

7. Разрывные нарушения

- 7.1. Разрушение горных пород.
- 7.2. Общая характеристика разрывных нарушений.
- 7.3. Разрывы без смещения (трещины, кливаж) и методы их изучения.
- 7.4. Разрывы со смещением (разломы), методы их картирования и отображения на геологических картах.
 - Строение разрывных нарушений (сместитель, крылья, амплитуды, строение сместителя).
 - Типы разрывных нарушений (сбросы, взбросы, сдвиги, раздвиги-рифты, надвиги, шарьяжи {покровы}, глубинные разломы).
- 7.5. Картирование разрывных нарушений.
 - Признаки разрывных нарушений.
 - Определение типа, параметров перемещения, возраста разрывных нарушений.
 - Отображение разрывных нарушений на геологических картах и разрезах.
- 7.6. Использование аэро- и космоснимков и геофизических методов при картировании разрывных нарушений.
- 7.7. Роль разломов в поисках месторождений полезных ископаемых.

7.1. Разрушение горных пород (разрывные деформации)

Если напряжения в деформируемых горных породах достигают предела прочности, породы начинают разрушаться. Предел прочности колеблется в широких пределах для различных горных пород. Он может быть достигнут ещё в процессе упругой деформации, а разрушение последует непосредственно за упругой деформацией и может рассматриваться как хрупкое. Разрушение может наступить и в процессе пластической деформации, т.е. когда уже достигнут предел упругости. Такое разрушение, следующее за пластической деформацией называется вязким.

Наименее вязкими являются глины, соли, гипсы, далее следуют карбонатные и песчано-глинистые породы, песчаники, конгломераты, вулканиты, граниты, гнейсы, кристаллические сланцы.

В зависимости от положения разрыва в поле напряжений различают 2 вида разрушения – **отрыв и скалывание**.

Отрыв вызывается нормальными растягивающими напряжениями и поэтому тело распадается в плоскости максимальных растягивающих напряжений.

Скалывание вызывается касательными напряжениями и разрыв тела происходит в плоскости касательных напряжений.

Отрыв обычно бывает хрупким, скалывание – вязким.

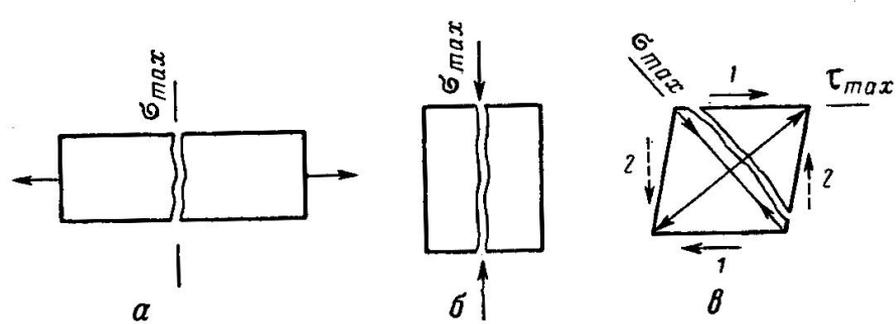


Рис. Хрупкое разрушение при растяжении (а), сжатии (б) и сдвиге (в)

1 — активная пара сил; 2 — реактивная пара сил

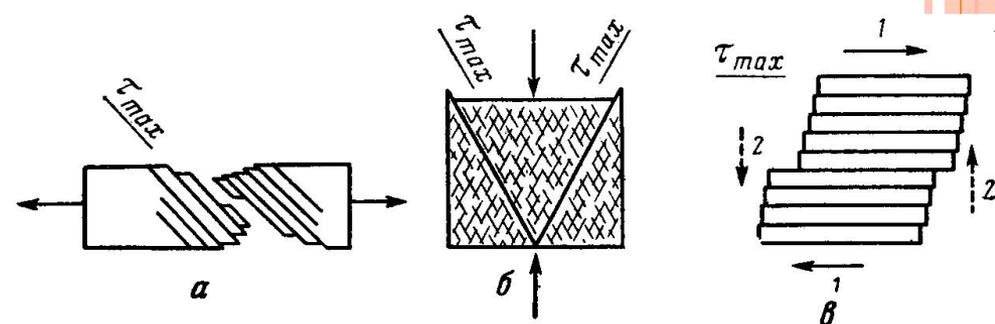


Рис. Вязкое разрушение при растяжении (а), при сжатии (б), при сдвиге (в)

1 — активная пара сил; 2 — реактивная пара сил

Хрупкое и вязкое разрушение возникает при растяжении, сжатии и сдвиге.

При растяжении тело разрывается хрупким путём в направлении, **поперёк оси растяжения**.

При сжатии трещины отрыва возникают **параллельно оси сжатия** и нормально к оси поперечного удлинения.

При сдвиге образование трещин происходит нормально к диагонали растяжения, **под $\angle 45^\circ$ к активным силам**.

При вязком разрушении разрыву тела предшествует пластическая деформация, образуется шейка, т.е. участок на котором происходит скольжение тонких пластинок по поверхностям, ориентированным под $\angle 45^\circ$ к оси растяжения. При приближении допустимого растяжения к пределу прочности скольжение сосредотачивается на одной из плоскостей и после достижения предела прочности тело распадается на части.

7.2. Общая характеристика разрывных нарушений

- **Разрывными или дизъюнктивными называются структуры (или дислокации), характеризующиеся нарушением сплошности (разрывом) геологических тел по определённой плоскости.** В результате разрывных нарушений тело разделяется на блоки, сохраняющие своё положение или смещённые относительно друг друга. Различают 2 типа разрывных нарушений:
 - **1) Разрывы без смещения**, к которым относятся трещины и кливаж (???)
 - **2) Разрывы со смещением** разорванных блоков или собственно разрывные нарушения (**разломы**).
- Причиной разрыва являются силы растяжения, сжатия или сдвига, в результате которых и появляются трещины отрыва или скалывания. Движущими силами являются тангенциальные (горизонтальные) и радиальные (вертикальные) тектонические движения и сила тяжести.
- Разрывные нарушения большей частью связаны с пликативными нарушениями как пространственно, так и по времени образования, что обусловлено одними и теми же эндогенными процессами, происходящими внутри мантии, на границе её с земной корой и внутри земной коры. Сочетание складчатых и разрывных нарушений характерно для складчатых областей. На платформах они проявлены слабее и обусловлены в основном поведением фундамента.

7.3. Разрывы без смещения (трещины, кливаж) и методы их изучения

- К разрывам без смещения относятся трещины и кливаж.
- Образованию трещин способствует делимость горных пород, т.е. способность легко раскалываться по определённым направлениям. В породах может присутствовать одна или несколько систем трещин, обычно параллельно ориентированных. Системы трещин рассекают породы на блоки, т.е. создают отдельность горных пород (столбчатая, параллельная, копьевидная, подушечная, матрацевидная и др.).
- По степени раскрытия выделяются трещины **скрытые** (невидимые невооружённым глазом за счёт плотной прижатости блоков друг к другу), **закрытые** (хорошо видны, но нет зияния или свободного пространства между блоками) и **открытые** (полость между блоками).
- Трещины могут быть:
- По форме – прямые, изогнутые.
- По отношению к залеганию пород – нормальные к слою и параллельные напластованию (обычно лучше проявлены и при отсутствии четкой слоистости могут быть использованы для определения элементов залегания).
- По отношению к осям складок – продольные, поперечные, диагональные.

Значение трещиноватости

- Трещиноватые породы лучше проницаемы, поэтому являются **коллекторами нефти, рудоносных растворов** (в них формируются гидротермальные и пневматолитовые месторождения, водоносные горизонты), **способствуют образованию жил, даек, с которыми также связаны месторождения полезных ископаемых.**
- По происхождению трещины могут быть **нетектоническими** (выветривание, оползни, обвалы и т.п.) и **тектоническими.**

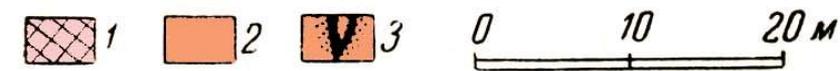
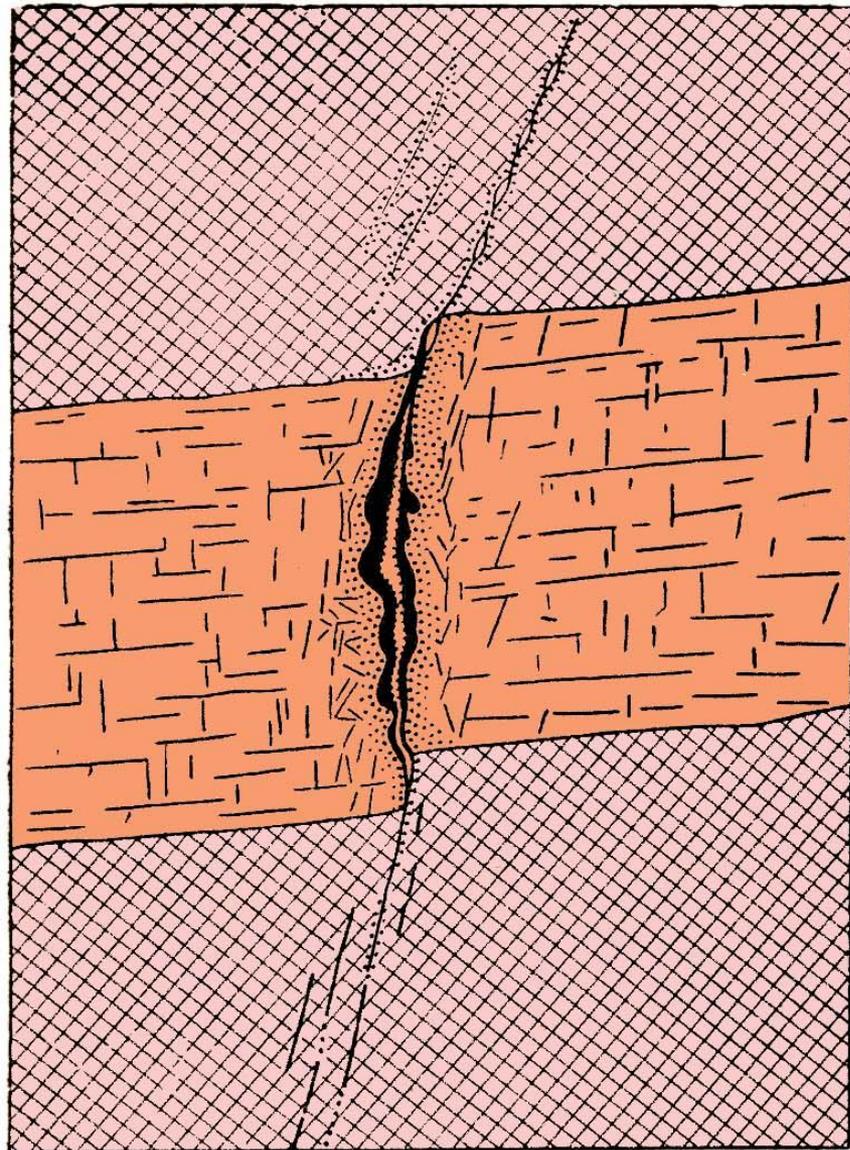


Рис. 87. Жила Оризаба, Крипль Крик, Колорадо. Приоткрывание при сбросе.
(По Г. Рикарду)

1 — гранит; 2 — фонолит; 3 — рудная жила

Тектонические трещины

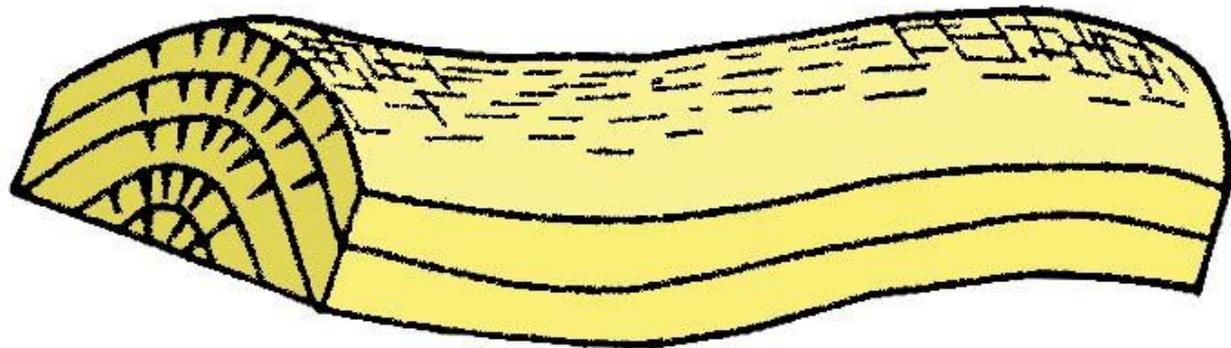


Рис. Схема расположения трещин в ядре антиклинальной складки

Подразделяются на 2 типа: 1) трещины с разрывом сплошности тел (это трещины отрыва и скалывания) и 2) кливаж. Тектонические трещины образуются в горных породах под влиянием эндогенных процессов.

Трещины отрыва возникают при появлении в горных породах нормальных напряжений, превышающих их прочность и ориентированы \perp к растягивающим усилиям. Они развиваются или на больших пространствах (складчатые области) или на локальных участках – в складках, разрывах, интрузиях. **Трещины отрыва** обычно приоткрыты, обладают неровной зернистой поверхностью и лишены каких-либо следов перемещений. Гальки и крупные зерна при пересечении их поверхностью отрыва нередко выпадают из породы, оставляя на поверхности трещины гнезда в виде ямок и вдавленностей. Трещины отрыва быстро выклиниваются по простиранию и падению.

Трещины скалывания

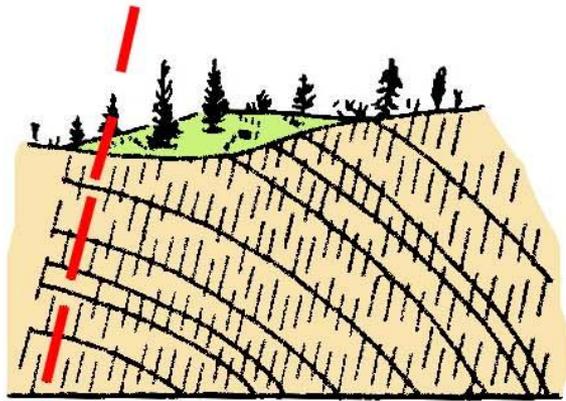
Образуются в направлении механических касательных напряжений при нагрузках, превышающих прочность пород, обычно **в условиях сжатия земной коры**. Широко развиты в зонах разломов и называются оперяющими. **Трещины скалывания параллельны ориентировке сместителя. Стенки трещин скалывания обычно плотно сжаты и имеют гладкую поверхность.** Гальки и крупные зерна, попадающие на линию разрыва, срезаются, а не выдергиваются из своих гнезд, как это отмечалось для трещин отрыва. Трещины скалывания сохраняют свою ориентировку по простиранию и падению и обладают большой протяженностью. Нередко их поверхности носят следы перемещения в виде царапин, бороздок и зеркал скольжения.

Широко распространены *трещины скалывания* на участках, нарушенных взбросами и сдвигами. Образование этих структур происходит в условиях сжатия земной коры или при перемещениях одного участка земной коры относительно другого под действием пары сил.

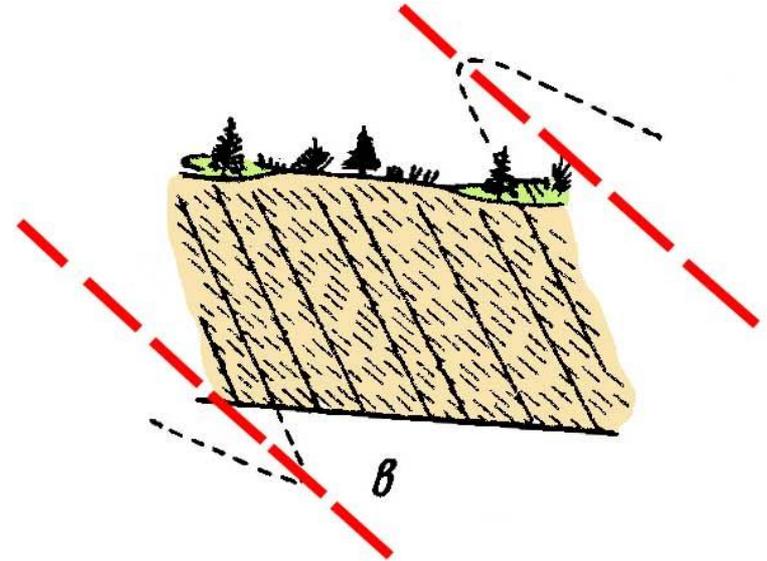
Кливаж (в переводе с английского – раскол)

- Кливажем называются частые параллельные поверхности скольжения, развивающиеся при пластической деформации горных пород. Кливаж это способность горных пород раскалываться на пластинки и призмы по густо развитой системе трещин, секущих слоистость или согласных с ней. Существует много классификаций кливажа, основанных на его происхождении, положении в складках, форме трещин и т.д.
- Выделяется 2 основных типа кливажа – кливаж разлома и кливаж течения, возникающих в результате деформации горных пород под действием тектонических движений.
- Кливаж разлома** связан с образованием густой сети трещин скалывания, независимо от ориентировки удлинённых минералов. Трещины со следами скольжения пластин располагаются под \angle к слоистости. Такие трещины обычно параллельны осевым поверхностям складок и при нормальном залегании всегда круче слоистости, в опрокинутом крыле, наоборот, положе слоистости, в замке складки \perp слоистости.
- Кливаж течения** связан с параллельным расположением удлинённых минералов. Возникает в условиях сжатия в процессе пластичного течения и перекристаллизации породы, т.е. это сланцеватость. Ориентирован кливаж течения \perp сжимающим усилиям (рост пластинок).

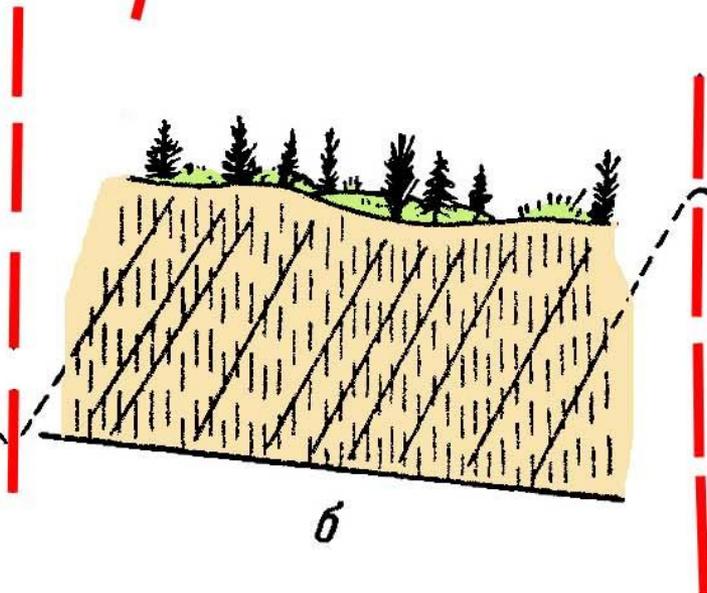
Соотношение кливажа и слоистости



a



б

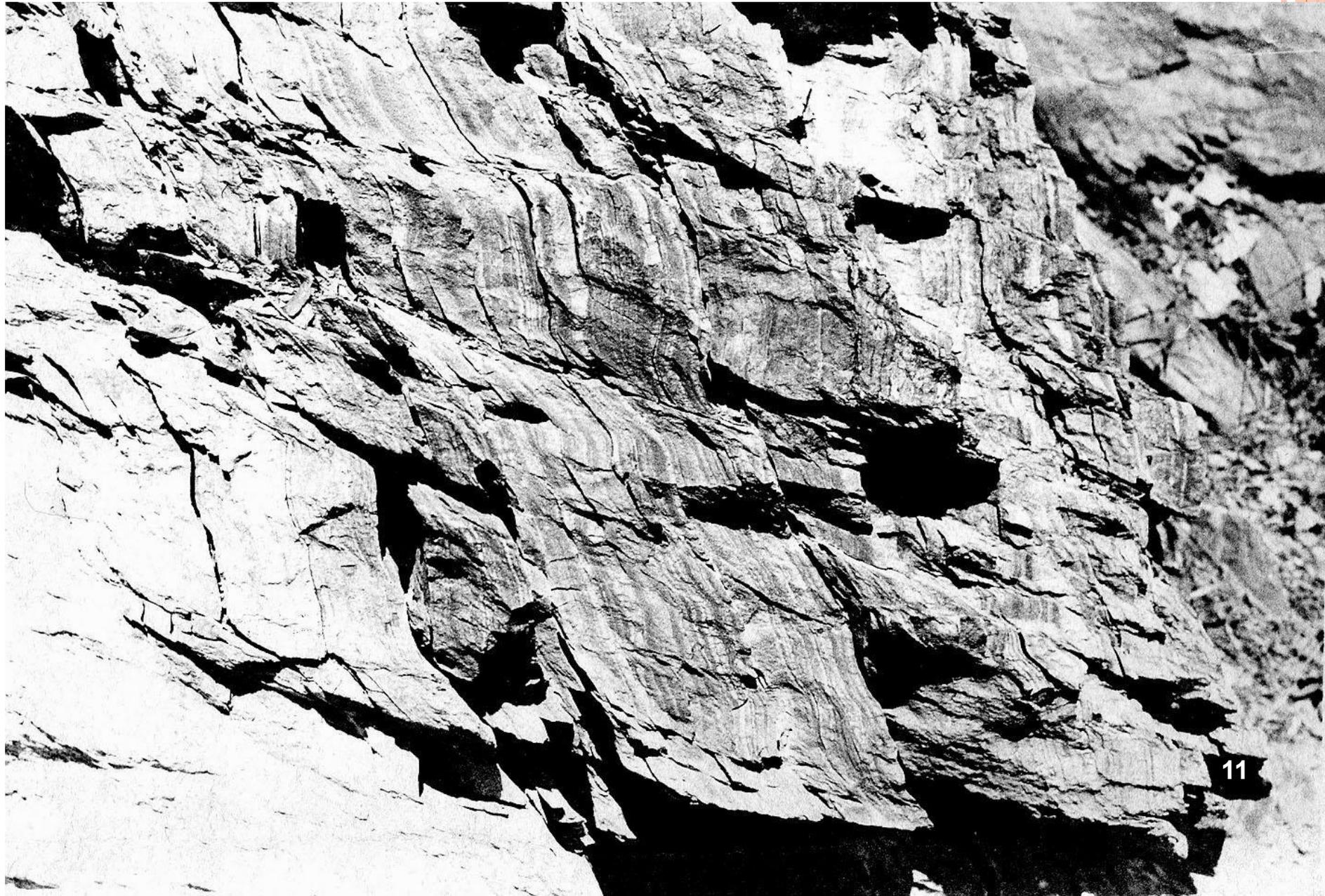


в

Рис. Соотношение кливажа, слоистости и осевых поверхностей складок в разрезе

***a* — кливаж перпендикулярен к слоистости — замок складки; *б* — кливаж круче слоистости — крыло нормальной складки; *в* — кливаж положе слоистости — крыло опрокинутой складки. Указано возможное расположение осей антиклинальной и синклинали. На рисунках изображены разрезы; сплошные линии — слоистость; пунктир — кливаж; длинный пунктир — осевые поверхности складок**

Соотношение кливажа и слоистости
(разрез авзянской свиты на восточной окраине д.Зигаза)

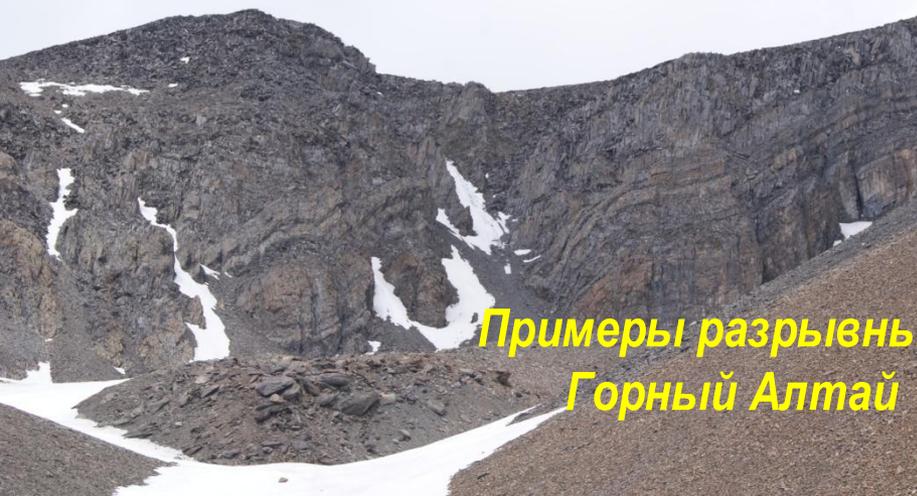


7.3. Разрывы со смещением (разломы или разрывные нарушения)

- Разломами или разрывными нарушениями называются разрывы при которых разорванные блоки горных пород смещаются относительно друг друга.

Строение разрывных нарушений

- Сместитель** – плоскость разрыва, по которой происходит относительное перемещение разорванных блоков.
- Крылья разрывного нарушения** – перемещаемые относительно сместителя блоки горных пород. При наклонном положении сместителя различают **висячее** (над плоскостью сместителя) и **лежащее** (под плоскостью сместителя) крылья.
- Амплитуда разрыва** – величина относительного **перемещения крыльев по сместителю**. Различают амплитуду истинную (**наклонную**), **вертикальную**, горизонтальную, стратиграфическую (рис.).



Примеры разрывных нарушений со смещением
Горный Алтай



Усть-Катав

- ▣ **Истинная амплитуда разрыва** – расстояние по плоскости сместителя между кровлей или подошвой одного и того же пласта в висячем и лежащем крыльях (h).
- ▣ **Вертикальная амплитуда разрыва** – проекция истинной амплитуды на вертикальную плоскость (h_1).
- ▣ **Горизонтальная амплитуда разрыва** – проекция истинной амплитуды на горизонтальную плоскость (h_2).
- ▣ **Стратиграфическая амплитуда разрыва** – расстояние по нормали между кровлей и подошвой одного и того же пласта в висячем и лежащем крыльях.

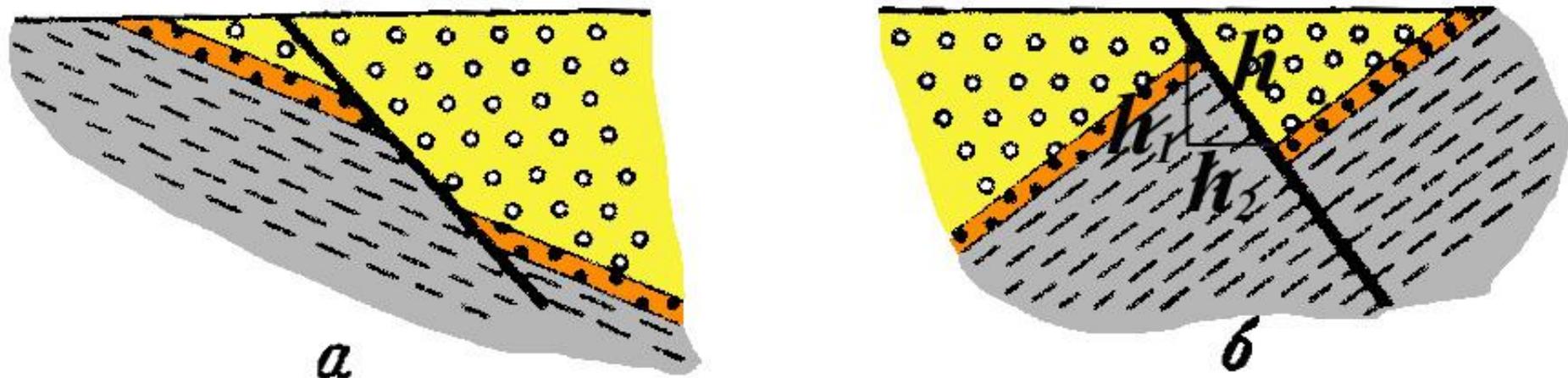


Рис. **Согласный (а) и несогласный (б) сбросы** ¹³
в вертикальном разрезе

Линия разрыва

- **Линия разрыва** – линия пересечения сместителя с дневной поверхностью. В практике она именуется названием соответствующего разрывного нарушения (сброс, взброс, сдвиг и т.д.).
- Поверхность сместителя может быть ровной или волнистой. При движении блоков в условиях давления происходит дробление породы на куски, поверхности которых в свою очередь, притираются, становятся гладкими, как бы отполированными. Такие поверхности называются **зеркалами скольжения**.
- На поверхности зеркал скольжения часто встречаются штрихи и бороздки, с углублениями на конце, являющиеся следами попавших на плоскость скольжения зёрен, а также трещины отрыва, \perp направлению перемещения. Зеркала скольжения ориентированы параллельно сместителю и вместе с сопровождающими их штрихами и трещинами отрыва используются для выявления разрывных нарушений, определения элементов залегания сместителя и направления перемещения крыльев.

Зеркало скольжения с трещинами отрыва
(учебный полигон «Кулмас», западный склон Южного Урала)



Тектонические брекчии, меланж

При больших амплитудах (десятки и сотни м) происходит разрушение выступов неровной поверхности сместителя и образование **брекчий трения** или **тектонических брекчий**. Они представляют собой раздробленную и перетёртую массу обломков горных пород разной размерности (до десятков и сотен м). Обломки в тектонических брекчиях состоят из пород, прилегающих к плоскости сместителя или из пород, вынесенных из глубины. Такого типа своеобразные пёстрые брекчии, особенно широко развитые в зоне надвигов, получили название **меланжа** (смесь). Состав меланжа – туфы, вулканиты, гипербазиты и серпентиниты, яшмы, известняки, метаморфические породы неясного происхождения. Цемент – более тонко раздробленный или жильный материал.

Тектонический меланж формируется, как правило, в зонах глубинных разломов складчатых областей. Пример - Главный Уральский разлом, сопровождающийся, кроме меланжа, линейными интрузиями ультрабазитов. Мощность меланжа достигает сотен м и даже километры.

Байгускаровский серпентинитовый меланж в зоне ГУРа на Южном Урале



Илл. 24. Зона ГУР на Южном Урале. Байгускаровский серпентинитовый меланж, или тектонизированная серпентинитовая олистострома. Внизу (выделяются разными оттенками цвета) — блоки, сложенные глыбовыми конгломератами и вулканитами, в средней части — сыпучка серпентинитовых тектонитов, в верхней — пластообразный блок ордовикских кремней.



Тектонические брекчии, катаклазиты

- При интенсивном дроблении и истирании пород в зонах глубинных разломов образуются т.н. **катаклазиты** – сильно раздробленные минеральные агрегаты, превращённые в крошку и характеризующиеся сильно деформированным (изогнутым) расположением слагающих их компонентов. Часто дробление наблюдается даже на уровне зёрен.

Тектонические брекчии, милониты

- При перетирании материала до состояния пыли образуются т.н. «глинки трения» которые при последующей литификации превращаются в милониты.
- **Милониты** – это тонко перетёртые породы с ориентированными текстурами (благодаря давлению), сходными со сланцеватостью, полосчатостью, флюидалностью.



Типы разрывных нарушений [сбросы, взбросы, сдвиги, раздвиги-рифты, надвиги, шарьяжи (покровы), глубинные разломы]

- По характеру, величине, направлению и углу относительного перемещения крыльев разрывные нарушения подразделяются на **сбросы, взбросы, сдвиги, раздвиги, надвиги, покровы или шарьяжи**.
- Сбросы** – нарушения, в которых сместитель наклонён в сторону опущенного крыла.
- Взбросы** - нарушения, в которых сместитель наклонён в сторону приподнятого крыла. В приподнятых блоках обоих типов будут выступать более древние породы.
- Сбросы и взбросы различаются:
 - по углу наклона сместителя (пологие – до 30° , крутые – $30-80^\circ$, вертикальные - $>80^\circ$);
 - по отношению к простиранию нарушенных пород (согласные – сместитель и породы падают в одну сторону, несогласные - сместитель и породы падают в противоположные стороны).

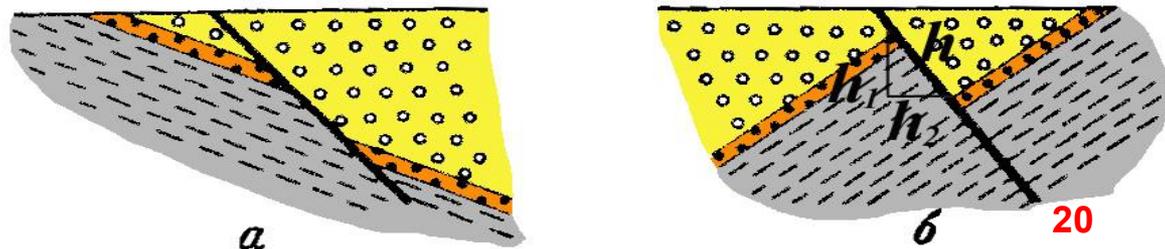


Рис.

Согласный (а) и несогласный (б) сбросы в вертикальном разрезе

Происхождение сбросов и взбросов

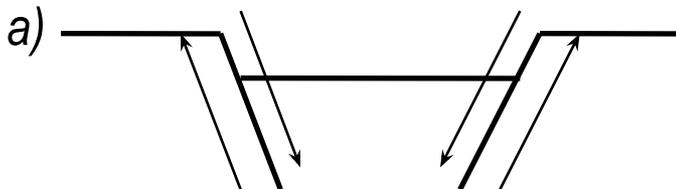
Строение **сбросов** можно объяснить только растяжением тех участков земной коры, в которых они развиваются. Разрушение пород происходит либо хрупким путём (отрыв), либо вязким путём (скалывание).

При отрыве поверхность сместителя располагается \perp действию растягивающих усилий, при скалывании, вызываемом касательными напряжениями, сместитель располагается под $\angle 45^\circ$ и под \angle к направлению растягивающих усилий. Ориентировка сместителя зависит от направления действия растягивающих усилий.

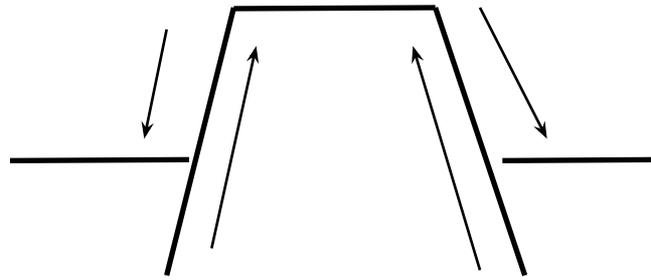
Строение **взбросов** указывает на сближение участков земной коры за счёт сжатия (являются поверхностями скалывания). Крутые взбросы образуются при горизонтальной ориентировке сил, пологие – при ориентировке под \angle к горизонту.

Сбросы и взбросы в складчатых областях образуют системы субпараллельных разрывов, обуславливающих блоково-ступенчатый характер структур.

Структура, образованная сбросами, центральная часть которой опущена и, соответственно сложена более молодыми образованиями, чем в окружающих приподнятых блоках, называется грабеном (а).



(б)



□ Структура, образованная сбросами, центральная часть которой приподнята и, соответственно сложена более древними образованиями, чем в окружающих опущенных блоках, называется **горстом** (б).

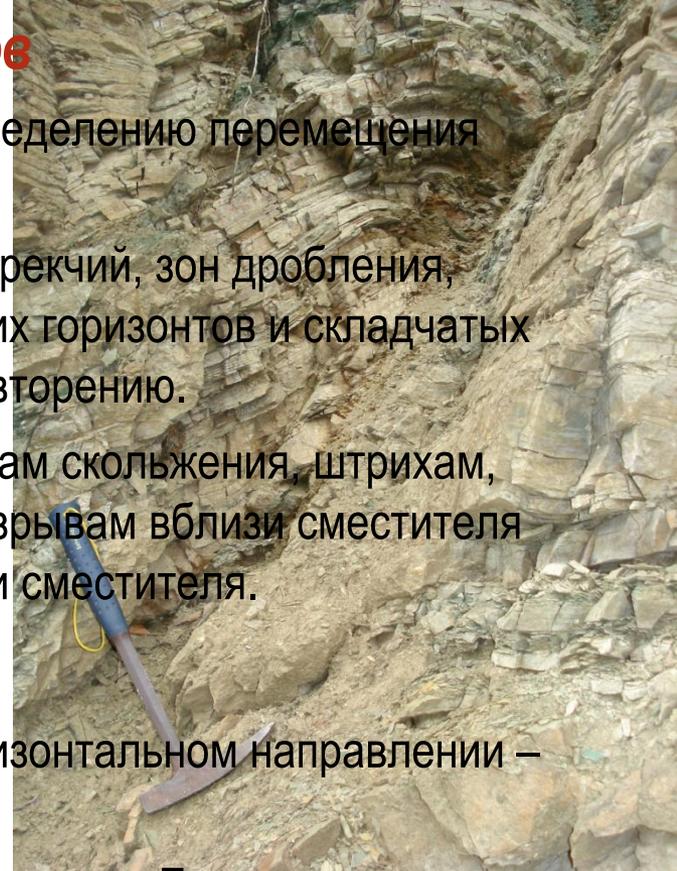
□ Разновидности грабенов в кристаллическом фундамента платформ, протягивающиеся на сотни км называются **авлакогенами**. Они выполнены, как правило, грубообломочными отложениями, образующимися за счёт разрушения бортов (грабеновые формации) и составляющими основание осадочного чехла (на Восточно-Европейской платформе это отложения рифея R).

□ Одновозрастные сбросы и взбросы почти никогда не пересекаются. Они ветвятся или сливаются друг с другом под тем или иным углом, но не пересекают друг друга.

□ Пересекаются разломы разновозрастные. При этом линии вертикальных нарушений на поверхности не изменяют своего положения, а при наклонном положении сместителя, смещённым оказывается более древнее нарушение.

Изучение сбросов и взбросов

- Изучение сбросов и взбросов сводится к их выявлению, определению перемещения блоков, амплитуды и возраста.
- Сбросы и взбросы выявляются по наличию тектонических брекчий, зон дробления, рассланцевания, зеркал скольжения, срезанию маркирующих горизонтов и складчатых структур, соприкосновению разных уровней разреза, его повторению.
- Направление перемещения блоков определяется по зеркалам скольжения, штрихам, трещинам отрыва, возрасту пород в крыльях, по мелким разрывам вблизи сместителя (они параллельны ему), по изгибам слоёв вблизи плоскости сместителя.



Сдвиги

- Сдвиги** – разрывы по которым смещение происходит в горизонтальном направлении – по простиранию сместителя.
- Сдвиги могут быть вертикальными, наклонными, горизонтальными. Если смещение на противоположном от нас крыле произошло **направо** – сдвиг называется **правым**, влево – **левым**. Расстояние перемещения называется **амплитудой сдвига**.

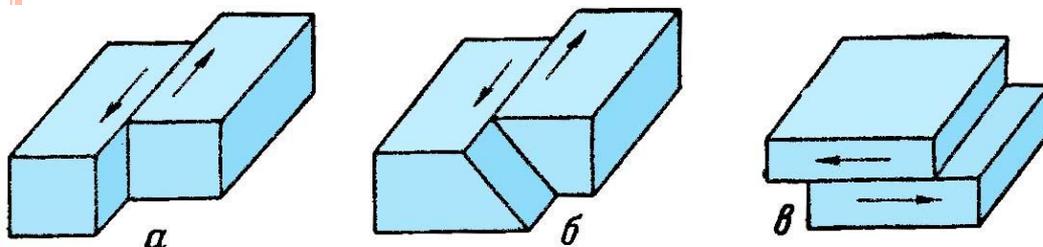


Рис. Вертикальный (а), наклонный (б) и горизонтальный (в) сдвиги

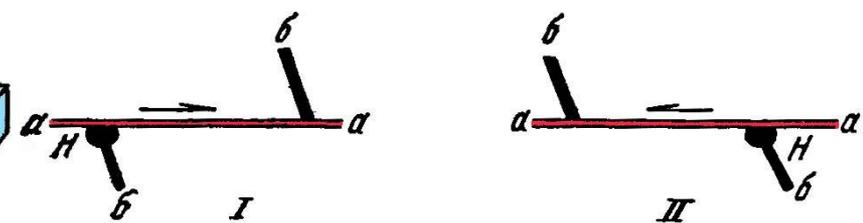


Рис. Схема правого (I) и левого (II) сдвигов
аа — поверхность сместителя; б — разорванные слоёв; Н — положение наблюдения (плановые изображения)

Отличие сдвигов от сбросов и взбросов

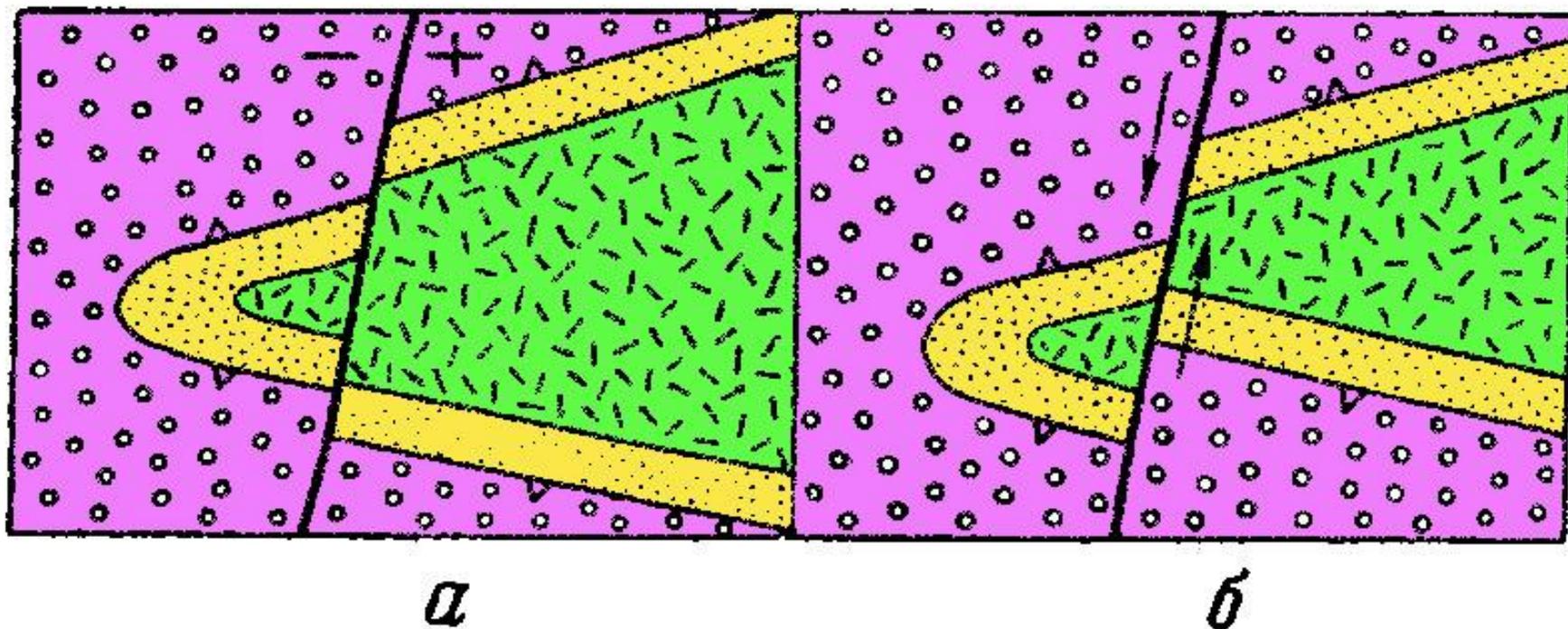


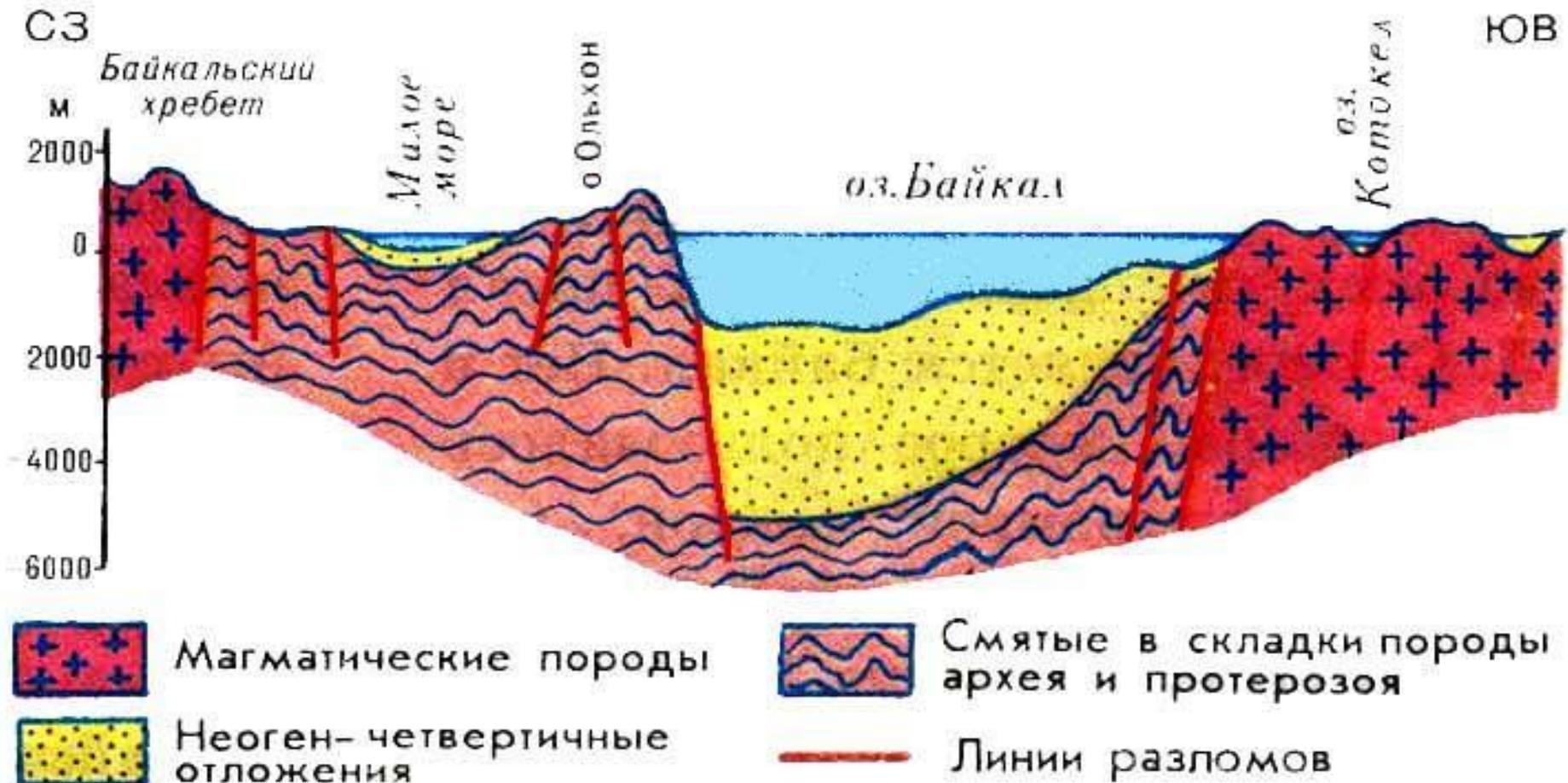
Рис. Схемы, иллюстрирующие различие в плане между сбросом (а) и сдвигом (б)

Раздвиги

- Раздвигами называются разрывы, в которых перемещение крыльев происходит \perp к поверхности отрыва, что приводит к зиянию между крыльями. Типичными примерами раздвигов являются рифты.
- *Рифт (рифтогенная структура) – это региональные узкие линейные пояса деструкции, образующиеся в результате растяжения и раздвига земной коры или литосферы.*
- Различают рифты континентальные и океанические.
- **Континентальные рифты** имеют **значительную протяжённость** (сотни и тысячи км), **резко выраженную линейность**, ширину от первых км до 30-70 км (реже до 400 км как Красноморский рифт), **повышенный тепловой поток, щёлочно-базальтовый магматизм.**
- По возрасту известны PR (авлакогены Восточно-Европейской платформы), PZ (Днепровско-Донецкая впадина), MZ (развиты шире – Индостан, Зап. Европа), KZ – самые крупные из которых Красноморский, Восточно-Африканский и Байкальский рифты.

Байкальский рифт

Байкальский рифт – имеет СВ простирание, длина = 1000 км, ширина до 60 км, глубина 1650 м. В бортах также Ar и PR породы, мощность рыхлых N-Q отложений в троге до 3 км. Дно и сейчас погружается со скоростью 0,6 см в год. Вулканизм незначительный в олигоцене и голоцене.



- **Океанические рифты** (срединно - океанические хребты – СОХ): имеют общую протяжённость > 60 000 км, ширину 25-50 км, глубину ~ 2 км. Для них характерны спрединг (раздвижение), трещинный вулканизм, высокий тепловой поток, гидротермальные процессы («чёрный курильщик»).
- Рифты возникают в условиях растяжения литосферы, в результате формируется раздвиг, обрамлённый сбросами и сбросо-сдвигами (горстами и грабенами).
- **Схема образования рифта** – сводовое поднятие кристаллического основания → растяжение и утонение фундамента → его разрыв → раздвигание → образование океанической коры → вулканизм → тепловой поток → гидротермальные процессы → осадконакопление.
- С гидротермальными процессами связан зеленокаменный метаморфизм и рудообразование (медно-цинково-колчеданные руды и металлоносные осадки – Fe-Mn руды).
- Вокруг гидротермальных источников наблюдаются оазисы подводной жизни на глубинах 2-4 км (черви, крупные моллюски, крабы, креветки, угри). Их привлекают бактерии, поглощающие H_2S и метан из гидротерм. Ископаемые остатки червей обнаружены в колчеданных рудах среди офиолитов. В Сибайском месторождении найдены черви и моллюски в колчеданных рудах D_2 .
- Такие факты подтверждают представления о том, что жизнь на Земле зародилась именно в таких условиях, так как в Ar из-за сильного ультрафиолетового излучения на поверхности она не могла развиваться.

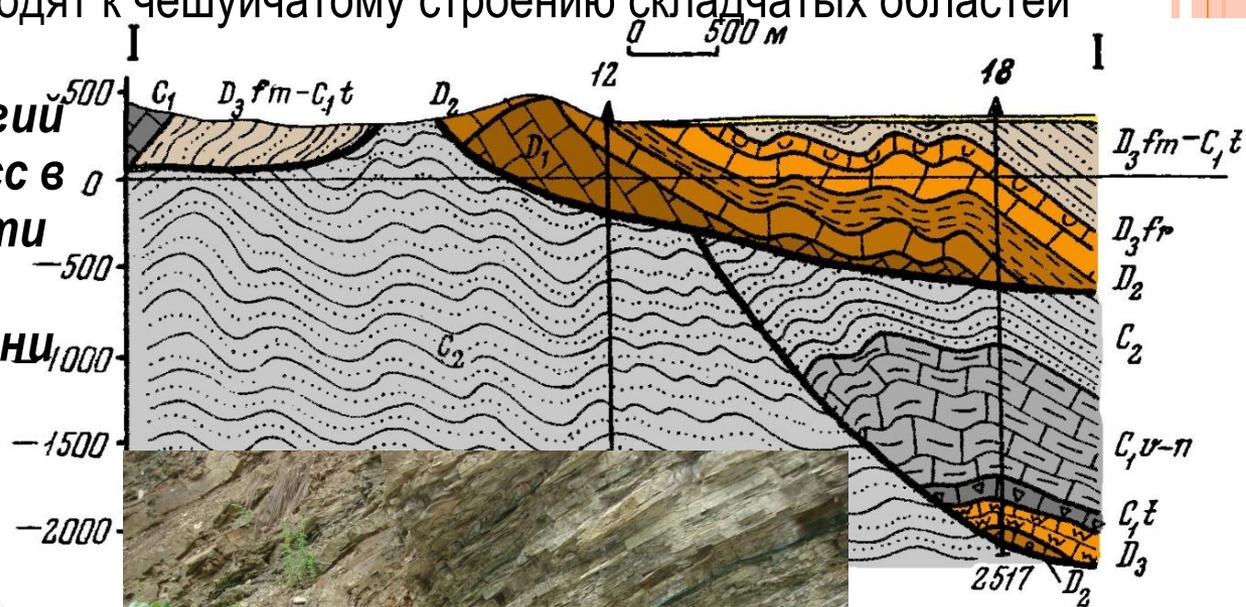
Надвиги

Надвиг - разрывное нарушение с пологим (не $> 60^\circ$) наклоном сместителя, по которому висячее крыло поднято относительно лежащего и надвинуто на него.

Надвигам обычно сопутствуют линейные складки, что свидетельствует об их генетической связи. Поверхность надвигов выполаживается с глубиной. Они развиваются сериями и приводят к чешуйчатому строению складчатых областей (Альпы, Урал).

Покров (шарьяж) – это пологий надвиг с перемещением масс в виде покрова по поверхности сместителя на большие расстояния (десятки и сотни км).

Термин «Шарьяж» введён М. Бертраном в 1884 г. (наволоч). Покровы развиваются, как правило, в областях со сложным складчатым строением (Карпаты, Альпы, Кавказ, Урал) и охватывают огромные массы горных пород, в том числе целые складчатые комплексы.



Надвиги (продолжение)

- В строении покровов выделяют **автохтон** – лежащее, не перемещённое крыло, и **аллохтон** – висячее крыло, перемещённое на $>$ расстояния. Поверхность смещения называется поверхностью срыва или волочения (сместитель).
- В теле покрова различают лобовую часть или фронт, среднюю (панцирь) и тыловую часть. В плоскости волочения и в прифронтальной части покровов образуются тектонические брекчии, состоящие из крупных глыб различных пород (размер до десятков и сотен м) (отличать от олистостром, имеющих прибрежно-обвальное происхождение).
- Область, откуда начинается перемещение покрова называется **корнями**. Её местоположение устанавливается по сходству фаций.
- Фронтальная часть или тело покрова может быть размыто и расчленено процессами эрозии. Эти участки утрачивают связь с аллохтоном и называются **тектоническими останцами или клипами**, а расположенные между ними участки автохтона – **тектоническими окнами**.
- По происхождению выделяются покровы: 1) **гравитационные** (образуются в результате оползания больших масс горных пород с бортов прогибов или складчатых комплексов с положительных форм в отрицательные) и 2) **эндогенные** (возникают в результате эндогенных процессов и складчатости).

7.5. Картирование разрывных нарушений

Наблюдения над нарушениями в поле сводятся к их выявлению, установлению типа, основных параметров, характера изменения пород в зоне нарушения, соотношения со складками, с интрузивными массивами.

7.5.1. Признаки разрывных нарушений

Прямые, геологические:

- 1. **Тектонические брекчии**, особенно меланж, зоны рассланцевания (среди массивных пород), зеркала скольжения.
- 2. **Смещение, повторение, исчезновение слоёв**, резкая смена по простиранию, срезание слоёв.
- 3. **Соприкосновение разновозрастных стратонов или нарушение стратиграфической последовательности пород, различных фаций и формаций** по простиранию (озёрная и морская, молассоидная и аспидная и т.д.).
- 4. **Загибы слоёв и мелкие сопутствующие деформации.**
- 5. **Резкие или ломаные выступы интрузивных массивов во вмещающие породы.**

Косвенные геоморфологические признаки (карта, МАКС):

- 1. **Прямолинейность отрицательных форм рельефа** (речных долин, озёр, логов).
- 2. **Уступы в рельефе**, коленообразные изгибы рек.
- 3. **Линейное расположение родников, болот, озёр и т.д.**
- 4. **Изменение растительности.**

Геофизические :

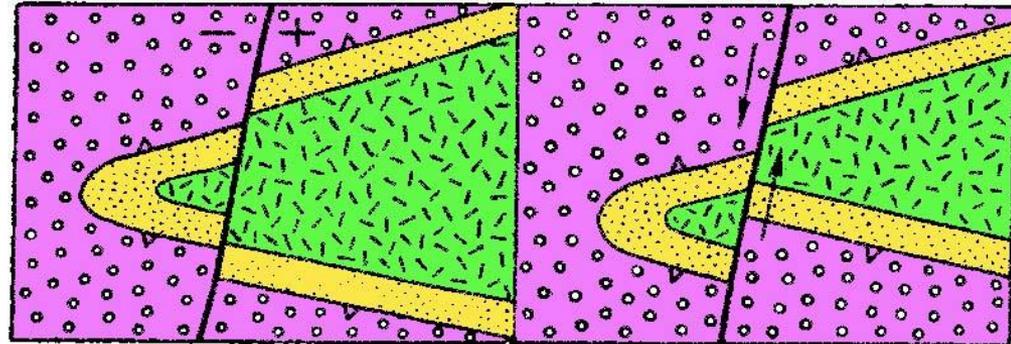
- **гравитационные ступени, деформация изолиний** вдоль одного направления, **сочленение участков с разным характером поля, зоны повышенной проводимости, линейные отрицательные аномалии силы тяжести** (коры выветривания).

7.5.2. Определение типа, параметров перемещения, возраста разрывных нарушений

Определить тип, параметры перемещения, возраст разрывных нарушений можно по возрасту пород в блоках, их смещению по сместителю, строению складок в приразломных зонах, зеркалам скольжения.

Сдвиг отличается от сброса, взброса или надвига по одинаковому расстоянию между соответствующими точками складок в перемещённых блоках.

Сброс от взброса – по направлению падения сместителя по отношению к опущенному или приподнятому блоку.



Взброс от надвига – по величине извилины, образуемой линией нарушения при пересечении понижений рельефа и по соотношению простирания линии смещения с осями складок. При надвиге его линия в понижениях образует большую извилину, а сама линия ориентирована почти || оси складок. При взбросе эта линия мало изгибается и может иметь простирание в любом направлении по отношению к осям складок.

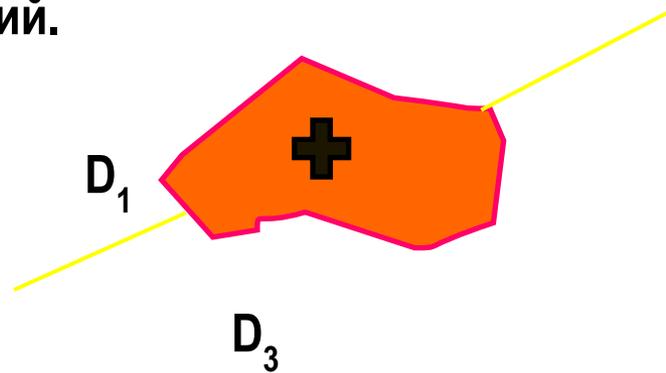
Раздвиги (рифты) устанавливаются по широкому развитию субпараллельных даек, наличию зон вулканизма, линейному расположению интрузий, офиолитам.

Определение амплитуды сместителя

- **1.** Для мелких нарушений, выявленных непосредственно в обнажении – найти один и тот же слой в обоих блоках и **замерить расстояние по сместителю.**
- **2.** Построение геологического разреза.
- **3. По геологической карте:** при горизонтальном залегании – разность абсолютных отметок в блоках. При наклонном или моноклиналильном залегании: провести линии простирания какого либо слоя от одного блока к другому – разность отметок этой линии по обе стороны сместителя будет амплитудой сместителя.
- **4. По структурной карте:** разность отметок любых изогипс слоя в местах их стыковки у сместителя.
- **5. Сдвиги – по горизонтальной амплитуде** (можно по МАКС).
- **6. Горизонтальная амплитуда надвигов и покровов – по снимкам и фациальному анализу.**

Определение возраста разлома

- По возрасту нарушенных и трансгрессивно перекрывающих пород.
- По возрасту нарушенных пород и залечивающих разрывное нарушение интрузий.



- Радиологический метод – по возрасту пород динамометаморфизма (слюды).
- По возрасту складчатости.
- По соотношению с другими разломами, возраст которых определён.

Глубинные разломы

- Унаследованность в развитии сутур и разломов определяется их способностью многократно проявлять себя ослабленной зоной через десятки и сотни млн. лет, вследствие появления соответствующего стресса или поворота самой литосферной плиты относительно существующих напряжений.
- Ориентировка разлома в разное время может быть различной в зависимости от напряжений: растяжение (образуются сбросы и раздвиги); сжатие (образуются взбросы и надвиги). Соответственно меняется магматическая и рудная специализация разлома.
- После тектонической перестройки может произойти либо разрывное смещение по существующей ослабленной зоне, либо образование секущего разлома. В этом отношении платформенные и складчатые пояса ведут себя по разному.
- **На платформах при внешних горизонтальных воздействиях активизируются разломы фундамента, в складчатых поясах на ранних стадиях происходит пластичное течение горных масс, нарушается сеть прямолинейных структур, а процессы метаморфизма и гранитообразования могут залечивать ослабленные зоны.** Поэтому при поздних деформациях, происходящих уже в условиях консолидированной коры, там нередко закладываются новые разломы, секущие складчатую структуру.
- **Разломы могут быть региональными, долгоживущими, унаследованными. Именно в этом значении можно употреблять слово «глубинный разлом».**

Глубинные разломы (продолжение)

- ❑ **Понятие «глубинный разлом»** утратило геологическую определённость. В тектонике плит разломам противопоставляются сутуры или шовные зоны, чаще всего офиолитовые, сформировавшиеся при сочленении крупных и малых континентальных единиц, ранее разделённых бассейном океанического типа. Обычно такую сутуру сопровождают выжатые при её образовании офиолитовые аллохтоны с амплитудой до десятков км. Вместе с офиолитами находятся метаморфиты глаукофановой фации, эклогиты и бластомилониты.
- ❑ **В зонах субдукции наблюдаются надвиги и поддвиги.** Зоны Беньофа-Заварицкого уже нельзя интерпретировать как зону глубинных разломов, уходящих в мантию. Эта зона маркирует не разлом, а погружающуюся в мантию литосферную плиту.
- ❑ **Разломы коллизионных поясов** отражают сложные системы, ведущая роль в которых принадлежит сдвигам и надвигам.
- ❑ **Разломы зон спрединга (рифтов СОХ)** представлены системами параллельных сбросов, ограничивающих рифтовые долины.
- ❑ **Внутриплитные разломы континентов** представлены всеми кинематическими типами. Они прослеживаются как в фундаменте, так и в толщах чехла.
- ❑ **На Южном Урале по данным сейсмопрофилирования зона ГУР при восточном падении под $\angle 35-55^\circ$ не прослеживается глубже 25-30 км. Ниже этой границы смещения по нему предположительно носят квазипластичный характер.**