинство принадлежит продольным разрывам, которые образовались по посылным трещинам и продольным системам кливажа. Наряду с ними имеется большое количество диагональных разрывов, элементы залегания которых точно совпадают с элементами залегания диагональных систем кливажа. Значительно реже, но тем не менее повсеместно, мы фиксировали поперечные разрывы, элементы залегания которых совпадают с поперечными системами кливажа. При внимательном изучении можно почти в каждом шахтном поле обнаружить, что элементы залегания этих разрывов соответствуют двенадцати системам кливажа, выявленным и изученным в этих районах.

Таким образом, при наличии благоприятной обстановки для образования разрывов в толще горных пород возникает огромное количество разрывов, различно ориентированных в пространстве. Ясно, что все эти разрывы, будучи даже одинаковыми по генезису, имеют различную форму, знание которой имеет большое значение для разведки и эксплуатации месторождения. Поэтому в нашей классификации, основанной на действительном направлении перемещения смещенного крыла пласта, мы постарались учесть все доступные для наблюдения признаки, на основании которых можно однозначно решать вопрос о формах разрывов.

### **Анализ признаков, положенных в основу классификации**

Форма разрывов обуславливается, с одной стороны, взаимоотношением сместителя и пласта, а с другой — направлением перемещения смещенного крыла пласта. Рассмотрим условия образования форм разрывов, учитывая оба эти признака. Все разрывы можно подразделить по углу пересечения пластов сместителями в плане. Исходя из этого, обычно выделяют продольные, диагональные и поперечные разрывы. Такое подразделение, в свете наших взглядов на механизм образования трещиноватости в земной коре, приобретает большое значение. Автор в своей

работе (1939 г.) на основе критики теории эллипсоида деформации Г. Беккера доказывал, что в земной коре в общем случае горные породы испытывают объемное напряженное состояние и объемную деформацию. Если возникнут благоприятные условия, то при этом в одну фазу тектогенеза могут образоваться шесть систем поверхностей скалывания<sup>1</sup> (рис. 21). Две из них располагаются продольно по отношению к осевым плоскостям складок и падают навстречу друг другу под углом  $45^\circ$  к горизонту. Две будут поперечными системами, которые тоже падают навстречу друг другу под углом  $45^\circ$  к горизонту. Две системы будут диагональными и будут иметь вертикальное падение.

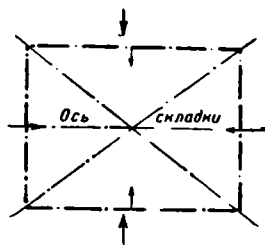


Рис. 21. Расположение трещин при объемной деформации горных пород

Ко времени наступления момента разрушения горных пород с образованием вязких разрывов данный участок земной коры мог испытать уже несколько фаз тектогенеза. В результате этого он пронизан большим количеством систем поверхностей скалывания, различным образом ориентированных в пространстве. Если учесть это, становится понятным, что разрывы стремятся приспособиться к этим поверхностям, как к направлениям наименьшего сопротивления, поэтому одновременно может возникнуть большое количество продольных, диагональных и поперечных разрывов.

Следует, однако, отметить, что при этих условиях в общем случае направление перемещения крыльев разрыва относительно друг друга у продольных, диагональных и поперечных разрывов будет не одинаково. Так как направление простирания продольных разрывов обычно перпендикулярно сжимающим силам, то у этих разрывов крылья будут перемещаться относительно друг друга по линии восстания сместителя.

В диагональных разрывах направление перемещения крыльев будет зависеть от угла падения сместителя. Если сместитель падает очень круто, близко к  $90^\circ$ , то крылья будут перемещаться относительно друг друга почти по простиранию сместителя. Если же сместитель диагональных разрывов падает под углом  $50-70^\circ$ , то крылья перемещаются в каком-то среднем направлении между простиранием и восстанием сместителя. В поперечных разрывах при этих условиях крылья будут перемещаться по простиранию сместителя.

Высказанное положение можно иллюстрировать на примере разрывной структуры изученных нами Прокопьевского и Кисе-

<sup>1</sup> Кроме того, при благоприятных условиях могут возникнуть также две системы поверхностей, обусловленные удлинением деформируемого тела в направлении, перпендикулярном сжатию.

левского районов, Кузнецкого бассейна. Как было отмечено выше, в этих районах давно применяется разработанный нами метод поисков смещенного крыла пласта, основанный на изучении штриховки на поверхности сместителя. За это время сделано огромное количество наблюдений, на основании которых установлено, что в продольных разрывах, как правило, штриховка составляет с простираемым сместителем угол, близкий к  $90^\circ$ , только в редких случаях достигающий до  $40-50$  или  $130-140^\circ$ . В диагональных разрывах этот угол в среднем колеблется в пределах  $30-50$  или  $120-150^\circ$ , редко приближаясь к  $0^\circ$ ,  $180^\circ$  или  $90^\circ$ . В поперечных разрывах этот угол в подавляющем большинстве случаев близок к  $0$  или  $180^\circ$ .

Таким образом, мы нашли рациональное объяснение образованию взбросов и надвигов, взбросо- и надвиго-сдвигов и сдвигов в пределах одного рудного поля. Поэтому нет необходимости для объяснения сдвигов, как предлагает В. В. Белоусов (1948 г.), поворачивать эллипсоид деформации так, «чтобы длинная ось его заняла горизонтальное положение в направлении, перпендикулярном к давлению». Вместе с тем можно сказать на этом основании, что подразделение разрывов на продольные, диагональные и поперечные имеет также и практическое значение, поскольку с каждым из этих разрывов связано определенное направление движения крыльев относительно друг друга.

Все разрывы можно подразделить по отношению сместителя к напластованию в пространстве. М. А. Усов на этом основании выделил две группы разрывов: согласнопadaющие и несогласнопadaющие. Первую (согласнопadaющую) группу он подразделил еще по углу пересечения пластов сместителями, выделив так называемые согласные взбросы, а также прямой и обратный надвиги. Несогласнопadaющие разрывы он назвал несогласными взбросами.

Указанное подразделение имеет очень важное практическое значение, так как при одном и том же направлении перемещения смещенного крыла пласта, например строго по восстанию сместителя, все эти разрывы дадут разную форму: у согласного взброса (см. рис. 18,а) и прямого надвига (см. рис. 19,б) — сдвоенные, а у несогласного взброса (см. рис. 18,б) и обратного надвига (см. рис. 19,а) — зияние смещенных крыльев пласта.

При рассмотрении карт и разрезов типа Прокопьевского и Киселевского районов, Кузнецкого бассейна на первый взгляд может показаться, что разрывы, образующие зияние и сдвоенные смещенных крыльев пласта, имеют разный механический смысл: первые приводят как бы к растяжению пласта в определенном направлении (рис. 22), а вторые, наоборот, к его сокращению (рис. 23). Между тем необходимо подчеркнуть, что механический смысл этих разрывов одинаковый. Обе формы разрывов образуются вследствие сжатия толщи горных пород, являясь трещинами скалывания, и поэтому генетически совершенно не отли-

чимы. Чем же в таком случае обуславливается различная форма разрыва?

Если исключить влияние различного направления перемещения смещенного крыла пласта и рассмотреть образование разрывов при движении смещенного крыла пласта строго по восстанию сместителя, нетрудно убедиться, что образование зияния и сдвоения пласта обязано только соотношению пласта и сместителя.

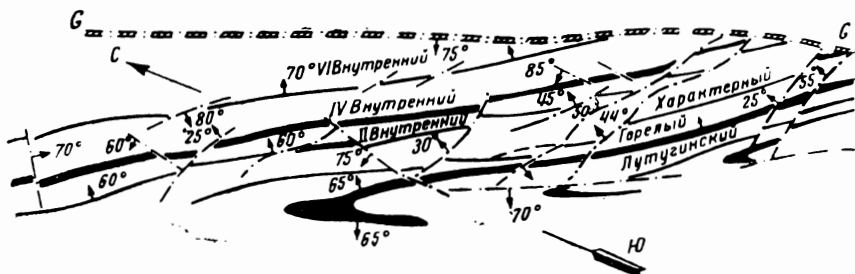


Рис. 22. Схематическая пластовая карта восточного крыла Голубевской антиклинали. Поле шахты им. И. В. Сталина Прокопьевского района, Кузнецкого бассейна



Рис. 23. Схематическая пластовая карта восточного крыла III синклинали. Поле шахты им. Ворошилова Прокопьевского района, Кузнецкого бассейна

С этой точки зрения рассмотрим вначале согласные и несогласные взбросы. На рисунках (см. рис. 24, а, б) видно, что при движении смещенного крыла пласта по восстанию сместителя у согласного взброса образуется сдвоение пласта, а у несогласного взброса — зияние. Следовательно, эти две формы разрывов отличаются друг от друга только различным взаимоотношением крыльев пласта и сместителя. В этом не трудно убедиться, если внимательно просмотреть карту и разрезы Прокопьевского и Киселевского районов, Кузнецкого бассейна. Так, в плоскости главных квершлагов шахты им. Сталина Прокопьевского района, на Западном крыле Голубевской антиклинали по пласту VI Внутреннему, зафиксирован разрыв 1—1 типа согласного взброса (рис. 25), а на восточном крыле в этом же разрезе, по пластам

Горелому и Лутугинскому, зафиксирован разрыв 2—2 типа несогласного взброса. На разрезе видно, что оба разрыва относятся

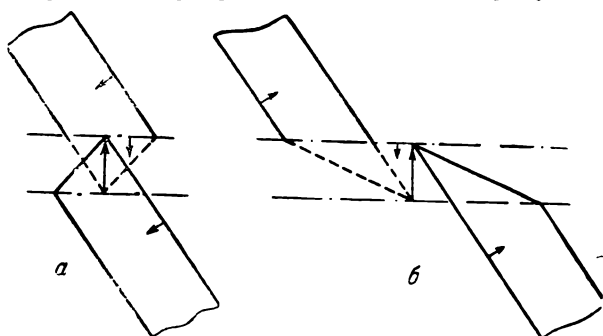


Рис. 24. Изменение расположения висячего крыла разрыва относительно лежащего крыла при различном геометрическом взаимоотношении сместителя и пласта

Взбросы: а—согласный (сдвоенный); б—несогласный (звоние)

к одной системе параллельных трещин, но в первом случае сместитель падает согласно с пластом, а во втором—несогласно, поэтому по пласту VI Внутреннему образовалось сдвоение пласта, а по пластам Горелому и Лутугинскому—звоние.

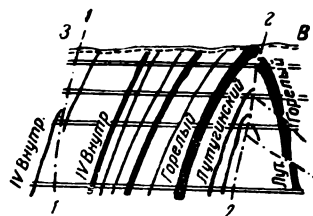


Рис. 25. Вертикально-поперечный разрез в плоскости главных кваршлаггов шахты им. И. В. Сталина Прокопьевского района Кузнецкого бассейна

Еще более убедительным примером является разрыв *bb*, хорошо изученный в поле шахты им. Ворошилова (рис. 26). В пределах этого поля между крупными разрывами *EE* и *SS* (Афонино-Киселевский надвиг) пласты угля образуют Красногорские антиклиналь и синклиналь. Указанный разрыв *bb* на юге диагонально пере-

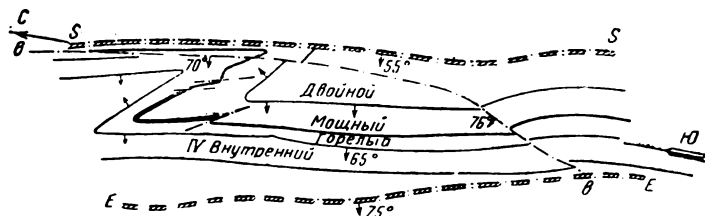


Рис. 26. Схематическая пластовая карта восточного крыла III синклинали. Поле шахты им. Ворошилова Прокопьевского района, Кузнецкого бассейна (северная часть)

секает западное крыло Красногорской антиклинали и, будучи здесь согласнопadaющим, образует сдвоение пластов. Далее на

севере разрыв *bb*, несколько изгибаясь, пересекает восточное крыло Красногорской антиклинали. Здесь разрыв уже несогласнопадающий, поэтому пласты образуют зияние. Ещё далее на севере разрыв *bb* пересекает пласт Мощный на восточном крыле Красногорской синклинали и, являясь здесь снова согласнопадающим, сдвигает этот пласт.

Таким образом, один и тот же разрыв, пересекая пласты с различными элементами залегания, может образовывать в одних случаях сдвиг, а в других — зияние. Если рассматривать только пласт Мощный, то можно сказать, что, пересекая один и тот же пласт, разрыв *bb*, расположенный на разных крыльях складки, на одном крыле образует сдвиг, а на другом — зияние пласта.

Следует отметить, что специалисты, привыкшие все тангенциальные разрывы называть надвигами, без учета геометрических особенностей различных форм разрывов, видят в этом большом недостатке подобного рода классификаций. Нередко приходится слышать замечания: как можно генетически однородным разрывам придавать разные названия или один и тот же разрыв на разных крыльях складки называть по-разному?

На это можно ответить следующее. Нам нужна такая классификация, которая при детальном исследовании разрывов помогла бы разведке и эксплуатации полезных ископаемых. Многолетний опыт показал, что для этих целей важно знать форму разрывов, которая определяется направлением перемещения смещенного крыла пласта (генетический признак) и взаимоотношением пласта и сместителя (геометрический признак). Поэтому такая классификация является, вообще говоря, генетической, но мы не ограничиваемся этим и внутри определенной генетической группы разрывов, кроме того, выделяем характерные геометрические признаки, которые обуславливают образование определенных форм разрывов. Иногда, возражая против подобного рода классификации, в качестве одного из аргументов выдвигают большое многообразие форм разрывов. Однако М. А. Усов (1933 г., 1940 г.) показал, что все многообразие форм разрывов можно свести к сравнительно небольшому количеству форм, которые обладают, однако, очень важными для разведки и эксплуатации свойствами.

Необходимо отметить, что, пользуясь таким методом анализа, мы сумели разобраться в очень сложной разрывной структуре Прокольевского и Киселевского районов, Кузнецкого бассейна. На основе этой методики нам удалось увязать разрезы и составить карту этих районов в масштабе 1 : 10 000. Удалось также выработать методику поиска смещенного крыла пласта, которая успешно применяется в этих районах.

Специалисты, которые смешивают все формы тангенциальных разрывов, называя их надвигами, подобных результатов не имеют. Так, попытка проанализировать тектонику рудных полей



жильного типа на примере Садонского месторождения в этом отношении решительно ничего не дала. Не владея надлежащей методикой анализа, они вынуждены были признать свое бессилие, заявив, что попытки найти в сложной сети мелких сбросов какую-нибудь общую закономерность перемещения участков до сих пор не увенчались успехом: хотя какая-то закономерность

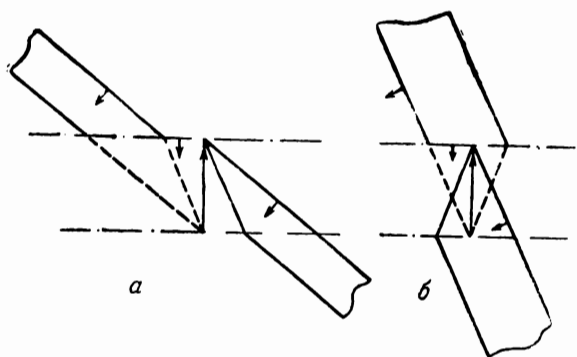


Рис. 27. Отдвиг *а* и надвиг *б*, изображенные в проекции с числовыми отметками

в распределении сбросов несомненно существует, но она слишком замаскирована сложной сетью разрывов.

Рассмотрим с этой точки зрения прямые (см. рис. 19,б, 27,б) и обратные (см. рис. 19,а, 27,а) надвиги, учитывая, что всяческие крылья указанных разрывов перемещаются по восстанию сместителя.

Предварительно отметим, что предложенные М. А. Усовым названия для этих разрывов — прямой и обратный надвиги — весьма неудачны. Следует учесть, что имеют место возражения против сосуществования двух генетически однозначных терминов — взбросы и надвиги, — так как оба эти термина в конечном счете указывают на то, что всячее крыло перемещалось снизу вверх по восстанию сместителя. Поэтому, казалось бы, правильной все тангенциальные разрывы называть или взбросами или надвигами, а внутри их различные формы разрывов выделять по геометрическому признаку (согласное или несогласное падение пласта и сместителя, пласт падает круче или положе сместителя, образуется зияние или сдвоение пласта и др.). Однако такой подход приводит к очень громоздким и мало вразумительным названиям.

В связи с этим перед исследователями, которые занимались детальным анализом форм разрывов (М. А. Усов, И. А. Молчанов и др.), каждый раз возникала необходимость разделить все формы тангенциальных разрывов на две группы: взбросы и надвиги. Между последними нет генетического различия (движение в обоих случаях происходит вверх), а только чисто геометрическое. Взбросы — это разрывы, у которых всячее крыло перемещается вверх по сместителю с более крутой поверхностью по сравнению с разорванным пластом; надвиги — по более пологой поверхности сместителя. Конечно, такое различие является условным, но вряд ли, учитывая эту условность, совершенно неизбежную в детальной классификации разрывов, можно выска-

зать серьезное возражение против сосуществования этих двух терминов.

Другое дело, что к этим терминам добавляются определения: прямой и обратный. Эти названия неудачны, особенно если учесть, что М. А. Усов под прямым надвигом понимал такую форму разрыва, у которой всячее крыло перемещалось сверху вниз, т. е. как раз в направлении, обратном движению, свойственному надвигу. Выше мы показали, что эта форма разрыва образуется не путем опускания, а путем поднятия всячего крыла снизу вверх. М. А. Усов ошибся потому, что он эту форму разрыва неправильно изображал графически. За данной формой разрыва мы предлагаем оставить название надвиг, без прилагательного «прямой». Что же касается обратного надвига по М. А. Усову, то этот термин мы предлагаем заменить термином «отдвиг».

Действительно, в первом случае (надвиг) всячее крыло надвигается по относительно пологому сместителю на лежащее крыло, образуя перекрытие, или сдвоение, крыльев пласта (см. рис. 4,в). Во втором случае (отдвиг) всячее крыло отодвигается от лежащего крыла вверх по восстанию сместителя, образуя зияние крыльев пласта (см. рис. 19,а).

Форма проявления этих разрывов — т. е. образуется ли надвиг или отдвиг — зависит от геометрической взаимосвязи пласта и сместителя. Иначе говоря, форма проявления этих разрывов зависит от комбинаций угла падения пласта  $\beta_1$ , угла падения сместителя  $\beta_2$  и угла встречи пласта и сместителя в плане  $\omega$ . Эту зависимость мы нашли аналитически. Особенно наглядно она видна тогда, когда, подобрав значения  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  и  $\omega$  так, чтобы они отвечали надвигу, изображаем его в проекции с числовыми отметками, а затем на этом же чертеже, оставив те же значения  $\beta_1$  и  $\beta_2$ , изменим  $\omega$ . Как видно на рис. 28, достаточно изменить простираание сместителя  $KLK'L'$ , на простираание  $EFE'F'$ , т. е. изменить угол встречи с  $\omega_1$  на  $\omega_2$ , оставив без изменения углы  $\beta_1$  и  $\beta_2$ , как всячее крыло  $АВВГ$  переместится в положение  $ДЖМР$ , изменяя тем самым форму разрыва с надвига на отдвиг.

Так же можно было бы доказать, что форма этих разрывов может изменяться, если оставить постоянными  $\beta_1$  и  $\omega$ , а изменить  $\beta_2$ , или, наоборот, оставить постоянными  $\beta_2$  и  $\omega$ , а изменить  $\beta_1$ . Одним словом, ясно, что форма разрыва — отдвиг или надвиг — зависит от геометрической взаимосвязи пласта и сместителя.

Деление всех разрывов на согласнопадающие и несогласнопадающие имеет очень важное значение и в другом отношении. Наблюдения в Кузнецком бассейне показали, что часто согласнопадающие разрывы настолько легко пересекают пласты, что породы, примыкающие к сместителю, оказываются в очень слабой степени деформированными. В некоторых случаях даже крупные согласнопадающие разрывы с большой амплитудой пере-

мещения пластов имеют сравнительно небольшую зону раздробленных пород вбок от сместителя.

В этом отношении особенно интересны наши наблюдения на шахте им. Кагановича Прокопьевского района, где горными

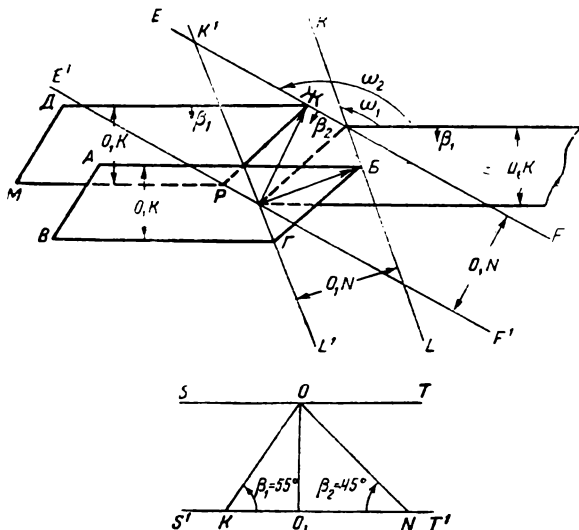


Рис. 28. Изменение формы разрыва с надвига (положение висячего крыла  $BA$ ) до отдвига (положение висячего крыла  $ЖД$ ) при изменении угла между простиранием пласта и сместителя с  $\omega_1$  до  $\omega_2$ .  $O_1N$  и  $OK$  — горизонтальные заложения сместителя и пласта в пределах вертикальных отметок  $ST$  и  $S'T'$

выработками был подсечен один из крупнейших разрывов этого района —  $EE$  (рис. 29), типа согласного взброса с вертикальной амплитудой перемещения около 2000 м. Любопытно отметить, что породы в боках этого крупнейшего разрыва имеют совершенно

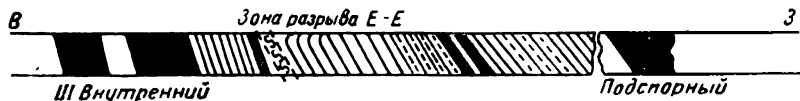


Рис. 29. Геологический разрез в плоскости квершлага № 8 шахты им. Кагановича Прокопьевского района, Кузнецкого бассейна

спокойное залегание, а сама трещина настолько слабо выражена, что во время проходки квершлага ее вначале не заметили. Трещину стали искать только после подсечения пласта III Внутреннего вслед за пластом Подспорным, что свидетельствует о стратиграфическом разрыве, равном почти двум толщам балахонской свиты. После тщательных поисков удалось установить, что трещина находится в 3,5 м от кровли пласта III Внутреннего в кон-

такте между углистым и песчанистым аргиллитом и выражена зоной разбитых, а местами перетертых пород мощностью 0,5 м.

Висячем боку этой зоны пласты аргиллитов на протяжении 1,5 м от трещины падают под более крутым углом и даже в потолке выработки заметно обратное их падение, но дальше на запад породы снова залегают спокойно. В лежачем боку углистый аргиллит мощностью 1,0 м немного помят, однако никаких изменений в элементах его залегания не обнаружено. Несмотря на близость пласта III Внутреннего от разрыва *ЕЕ*, он полностью сохранил свою структуру, а уголь этого пласта достаточно крепок.

Отсутствие или сравнительно слабое проявление зоны дробления пород в боках согласнопадающих разрывов можно объяснить тем, что сместитель приспособливается к напластованию, как к направлению наименьшего сопротивления. Напряжения, которые при этом возникают по бокам разрывов, также разрешаются меж- и внутрислоистыми перемещениями, что часто приводит к образованию параллельно крупному согласнопадающему взбросу ряда сравнительно мелких согласнопадающих разрывов.

Таким образом, по бокам крупных разрывов типа согласных взбросов возникает своеобразная структура: пласты оказываются разорванными преимущественно продольными разрывами типа согласного взброса, реже — надвига и отдвига. В целом участок, примыкающий к такому разрыву, имеет сравнительно простую разрывную структуру (см. рис. 23).

В отличие от согласнопадающих, несогласнопадающие разрывы всегда сопровождаются сравнительно мощной зоной дробления пород в стороны от сместителя. Пласты разрываются почти поперек, поэтому поверхность трещины первично будет неправильная, волнистая. Перемещение крыльев разрыва по такому сместителю будет сопровождаться большим трением, что в свою очередь приводит к разрушению пород, примыкающих к сместителю.

Действительно, разрывная структура на отдельных участках Прокопьевского района, Кузнецкого бассейна, где угленосные отложения разорваны крупными разрывами типа несогласного взброса, характеризуется обычно густой сетью разрывов с вертикальной амплитудой перемещения от нескольких метров до нескольких десятков метров, а также большим разнообразием их форм и элементов залегания. В качестве примера можно указать на структуру восточного крыла Голубевской антиклинали в поле шахты им. Сталина, которое нарушено разрывом *GG* с вертикальной амплитудой перемещения около 600 м (см. рис. 22) и на структуру западного крыла III синклинали в поле шахты им. Калинина, которое затронуто разрывом *AA* с вертикальной амплитудой также около 600 м. Здесь на отдельных участках подземные горные выработки вскрыли разрывы

буквально через каждые 10—12 м, при этом среди них встречались продольные, диагональные и поперечные, с падением сместителей в разные стороны. Преимущественное развитие на этих участках имеют разрывы типа несогласного взбросо-сдвига и отдвига-сдвига, реже встречались согласные взбросо-сдвиги и надвига-сдвиги. Необходимо отметить, что при эксплуатационных работах встречались большие трудности, на этих участках обычно были и большие потери угля.

Следует, однако, подчеркнуть, что указанная закономерность не всегда строго выдерживается. Иногда встречаются разрывы типа согласного взброса, которые сопровождаются значительным разрушением пород, примыкающих к разрыву. В равной степени встречаются разрывы типа несогласного взброса, у которых породы слабо разрушены. Однако при внимательном анализе таких разрывов всегда удается выявить специфические условия деформации пород на данном участке, которые приводят к отклонению от указанной закономерности.

Весьма важным геометрическим признаком разрывов для ведения разведки шахтных полей, поисков смещенного крыла пласта и эксплуатации угольных пластов является расположение разорванных частей пласта относительно сместителя. С этой точки зрения, все разрывы характеризуются или сдвоением, или зиянием пласта. Особенно важное значение этот признак имеет для выбора правильного направления подземных горных выработок на смещенное крыло пласта. Например, если разрыв, встреченный штреком, вызывает сдвоение пласта, то горную выработку

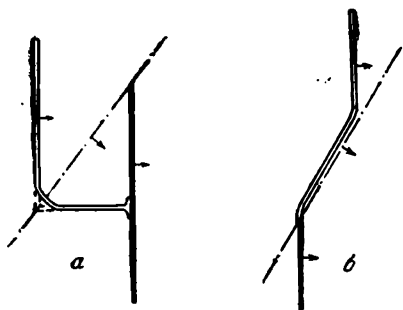


Рис. 30. Направление горных выработок на смещенное крыло пласта

*a*—при сдвоении пласта; *b*—при зиянии пласта

нужно повернуть в сторону другого крыла под прямым углом к штреку (рис. 30,а). Если же имеет место зияние, то ее нужно пройти вперед вдоль сместителя, до встречи со следующим крылом пласта (рис. 30,б).

Расположение разорванных частей пласта относительно сместителя определяется сравнительно легко для рассмотренных уже выше разрывов, у которых всякие крылья перемещаются относительно лежащих вверх по восстанию сместителей. В этом случае в согласных взбросах и надвигах наблюдается сдвоение, а

в несогласных взбросах и отдвигах — зияние крыльев. Однако такие, как мы называем, простые разрывы встречаются очень редко, и поэтому на них не следует ориентироваться при анализе разрывной структуры шахтных полей. В наиболее общем случае крылья разрывов будут перемещаться относительно друг друга



1. Линия, указывающая направление перемещения смещенного крыла пласта, расположена по левую сторону от линии пересечения пласта со сместителем. В этом случае величина  $l_3$  остается еще положительной, но сдвоение пласта уменьшается. Смещенное крыло пласта занимает положение *ДД*.

2. Линия перемещения смещенного крыла пласта совпадает с линией пересечения пласта со сместителем. Здесь  $l = 0$ , т. е. видимого разрыва пласта в горизонтальном сечении не будет при любом значении вертикальной амплитуды смещения. Смещенное крыло пласта займет положение *КК*.

3. Линия перемещения смещенного крыла пласта расположена по правую сторону от линии пересечения пласта со сместителем. Поэтому величина  $l_4$  становится отрицательной, и вместо сдвоения крыльев пласта возникает их зияние. Смещенное крыло пласта занимает положение *ГГ*.

Таким образом, в зависимости от направления движения крыльев разрыва относительно друг друга, может происходить их сдвоение или зияние. В связи с этим заметим, что такие разрывы, у которых смещенные крылья передвигаются в диагональном направлении по отношению к элементам залегания сместителя, правильно называть не взбросами и надвигами, а взбросо-сдвигами и надвиго-сдвигами. Однако для того, чтобы название формы разрыва определяло возможное расположение крыльев, необходимо указать направление их перемещения.

Из разобранный примера следует, что в согласных взбросах сдвоение пласта усиливается, если направление перемещения крыльев разрыва относительно друг друга совпадает с направлением падения пласта ( $+\lambda$ ). Сдвоение пласта уменьшается, и даже может образоваться зияние пласта, если крылья разрыва будут перемещаться в противоположном направлении от падения пласта ( $-\lambda$ ). В первом случае направление перемещения крыльев разрыва — положительное, а во втором — отрицательное.

На основании разобранный примера известно, что в данном случае отрицательное направление перемещения может привести к сдвоению пластов, если линия перемещения расположена по левую сторону от линии пересечения пласта со сместителем, и к зиянию, если линия перемещения расположена по правую сторону от линии пересечения пласта со сместителем.

Для того чтобы учитывать эту очень важную особенность разрывов, условимся обозначать угол между линией восстания сместителя и направлением перемещения смещенного крыла пласта буквой  $\alpha$ , а угол между линией восстания сместителя и линией пересечения пласта со сместителем —  $\beta$ . Тогда в разрывах типа согласного взброса и надвига при  $\alpha < \beta$  будет иметь место сдвоение, а при  $\alpha > \beta$  — зияние пласта. В разрывах типа отдвига и несогласного взброса при  $\alpha < \beta$ , наоборот, будет иметь место зияние, а при  $\alpha > \beta$  — сдвоение пласта. На этом

принципе А. С. Забродин сделал детальный геометрический анализ форм разрыва.

На первый взгляд кажется, что избранный нами способ анализа форм разрыва сложен и было бы проще оперировать угловыми значениями между простиранием сместителя и линией пересечения пласта со сместителем. Но такой способ позволил бы в каждом конкретном случае устанавливать только взаимное расположение крыльев пласта — зияние или сдвояние. При этом было бы ликвидировано существенное преимущество нашего способа анализа, при котором положительное и отрицательное направления перемещения дают при данных геометрических взаимоотношениях пласта и сместителя наглядное представление об изменении формы разрыва в зависимости от изменения направления перемещения, а вместе с тем позволяют более точно сопоставлять между собой разрывы, что очень важно для составления геологической карты.

### Формы разрывов

Разобрав главнейшие признаки, определяющие различные формы разрывов, можно приступить к составлению классификации форм разрывов. Если при этом рассмотрим только разрывы с наклонным залеганием пласта и сместителя, то все многообразие таких поступательных тангенциальных форм разрывов, у которых висячее крыло пласта перемещается относительно лежащего крыла по линии восстания сместителя, сводится к четырем формам: согласному и несогласному взбросу, надвигу и отдвигу. Эти формы разрывов можно принять за исходные для составления классификации.

Разрывы с наклонным залеганием пласта и сместителя встречаются повсеместно, и поэтому их можно рассматривать как общий случай разрыва. Наряду с ними в отдельных случаях могут встретиться предельные разрывы, у которых сместитель или пласт залегают горизонтально или вертикально (рис. 32). Последние встречаются редко, так как обычно пласт и сместитель, хотя бы на несколько градусов, отклоняются от вертикального или горизонтального залегания. Такой разрыв можно отнести к одной из исходных форм разрывов. Но все же, если подобный разрыв встретится, пользуясь изложенным в данной работе методом анализа, можно всегда найти расположение разорванных крыльев пласта.

Расположение крыльев пласта у исходных форм может меняться в зависимости от направления перемещения висячего крыла пласта относительно лежащего крыла. Такое изменение было показано на примере согласного взброса (см. рис. 31).

Легко доказать, что эта закономерность, подобно согласному взбросу, сохраняется и в надвиге (рис. 33). В несогласном взбросе перемещение висячего крыла разрыва положительного



направления увеличивает зияние пласта, а при отрицательном направлении может привести к сдвоению пласта (рис. 34). В отдвиге, наоборот, перемещение висячего крыла положительного направления может привести к сдвоению пласта, а отрицательного — увеличит его зияние (рис. 35). Одним словом, при

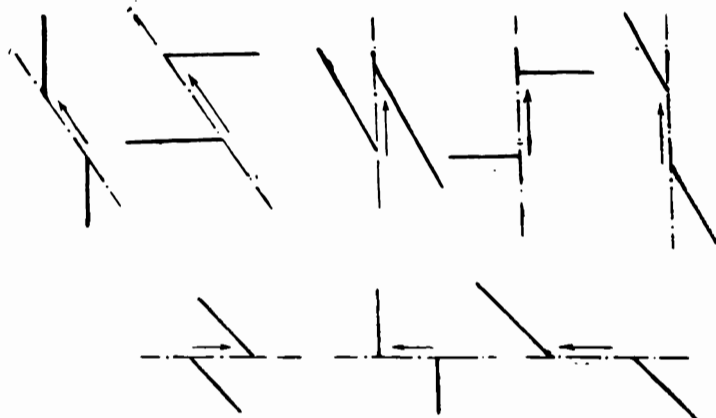


Рис. 32. Предельные разрывы, у которых сместитель или пласт залегает вертикально или горизонтально

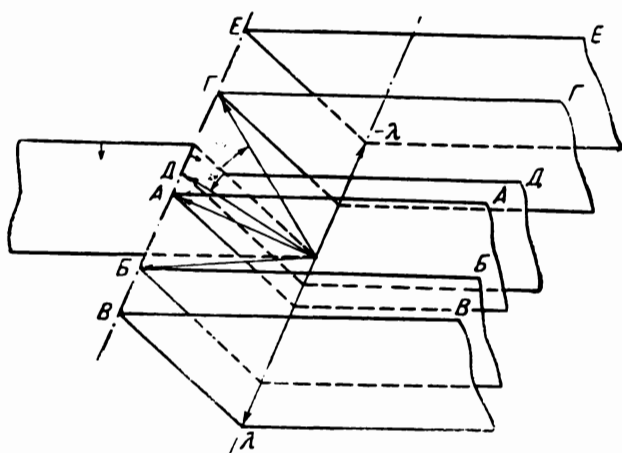


Рис. 33. Изменение формы диагонального надвига в зависимости от направления перемещения висячего крыла пласта относительно лежащего крыла (см. таблицу)

детальном анализе разрывной структуры название каждого разрыва должно отражать реально существующее расположение разорванных частей пласта относительно сместителя.

Например (см. рис. 31), отрицательный согласный взбросо-сдвиг ( $\alpha < \beta$ ) означает сдвоение пласта (положение висячего крыла — ДД), а отрицательный согласный взбросо-сдвиг ( $\alpha > \beta$ )

означает зияние (положение висячего крыла —  $\Gamma\Gamma$ ). Таким образом, однозначно решая вопрос о форме разрыва, мы тем самым положительно решаем вопрос о направлении поисков смещенного крыла пласта, что имеет огромное значение для разведки и эксплуатации месторождения<sup>1</sup>.

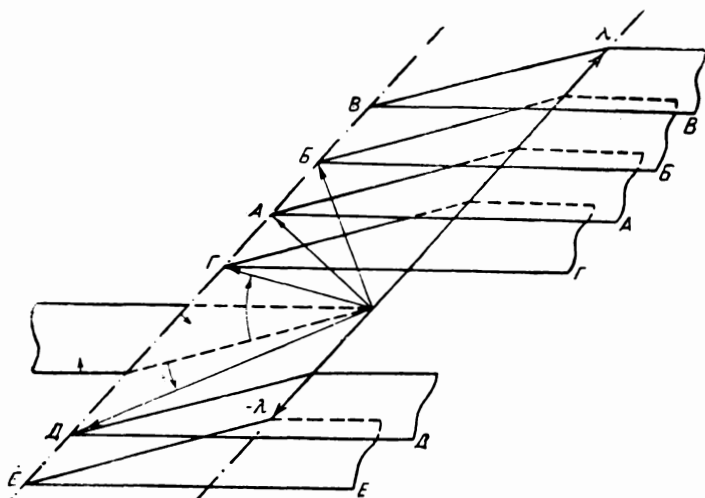


Рис. 34. Изменение формы диагонального несогласного взброса в зависимости от направления перемещения висячего крыла пласта относительно лежащего крыла (см. таблицу)

Объяснение обозначениям дано в таблице

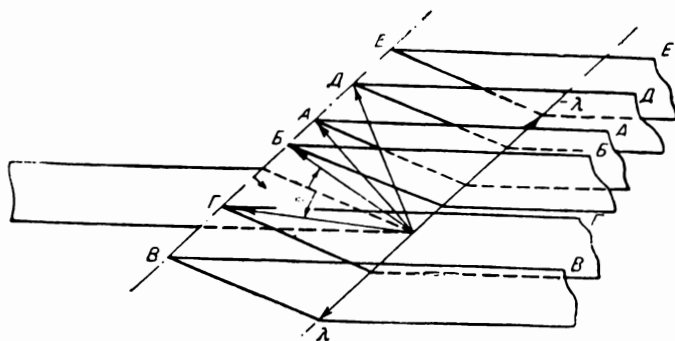


Рис. 35. Изменение формы диагонального отдвига в зависимости от направления перемещения висячего крыла пласта относительно лежащего крыла (см. таблицу)

До сих пор мы рассматривали диагональные формы разрывов. Они, как известно, характеризуют общий случай пересече-

<sup>1</sup> Вопрос о поисках смещенного крыла пласта нами детально рассмотрен в других работах (А. А. Белицкий, 1939 г. и 1950 г.).

ния крыла и сместителя в плане, а поэтому встречаются чаще. Наряду с ними, хотя и значительно реже, встречаются продольные и поперечные разрывы. Пользуясь принятым в нашей работе методом анализа, не трудно вывести для них соответствующие формы разрывов.

У продольных разрывов линия пересечения пласта со сместителем совпадает с простираем пласта и сместителя, поэтому в данном случае отпадает понятие «линия перемещения нахо-

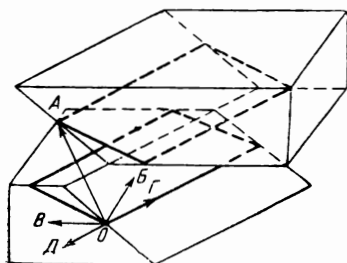


Рис. 36. Блокдиаграмма продольного согласного взброса (см. таблицу)

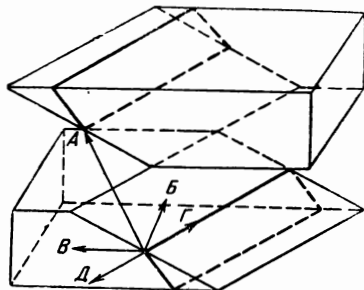


Рис. 37. Блокдиаграмма продольного отдвига (см. таблицу)

дится правее или левее линии пересечения». Отсюда, независимо от того, перемещается ли висячее крыло относительно лежащего в положительном или отрицательном направлении, у согласопадающих взбросо-сдвигов (рис. 36) образуется сдвоение пласта,

а у отдвига-сдвигов (рис. 37) и несогласопадающих взбросо-сдвигов (рис. 38) — зияние пласта.

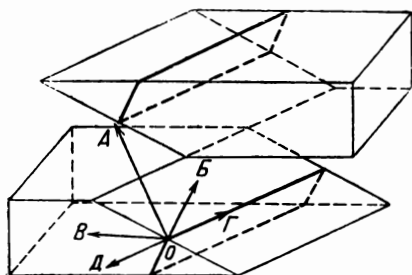


Рис. 38. Блокдиаграмма продольного несогласного взброса (см. таблицу)

Следует отметить, что для продольных разрывов совершенно неизвестен надвиг. При рассмотрении рис. 27 и 28 можно видеть, что образование надвига и отдвига происходит только в том случае, когда линия пересечения пласта со сместителем располагается в плоскости сместителя диагонально. В этом случае, как мы уже

указывали выше, в зависимости от изменения углов  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  и  $\omega$  линия перемещения может оказаться по правую или по левую сторону от линии пересечения пласта со сместителем, что вызовет сдвоение или зияние пласта. В продольном разрыве этого явления не может быть, так как линия пересечения совпадает

с простираем сместителя, поэтому в тангенциальных разрывах линия перемещения всегда будет располагаться по одну сторону от линии пересечения, вызывая при любом направлении перемещения всячего крыла относительно лежачего зияния пласта (см. рис. 37) <sup>1</sup>.

Наконец, нужно отметить, что сдвиги в продольных разрывах не могут создавать видимого смещения пласта, так как направление перемещения в данном случае совпадает с линией пересечения пласта со сместителем. В поперечных разрывах отпадают понятия «согласный» и «несогласный», «сдвоение» и «зияние». Поэтому расположение разорванных частей пласта относительно сместителя в этих случаях будет определяться только положением линии перемещения относительно линии пересечения пласта со сместителем (рис. 39 и 40).

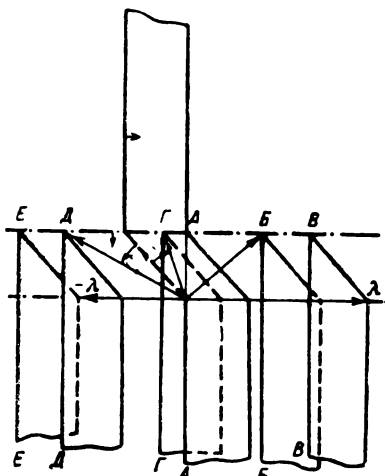


Рис. 39. Изменение формы поперечного взброса с падением пласта направо в зависимости от направления перемещения всячего крыла пласта относительно лежачего крыла (см. таблицу)

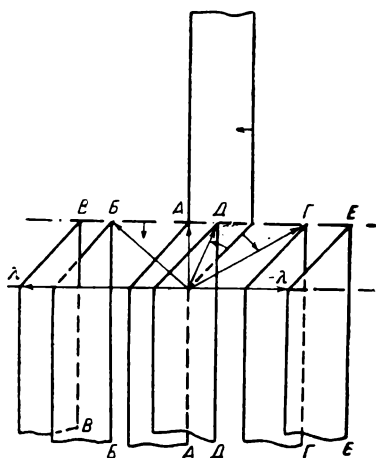


Рис. 40. Изменение формы поперечного взброса с падением пласта налево в зависимости от направления перемещения всячего крыла пласта относительно лежачего крыла (см. таблицу)

Однако, поскольку мы решили придать классификации практическую направленность, введем определения «правее» или «левее», которые указывают положение всячего крыла относительно лежачего, если мы встанем к разрыву так, что сместитель будет падать на нас. При таком подходе все поперечные разрывы приходится разбить на две группы, так как расположение

<sup>1</sup> В данном случае положительное и отрицательное направления соответствуют перемещению всячего крыла вправо и влево от линии восстания сместителя; при этом нужно смотреть на разрыв так, чтобы его сместитель падал в нашу сторону.

разорванных частей пласта будет различное, если при этом пласт будет падать направо (см. рис. 39) или налево (см. рис. 40).

Выше мы рассматривали формы разрывов, исходя из предположения, что перемещается висячее крыло пласта относительно

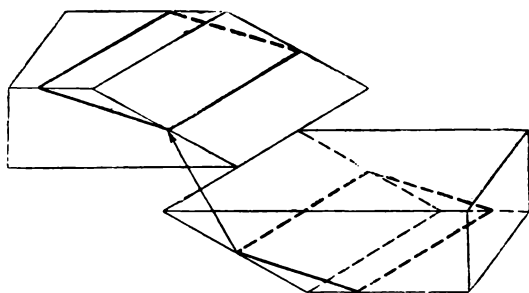


Рис. 41. Блокдиаграмма продольного согласного подброса

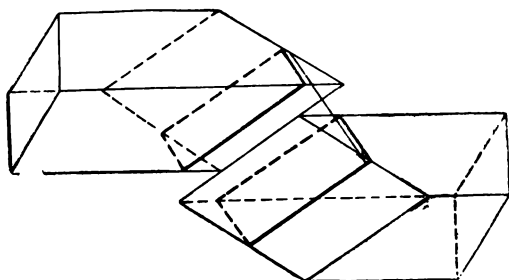


Рис. 42. Блокдиаграмма продольного обратного отдвига

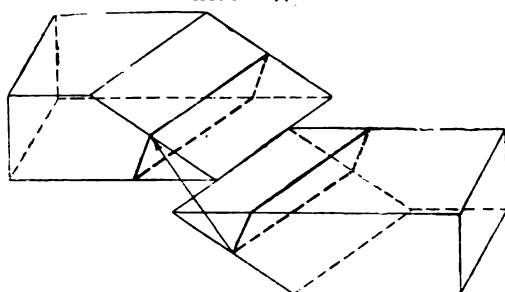


Рис. 43. Блокдиаграмма продольного несогласного подброса

лежащего. В действительности иногда перемещается вверх лежащее крыло пласта относительно висячего (рис. 41—45). Из построений видно, что такие разрывы морфологически не отличаются от сбросов; вследствие этого расположение крыльев разрывов относительно друг друга противоположно найденному

выше. Мы уже отметили, что такие разрывы называются подбросами и поддвигами. Подобные разрывы встречаются довольно редко, но все же обнаружены в Кузнецком бассейне.

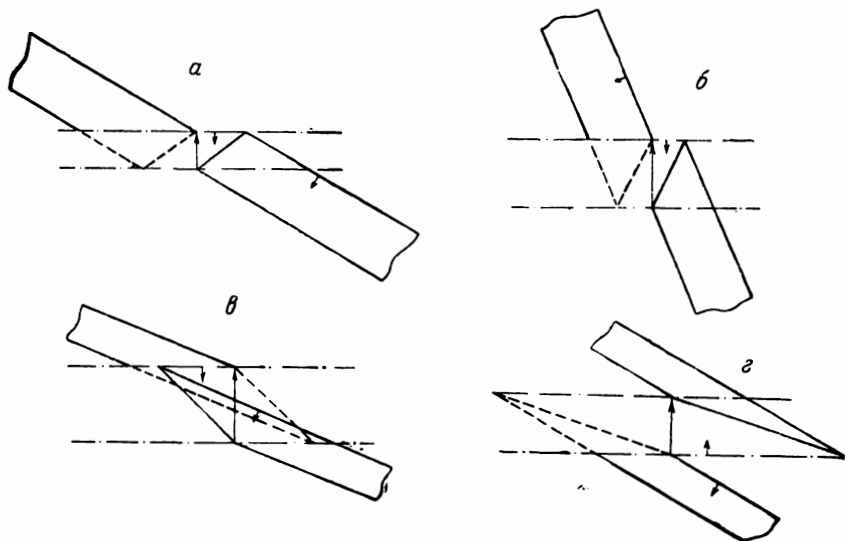


Рис. 44. Формы разрывов

*a*—диагональный согласный подброс; *б*—диагональный поддвиг; *в*—диагональный обратный отдвиг; *г*—диагональный несогласный подброс

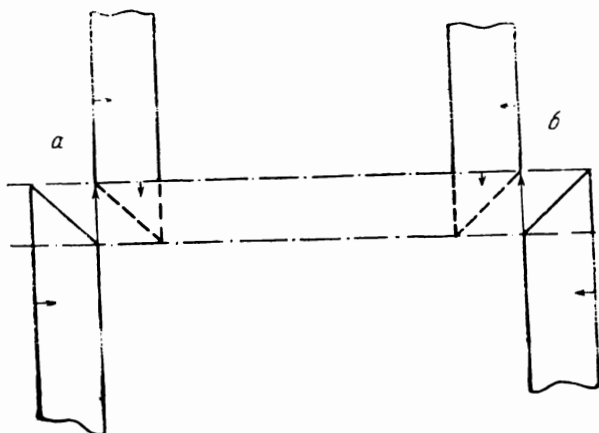


Рис. 45. Формы разрывов

*a*—поперечный подброс с падением пласта направо; *б*— поперечный подброс с падением пласта налево

Таким образом, мы разобрали все формы разрывов, рассмотрев их не изолированно, а во взаимной связи. Для удобства нашу классификацию оформим в отдельную таблицу, в которой хорошо видно, что с изменением геометрических признаков разры-

Определяющие признаки	Формы разрыва (взаимоотношение)		
Угол встречи пласта и сместителя в плане	продольные		
Взаимоотношение пласта и сместителя в пространстве	согласнопадающие		несогласнопадающие
	сместитель падает круче пласта	сместитель падает положе пласта	
Высшее крыло движется по восстанию сместителя	Согласный взброс (рис. 36, А <sup>1</sup> )	Отдвиг (рис. 37, А)	Несогласный взброс (рис. 38, А)
	Сдвоение	Зияние	Зияние
Высшее крыло движется в наклонном положительном направлении	Положительный согласный взбросо-сдвиг (рис. 36, Б)	Положительный отдвиго-сдвиг (рис. 37, Б)	Положительный несогласный взбросо-сдвиг (рис. 38, Б)
	Сдвоение	Зияние	Зияние
Высшее крыло движется в горизонтальном положительном направлении	Положительный согласный сдвиг (рис. 36, Г и 37, Г)		Положительный несогласный сдвиг (рис. 38, Г)
	Видимое смещение крыльев разрыва отсутствует		
Высшее крыло движется в наклонном отрицательном направлении	Отрицательный согласный взбросо-сдвиг (рис. 36, В)	Отрицательный отдвиго-сдвиг (рис. 37, В)	Отрицательный несогласный взбросо-сдвиг (рис. 38, В)
	Сдвоение	Зияние	Зияние
Высшее крыло движется в горизонтальном отрицательном направлении	Отрицательный согласный сдвиг (рис. 36, Д и 37, Д)		Отрицательный несогласный сдвиг (рис. 38, Д)
	Видимое смещение крыльев разрыва отсутствует		
Лежачее крыло движется по восстанию сместителя <sup>3</sup>	Согласный подброс (рис. 41)	Обратный отдвиг <sup>1</sup> (рис. 42)	Несогласный подброс (рис. 43)
	Зияние	Сдвоение	Сдвоение

Направление перемещения крыльев разрыва относительно друг друга

<sup>1</sup> Заглавные буквы означают положение высшего крыла пласта на соответствующем

<sup>2</sup> В согласнопадающих разрывах (при сдвиге) более пологое падение пласта или

<sup>3</sup> Движение лежачего крыла относительно высшего можно тоже рассмотреть в наклоне,

<sup>4</sup> Этот термин характеризует движение лежачего крыла вверх под высшее крыло пласта.

диагональные				поперечные			
согласнопадающие				несогласнопадающие	пласт падает направо	пласт падает налево	
сместитель падает круче пласта	сместитель падает положе пласта						
Согласный взброс (рис. 31,А)	Надвиг (рис. 33,А)	Отдвиг (рис. 35,А)		Несогласный взброс (рис. 34,А)	Взброс		
Сдвоение	Сдвоение	Зияние		Зияние	Правее (рис. 39,А)	Левее (рис. 40,А)	
Положительный согласный взбросо-сдвиг (рис. 31,Б)	Положительный надвигосдвиг (рис. 33,Б)	Положительный отдвиго-сдвиг		Положительный несогласный взбросо-сдвиг (рис. 34,Б)	Положительный взбросо-сдвиг		
		$\alpha < \beta$ (рис. 35,Б)	$\alpha > \beta$ (рис. 35,Г)		Правее (рис. 39,Б)	Левее (рис. 40,Б)	
Сдвоение	Сдвоение	Зияние	Сдвоение	Зияние			
Положительный согласный сдвиг <sup>2</sup> (рис. 31,В; 33,В и 35,В)				Положительный несогласный сдвиг (рис. 34,В)	Положительный сдвиг		
Сдвоение				Зияние	Правее (рис. 39,В)	Левее (рис. 40,В)	
Отрицательный согласный взбросо-сдвиг	Отрицательный надвигосдвиг		Отрицательный отдвиго-сдвиг (рис. 35,Д)	Отрицательный несогласный взбросо-сдвиг	Отрицательный взбросо-сдвиг		
	$\alpha > \beta$ (рис. 31,Г)	$\alpha < \beta$ (рис. 31,Д)			$\alpha > \beta$ (рис. 33,Г)	$\alpha < \beta$ (рис. 33,Д)	$\alpha < \beta$ (рис. 34,Г)
Зияние	Сдвоение	Зияние	Сдвоение	Зияние	Сдвоение	Правее (рис. 39,Г)	Левее (рис. 39,Д)
Отрицательный согласный сдвиг <sup>1</sup> (рис. 31,Е; 33,Е и 35,Е)				Отрицательный несогласный сдвиг (рис. 34,Е)	Отрицательный сдвиг		
Зияние				Сдвоение	Левее (рис. 39,Е)	Правее (рис. 40,Е)	
Согласный подброс (рис. 44,а)	Подвиг (рис. 44,б)	Обратный отдвиг (рис. 44,в)		Несогласный подброс (рис. 44,г)	Подброс		
Зияние	Зияние	Сдвоение		Сдвоение	Левее (рис. 45,а)	Правее (рис. 45,б)	

рисунке.

сместителя не оказывает влияние на расположение крыльев пласта относительно сместителя, а также горизонтальных положительном и отрицательном направлениях.

Прилагательное „обратный“ употребляется в смысле „противоположный“ (вместо всякого дви-



вов и направления действительного перемещения крыльев пласта относительно друг друга изменяется и форма разрыва. В этой таблице каждое название соответствует определенному расположению разорванных частей пласта относительно сместителя. Придавая разрыву соответствующее название, мы тем самым указываем и направление поисков смещенного крыла пласта.

### **Определение направления перемещения смещенного крыла пласта**

Предлагаемая нами классификация основывается на действительном направлении перемещения смещенного крыла пласта. Поэтому, учитывая многолетний опыт применения разработанного нами (А. А. Белицкий, 1939 г. и 1950 г.) метода поисков смещенного крыла пласта в Кузнецком бассейне, остановимся специально на этом вопросе.

Прежде всего для этой цели необходимо обнаружить на поверхности сместителя штрихи скольжения и замерить угол  $\gamma$  (угол между линией простирания сместителя и направлением штриха). В условиях Кузнецкого бассейна нам удавалось обнаружить штрихи скольжения в 90—95 случаях из 100. При изучении этих штрихов необходимо учитывать следующее.

1. В различных породах наличие штрихов проявляется не одинаково. В глинистых породах они выражены главным образом царапинами, иногда сплошными, чаще прерывистыми. Редко встречаются неглубокие борозды. В песчаных породах они выражены в большинстве случаев бороздами, иногда переходящими в желобки, напоминающие по внешнему виду волноприбойные знаки. В песчаных породах следы перемещения обычно выражены грубо, тогда как в глинистых породах они представлены сравнительно тонкими стройными линиями, хорошо заметными на блестящей полированной поверхности сместителя.

2. Как мы уже отметили, штрихи скольжения на поверхности сместителя можно обнаружить в подавляющем большинстве случаев. Однако это не значит, что они имеются в любом месте сместителя и что их всегда легко найти. Часто приходится основательно поработать геологическим молотком, расчищая поверхность сместителя, прежде чем удастся обнаружить хорошо выраженные штрихи скольжения. Обнажать поверхность сместителя следует весьма осторожно, особенно в глинистых породах, где молотком можно легко уничтожить штриховку. Нельзя также стирать пыль и грязь на обнаженной поверхности сместителя, ибо в глинистых породах можно легко затереть штриховку. Лучше очищать грязь и пыль сжатым воздухом.

При расчистке сместителя нужно следить, чтобы отбитые куски угля в контакте со сместителем не нарушали его полировку. Если трещина заполнена спрессованной тектонической глиной, то вначале необходимо осторожно обнажить ее поверх-

ность, которая бывает хорошо отполирована, и на которой часто удается наблюдать весьма хорошую штриховку. Затем, счистив ее со сместителя, проверяют направление штриховки непосредственно на плоскости сместителя.

3. Иногда штриховку не удается обнаружить на поверхности сместителя. В этих случаях в условиях Кузнецкого бассейна для определения направления движения крыльев разрыва относительно друг друга мы пользовались косвенными признаками. Так, на шахте им. М. И. Калинина Прокопьевского района, изучая поверхность крупного разрыва в подземных горных выработках, мы обнаружили, что поверхность сместителя имеет волнистый характер. При этом было установлено, что волны располагаются вполне закономерно. Оси их параллельны друг другу и наклонены под углом  $15\text{--}20^\circ$  к линии простирания сместителя. Расстояния между осями волн оказались от 0,15 до 1,5 м, а глубина волн 0,04—0,1 м.

Есть основания полагать, что эти волны образовались при перемещении крыльев разрыва относительно друг друга в результате возникшего при этом трения. Экспериментально подобные волны получил С. В. Тромп (1937 г.) путем перемещения массы глины вдоль по слоям песка и глины. При этом сначала разделяющая плоскость была гладкой вертикальной поверхностью, а после опыта она стала волнистой. Если наше предположение о механизме образования этих волн справедливо, тогда линия, перпендикулярная к осям указанных волн, будет соответствовать направлению движения крыльев разрыва относительно друг друга. В справедливости нашего предположения мы убедились при сопоставлении ориентировки линии, перпендикулярной к осям этих волн, с ориентировкой штриховки на той же поверхности сместителя. Угол  $\gamma$  в обоих случаях оказался одинаковым.

Указанную волнистость поверхности сместителя не следует путать с неправильной, иногда сильно искривленной поверхностью сместителя, обусловленной приспособлением сместителя к различным системам сопряженных трещин. В последнем случае волны поверхности сместителя имеют большие размеры и, кроме того, они не отличаются такой правильностью, какую можно наблюдать в волнистости поверхности сместителя на шахте им. М. И. Калинина.

4. В тангенциальных разрывах штрих и простирание сместителя образуют два смежных угла  $ABC$  и  $ABD$  (рис. 46,а). Необходимо придерживаться следующего правила замеров угла  $\gamma$ . Если наблюдатель находится в висячем крыле разрыва (рис. 46,а), нужно измерять угол  $\gamma$  справа налево, против хода часовой стрелки. Если наблюдатель находится в лежащем крыле разрыва (см. рис. 46,б), то нужно измерять угол  $\gamma$  слева направо, по часовой стрелке. Придерживаясь этого правила, независимо от того, находится ли наблюдатель в висячем или в лежащем крыльях разрыва, он будет измерять один и тот же угол.

5. Замерять угол  $\gamma$  нужно следующим образом. На поверхности сместителя выбирается наиболее хорошо выраженный штрих. Для того чтобы он еще более ярко был заметен, по нему прочеркивается линия (гвоздем, карандашом и т. д.). Затем по компасу точно намечается линия простирания сместителя. Далее обычным транспортиром измеряется полученный на поверхности сместителя угол  $\gamma$ . Рекомендуется замерить угол  $\gamma$  в нескольких местах, а затем вычислить его среднее значение.

Понятно, что для определения действительного направления перемещения смещенного крыла пласта еще не достаточно обнаружить на поверхности сместителя штрихи скольжения. Кроме

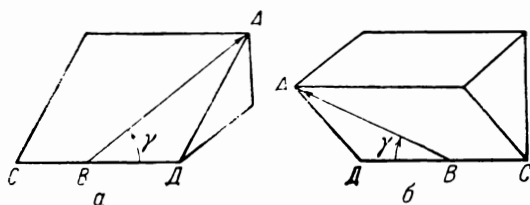


Рис. 46. Правило замера угла  $\gamma$

*a*—если наблюдатель находится в висячем крыле разрыва, замерять угол  $\gamma$  следует от линии простирания сместителя  $CD$  до штриха  $AB$  против часовой стрелки; *б*—если наблюдатель находится в лежащем крыле разрыва, замер следует производить по часовой стрелке

того, нужно по штриху установить, в каком направлении перемещалось смещенное крыло пласта. Применительно к Кузнецкому бассейну этот вопрос тоже был разрешен сравнительно просто. В результате многочисленных исследований Кузнецкого бассейна установлено, что здесь тектонические

нарушения обусловлены тангенциальными движениями земной коры. Как мы уже отмечали, несмотря на широкий размах детальной разведки и эксплуатации месторождений, до сих пор не установлены типичные сбросы. Правда, в последнее время в Прокопьевском районе обнаружены подбросы и поддвиги<sup>1</sup>, которые по форме напоминают сбросы; они не многочисленны, но, тем не менее, осложняют поиски смещенного крыла пласта. Таким образом, на основании общих геологических соображений удалось решить практическую задачу. Правильное решение этой задачи обеспечило успех нашему методу поисков смещенного крыла пласта, который выдержал испытание на протяжении четырнадцати лет.

Шахтным геологам Прокопьевского и Киселевского районов, Кузнецкого бассейна, которые за эти годы сумели внести некоторые новые элементы в нашу методику, в отдельных случаях удавалось определить действительное направление перемещения смещенного крыла пласта на основании изучения морфологиче-

<sup>1</sup> В противоположность общепризнанному мнению о том, что подбросы и поддвиги образуются при движении лежащего крыла вниз, мы считаем, что подобные формы разрывов образуются при движении лежащего крыла вверх. Такие формы разрывов возникают при общем движении горных масс вверх, однако при этом отдельные глыбы отстают от соседних и тогда лежащее крыло разрыва выдвигается вверх относительно висящего крыла. Нетрудно понять, что морфологически такие разрывы будут аналогичны сбросам.

ских черт штрихов скольжения. Так, А. С. Забродин, изучая поверхность сместителя макроскопически и под бинокулярной лупой, подтвердил уже давно известный факт, что штрихи часто имеют треугольную форму и при этом основание треугольника обращено в сторону движения смещенного крыла пласта. Эта закономерность еще больше уточняет направление перемещения смещенного крыла пласта.

Значительно труднее определять действительное направление перемещения смещенного крыла пласта в слабо изученных районах. В таких случаях можно рекомендовать решать обратную задачу. Этот способ был использован нами в Прокопьевском районе, Кузнецкого бассейна в 1937 г., когда мы впервые стали применять наш метод поисков смещенного крыла пласта.

Задача заключалась в том, чтобы убедиться в тангенциальном характере всех разрывов. Для этого мы подвергали тщательному исследованию уже хорошо изученные разрывы, оба крыла которых, лежащий и висячий, вскрыты подземными горными выработками. Далее на поверхности сместителя определяли штриховку и измеряли угол  $\gamma$ . Затем графически (см. рис. 12) устанавливали, в каком направлении должно было бы находиться смещенное крыло пласта, если бы оно перемещалось вверх по линии штриха. Во всех изученных разрывах графически найденное взаимное расположение крыльев соответствовало действительному. Это позволило нам утверждать тангенциальный характер разрывов и, следовательно, более смело внедрять метод поисков смещенного крыла пласта, основанный на изучении штриховки на поверхности сместителя.

В первое время применения нашего метода в Прокопьевском районе мы опасались, что повторные подвижки в более поздние фазы тектогенеза могут затушевать первичную штриховку и создать новую, другого направления. Такое опасение было понятно, если учесть сложную тектоническую историю Кузнецкого бассейна, в которой М. А. Усов (1940 г.) насчитывает девять фаз тектогенеза. В этом случае наш метод был бы несостоятельным; однако эти опасения оказались неосновательными, так как за редким исключением подавляющее большинство разрывов было правильно расшифровано этим методом. Последнее дало нам основание высказать мнение о том, что разрывные нарушения Присалаирской полосы Кузнецкого бассейна в основном образовались в одну из наиболее поздних фаз тектогенеза, после которой уже не было сколько-нибудь заметных подвижек или движение в последующие фазы происходило в том же направлении.

Таким образом, многолетний опыт применения этого метода в Кузнецком бассейне показал, что, пользуясь общегеологическими закономерностями, можно по штриховке определять действительное направление перемещения смещенного крыла пласта и на этой основе решать практическую задачу поисков

смещенного крыла пласта. Решение этой задачи осложняется, если наряду с тангенциальными разрывами имеют место радиальные разрывы или если среди тангенциальных разрывов встречаются кроме взбросов и надвигов подбросы и поддвиги.

Для правильного определения действительного направления перемещения смещенного крыла пласта в последнем случае необходимо использовать все доступные методы: анализ литологического состава пород в боках сместителя, исследование подворотов пластов к сместителю, изучение морфологических черт различных признаков движения на поверхности сместителя и др. Опыт показал, что совместное изучение всех этих фактов обычно приводит к правильным выводам. Однако следует подчеркнуть, что для этих случаев мы еще не имеем вполне надежного метода определения действительного направления перемещения смещенного крыла пласта. Поэтому перед шахтными геологами и научными работниками стоит важная задача разработки такого метода.

### Определение направления поисков смещенного крыла пласта

Опыт поисков смещенного крыла пласта в Кузнецком бассейне показал, что этот вопрос сравнительно просто решается, если на поверхности сместителя обнаружена штриховка и, кроме того, если известно, в каком направлении по штриховке произошло перемещение смещенного крыла пласта. Последнее в Кузбассе, как было указано выше, определяется на основании общих геологических закономерностей; в некоторых случаях удавалось определить направление перемещения путем анализа следов перемещения на поверхности сместителя.

При этих условиях задачу поисков смещенного крыла пласта можно решить или аналитическим, или графическим способом.

1. Аналитический способ<sup>1</sup>. Для этой цели воспользуемся несколько измененной нами формулой И. А. Молчанова (1939 г.) диагонального разрыва, у которого смещенное крыло перемещается в косом направлении по отношению к элементам залегания сместителя:

$$l = H \left( \operatorname{ctg} \beta_1 + \operatorname{ctg} \beta_2 \cos \omega \pm \frac{\operatorname{ctg} \gamma \sin \omega}{\sin \beta_2} \right), \quad (1)$$

где  $l$  — видимое горизонтальное смещение пласта, измеренное вкост его простирания (рис. 47 и 48). Указанная величина может быть положительной и отрицательной, при этом необходимо придерживаться следующего правила знаков. Величину  $l$  нужно всегда измерять в направлении от лежащего крыла пласта к висящему, и если это направление совпадает с падением пласта,

<sup>1</sup> Подробно этот способ излагается в других работах автора (А. А. Белицкий, 1939 и 1950 г.).

то брать знак (+) (см. рис. 47), если же оно не совпадает, брать знак (-) (см. рис. 48);

$H$  — вертикальная высота перемещения;

$\beta_1$  — угол падения пласта;

$\beta_2$  — угол падения сместителя;

$\omega$  — угол встречи пласта и сместителя в плане. Однако при встрече пласта и сместителя в плане образуются два смежных угла, поэтому условимся, что угол  $\omega$  будет соответствовать вершине того угла, относительно которого стрелки, указывающие падение сместителя и пласта, направлены навстречу друг другу (см. рис. 47а). Понятно, что в согласнопadaющих разрывах угол  $\omega > 90^\circ$  (см. рис. 47,а), а в несогласнопadaющих  $\omega < 90^\circ$  (см. рис. 46,б);

$\gamma$  — угол между простиранием сместителя и штрихом.

Что касается знака перед третьим членом в скобках правой части формулы (1), то необходимо придерживаться следующего правила. Если повернем план, изображающий разрыв, так, что сместитель будет падать на нас, то в том случае, когда пласт будет падать направо, нужно брать знак (+), а если налево — то знак (-).

Анализируя формулу (1) применительно к различным формам разрывов, можно заметить, что положительное значение  $l$  для согласнопadaющих

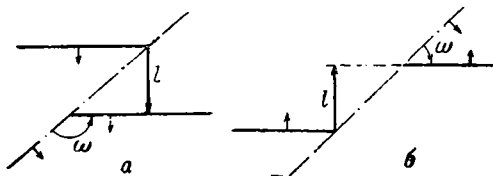


Рис. 47. Положительное значение  $l$  в согласнопadaющих разрывах соответствует сдвоению (а), а в несогласнопadaющих — зиянию пласта (б);  $\omega$  — угол встречи пласта и сместителя в плане

взбросовых нарушений соответствует таким разрывам, у которых крылья при смещении образуют сдвоенные пласта (см. рис. 47,а), а для несогласнопadaющих — зияние пласта (см. рис. 47,б).

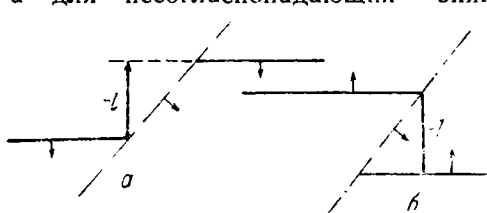


Рис. 48. Отрицательное значение  $l$  в согласнопadaющих разрывах соответствует зиянию (а), а в несогласнопadaющих — сдвоению пласта (б)

Если значение  $l$  отрицательное, то, наоборот, для согласнопadaющих взбросовых нарушений будет иметь место зияние пласта (см. рис. 48,а), а для несогласнопadaющих — сдвоенные пласта (см. рис. 48,б).

Эта зависимость между знаком  $l$  и расположением крыльев относительно друг друга и положена в основу формулы (1), применяемой для поисков смещенного крыла пласта. В самом деле, если мы будем иметь дело с тангенциальными разрывами, то вели-

чина  $H$  всегда будет положительной, а следовательно, в зависимости от знака перед величиной  $l$  выражение, стоящее в скобках, должно быть или положительным, или отрицательным. С другой стороны, зная величины углов  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\omega$  и подставляя их в выражение, стоящее в скобках формулы (1), можно определить знак этого выражения и тем самым определить знак величины  $l$ . Зная же знак  $l$ , можно легко установить расположение крыльев относительно друг друга.

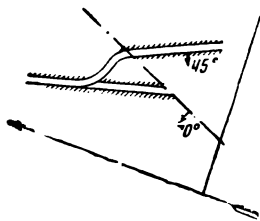


Рис. 49. Положительный согласнопadaющий взброс-сдвиг по пласту II Внутреннему шахты имени И. В. Сталина

Рассмотрим применение формулы (1) для поисков смещенного крыла пласта на конкретном примере. На шахте им. И. В. Сталина, по пласту II Внутреннему западного крыла малой антиклинали, на горизонте 215 м был встречен разрыв (рис. 49). После исследования его в забое выработки были получены следующие данные:  $\beta_1 = 45^\circ$ ,  $\beta_2 = 70^\circ$ ,  $\omega = 133^\circ$  и  $\gamma = 42^\circ$ .

Подставим эти величины в выражение, стоящее в скобках формулы (1):

$$\operatorname{ctg} 45^\circ - \operatorname{ctg} 70^\circ \cos 133^\circ + \frac{\operatorname{ctg} 42^\circ \sin 133^\circ}{\sin 70^\circ}.$$

По таблицам натуральных тригонометрических величин находим:

$\operatorname{ctg} 45^\circ = 1,00$	$\operatorname{ctg} 42^\circ = 1,111$
$\operatorname{ctg} 70^\circ = 0,364$	$\sin 133^\circ = 0,731$
$\cos 133^\circ = 0,682$	$\sin 70^\circ = 0,940$

Затем определяем численное значение отдельных членов:

$$\operatorname{ctg} 45^\circ = 1,00$$

$$\operatorname{ctg} 70^\circ \cos 133^\circ = 0,364 (-0,682) = -0,248$$

$$\frac{\operatorname{ctg} 42^\circ \sin 133^\circ}{\sin 70^\circ} = \frac{1,111 \times 0,731}{0,940} = 0,864.$$

Подставив эти величины в приведенное выше выражение, находим:

$$1,000 - 0,248 + 0,860 = 1,612.$$

Применительно к данному разрыву выражение, стоящее в скобках формулы (1), оказалось положительным, следовательно, положительной является и величина  $l$ . Мы уже знаем, что положительное значение  $l$  для согласнопadaющих тангенциальных разрывов соответствует сдвоению пласта. Поэтому, находясь в лежащем крыле пласта, следует направить выработку на запад. Действительно, эта выработка через некоторое время встретила висячее крыло пласта. В соответствии с нашей класси-

фикацией такой разрыв следует называть положительным согласнопadaющим взбросо-сдвигом.

В работе 1939 г. мы приводим специальную номограмму, пользуясь которой, можно без указанных вычислений определять численные значения отдельных членов выражения, стоящего в скобках формулы (1). Пользуясь этой номограммой, можно легко и просто решить подобную задачу.

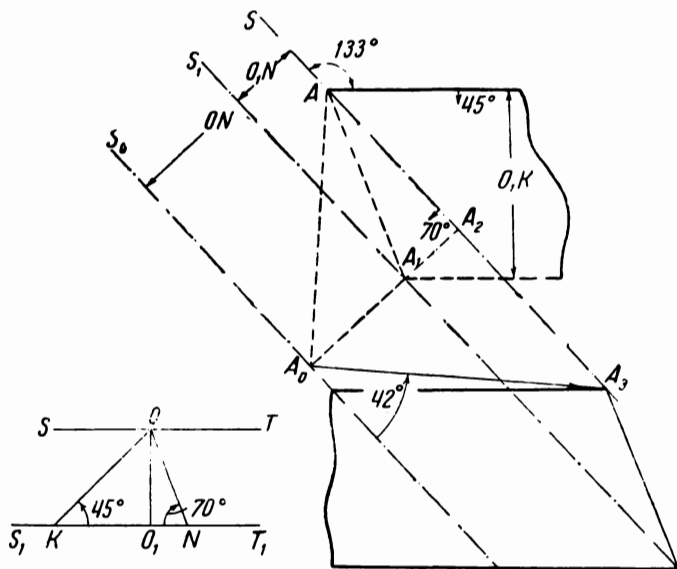


Рис. 50. Определение направления поисков висячего крыла пласта из конкретного примера разрыва по пласту II Внутреннему шахты им. И. В. Сталина

2. Графический способ. Сущность этого способа изложена в начале работы (см. рис. 12). Рассмотрим применение этого способа на предыдущем примере. Для этой цели изображаем вначале известное крыло и сместитель в проекциях с числовыми отметками (рис. 50). Затем находим совмещенное положение сместителя и линии пересечения пласта со сместителем. Далее в точке  $A_0$  проводим под углом  $42^\circ$  линию направления перемещения смещенного крыла пласта ( $A_0A_3$ ) и таким образом находим взаимное расположение разорванных частей пласта относительно друг друга. Мы уже отметили, что эта форма разрыва по нашей классификации будет называться положительным согласным взбросо-сдвигом.

Следует отметить, что можно нанести линию перемещения и без совмещения с планом сместителя и линии пересечения сместителя с пластом. Для этого воспользуемся формулой И. А. Мол-



чанова (1939 г.), с помощью которой можно определить горизонтальную проекцию угла  $\gamma$ :

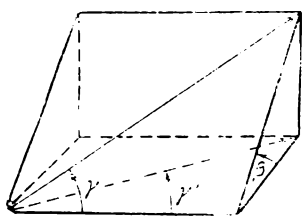


Рис. 51. Проекция угла  $\gamma$  на горизонтальную плоскость

$$\operatorname{tg} \gamma' = \operatorname{tg} \gamma \cos \beta, \quad (2)$$

где  $\gamma'$  — проекция угла  $\gamma$  на горизонтальную плоскость (рис. 51);  
 $\beta$  — угол падения сместителя.

Сначала определяют угол  $\gamma$ , а затем под этим углом проводят к точке  $A_1$  горизонтальную проекцию линии перемещения и так же, как описано выше, находят расположение разорванных частей пласта.

## ПРИМЕРЫ РАЗРЫВОВ ИЗ ПРАКТИКИ РАБОТЫ В КУЗНЕЦКОМ БАССЕЙНЕ

Как мы уже отмечали выше, большое количество разрывов встречается в Прокопьевском и Киселевском районах, Кузнецкого бассейна, имеющих в тектоническом отношении весьма сложное и разнообразное строение. Наиболее часто здесь встречаются диагональные разрывы и значительно реже поперечные разрывы. Что касается типичных продольных разрывов, то они почти отсутствуют. Широко развиты разрывы, сместители которых составляют с пластом острый угол ( $7$ — $15^\circ$ ).

Среди огромного количества разрывов в Прокопьевском и Киселевском районах, Кузнецкого бассейна можно встретить почти все формы, предусмотренные нашей классификацией. В этом отношении указанные районы являются классическими. Рассмотрим некоторые формы разрывов, задокументированных нами в этих районах.

Типичных согласных взбросов, у которых всяческие крылья перемещались бы строго по восстанию сместителя, мы не встречали. Это следует объяснить тем, что в указанных районах Кузнецкого бассейна нет типичных продольных разрывов. Условно к продольным разрывам в данных районах относят такие разрывы, сместители которых составляют с пластом очень острый угол. Как правило, у таких разрывов угол  $\gamma$  близок к  $90^\circ$ . Для примера можно привести хорошо изученный на трех горизонтах шахты им. И. В. Сталина разрыв по пласту VI Внутреннему восточного крыла Абинской антиклинали (рис. 52). Азимут падения этого разрыва равен  $230^\circ$ , угол падения  $77$ — $85^\circ$ . Азимут падения пласта  $235^\circ$ , а угол падения  $75^\circ$ . Угол  $\gamma$ , измеренный на поверхности сместителя в забое основного штрека горизонта  $220$  м, был равен  $95$ — $98^\circ$ . Таким образом, этот разрыв можно с небольшой погрешностью отнести к продольным согласным взбросам.

Диагональный положительный согласный взбросо-сдвиг был хорошо изучен на трех горизонтах шахты им. И. В. Сталина по пласту IV Внутреннему на восточном крыле Малой антиклинали (рис. 53). Азимут падения сместителя этого разрыва  $300^\circ$ , угол падения  $65^\circ$ . Азимут падения пласта  $252^\circ$  и угол падения пласта  $50^\circ$ . Хорошо заметная штриховка была отмечена на поверхности сместителя, вскрытого главным квершлагом на горизонте 215 м. Замеренный угол  $\gamma$  оказался равным  $30^\circ$ . Всячее крыло пласта перемещалось в положительном направлении, вследствие чего образовалось сдвоение пласта.

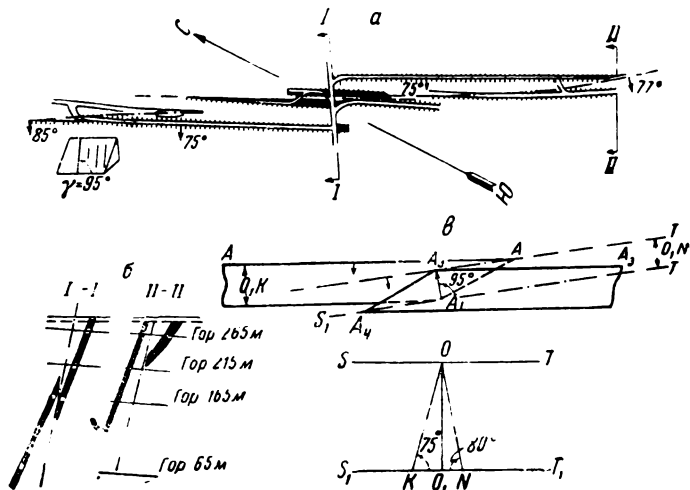


Рис. 52. Продольный согласный взброс по пласту VI Внутреннему шахты им. И. В. Сталина

*a*—горизонтальное сечение разрыва на трех горизонтах, сделанное по подземным горным выработкам *б*—поперечно-вертикальные разрезы в плоскости сечений по I—I и II—II; *в*—схематическое изображение разрыва в проекции с числовыми отметками; AA и A<sub>1</sub>A<sub>2</sub>—горизонтальные проекции лежащего и всячего разрыва; остальные обозначения те же, что на рис. 12 и 28

Диагональный отрицательный согласный взбросо-сдвиг ( $\alpha > \beta$ ) был встречен забоем основного штрека на горизонте 220 м шахты им. И. В. Сталина по пласту VI Внутреннему на западном крыле антиклинали «Муравейник» (рис. 54). Азимут падения сместителя  $167^\circ$ , угол падения  $55^\circ$ . Азимут падения пласта  $254^\circ$ , угол падения  $45^\circ$ . Угол  $\gamma$  равен  $40^\circ$ .

История исследования этого разрыва во всех отношениях поучительна. В 1937 г., когда мы впервые начали проверять наш метод поисков смещенного крыла пласта в Прокопьевском районе, Кузнецкого бассейна, нам предложили расшифровать именно этот разрыв, который к тому времени был только что вскрыт горными выработками. Геологи шахты, подробно изучавшие указанный разрыв в забое выработки, пришли к выводу,

что на основе обычных геологических методов местоположение смещенного крыла пласта определить невозможно, так как литологический состав пород в почве и кровле пласта VI Внутреннего однообразен, а другие критерии, например подгиб пластов к сместителю, в забое не были обнаружены. Поэтому, приняв этот разрыв за обычный согласный взброс, у которого висячее крыло переместилось вверх по линии восстания сместителя, они

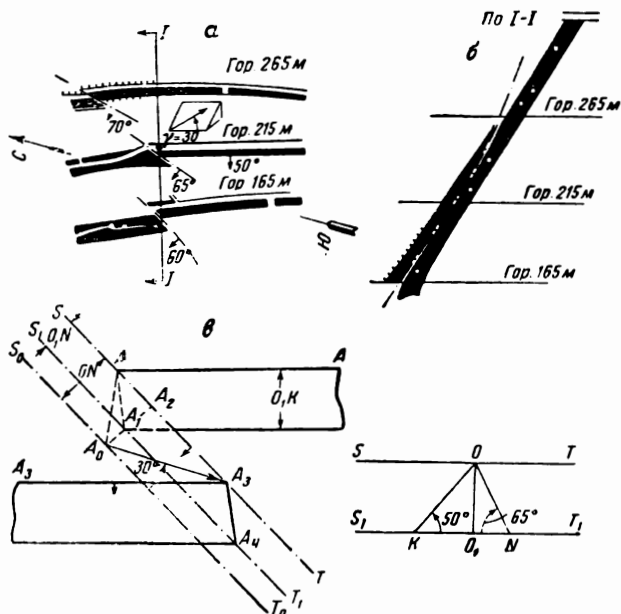


Рис. 53. Диагональный положительный согласный взбросо-сдвиг по пласту IV Внутреннему шахты им. И. В. Сталина

Обозначения те же, что на рис. 12, 28 и 52

пришли к выводу, что смещенное крыло нужно искать к западу от забоя штрека. Такому выводу способствовали также данные скв. № 271, которая подсекала пласт VI Внутренний на данном горизонте в 160 м юго-восточнее разрыва. Если из точки подсечения указанного пласта скв. № 271 мысленно провести пласт параллельно пласту, расположенному в лежащем крыле разрыва, то он подойдет к последнему с западной стороны забоя выработки.

Таким образом, когда нам предложили расшифровать этот разрыв, то у геологов шахты уже сложилось определенное мнение о направлении, в котором необходимо искать смещенное крыло пласта. После исследования разрыва в забое мы вначале аналитически, а затем и графически (см. рис. 54,б) получили, что смещенное крыло пласта расположено не к западу, а к во-

стоку от забоя выработки. Однако для геологов шахты, привыкших разрывы считать простыми, наш вывод казался слишком необычным. С нашим мнением они не согласились и решили задать горизонтальную скв. № 82 на юго-запад от забоя выработки. На рис. 54,а видно, что эта скважина, длиной 32,6 м, смещенное крыло пласта вскрыть не могла. Это показывало правильность нашего решения; тем не менее геологи шахты решили задать еще скв. № 83, полагая, что пласт мог пройти несколько восточнее скв. № 82. Но и скв. № 83, длиной 22,4 м, не встретила пласта. Тогда была задана скв. № 85 восточнее забоя выработки, которая через 6,0 м подсекла смещенное крыло пласта. Следует отметить, что успешная расшивка этого разрыва в значительной степени способствовала быстрому внедрению нашего метода поисков смещенного крыла пласта в Прокопьевском и Киселевском районах Кузнецкого бассейна.

Диагональный отрицательный согласный сдвиг был хорошо изучен на двух горизонтах на шахте им. И. В. Сталина по пласту II Внутреннему на восточном крыле Абинской антиклинали (рис. 55). Азимут падения сместителя  $5^\circ$ , угол падения  $80^\circ$ . Азимут падения пласта  $25^\circ$ , угол падения  $42^\circ$ . Здесь мы наблюдали почти горизонтальную штриховку ( $0-5^\circ$ ). Следовательно, в этом случае висячее крыло пласта перемещалось в отрицательном направлении с образованием зияния пласта.

Наряду с согласнопadaющими разрывами нередко в Прокопьевском и Киселевском районах встречаются несогласнопadaющие разрывы, которые преимущественно захватывают крылья складок с падением на восток. Примером такого разрыва является диагональный положительный несогласный взбросо-сдвиг, изученный на трех горизонтах шахты 3—3-бис по пласту IV Внутреннему на восточном крыле IV синклинали (рис. 56). Азимут падения этого разрыва  $113^\circ$ , угол падения  $70^\circ$ . Азимут падения пласта  $240^\circ$ , угол падения  $68^\circ$ . Угол  $\gamma$ , замеренный в забое основного штрека на горизонте 170 м, равен  $140^\circ$ . Таким образом, висячее крыло пласта перемещалось в положительном

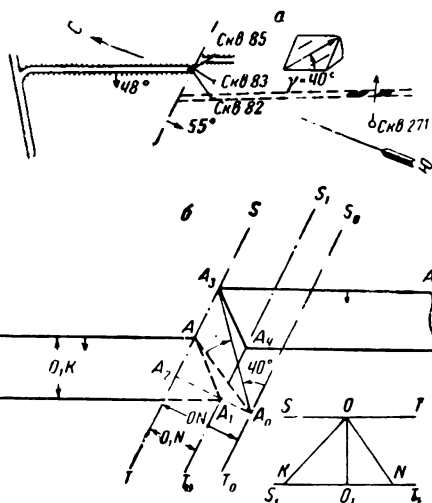


Рис. 54. Диагональный отрицательный согласный взбросо-сдвиг ( $\alpha > \beta$ ) по пласту V Внутреннему шахты им. И. В. Сталин  
Обозначения те же, что на рис. 12, 23

направлении, вследствие чего разорванные части пласта образовали зияние.

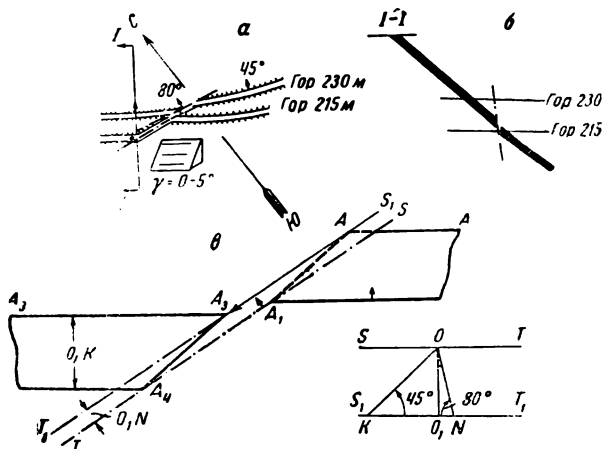


Рис. 55. Диагональный отрицательный согласный сдвиг по пласту II Внутреннему шахты им. И. В. Сталина  
Обозначения те же, что и на рис. 12, 28 и 52

Серия разрывов типа диагонального отрицательного несогласнопадающего взбросо-сдвига ( $\alpha > \beta$ ) была хорошо изучена по пласту Горелому (рис. 57) в шахте им. Ворошилова. Для примера рассмотрим разрыв КК. Азимут падения этого разрыва  $110^\circ$ , угол падения  $45^\circ$ . Азимут падения пласта  $255^\circ$ , угол падения  $70^\circ$ . Угол  $\gamma$  равен  $20^\circ$ , следовательно, всяческое крыло перемещалось в отрицательном направлении ( $\alpha > \beta$ ), в результате чего образовалось сдвигание пласта.

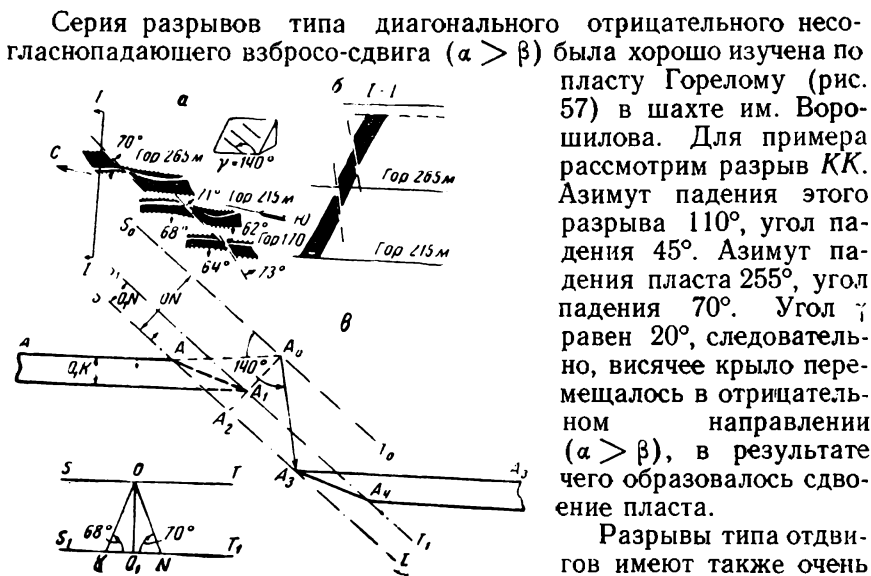


Рис. 56. Диагональный положительный несогласный взбросо-сдвиг по пласту V Внутреннему шахты 3-3 бис  
Обозначения те же, что на рис. 12, 28 и 52

Разрывы типа отдвигов имеют также очень широкое распространение; при этом чаще всего они встречаются в боках крупных несогласнопадающих разрывов на крыльях складок с восточным падением. Самой распространенной формой является диаго-



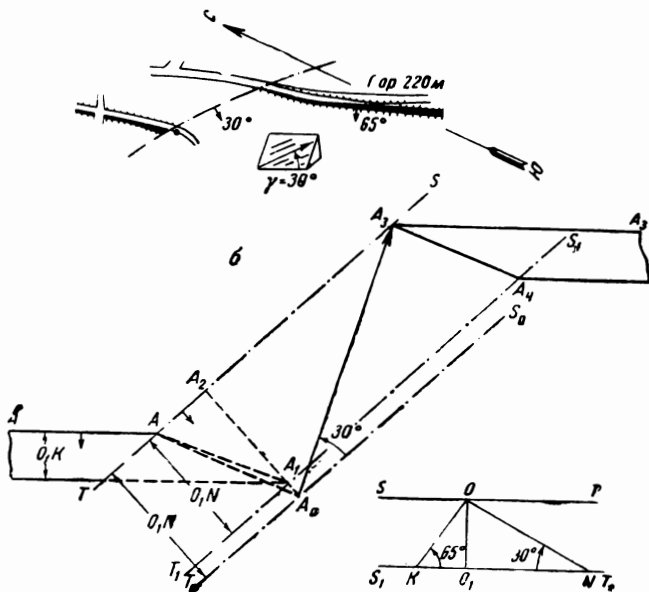


Рис. 58. Диагональный отрицательный отдвиго-сдвиг по пласту Горелому шахты им. И. В. Сталина  
 Обозначения те же, что на рис. 12, 28 и 52

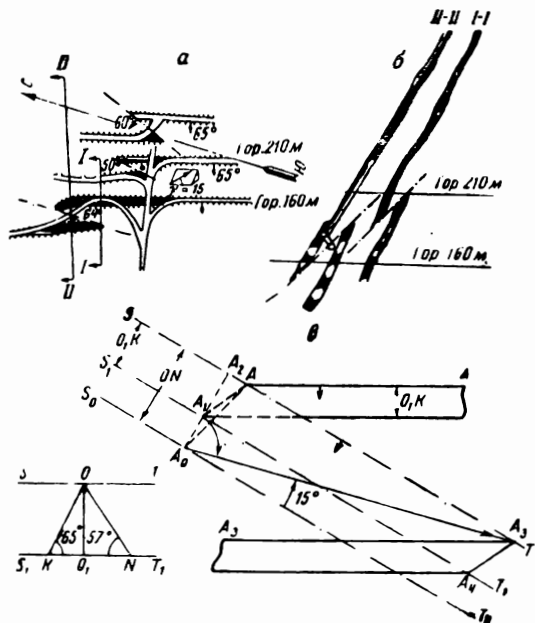


Рис. 59. Диагональный положительный отдвиго-сдвиг  $\alpha > \beta$  по пласту VI Внутреннему шахты им. И. В. Сталина

Обозначения те же, что на рис. 12, 28 и 52

(рис. 60). Азимут падения этого разрыва  $166^\circ$ , угол падения  $50^\circ$ . Азимут падения пласта  $228^\circ$ , угол падения  $60^\circ$ . Угол  $\gamma$  равен  $130^\circ$ . Следовательно, висячее крыло перемещалось в положительном направлении и поэтому разорванные части пласта образовали сдвоение.

В связи с анализом надвиго-сдвигов и отдвиго-сдвигов возникает вопрос, по каким признакам в каждом частном случае называть эти разрывы надвиго-сдвигом или отдвиго-сдвигом, так как в обоих случаях в зависимости от направления перемещения висячего крыла относительно лежащего может образоваться сдвоение и зияние разорванных частей пласта. Для решения этого вопроса необходимо изобразить лежащее крыло пласта в проекции с числовыми отметками, а затем найти положение висячего крыла при условии, если бы оно перемещалось по линии восстания сместителя ( $\gamma = 90^\circ$  — исходная форма разрыва). Если при этом имеет место сдвоение пласта, то такой разрыв будет надвиго-сдвигом, а если образуется зияние — отдвиго-сдвигом.

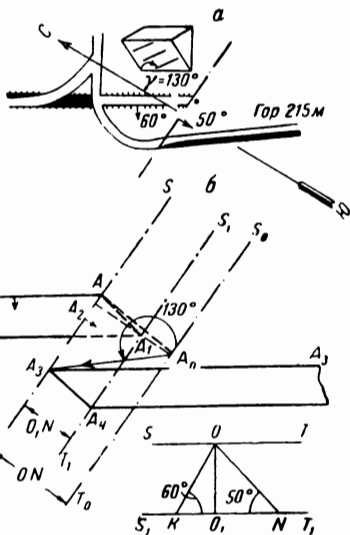


Рис. 60. Диагональный положительный надвиго-сдвиг по пласту VI Внутреннему шахты им. И. В. Сталина

Обозначения те же, что на рис. 12, 28 и 52

Для примера можно рассмотреть разрывы, изображенные на рис. 59, в и 60, б. Как назвать эти разрывы? На рис. 59, в через точку  $A_1$  проведен перпендикуляр  $A_0A_2$ , который совпадает по направлению с линией восстания сместителя ( $\gamma = 90^\circ$ ). Если теперь в точке  $A_2$  подстроить висячее крыло, то не трудно понять, что образовалось бы зияние пласта. Следовательно, этот разрыв нужно называть отдвиго-сдвигом. Другое положение имеет место на рис. 60. Если здесь в точке  $A_2$  подстроить висячее крыло, то образовалось бы сдвоение пласта. Следовательно, этот разрыв следует называть надвиго-сдвигом.

По сравнению с диагональными разрывами, поперечные разрывы встречаются значительно реже, но все же они зафиксированы почти на всех шахтных полях Прокопьевского района Кузнецкого бассейна. Как уже отмечено, в поперечных разрывах угол  $\gamma$  обычно бывает близок к  $0$  или  $180^\circ$ . Рассмотрим аналогичный разрыв: поперечный отрицательный сдвиг с падением



пласта налево, изученный на шахте им. Кагановича по пласту Горелому на восточном крыле III синклинали (рис. 61). Азимут падения этого разрыва  $176^\circ$ , угол падения  $70^\circ$ . Азимут падения пласта  $273^\circ$ , угол падения  $55^\circ$ ; при этом пласт падает налево, в чем можно убедиться, повернув рисунок разрыва так, чтобы сместитель падал на нас. Величина угла  $\gamma$  колеблется в пределах от  $0$  до  $10^\circ$ . Таким образом, всяческое крыло пласта переместилось в отрицательном направлении и оказалось правее лежащего.

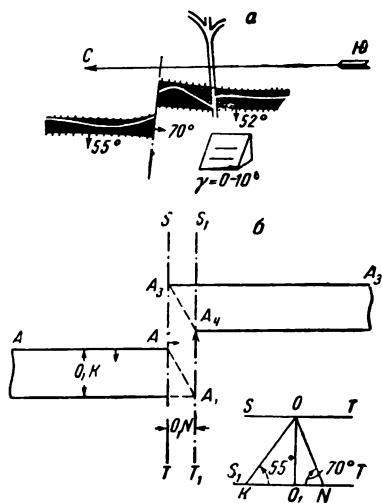


Рис. 61. Поперечный отрицательный сдвиг с падением пласта налево по пласту Горелому шахты им. Кагановича

Обозначения те же, что на рис. 12, 28 и 52

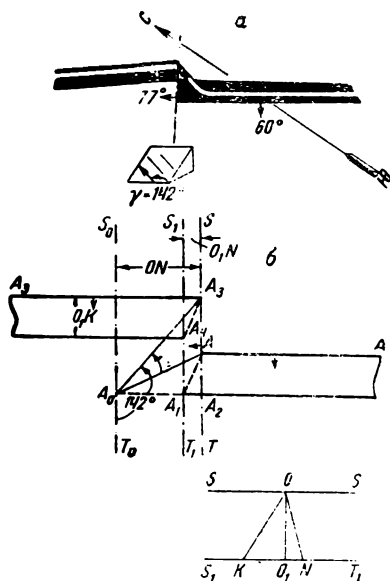


Рис. 62. Поперечный отрицательный взбросо-сдвиг  $\alpha > \beta$  с падением пласта направо по пласту IV Внутреннему шахты им. И. В. Сталина

Обозначения те же, что на рис. 12, 23 и 52

Встречаются также поперечные разрывы типа взбросо-сдвигов. Среди них можно отметить поперечный отрицательный взбросо-сдвиг ( $\alpha > \beta$ ) с падением пласта направо, изученный на шахте им. И. В. Сталина по пласту IV Внутреннему на восточном крыле Голубевской антиклинали (рис. 62). Азимут падения этого разрыва  $321^\circ$ , угол падения  $77^\circ$ . Азимут падения пласта  $228^\circ$ , угол падения  $60^\circ$ . Угол  $\gamma$  равен  $142^\circ$ . Следовательно, всяческое крыло пласта переместилось в отрицательном направлении ( $\alpha > \beta$ ) и оказалось левее лежащего.

Затем можно отметить поперечный отрицательный взбросо-сдвиг ( $\alpha > \beta$ ) с падением пласта налево. Этот разрыв изучен на

шахте им. Молотова по пласту IV Внутреннему на западном крыле антиклинали «Муравейник» (рис. 63). Азимут падения этого разрыва  $160^\circ$ , угол падения  $71^\circ$ . Азимут падения пласта  $230^\circ$ , угол падения  $55^\circ$ ; при этом пласт падает налево. Угол  $\gamma$  равен  $40^\circ$ . Таким образом, всячее крыло перемещалось в отрицательном направлении ( $\alpha > \beta$ ) и поэтому оказалось правее лежачего.

Что касается подбросов, то эти формы разрывов в Прокопьевском и Киселевском районах, Кузнецкого бассейна встречаются в единичных случаях. Тем не менее наличие их сильно осложняет поиски смещенного крыла пласта и заставляет всех шахтных геологов серьезно заниматься разработкой более надежного метода определения действительного

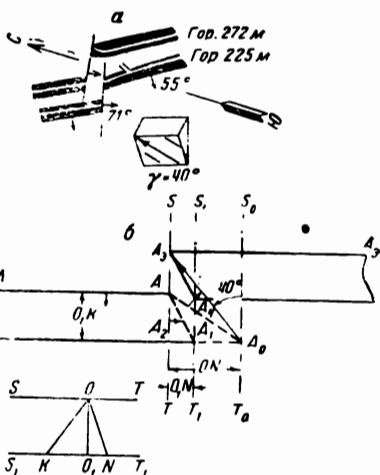


Рис. 63. Поперечный отрицательный взбросо-сдвиг  $\alpha > \beta$  падением пласта налево по пласту IV Внутреннему шахты им. Молотова  
Обозначения те же, что на рис. 12, 28 и 52

направления перемещения разорванных частей пласта относительно друг друга.

Примером подобных разрывов является диагональный положительный согласный подбросо-сдвиг, изученный на шахте им. Кагановича по пласту Характерному на восточном крыле III синклинали (рис. 64). Азимут падения этого разрыва  $296^\circ$ , угол падения  $70^\circ$ . Азимут падения пласта  $240^\circ$ , угол падения  $50^\circ$ . Угол  $\gamma$  равен  $25^\circ$ . Из этих данных можно сделать два предположения: или всяче-

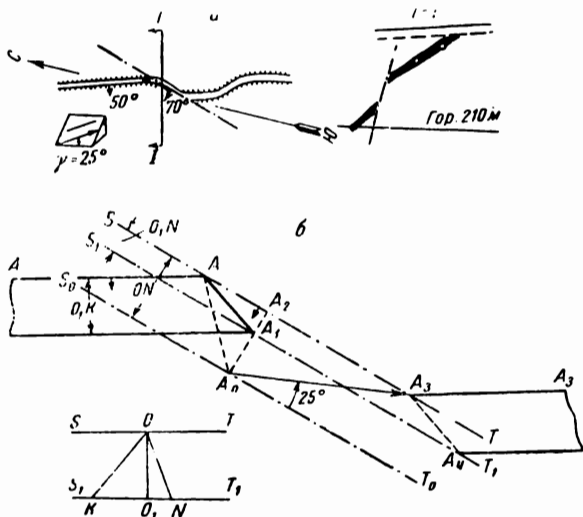


Рис. 64. Диагональный положительный согласный подбросо-сдвиг по пласту Характерному шахты им. Кагановича

Так как в этих разрезах лежачее крыло перемещается вверх относительно всячего, то  $AA$  означает всячее крыло, а  $A_5A_3$  — лежачее крыло

Обозначения те же, что на рис. 12, 28 и 52



стителю. Существующие методы исследования и классификации разрывов: В. И. Баумана, М. А. Усова и И. А. Молчанова — не позволяют однозначно определять форму разрыва. Поэтому автор, опираясь на свой опыт работы в Кузнецком бассейне, а также учитывая сделанное в этом отношении М. А. Усовым и И. А. Молчановым, разработал новую классификацию тангенциальных форм разрывов, основанную на анализе геометрических признаков и действительного направления перемещения смещенного крыла пласта.

Достоинством предлагаемого метода анализа форм разрывов и их классификации является то, что при определенных условиях удастся выявить действительное расположение разорванных частей разрыва относительно друг друга; названия форм разрывов в нашей классификации также подчеркивают расположение разорванных пластов. Наша классификация в сочетании с предлагаемым методом анализа разрывов позволяет в каждом частном случае определить направление, в котором следует искать смещенное крыло пласта. Это имеет очень большое значение для разведки и эксплуатации месторождений полезных ископаемых.

Предлагаемые метод анализа форм разрывов и их классификация могут иметь особенно широкое применение при наличии на поверхности сместителя штриховки, а также в том случае, если будет известно, к какой генетической группе относится данный разрыв — тангенциальной или радиальной. Учитывая успешный опыт применения этого метода в Кузнецком бассейне, можно полагать, что он может использоваться и в других районах.

В этой работе мы рассмотрели только тангенциальные формы разрывов. Однако нашу классификацию нетрудно продолжить и на радиальные формы разрывов. Если учесть при этом опускание смещенных крыльев разрывов вниз, станет ясно, что в радиальных формах разрывов расположение разорванных частей пласта будет противоположно разобранным тангенциальным формам разрывов.

## ЛИТЕРАТУРА

Бауман В. И. К вопросу о сбросо-сдвигах и других смещениях жил и пластов. Записки Горного института, т. 1, 1907.

Белицкий А. А. Методика поисков смещенного крыла пласта в условиях Прокопьевского района Кузбасса. Известия Томск. индустр. ин-та им. С. М. Кирова, т. 60, вып. 1, 1939.

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

Белицкий А. А. Некоторые итоги применения метода геометрического анализа дизъюнктивов для поисков смещенного крыла пласта в Прокопьевском районе Кузбасса. Известия Томск. политехн. ин-та им. С. М. Кирова, т. 65, вып. 2, 1950.

Белоусов В. В. Общая геотектоника. Госгеолнздат, 1948.

Биллингс М. П. Структурная геология. Перевод, 1949.

Келль Н. Г. Смещения. Исследования по вопросам горного и маркшейдерского дела. Сб. XXIII. Углетехиздат, 1950.

Красников П. Ф. Основные формы дислокаций Прокопьевского рудника Кузбасса. Сб. по геол. Сибири. Томск, 1933.

Кропоткин П. Н. Пути развития советской геотектоники за годы сталинских пятилеток (1928—1949 гг.). Известия АН СССР, сер. геол., 1, 1950.

Леонтовский П. Маркшейдерские задачи. Элементы залегания пластов (горная геометрия). Известия Екатеринбургского высш. горного училища, II, 1905.

Лизе Ч. К. Структурная геология. Перевод, 1935.

Молчанов И. А. Геометрический метод исследования дизъюнктивов и его применение для поисков смещенной части месторождения. Известия Томск. индустр. ин-та им. С. М. Кирова, т. 60, 1939.

Румянцев В. С. Тектонические нарушения, наблюдающиеся на СЗ окраине Кузбасса, и их объяснение (опыт приложения теории сопротивления материалов к тектонике). Горный журнал, № 10 и 11, 1928.

Соболевский П. К. О смещениях. Труды I Общесибирского маркшейдерского съезда. Томск, 1925.

Тромп С. В. Новые опыты по сбросовой тектонике и складчатости Гельмгольца. Труды XVII междунар. геол. конгресса, т. II, 1937.

Уиллис Б. и Уиллис Р. Структурная геология. Перевод, 1932.

Усов М. А. Формы дизъюнктивных дислокаций в рудниках Кузбасса. Сб. по геол. Сибири. Томск, 1933.

Усов М. А. Структурная геология. Госгеолиздат, 1940.

Усов М. А. Тектоника Кузбасса. Вестник Зап.-Сиб. геол. упр., № 5, 1940.

Ушаков И. Н. Горная геометрия. Углетехиздат, 1951.

Энгельс Ф. Анти-Дюринг. Госполитиздат, 1950.

Hausse, Die Verwerfungen, in besondere ihre Konstruktion. Berechnung und Ausrichtung, f. d. Bergbau und Salinenwesen, 1903.

Редактор В. В. Белоусов  
Техн. редактор М. П. Манина

Редактор издательства М. В. Семенова  
Корректор Л. Я. Ильинский

Сдано в набор 1/IV 1953 г.

Подписано к печати 13/V 1953 г.

Формат 60 × 92<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

4,25 печ. л. — 4,43 уч.-изд. л.

Тираж 8000

Г. 00857

Заказ 807

Цена 3 р. 10 к.

Картофабрика Госгеолиздата

## ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
13	12 снизу	$\beta$	$\beta_1$
14	Рис. 10, подпись, строка 4	висячего пласта	висячего крыла пласта
54	4 сверху	$\beta_1, 2$	$\beta_1, \beta_2$
56	7 сверху	$\gamma$	$\gamma'$
65	Рис. 63, подпись, строка 2	падением	с падением

А. А. Белицкий

3 р. 10 к.