**Тектонические движения и тектонические деформации.**

ТЕКТОНИКА – от греческого tektonike – строительное искусство. В геологии тектоника рассматривает тектонические процессы, под действием которых различные участки земной коры в определенный исторический промежуток времени приобретают различный облик или строение, т.е. происходит перестройка литосферы.

Тектонические процессы объединяют такие понятия как тектонические напряжения и тектонические движения.

Тектонические напряжения – это суммарная и векторная величина эндогенных сил на единицу объема. Величина эндогенных сил слагается из целого ряда разнообразных сил, действующих в разных направлениях. Это силы гравитации, движения тепловых потоков, силы связанные с изменением объема и т.д. вплоть до сил сцепления и разрушения между отдельными зернами минералов в породе. Действие части из них взаимно гасятся (уравновешиваются), а другой части наоборот усиливаются по какому-то вектору. Вот они и создают тектонические напряжения в блоках пород Земной коры и образуют области сжатия и растяжения. Вследствие этого, нарушается равновесие и начинается движение блоков земной коры друг относительно друга – происходят тектонические движения. При этом горные породы могут претерпеть смятие, разрыв; происходит их воздымание или опускание. Изменяется рельеф земной поверхности – возникают горы или впадины.

Кроме эндогенных сил, предполагается влияние космических на глобальные тектонические события. По каким признакам рассматривают типы тектонических движений?

1. По направлению движения – вертикальные или радиальные и горизонтальные, или тангенциальные.

2. По интенсивности воздействия – колебательные и деформационные.

3. По глубине и масштабу (или области их проявления):

поверхностные, связанные с процессами в осадочном чехле;

коровые, охватывающие земную кору,

глубинные, обусловленные процессами в верхней мантии.

4. По времени проявления – современные, неотектонические (неоген – четвертичный периоды), тектонические движения прошлых геологических эпох.

Часто перечисленные признаки в разной степени проявляются совместно. Поэтому мы рассмотрим тектонические движения на примере колебательных и деформационных и как с ними сопрягаются другие перечисленные признаки.

Колебательные движения – это движения, у которых, во-первых, направление движения вертикальное, во-вторых направление движения периодически сменяется (т.е. при колебательных движениях один и тот же блок земной коры испытывает попеременно опускание или подъем). Колебательные движения происходили во все геологические этапы развития земной коры и происходят и сейчас.

Современные колебательные движения – это медленное воздымание или опускание отдельных блоков с разными скоростями и величиной перемещений. Наибольшее поднятие установлено на Аляске. Здесь на горе, на высоте 1500 м, обнаружены раковины современных моллюсков. Изучение таких движений проводится с помощью повторного нивелирования по одним и тем же профилям. Это дает возможность определить скорость движения данного участка.

Колебательные движения в геологическом прошлом.

Признаками таких движений являются:

литолого-фациальные изменения осадочного разреза,

мощность отложений,

стратиграфические несогласия.

Рассмотрим, как по этим признакам можно определить такие движения.

1. При опускании участка (или трансгрессии моря) происходит смена фациальных условий и в разрезе это фиксируется сменой грубообломочных осадков на мелкообломочные морские. В том случае, когда участок воздымается (происходит регрессия моря) в стратиграфическом разрезе породы глубоководных морских фаций сменяются мелководными и грубообломочными. Таким образом, по изменению литолого-фациального состава можно определить направление колебательных движений.

2. Амплитуду тектонических движений или величину прогибания отражает мощность отложений, накопившихся в геологический отрезок времени. При этом исходят из представления, что прогибание дна бассейна компенсировалось накоплением в нем осадков.

3. При длительном погружении осадочные толщи разного возраста формируются последовательно друг на друге, имея общие или близкие элементы залегания. В этом случае говорят о согласном залегании толщ.

Если поверхность морского дна при последующем воздымании становится сушей, то она начинает разрушаться и наступает перерыв в осадконакоплении. При этом образуется поверхность разрушения или размыва. Если через какой-то период времени на этом участке начнется новое опускание, то на поверхности размыва начнут накапливаться новые отложения, залегание которых будет отличаться от залегания нижележащих толщ. В этом случае говорят о несогласном залегании разновозрастных толщ, а поверхность размыва – поверхностью несогласия. Различают несколько типов несогласий.

1-Параллельное, когда между пачками пород проходит поверхность размыва, а углы наклона залегания слоев не меняются.

2-Угловое несогласие возникает тогда, когда на поверхности размыва накапливаются пачки пород, у которых углы наклона слоев отличаются от элементов залегания пород до поверхности размыва.

Уже из перечисленных признаков можно представить, какие методы анализа необходимо применить для реконструкции колебательных тектонических движений. Эти методы следующие:

1. Стратиграфических разрезов 3. Анализ мощностей отложений

2. Фациальный анализ 4. Анализ перерывов и несогласий

Все эти методы применяются совместно, т.е. исследования проводят комплексно. В результате таких исследований определяют палеотектоническую обстановку в тот или иной период времени осадконакопления. Но в таком виде мы рассмотрели идеальную схему развития, когда направленность процесса не нарушена и не подверглась изменению под влиянием других тектонических движений, объединяемых в деформационные.

Деформационные тектонические движения – это такие движения блоков Земной коры, в результате которых нарушаются условия первичного залегания слоев, их смещение относительно друг друга, т.е. происходит их деформация или тектоническое нарушение. Наиболее наглядно они проявляются в слоистых толщах. Поэтому предварительно рассмотрим слой и его элементы.

Слой или пласт – это плитообразное тело, ограниченное близ параллельными поверхностями, у которого длина в несколько раз превышает мощность. У слоя выделяют: кровлю, подошву и мощность. Кроме того, каждый слой занимает какое-то положение в пространстве. Это положение определяют элементы залегания его поверхностей: простирание и падение. Иначе еще можно сказать, что это положение в плане и разрезе. Для наклонных слоев – простирание пласта – это его протяженность на горизонтальной плоскости. Отсюда – линия простирания пласта – это линия его пересечения с горизонтальной плоскостью.

Линия, лежащая в плоскости пласта и перпендикулярная линии простирания называется линией падения пласта. Их положение относительно стран света измеряют в углах относительно северного меридиана и называют азимутами простирания и падения. Кроме этих элементов определяют угол падения, который образуется линией падения и горизонтальной плоскостью. Все эти элементы определяются с помощью горного компаса.

Перейдем теперь к рассмотрению тектонических деформаций. Все они подразделяются на: упругие, пластические и хрупкие (разрывные).

Упругие деформации – это такие воздействия тектонических сил, при которых сохраняется способность восстанавливать первоначальную форму телом, после прекращения действия на него какой-либо нагрузки. (Пример пружины). Упругие свойства сохраняются до определенной величины воздействия, которую называют пределом упругости. При достижении предела упругости тело теряет способность восстанавливать первоначальную форму. Происходят пластические деформации, в результате которых в пластах пород возникает новая форма, но сохраняется их сплошность.

Упругие и пластические деформации происходят до тех пор, пока не будет пройден предел прочности пород, после чего происходит их разрушение или хрупкие деформации.

Каждый из указанных типов деформаций зависит от величины и длительности действия тектонических напряжений и от физико-механических свойств горных пород. В таких породах как аргиллиты и алевролиты (глинистые), в некоторых метаморфических породах (гнейсы, серпентиниты) чаще проявляются пластические деформации, тогда как песчаники, граниты и др. больше подвержены хрупким деформациям. В природе часто эти деформации встречаются совместно.

В результате сжатия и пластических деформаций в толще пород слои изгибаются и образуют складки, и такие нарушения первичного залегания слоев называют складчатыми или пликативными нарушениями.

Основные элементы складок:

1. Крылья – боковые части складки,

2. Ядро – внутренняя часть складки,

3. Замок складки или свод-место перегиба пластов,

4. Осевая плоскость-плоскость делит угол складки пополам. Ось складки – это линия пересечения осевой плоскости с горизонтальной поверхностью.

5. Шарнир-линия пересечения осевой плоскости с перегибом крыльев.

Среди складок выделяют два типа: 1 – антиклинали и 2 – синклинали. Относительно дневной поверхности в разрезе первый тип имеет выпуклое строение слоев, а второй тип – вогнутое строение. Признаком первого типа складок является залегание в их ядре древних пород, а в крыльях – более молодых; а у второго типа – молодые породы в ядре, а на крыльях более древние.

По соотношению размеров в складке (длина и ширина) их разделяют на:

– линейные – длина в несколько раз >ширины.

– брахискладки – длина в 2–3 раза > ширины.

– изометричные – длина и ширина примерно равны. Среди них выпуклые складки называются куполами, а вогнутые – мульдами.

Линейные складки образуют сложные складчатые формы и занимают обширные пространства, называемые складчатыми областями. В них происходит сочетание антиклинальных и синклинальных складок, и если такое сочетание в целом образует сводовое поднятие, то оно называется антиклинорием, а если образует прогиб-то называется синклинорий. Для них характерны крутые падения крыльев и протяженность на сотни км.

Сочетание антиклинориев и синклинориев образует мегасинклинории и мегантиклинории. На Урале примером мегасинклинория является Тагильский, а мегантиклинория – Восточно-Уральское поднятие.

Разрывные нарушения образуются вследствие тектонической деформации пластов с нарушением их сплошности. Они различаются по форме, размерам, амплитуде и другим параметрам.

Элементы разрывных нарушений:

– плоскость разрыва или сместитель,

– крылья или блоки пород по обе стороны от сместителя.

Как и у пласта горных пород у сместителя есть элементы залегания – аз. пад. и угол пад. Блок пород расположенный над плоскостью разрыва называется висячим, а под плоскостью – лежачим.

Основные типы тектонических разрывов.

По направлению перемещений блоков в вертикальном и горизонтальном направлениях выделяют:

– взбросы и сбросы – образуются при вертикальных перемещениях блоков вдоль сместителя, у которого угол падения >45о. Взбросом называют разлом, у которого лежачий блок опущен, а висячий – приподнят (взброшен); сбросом же называют разлом, у которого висячий блок опущен, а лежачий – приподнят;

– сдвиги образуются в случае, когда блоки перемещаются относительно друг друга в горизонтальном направлении. Сдвиги разделяются на: правые – когда блоки смещаясь двигаются по часовой стрелке; левые – перемещения блоков в плане происходит против часовой стрелки.

В природе редко встречаются разрывы какого-то одного типа. По одному сместителю могут происходить как вертикальные, так и горизонтальные смещения. Образуются взбросо- и сбросо-сдвиги.

Поверхность сместителя и его мощность могут измеряться: от мм (зеркала скольжения) до сотен метров (в этом случае сместитель рассматривается как геологическое тело линейной формы, заполненное перетертым материалом – тектоническими брекчиями и милонитами, или жилами различного состава).

Часто тектонические нарушения образуют систему разломов:

– грабен представляет систему, в которой центральная часть (блок) опущена, а крылья подняты;

– горст-это система разломов, в которой центральная часть поднята, а крылья опущены.

Система грабенов протяженная на сотни км называется рифт.

(Байкальский рифт, Восточно-Африканская рифтовая система).

По глубине и протяженности разрывы делятся на трещины и разломы. Трещины имеют размеры от см до нескольких метров. Разломы имеют размеры от км до сотен км.

По глубине разломы подразделяются на: коровые – пересекают земную кору и входят в мантию, глубинные – пересекают мантию.

Взбросы, у которых угол наклона сместителя < 45о называются надвигами. Система крупных надвигов с почти горизонтальным перемещением блоков на большие расстояния называется тектоническими покровами или шарьяжами.

Неотектонические (новейшие) движения проявились в различных частях Земли и определили её современный рельеф. Наиболее максимально они проявились в формировании горного рельефа. Все горы на Земле сформировались в неоген – четвертичном периодах, реже палеоген – четвертичном, хотя по высоте они отличаются. Гималаи и Альпы – высокие, а Уральские горы значительно ниже первых. Это зависело от неравномерности проявления интенсивности неотектонических движений.

Для изучения современных и неотектонических движений широко используется геоморфологические методы. С помощью топокарт и аэроснимков выявляют аномалии рельефа, которые отражают тектонические движения.

О перемещении речной долины или береговой линии моря можно судить по положению речных и морских террас. Признаками неотектонических опусканий служит образование эстуариев, погружение террас ниже уровня моря, величина коралловых рифов более 40–60 м.

Научное и практическое значение изучения тектонических движений и результатов этих движений:

1-Позволяет проводить палеотектонические реконструкции;

2-Возможность определять условия формирования строения земной коры (как частный случай – определение условий формирования рельефа земной поверхности).

Реконструкции движений по разломам и определения путей движения рудоносных растворов и их концентрации в благоприятных структурных позициях позволяют на практике проводить целенаправленные поиски полезных ископаемых.

Тектоника плит

Тектоника плит – это основной процесс, который в значительной степени формирует облик Земли. Слово «тектоника» происходит от греческогот «тектон» – «строитель» или «плотник», плитами же в тектонике называют куски литосферы. Согласно этой теории литосфера Земли образована гигантскими плитами, которые придают нашей планете мозаичную структуру. По поверхности 3 емли движутся не континенты, а литосферные плиты. Медленно передвигаясь, они увлекают за собой континенты и океаническое дно. Плиты сталкиваются друг с другом, выдавливая земную твердь в виде горных хребтов и горных систем, или продавливаются вглубь, создавая сверхглубокие впадины в океане. Их могучая деятельность прерывается лишь краткими катастрофическими событиями – землетрясениями и извержениями вулканов. Почти вся геологическая активность сосредоточена вдоль границ плит.

То, что плиты перемещаются, вполне доказано (с помощью спутников можно точно измерить изменение расстояния между двумя точками на разных плитах и определить скорость их перемещения), но механизм их движения все еще до конца неизвестен. Существующая теория объясняет движение плит тем, что возникающие в толще мантии горячие зоны выбрасывают к поверхности нагретое подвижное вещество – плюмы, которые своим напором заставляют континенты смещаться.

Вопрос о том, когда процессы плитовой тектоники возникли впервые, обсуждается среди специалистов уже более трех десятилетий. Сначала считалось, что они сравнительно молоды – всего несколько сот миллионов лет, но в связи с новыми данными их возраст может бьть «отодвинут» глубоко в архейскую эру. Если это предположение подтвердится, то придется признать, что примерно 2,5 млрд. лет назад Земля выделяла тепловую энергию на поверхность таким же образом, как и сегодня.

К сожалению, теория тектоники плит не объясняет, как движение плит связано с процессами, происходящими в глубине планеты, поэтому необходима иная теория, описывающая не только строение и передвижение литосферных плит, но и внутреннее строение самой Земли, и те процессы, которые происходят в ее недрах. Однако разработка такой теории связана с большими трудностями, так как требует совместных усилий геологов, геофизиков, физиков, химиков, математиков и географов. И тем не менее попытки ее создании не прекращаются.

Движение плит

Разлом Сан-Андреас Жирная линия, идущая вниз от центра рисунка, – это вид в перспективе знаменитого калифорнийского разлома Сан-Андреас. Изображение, созданное с помощью данных, собранных SRTM (радарная топографическая экспозиция), будет использовано геологами при изучении динамики разломов и форм поверхности Земли, возникающих в результате активных тектонических процессов. Этот сегмент разлома находится к западу от города Палмдейл (штат Калифорния), примерно в 100 км к северо-западу от Лос-Анджелеса. Разлом представляет собой активную тектоническую границу между Североамериканской платформой – справа и Тихоокеанской – слева. По отношению к друг другу Тихоокеанская платформа от зрителя, а Североамериканская – по направлению к зрителю. Видны также два больших горных хребта: слева – горы Сан-Габриэль, вверху справа – Техачапи. Еще один разлом – Гарлок, лежит у подножия хребта Техачапи. Разломы Сан-Андреас и Гарлок встречаются в центре изображения близ города Горман. Вдали, выше гор Техачапи, лежит Центральная Калифорнийская долина. Вдоль подножия холмов в правой части изображения видна Долина Антилоп.

Внутри Тихоокеанской плиты много островов, и все они являются вулканами, многие из которых уже неактивны. В настоящее время считается, что большинство вулканов, расположенных во внутренних частях плит, образовались в результате деятельности мантийных столбов – плюмов. Многие из мантийных столбов очень долго сохраняют свою активность, а их проявления, такие как остров Гавайи, называют «горячими точками». Иллюстрация изображает геологический разрез острова Оаху из Гавайского архипелага (США). Острова архипелага были сформированы один за другим действием стационарной «горячей точки». Каждый остров изначально был подводной горой (на рисунке слева), пока дальнейшие извержения не подняли его над уровнем моря. Вулканы Гавайских островов как бы маркируют путь литосферной плиты над «горячей точкой». По мере удаления литосферной плиты от «горячей точки» вулканы засыпают.

Изображение Земли в разрезе, полученное на основании реальных данных, иллюстрирует движение плит в мантии. Плиты, показанные голубым цветом, опускаются в мантию (желтый) как часть глубинной системы конвекции, которая приводит в действие тектонические процессы. Опускающиеся плиты, включая Карибскую (вверху слева), имеют около 1500 км в ширину и уходят в глубину на 2900 км. Границы плит могут быть обнаружены при помощи замеров скорости распространения сейсмических волн, возникающих во время землетрясений в различных точках земного шара. Сквозь более прохладную и, соответственно, более плотную породу волны перемещаются быстрее. Землетрясения и дрейф континентов это результат сталкивания плит друг с другом, когда они «плывут» на плюмах. Например, согласно теории движения тектонических плит через 50 млн. лет Лос-Анджелес окажется на острове где-то напротив центральной части Британской Колумбии, Австралия передвинется к островам Индонезии, Нью-Йорк окажется дальше от Лондона и ближе к Токио, потому что Атлантический океан расширится за счет Тихого. Выдающимся примером разрастания океанского дна является остров Исландия, испытывающий постоянное расширение.