

# 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.

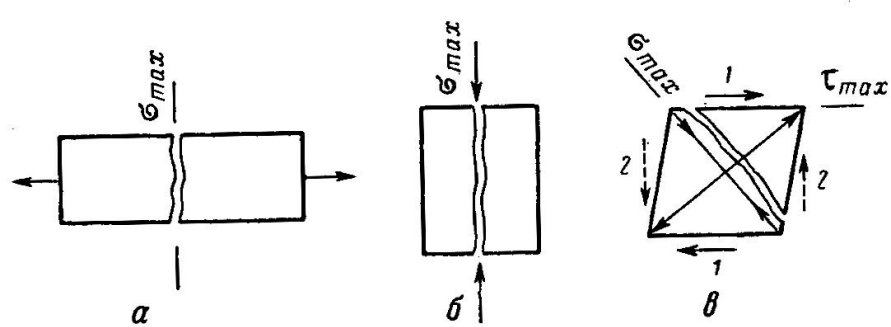


Рис. Хрупкое разрушение при растяжении (а), сжатии (б) и сдвиге (в)

1 — активная пара сил; 2 — реактивная пара сил

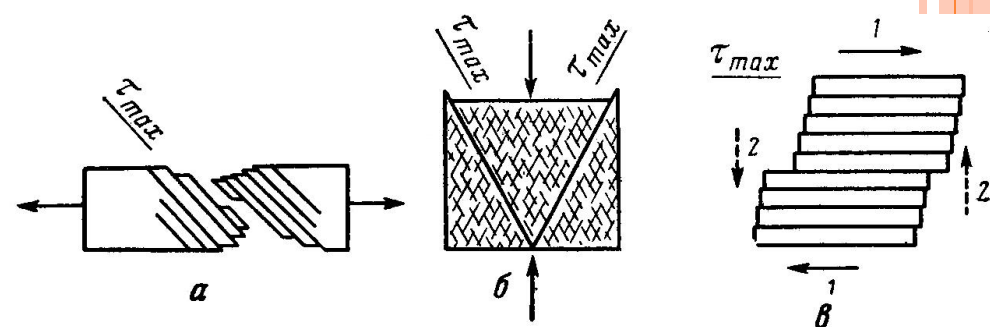


Рис. Вязкое разрушение при растяжении (а), при сжатии (б), при сдвиге (в)

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.**

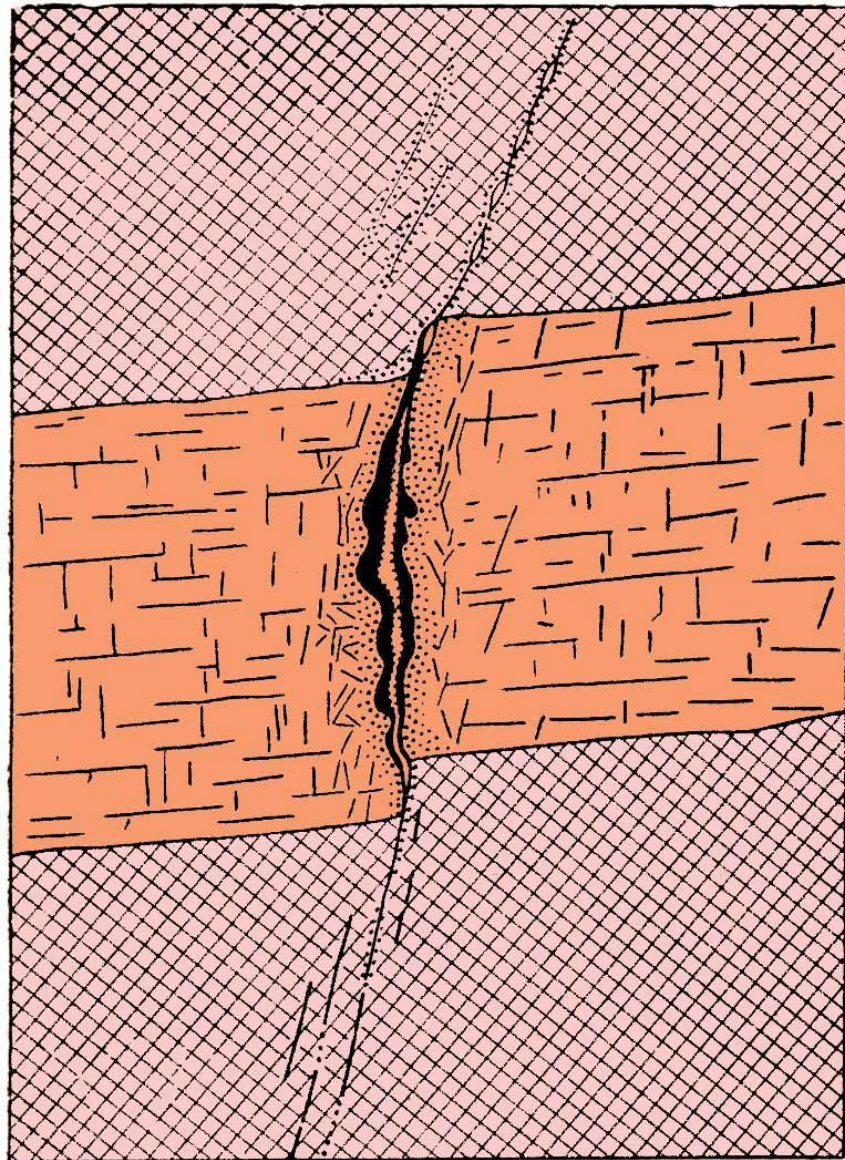


Рис. 87. Жила Оризаба, Крипль Крик, Колорадо. Приоткрытие при сбросе.  
(По Г. Рикарду)

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

## Тектонические трещины

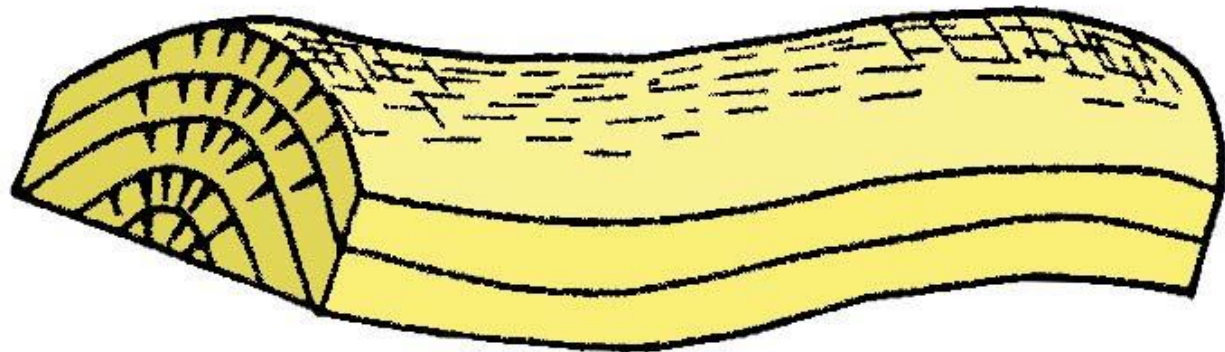


Рис. Схема расположения трещин в ядре антиклинальной складки

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.

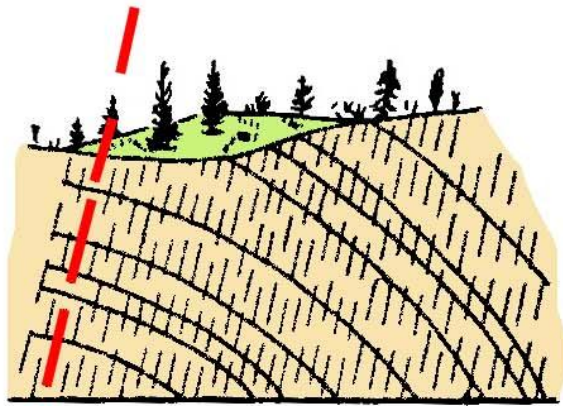
Широко распространены *трещины скалывания* на участках, нарушенных взбросами и сдвигами. Образование этих структур происходит в условиях сжатия земной коры или при перемещениях одного участка земной коры относительно другого под действием пары сил.



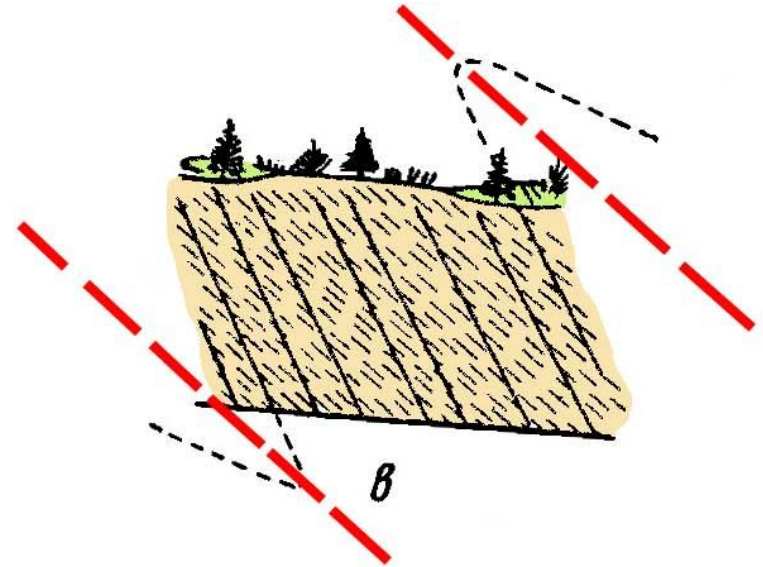
## *Кливаж (в переводе с английского – раскол)*

- 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).

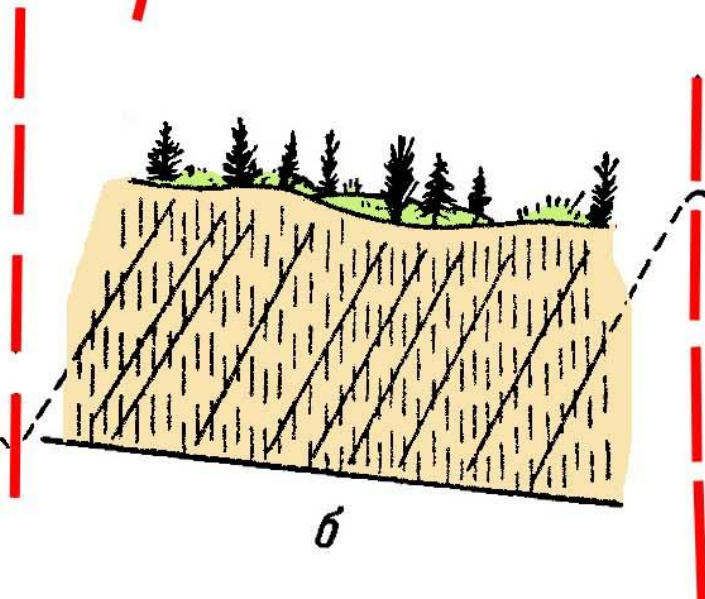
## Соотношение кливажа и слоистости



*a*



*б*



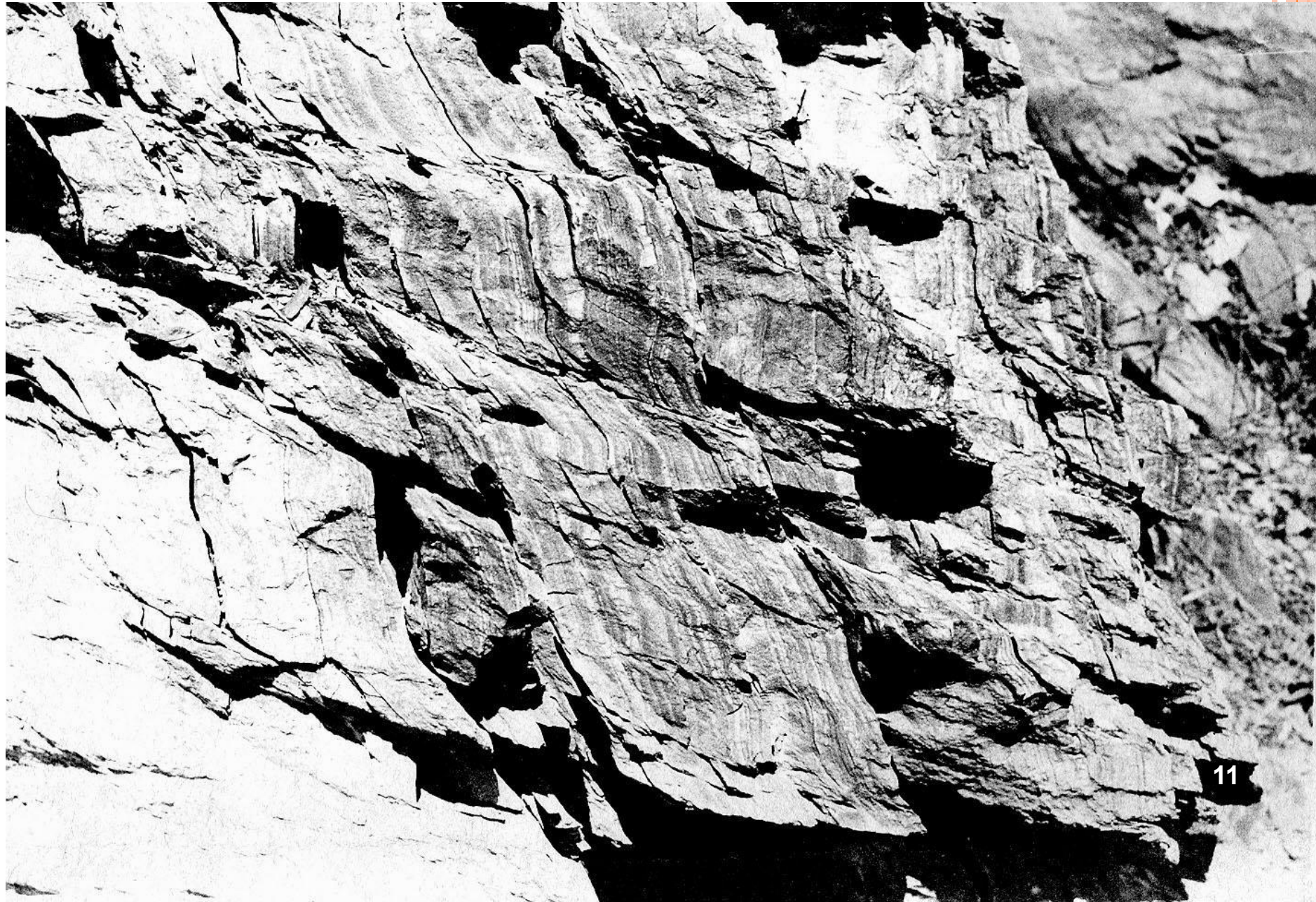
*в*

**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)**



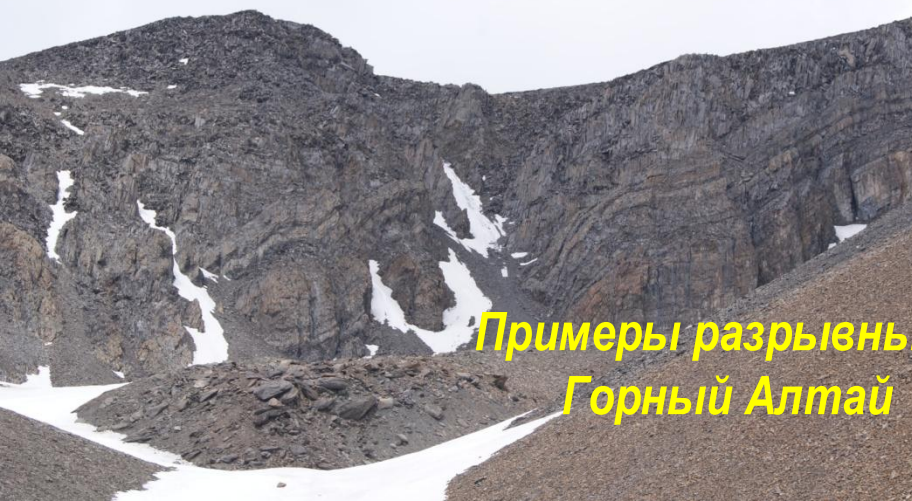


## 7.3. Разрывы со смещением (разломы или разрывные нарушения)

- 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.

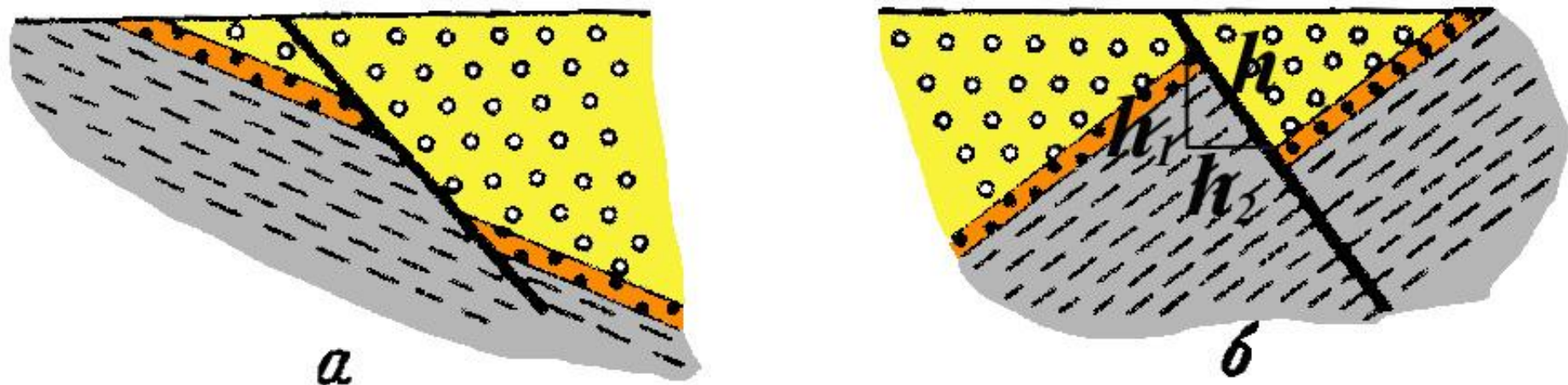


Рис. **Согласный (а) и несогласный (б) сбросы** <sup>13</sup>  
в вертикальном разрезе



## 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  $30^\circ$ , 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).

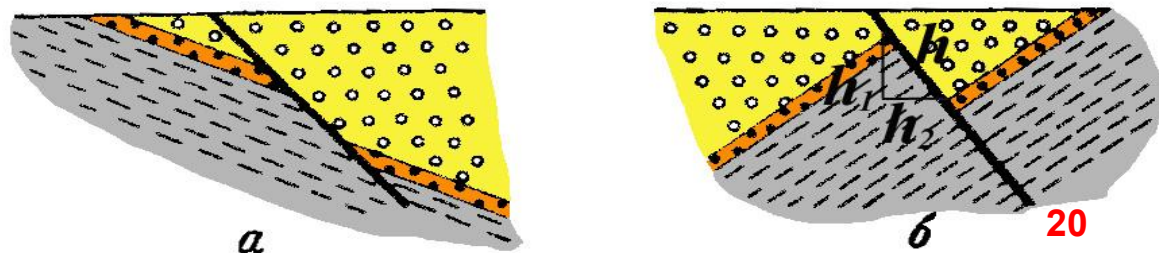


Рис.

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



## Происхождение сбросов и взбросов

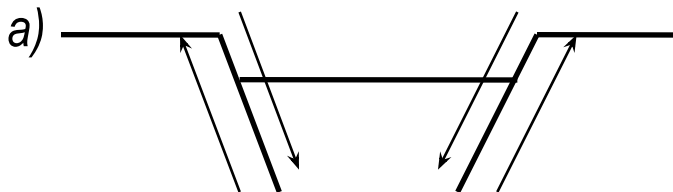
Строение **сбросов** можно объяснить только растяжением тех участков земной коры, в которых они развиваются. Разрушение пород происходит либо хрупким путём (отрыв), либо вязким путём (скалывание).

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.

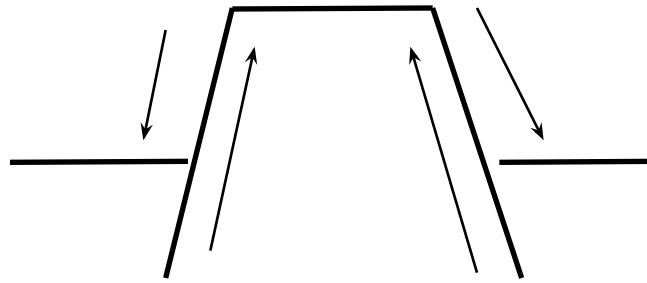
Строение **взбросов** указывает на сближение участков земной коры за счёт сжатия (являются поверхностями скалывания). Крутые взбросы образуются при горизонтальной ориентировке сил, пологие – при ориентировке под  $\angle$  к горизонту.

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).*



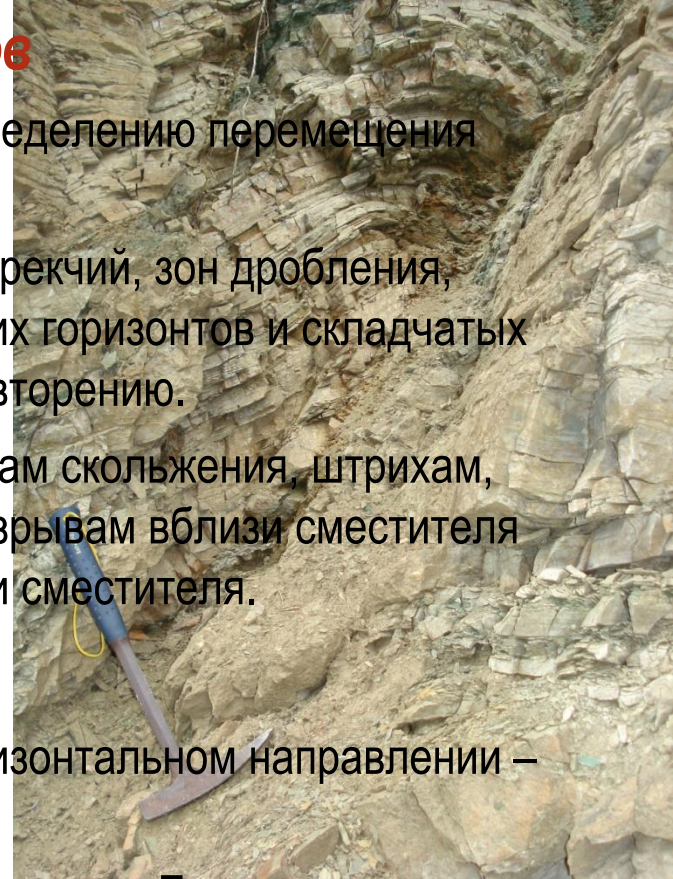
(б)



- 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 фундаменте 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**.

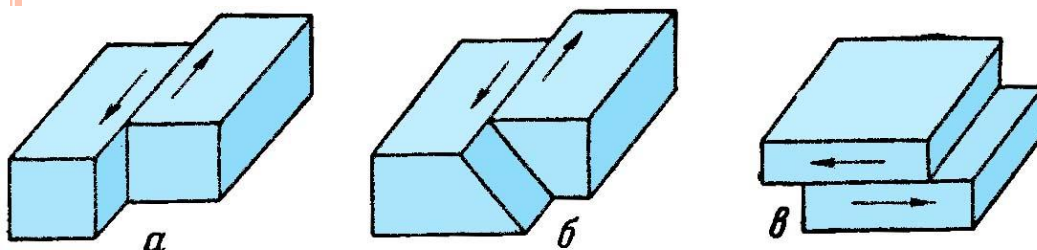


Рис. Вертикальный (а), наклонный (б) и горизонтальный (в) сдвиги

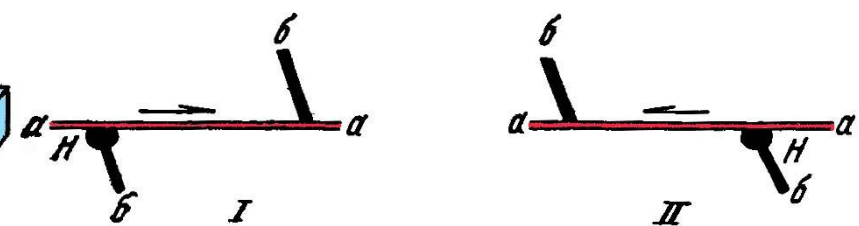


Рис. Схема правого (I) и левого (II) сдвигов  
аа — поверхность сместителя; б — разорванные слои; Н — положение наблюдения (плановые изображения)



## Отличие сдвигов от сбросов и взбросов

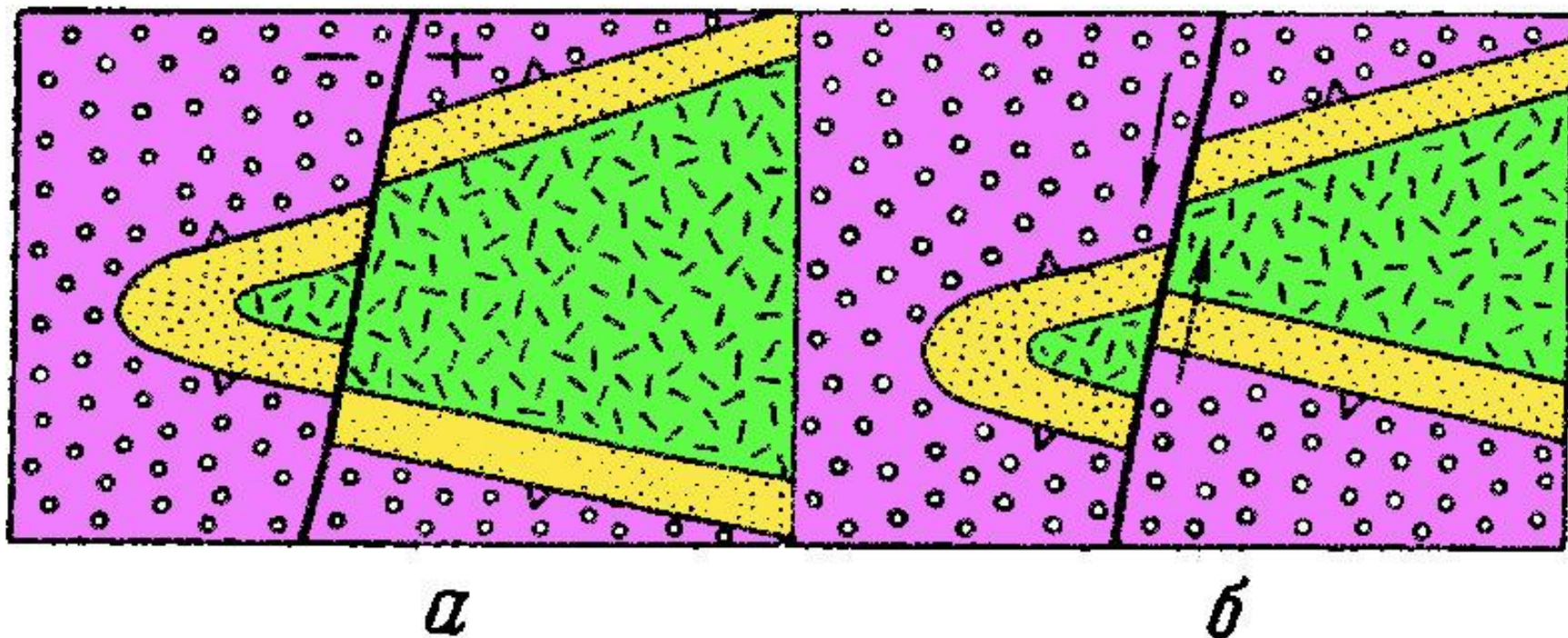


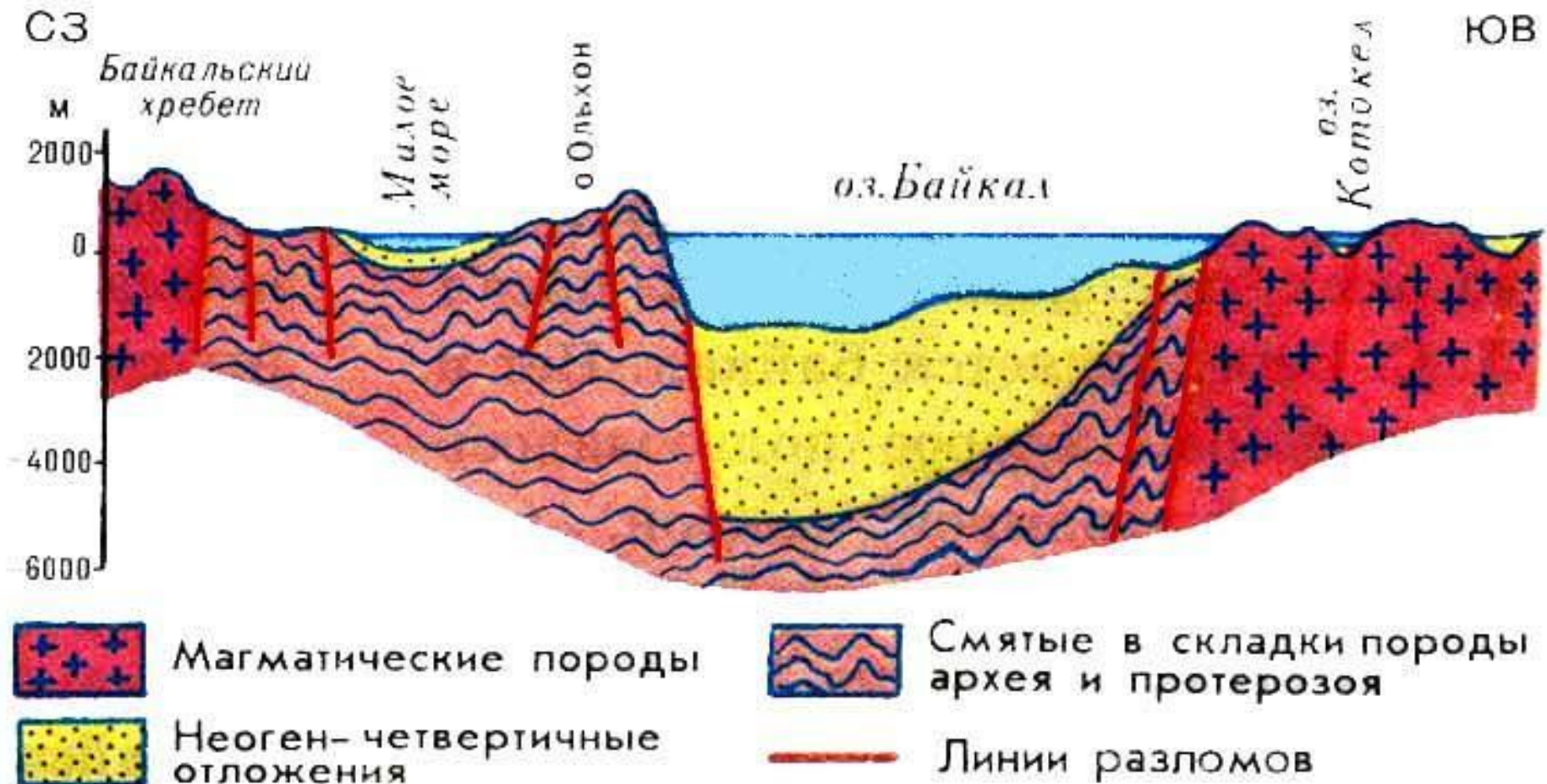
Рис. Схемы, иллюстрирующие различие в плане между сбросом (а) и сдвигом (б)

## 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.

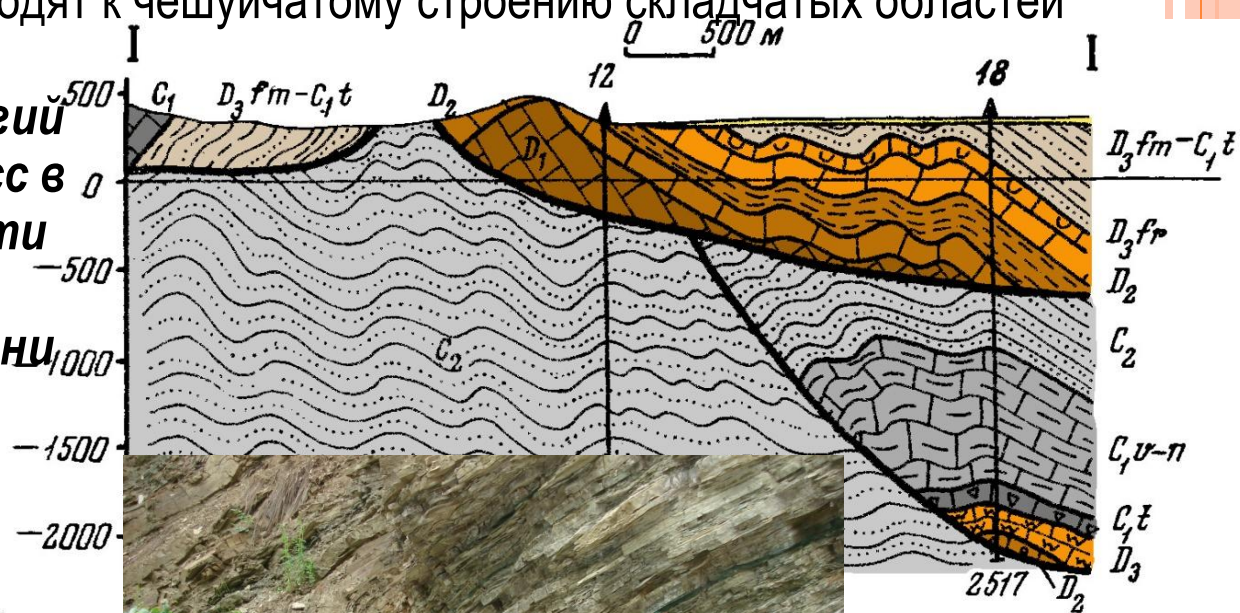
# Надвиги

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 :

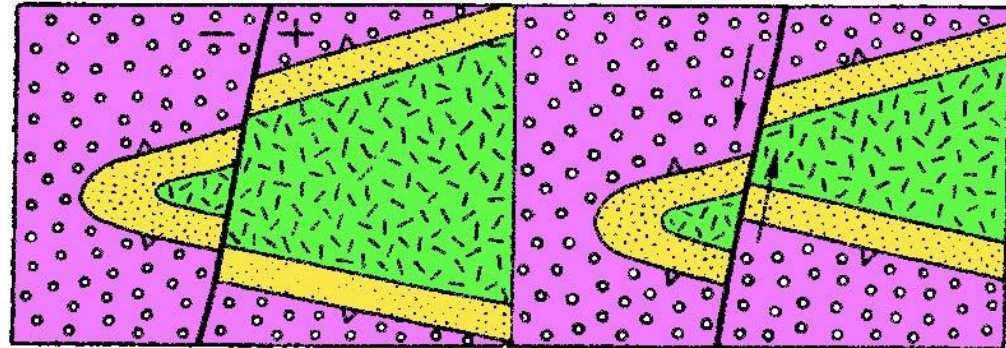
- **гравитационные ступени, деформация изолиний** вдоль одного направления, **сочленение участков с разным характером поля, зоны повышенной проводимости, линейные отрицательные аномалии силы тяжести** (коры выветривания).

## 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.

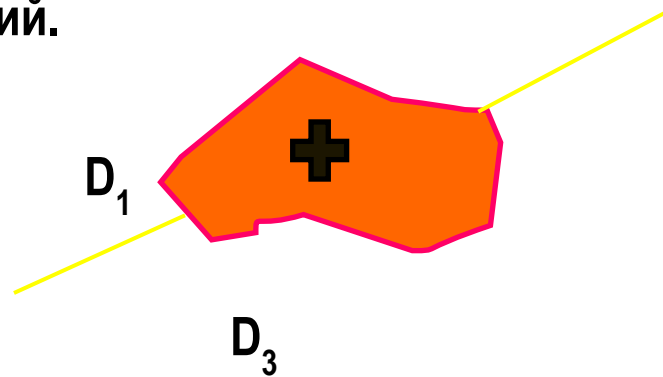
## **Определение амплитуды сместителя**

- 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.**