

К ВОПРОСУ О КЛАССИФИКАЦИИ ТЕКТОНИЧЕСКИХ РАЗРЫВОВ

А. А. БЕЛИЦКИЙ

В последние годы стали уделять значительное внимание разработке детальных классификаций тектонических разрывов [2, 3, 4, 5, 6]. Такой большой интерес к данному вопросу вполне понятен, если учесть важное практическое значение этих исследований. Однако необходимо отметить, что в разработке подобных классификаций пока отсутствует единый принцип и единая терминология. Каждая предложенная новая классификация в этом отношении обязательно является оригинальной, со всеми вытекающими отсюда для практических работников существенными неудобствами.

Общеизвестно, что такая классификация необходима для детальных геологических исследований, т. е. для разведки и эксплуатации месторождений полезных ископаемых. При этом в первую очередь она необходима для месторождений со сложной разрывной структурой, подобных, например, Прокопьевско-Киселевскому и Анжеро-Судженскому районам Кузбасса. Представим себе шахтное поле с огромным количеством тектонических разрывов, различным образом ориентированных в пространстве (рис. 1). В таких условиях обычно возникает две задачи. Во-первых, необходимо составить геологические разрезы и карты (карту выходов пластов под наносы, пластовую карту, структурную карту или проекцию на вертикальную плоскость). Для этого нужно по каким-то признакам проследить и увязать между собою по простиранию и по падению все тектонические разрывы. Во-вторых, в таких случаях чрезвычайно важной задачей являются поиски смещенного крыла пласта. Достаточно сказать, что в сложнодислоцированных районах Кузбасса шахтные геологи вынуждены все свое время тратить на расшифровку тектонических разрывов, так как в процессе разведки при большом их количестве невозможно все эти разрывы подсесть и изучить в разведочных выработках. Что касается мелких разрывов с амплитудой перемещения до 25 м, то они выявляются существенно либо только в процессе эксплуатационной разведки, либо в процессе очистных работ, и поэтому обычно встречаются неожиданно.

Рассмотрим кратко, какие признаки являются важнейшими при решении указанных задач. Понятно, что эти признаки и должны быть положены в основу детальной классификации тектонических разрывов. М. В. Гзовский [5] считает главным признаком, на основе которого следует классифицировать тектонические разрывы, истинное направление относительного перемещения крыльев разрыва. Дополнительным признаком являются геометрические соотношения элементов залегания разрыва с рассеченными им слоями. Против такого положения вряд ли что

можно возразить. В принципе это верно. Но беда заключается в том, что такая, вообще говоря, правильная формулировка многими неверно истолковывается и, в конечном счете, приводит к недооценке «дополнительного признака» — геометрического соотношения элементов залегания разрыва и пласта. Между тем в ряде случаев сложная разрывная структура возникает при относительно ограниченном диапазоне направления перемещения, например, только взбросо-сдвиги или только сбросо-сдвиги. Однако нередко среди таких разрывов можно наблюдать большое разнообразие форм, и мы не сумеем разрешить указанные задачи, если наряду с направлением перемещения подробно не проанализируем геометрические особенности этих разрывов. При этом нас не должно смущать то обстоятельство, что один и тот же разрыв, пересекая пласты с различным залеганием, будет образовывать различные формы (рис. 2). В конкретном случае это обстоятельство не затрудняет, а, наоборот, облегчает увязку разрывов на планах и разрезах, так как тогда, когда геолог будет отчетливо представлять себе подобные явления, он сумеет без особого труда составить карту или найти смещенное крыло пласта. Что касается названий, то для общей характеристики таких сложных разрывов можно рекомендовать обычную геологическую четырехчленную классификацию — взброс, сброс, надвиг, сдвиг, а для характеристики разрывов на различных крыльях складок брать названия из детальных морфологических классификаций. Последнее является крайне необходимым для решения ряда практических вопросов разведки и эксплуатации месторождения.

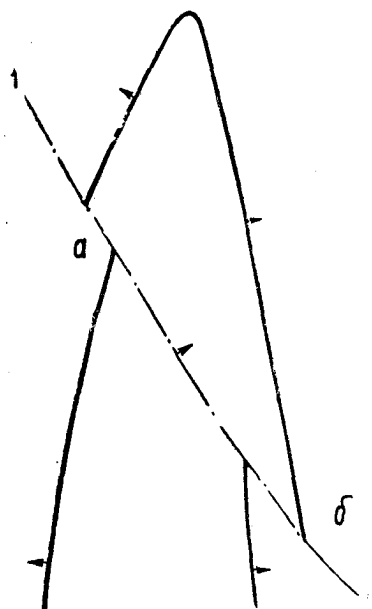


Рис. 2. Тектонический разрыв 1—1 — пересекает оба крыла складки так, что на одном крыле образуется согласный взброс (б), а на другом — несогласный взброс (а).

Таким образом, чтобы составить геологическую карту какого-либо участка со сложной разрывной структурой или найти смещенное крыло пласта, необходимо знать условия образования различных форм тектонических разрывов. Известно, что форма тектонического разрыва обусловлена двумя факторами — направлением перемещения разорванных частей пласта относительно друг друга и геометрическим взаимоотношением пласта и сместителя разрыва [4]. Понятно, что, составляя карту какого-либо участка со сложной разрывной структурой и с относительно прямолинейным характером сместителей и пластов, можно увязывать между собой такие разрывы, которые характеризуются одинаковым направлением перемещения и одинаковыми геометрическими соотношениями сместителя и пласта. Проследивая разрыв в условиях различного залегания пластов или поверхности сместителя, необходимо увязывать такие разрывы, которые по направлению перемещения будут более или менее одинаковыми, а по геометрическому соотношению могут быть различными, но совершенно определенными для данного соотношения пласта и сместителя. Например, если оба крыла складки пересекаются одним разрывом, то при взбросовом характере смещения на одном крыле складки образуется разрыв типа согласного взброса с двоемлением разорванных частей пласта (рис. 2 б), а на другом крыле — несогласный взброс, с образованием зияния разорванных частей пласта (рис. 2 а). Зная направление перемещения и геометрическое соотношение сместителя и пласта, можно с достаточной точ-

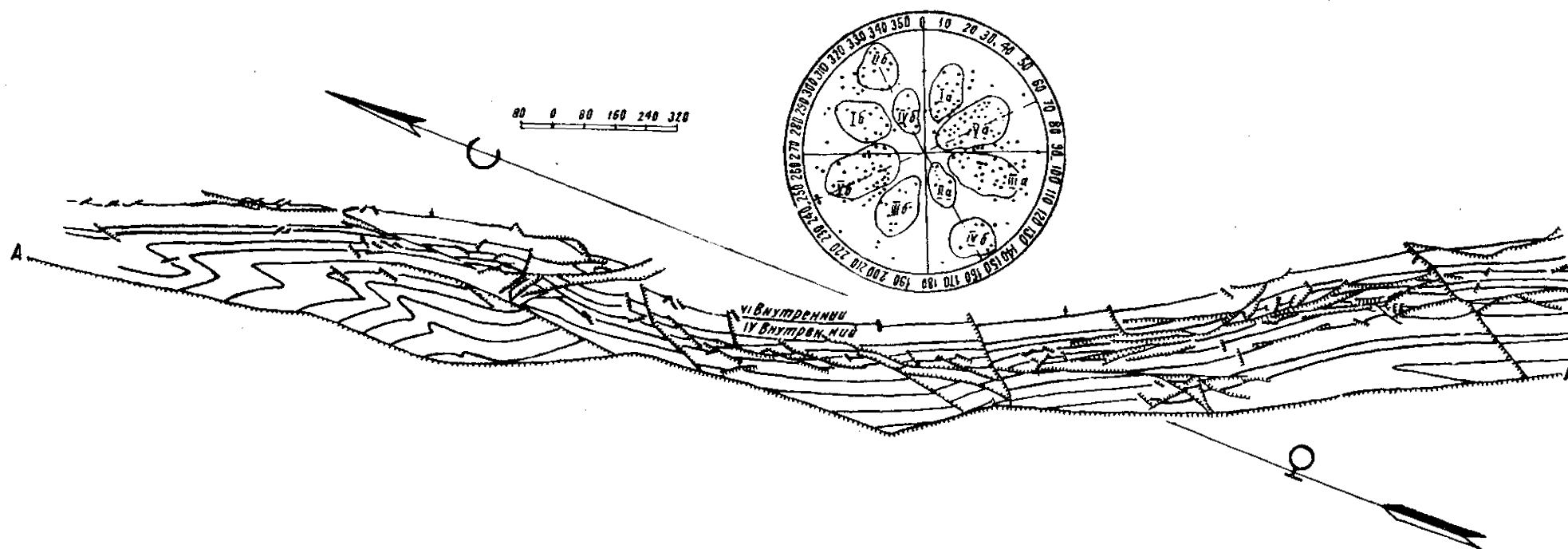


Рис. 1. Пластовая карта Западного крыла III синклинали Прокопьевского района Кузбасса в пределах шахты им. Калинина.

На круговой диаграмме нанесены полюса мелких тектонических разрывов; контуры на диаграмме — условные границы систем разрывов; линия $150-330^\circ$ на диаграмме — господствующее направление простирания пластов; сплошные линии — пласты угля, а линии с усиками — тектонические разрывы.

ностью определить форму тектонического разрыва. Этим и можно воспользоваться при прослеживании тектонических разрывов в любых условиях.

Поскольку формы тектонических разрывов имеют такое важное значение, их надо выделять по каким-то основным принципиальным признакам, которые приводят к коренным отличиям. Например, можно ли, с этой точки зрения, считать правильным выделение взбросов и надвигов по углу падения сместителя, причем границей между ними считать угол падения сместителя 45° . Из рис. 3 видно, что между двумя этими разрывами разница заключается только в том, что у одного из них сместитель падает под углом 40° , а у другого под углом 50° . Во всем остальном это совершенно одинаковые разрывы, и никакая ссылка на то, что эти названия в таком понимании укоренились в нашей литературе, не оправдывает их выделение. То же самое следует сказать и о левопадающих и правопadaющих косых взбросах, выделенных М. В. Гзовским [5]. Из рис. 4 видно, что эти два разрыва имеют одинаковую форму, хотя простирания слоев относительно простирания разрывов различные.

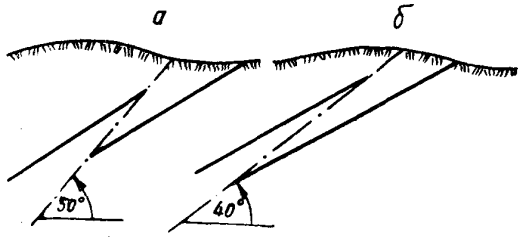


Рис. 3. Взброс (а) и надвиг (б) по М. В. Гзовскому, хотя направление перемещения и форма разрыва принципиально не изменились.

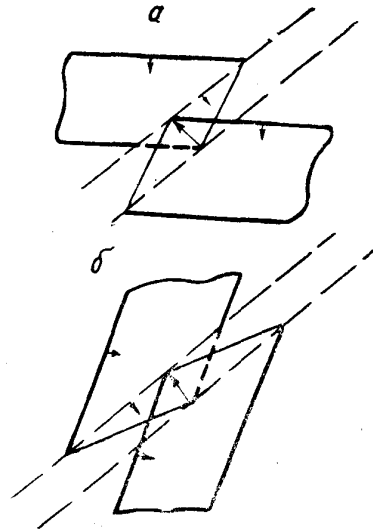


Рис. 4. Левопадающий (а) и правопadaющий (б) взбросы по М. В. Гзовскому.

Для установления форм разрывов существует вполне объективный метод, хорошо разработанный в горной геометрии [1; 8] и использованный для построения детальных классификаций многими исследователями [4; 6; 7; 9]. Вначале рассматривают скрещение двух плоскостей в пространстве — пласта и сместителя, при этом выделяют принципиально различные скрещения. С этой целью изобразим лежащее крыло разрыва в проекции с числовыми отметками, причем рассмотрим для примера более общий случай — пересечение пласта со сместителем в косых разрывах (рис. 5). Вначале найдем границу между согласнопadaющими и несогласнопadaющими плоскостями. Такой границей будет являться линия $АВС$ — проекция вертикальной плоскости на наш план. Далее, среди согласнопadaющих найдем границу между такими скрещениями, у которых пласт будет падать круче и положе сместителя. Для этого построим лежащее крыло пласта с углом падения, под которым падает сместитель. Тогда при расположении линии скрещения на участке $БЕК$ сместитель будет падать круче пласта, а на участке $ЕВС$ положе пласта.

Ограничимся пока рассмотренными случаями скрещения и перейдем теперь к установлению форм тектонических разрывов. Для этого нужно перейти от анализа скрещения к анализу перемещения, при этом в отличие от горногеометров примем истинное направление перемещения. Для того, чтобы можно было сравнивать эти формы, найдем их для всех случаев скрещения при одинаковом направлении перемещения висячих крыльев, например, по восстанию сместителя. На участке $БЕК$

везде получим такую форму, которая будет характеризоваться согласным падением пласта и сместителя, причем сместитель будет падать круче пласта; как в поперечном, так и в горизонтальном сечениях разор-

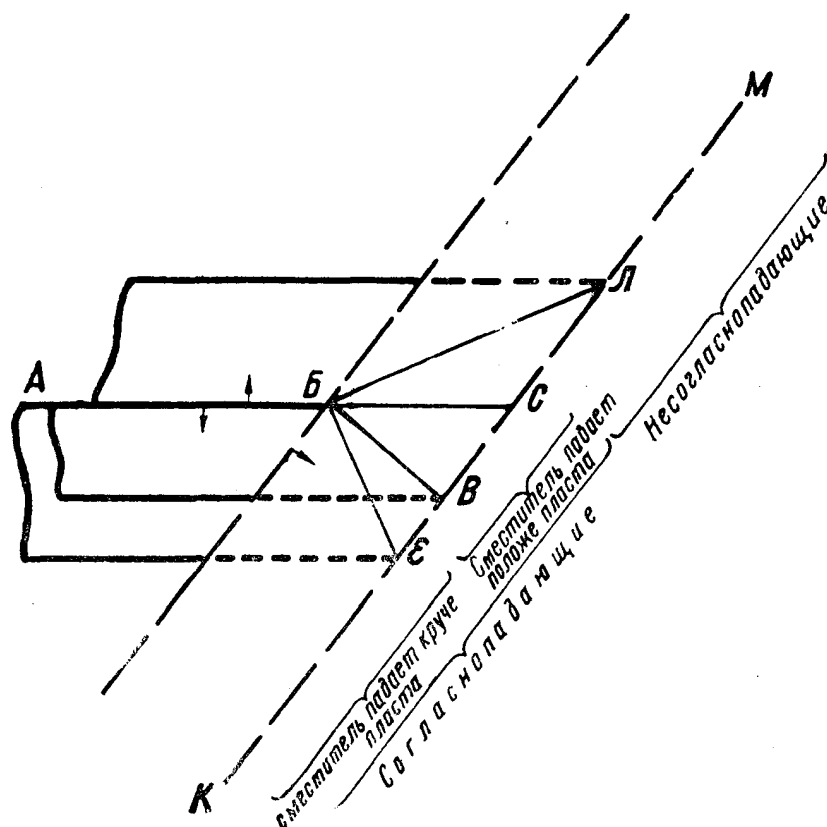


Рис. 5. Схема скрещения пласта и сместителя ко-
сых наклонных разрывов.

ванные части пласта образуют сдвоение (рис. 6). На участке *ЕБС*, оказывается, дело обстоит несколько сложнее. Здесь при более пологом сместителе по сравнению с падением пласта разорванные части пласта могут образовать сдвоение и зияние. Границей между этими разрывами будет линия *ВВ*, которая соответствует линии восстания сместителя. Следовательно, на участке *ЕБС* необходимо выделить участок *ЕВВ*, в пределах которого укладываются разрывы со сдвигивающимися крыльями (рис. 7 а), и *ВБС*, где образуются разрывы с зияющими крыльями (рис. 7 б).

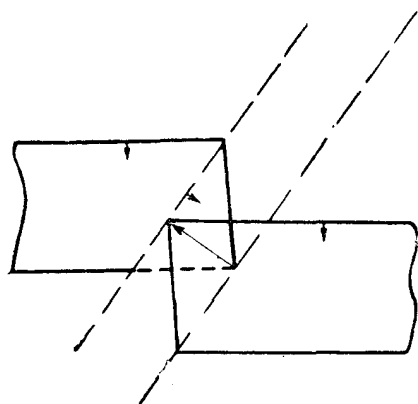


Рис. 6. Согласнопадающий
тектонический разрыв с более
крутым падением сместителя
по сравнению с пластом.

На участке *БСМ* будут располагаться несоогласнопадающие разрывы. Известно, что в плане при любом соотношении пласта и сместителя диагональные несоогласнопадающие разрывы при перемещении висячего крыла пласта по линии восстания сместителя образуют зияние разорванных частей пласта (рис. 8 а). Однако в поперечно-вертикальном сечении

в несоогласнопадающих разрывах может образоваться при этих же условиях зияние (рис. 8 б) и сдвоение (рис. 8 в) пласта. В последнее время ряд авторов [5; 6] считает необходимым выделить обе эти группы разрывов. Границей между ними будет являться линия *БЛ* (рис. 5), кото-

рая соответствует линии пересечения плоскости сместителя с перпендикулярной к ней плоскостью пласта. Следовательно, на участке *СБЛ* будут располагаться несогласнопадающие разрывы, у которых в попе-

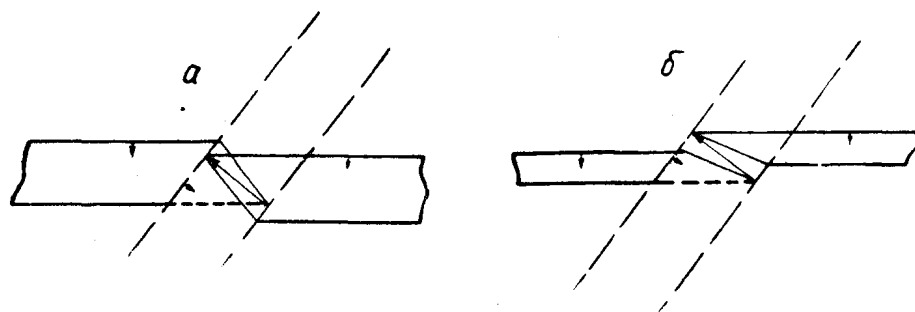


Рис. 7. Согласнопадающий тектонический разрыв с более пологим падением сместителя по сравнению с пластом. *а* — образуется сдвоение пласта, *б* — образуется зияние пласта.

речно-вертикальном сечении разорванные части пласта образуют зияние, а на участке *БЛМ* — сдвоение.

Таким образом, учитывая различные геометрические соотношения пласта и сместителя при одинаковом направлении перемещения висячего крыла разрыва, по восстанию сместителя, можно выделить для косых разрывов с наклонным падением пласта и сместителя пять различных форм, которые отличаются друг от друга существенными признаками. Этими формами, если мы исключим частные случаи, исчерпываются геометрические соотношения пласта и сместителя для косых разрывов с перемещением по восстанию сместителя. Все они являются реально существующими формами. Заметим, кстати, что в классификации М. В. Гзовского [5] одна из этих форм совершенно отсутствует. Он не обратил внимание на то, что в согласнопадающих разрывах, у которых сместитель падает положе пласта (по М. В. Гзовскому — отстающие), может образоваться сдвоение и зияние при одном и том же направлении перемещения висячего крыла пласта, но при разном соотношении элементов залегания пласта и сместителя¹⁾.

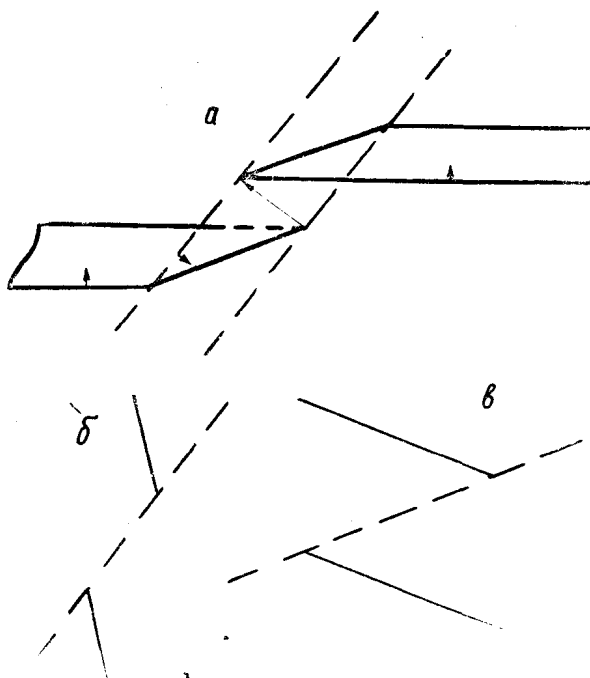


Рис. 8. Несогласнопадающий тектонический разрыв в плане (*а*) и в поперечно-вертикальных сечениях: *б* — зияние, *в* — сдвоение.

Теперь, приняв указанные формы в качестве исходных, необходимо рассмотреть, каким образом будет меняться взаиморасположение разорванных частей пласта в зависимости от направления перемещения. Некоторые исследователи ограничивают рассмотрение этого вопроса только тремя направлениями перемещения — по линии восстания сместителя

¹⁾ Подробный анализ этого вопроса дается в другой работе автора [4].

(взбросы, надвиги), по линии простирания сместителя (сдвиги) и по линии падения сместителя (сбросы). Между тем известно, что такие направления встречаются относительно редко. В более общем случае направление перемещения может занимать любое наклонное положение по отношению к элементам залегания сместителя. При этом практика детальных исследований тектонических разрывов заставила многих авторов подобных классификаций рассмотреть изменение взаиморасположения разорванных частей пласта при перемещении их в направлении $0^\circ-90^\circ$, $90-180^\circ$, $180-270^\circ$, $270-0^\circ$. Недооценка этого важнейшего вопроса в детальной морфологической классификации тектонических разрывов является недопустимой.

Без подробного рассмотрения этого вопроса такая классификация ничего не дает для поисков смещенного крыла пласта. Попытка М. В. Гзовского решить этот вопрос путем соотношения элементов взброса или сброса с элементами сдвига (складываются результаты взбросовых или сбросовых составляющих с результатами сдвиговых или вычитаются) не вносит в этот вопрос ясности. В действительности, например, у согласопадающих взбросов, если результат взброса складывается с результатом сдвига, амплитуда сдвоения будет увеличена (рис. 9, *ББ*) по сравнению с «чистым» взбросом (рис. 9, *АА*). Если же они будут вы-

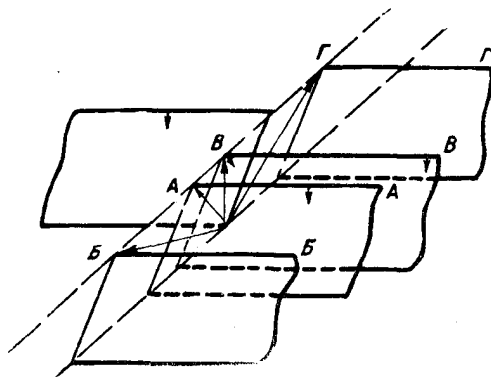


Рис. 9. Изменение формы разрыва (взаиморасположение разорванных частей пласта) с изменением направления перемещения.

читаться, то здесь возможны два случая: направление перемещения располагается между линией восстания сместителя и линией пересечения сместителя и пласта, тогда амплитуда пласта уменьшится, но сдвоение остается (рис. 9 *ББ*); если же линия перемещения расположится в остром угле между линией пересечения и простиранием сместителя, то разорванные части пласта образуют зияние (рис. 9 *ГГ*).

Следует отметить, что этот вопрос имеет большое значение не только для поисков смещенного крыла пласта, но также и для составления геологической карты. Нередко бывают такие случаи, когда в смежных пластах встречаются примерно на одном простирании разрывы одинаковой формы (рис. 10 *ЛЛ*, *КК*). Возникает вопрос: это один и тот же разрыв или разные разрывы? Оказывается, недостаточно сказать — взбросо-сдвиг, необходимо еще в названии подчеркнуть, как ориентируется элемент сдвига в плоскости сместителя. Тогда, очевидно, увязывать на карте будем только такие разрывы, у которых при прочих равных условиях разорванные части пласта примерно перемещались в одном каком-либо направлении. В нашем случае разрывы *ЛЛ* и *КК* нельзя увязывать между собою, так как противоположные направления перемещения свидетельствуют о том, что это разные разрывы.

Таким образом, учитывая задачи, которые должна разрешать детальная морфологическая классификация тектонических разрывов, необходимо, чтобы при разработке такой классификации были в достаточной степени учтены все рассмотренные особенности разрывов. Мы не ставили перед собой задачу дать новую классификацию разрывов и рассмотрели этот вопрос только с принципиальной стороны. Мы нисколько не возражаем, чтобы на первый план в названии тектонического разрыва поста-

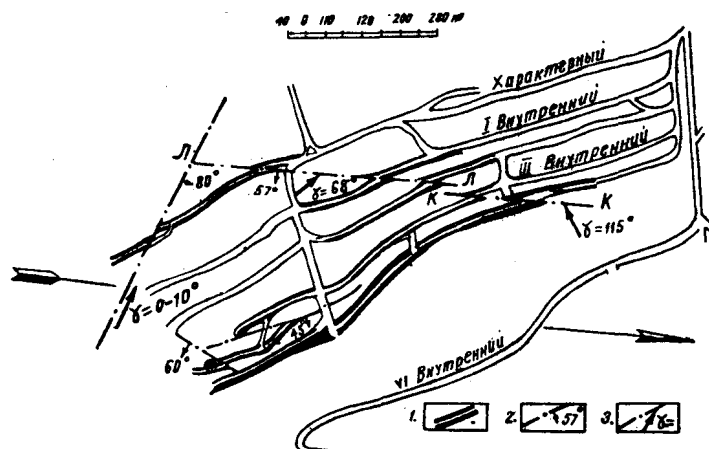


Рис. 10. Тектонические разрывы *Л* и *К* одинаковые по форме, но различные по направлению движения, поэтому их увязывать нельзя.

вить направление перемещения, а геометрическое соотношение пласта и сместителя, а также взаиморасположение разорванных частей пласта считать дополнительными признаками. Но вся практика детальных исследований разрывов на месторождениях со сложной разрывной структурой настоятельно требует одинаково детально рассмотреть в классификации тектонических разрывов влияние направления перемещения и геометрического соотношения пласта и сместителя на образование форм разрывов.

Что касается названий, то они должны, во-первых, подчеркивать направление перемещения, геометрическое соотношение пласта и сместителя, а также обязательно взаиморасположение разорванных частей пласта. Только такое название обеспечит полную характеристику разрыва, необходимую для успешного решения рассмотренных выше задач.

Безусловно нужно стремиться к возможно простым названиям, но нельзя это делать за счет детальности характеристики разрыва. Наиболее простые названия применяются в четырехчленной классификации разрывов — сброс, взброс, надвиг, сдвиг. Однако эти названия характеризуют только одну сторону разрыва — направление перемещения и то неполностью, так как в действительности направление перемещения может занимать любое наклонное положение к плоскости сместителя. Такая классификация решает только принципиальную сторону вопроса, что, вероятно, достаточно для мелкомасштабной съемки. Для детальных исследований требуется более полная характеристика разрыва. Далее очень важно, чтобы смысловое понятие терминов и названий по возможности соответствовало сущности явления и во всяком случае не противоречило бы общепризнанным понятиям. Так, например, А. С. Забродин [6], выделяя разрывы, у которых сместитель падает круче и положе пласта, придал им соответственно названия — крутой и пологий. В результате получилось, что «крутой» разрыв (рис. 11 а) может иметь очень пологий сместитель, а «пологий» разрыв (рис. 11 б) — крутой сместитель.

Ясно, что эти названия неудачны, так как они противоречат общепринятым геологическим понятиям.

Наконец классификация должна быть разработана таким образом, чтобы четко были сформулированы основные принципы и изложена методика образования различных форм разрыва. При этих условиях, какая бы ни была, на первый взгляд, сложная классификация тектонических

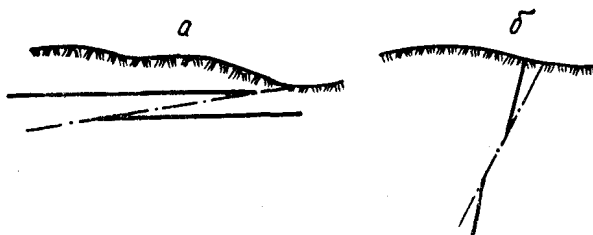


Рис. 11. «Крутой» взброс (а) и «пологий» взброс (б) по А. С. Забродину

разрывов, каждый геолог, не заучивая классификацию, сумеет без особого труда сам определять формы разрывов и находить их названия. С этой точки зрения любая постановка вопроса о количестве форм разрывов в классификации, чему придавали в свое время большое значение горногеометры (1), нам представляется бессмысленной.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Бауман В. И. К вопросу о сбросо-сдвигах и других смещениях жил и пластов. Записки горного института, т. I, 1907 г.
2. Белоусов В. В. Основные неотектоники. Госгеолтехиздат, 1954.
3. Белоусов В. В. Тектонические разрывы, их типы и механизм образования. Труды геофиз. института АН СССР, № 17 (144), 1952.
4. Белицкий А. А. Классификация тектонических разрывов и геометрические методы их изучения. Госгеолтехиздат, 1953.
5. Гзовский М. В. Основные вопросы классификации тектонических разрывов. Сборник «Советская геология», № 41, 1954.
6. Забродин А. С. Опыт поисков смещенной части угольного пласта в нарушенных месторождениях. «Бюро технической информации», Углетехиздат, часть I, 1951, часть II, 1952.
7. Молчанов И. А. Геометрический метод исследования и его применение для поисков смещенной части месторождения. Известия Томск. индустр. ин-та имени С. М. Кирова, т. 60, вып. I, 1939.
8. Рыжев П. А. Горная геометрия. Углетехиздат, 1952.
9. Усов М. А. Формы дизъюнктивных дислокаций в рудниках Кузбасса. Сборник по геологии Сибири, Томск, 1933.

Томский политехнический институт
им. С. М. Кирова