

Общая геология. Лекция.

Основой любого исторического исследования в геологии является восстановление последовательности событий во времени. Решить эту задачу позволяет анализ состава горных пород и времени их отложения. В геологии существует две системы летоисчисления – *абсолютная* и *относительная*.

Под *абсолютным возрастом* горных пород понимают количество лет, прошедших с момента образования по отношению к настоящему времени.

Под *относительным возрастом* горных пород понимается отношение возраста одних горных пород к другим.

Установлением возраста горных пород занимается *стратиграфия* - раздел геологии определяющий последовательность залегания, взаимоотношения толщ горных пород в разных регионах земного шара. Для выбранных районов проводится послойное описание горных пород, составляются стратиграфические колонки.

Методы определения относительного возраста.

1. *Стратиграфический метод* основан на установлении последовательности залегающих слоев и пластов, исходя из положения, что нижележащие породы в разрезе будут более древними, чем расположенные выше по разрезу. Метод можно использовать для пластов, не нарушенных тектоникой.

2. *Минералого-петрографический* (литологический) метод заключается в детальном изучении и сравнении минерального и петрографического состава пород в соседних разрезах. При региональных исследованиях часто применяют понятие маркирующего горизонта (одновозрастные геологические тела, выдержанные на большой площади и выделяющиеся в общем разрезе).

3. *Геофизические методы* основаны на изучении и сопоставлении физических свойств пород: электрические, магнитные, плотностные, радиоактивные и другие свойства.

4. *Тектонический метод* учитывает цикличность колебательных движений. В периоды поднятий накапливались мелководные отложения, в периоды опускания – более глубоководные. Обычно отложения одного цикла ограничиваются от другого перерывами в осадконакоплении или сменой морских отложений континентальными.

5. *Палеонтологические методы* основаны на определении относительного возраста пород по изучению содержания в них окаменелых останков животных или растений.

Главный принцип метода - каждому геохрону соответствует свой комплекс ископаемой биоты. Сейчас известно, примерно 100 тыс. видов ископаемых животных, но для определения возраста используется около 1% видов. Эти виды получили название *руководящие формы*.

Критерии отбора руководящих форм:

- 1) Данный организм должен иметь широкий ареал распространения.
- 2) Необходимость высокой плотности обитания (данный вид должен встречаться очень часто).
- 3) Данный организм должен иметь незначительное вертикальное распространение (т.е. должен быстро распространиться и быстро вымирать).

На базе этого метода в 1881 г. международный геологический конгресс утвердил первый вариант геохронологической таблицы. В этом же году было впервые введено понятие о геохронах и стратонах.

Несмотря на достоинства палеонтологических методов, они не могут считаться универсальными, так как разрезы часто содержат разнообразные породы, породы могут быть с фауной и без нее, поэтому относительный возраст зачастую невозможно определить.

Определение относительного возраста магматических и метаморфических пород

Все вышеперечисленные методы нашли применение при исследовании прежде всего осадочных образований. Сложнее определить относительный возраст в немых толщах (породы, лишенные ископаемой фауны и флоры), а

также в метаморфических и магматических породах, возраст которых устанавливается обычно косвенным путем. Так *эффузивные* образования датируются по относительному возрасту после пород, на которых они залегают, но раньше перекрывающих их осадочных отложений.

Относительный возраст *интрузивных* пород принимается по соотношению магматических тел и вмещающих осадочных отложений, возраст которых установлен. Прорывающие породы всегда моложе вмещающих отложений.

Абсолютная геохронология

Лишь в середине 20-го столетия были получены надежные методы определения абсолютного возраста горных пород.

Ведущими методами геохронологии являются *радиологические*. В их основе лежит явление самопроизвольного превращения радиоактивного изотопа одного элемента в стабильный изотоп другого. Установлено, что каждый радиоактивный элемент характеризуется своим периодом полураспада, который не зависит ни от каких физико-химических процессов, протекающих в земной коре.

Суть радиогенных методов основана на определении соотношения между количеством устойчивых продуктов их распада в горной породе.

С момента образования радиоактивного минерала при кристаллизации магматического расплава в нем непрерывно происходит накопление продуктов распада — устойчивых радиогенных изотопов. Зная скорость распада, определяют количественные соотношения исходных изотопов и продуктов распада, и, сравнивая их с периодом полураспада, вычисляют время существования минерала, то есть изотопный возраст.

Периодом полураспада принимается время, необходимое для распада ровно половины исходного радиоактивного продукта в конечный продукт.

I. ***α -распад.*** В процессе распада выбрасываются α частицы атома He.

А. В 1929 году - *свинцовый метод*: в магматических горных породах содержатся атомы (U^{238}) урана, период распада 4,56 млрд. лет. Можно определить возраст очень древних пород. В результате распада накапливается изотопы свинца (Pb^{206}) и по его количеству вычисляют возраст. Но в этом методе есть «минус»: Pb^{206} накапливается еще за счет радиоактивного тория (Th). Его мало, но он увеличивает количество изотопов свинца, что приводит к завышению возраста горных пород.

В. *Гелиевый метод*: U^{238} при распаде дает атомы He. Гелий накапливается в кристаллической решетке металлов. А атомы гелия очень легко улетучиваются, то есть кристаллическая решетка теряет атомы гелия, что ведет к занижению их содержания в минералах и занижению возраста образцов.

С. В 80-90 гг. в методах этой группы стали широко использоваться *радиоактивные изотопы редкоземельных элементов*. В этом методе нет недостатков, но редкоземельные элементы очень рассеяны в природе (содержание их ничтожно), поэтому точность аппаратуры должна быть на 2-3 порядка выше, чем при других методах. Используется изотоп самария (^{148}Sm) ^{148}Sm переходит в ^{144}Na , изотопы гадолиния (^{152}Gd).

II. Методы основанные на *β -распаде*. Радиоактивный атом теряет электроны с внешней орбиты, превращается в другой радиоактивный элемент, но массовое число не изменяется.

А. *Аргоновый или калий-аргоновый*, применяется при определении абсолютного возраста различных пород. Он заключается в изучении радиоактивного превращения изотопа К с атомным весом 40. В связи с тем, что уран и торий не имеют достаточно широкого распространения, а калийсодержащие минералы – полевые шпаты, слюды и другие, встречаются в разнообразных горных породах часто, то этот метод получил широкое распространение. Определение возраста производится по отношению Ar^{40}/K^{40} ($K^{40} + e \rightarrow Ar^{40}$). Чем больше получается величина, тем древнее горные породы и минералы.

В. *Стронциевый или рубидиево-стронциевый*. Основан на распаде рубидия Rb^{87} и превращения его в стронций (Sr^{87}). В связи с тем, что Rb^{87} часто встречается в виде примеси к калиевым минералам, то стронциевый метод широко используется наряду с аргоновым методом для определения возраста древнейших гранитов и слюд.

С. *Углеродный* метод применяется для определения абсолютного возраста молодых антропогенных отложений, образовавшихся в последние 10-30 тыс. лет. Он основан на радиоактивном распаде изотопа углерода C^{14} , который поглощается из атмосферы растениями в процессе их жизнедеятельности. При жизни растения количество радиоактивного и нерадиоактивного углерода в них остается постоянным. После отмирания радиоактивный углерод начинает распадаться. Зная период полураспада углерода, и определив его количество, захороненное в ископаемых растительных остатках, можно вычислить время отмирания растений и возраст горной породы, в которой они находятся. Относительно быстрый распад радиоактивного углерода не позволяет применять этот метод для всего комплекса антропогенных отложений, а только для их верхней, самой молодой части. Лучшие результаты он дает для органики, возраст которой колеблется в пределах 3-9 тыс. лет.

Шкала геологического времени

Изучение относительного и абсолютного возраста горных пород позволило геологам расположить слои земной коры в определенном возрастном порядке, где каждой единице геологического времени отвечает комплекс пород, образовавшийся за этот промежуток времени. Возрастные единицы пород называли геохронологическими, а комплексы пород - стратиграфическими:

Возрастные и стратиграфические единицы сведены в геохронологическую таблицу, в которой все породы представлены пятью основными эрами:

- *Архейская* *Зарождение жизни*

- Протерозойская Первичная жизнь
- Палеозойская Древняя жизнь
- Мезозойская Средняя
- Кайнозойская Новая

Геохронологическая шкала показывает этапы развития Земли и органического мира за отрезок времени (эон, эра, период, и т.д), а стратиграфическая – определенную последовательность залегания слоев земной коры.

Международная геохронологическая шкала в своей основе была принята в 1881 году. Значительный вклад в ее создание внес немецкий ученый А. Варнер. Он провел первые стратиграфические обобщения отложений южной и центральной Германии. Но в его построениях не были учтены органические остатки. Пробел в использовании фауны и флоры для распознавания и характеристики пластов восполнили исследования В. Смита, выполненные по всей южной Англии. Он установил, что каждый пласт горной породы содержит конкретную органику, присущую определенному времени осадконакопления. Выводы Смита нашли применение при стратиграфических исследованиях в других регионах Европы.

Переработанная с учетом новых данных стратиграфическая схема получила признание геологов, однако отдельные ее части требовали дополнительных исследований (Pz, P-T, N)

В девятнадцатом веке довольно детально изучались послемеловые образования в Западной Европе и был построен сводный разрез мезо-кайнозойских отложений. В результате Kz эра стала включать P, N, Q периоды.

В двадцатом веке геологические исследования получили значительное развитие на всех континентах и общие стратиграфические подразделения дополнялись региональными и местными построениями.

В практике геологических работ, помимо общих, используются региональные и местные стратиграфические подразделения:

общие	региональные	местные
Эон	Горизонт	Комплекс
Группа	Лона (локальная зона)	Серия
Система		Свита
Отдел		
ярус		
зона		

Кроме этого на местном уровне используют вспомогательные подразделения: толща, пачка, пласт, маркирующий горизонт и др.

Самым распространенным подразделением местной стратиграфической шкалы является *свита*, внутри которой могут быть выделены почти все вспомогательные единицы.

Свита – совокупность одновозрастных отложений с устойчивыми минерально-петрографическими характеристиками, типовым набором ископаемых остатков и ясными границами.

Две или несколько свит, обладающие общими свойствами, образуют *серию*, а несколько серий объединяются в *комплекс*.

Маркирующий горизонт – легко узнается по вещественному составу и набору ископаемой фауны, а также по цвету пород, структурным, текстурным и другим признакам.

Практика:

1.Используя интернет-ресурсы, для каждого стратиграфического подразделения (кембрий, ордовик, силур, девон, карбон, пермь, триас, юра, мел, палеоген, неоген, квартал) написать – когда, кем, где впервые был выделен этот стратон.

2.Начинать учить геохронологическую шкалу – 10-15 минут на каждой паре буду проводить опрос.