Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XXXVII, вып. 2, 1960 г.

ОСНОВНОЕ УСЛОВИЕ СЛОЕОБРАЗОВАНИЯ В СВЕТЕ УЧЕНИЯ О СИММЕТРИИ

Г. А. Дмитриев

Существует несколько точек зрения на условия слоеобразования. Одна группа исследователей основную причину слоеобразования видит в геотектонических колебаниях земной коры, которые управляют процессом накопления осадков. Другие исследователи основной причиной слоеобразования считают изменение условий образования осадков как результат изменения физико-географического режима; при этом геотектоническому фактору они не отводят существенного значения.

Обе точки зрения базируются на вполне реальных, достоверных геологических данных. Закон взаимосвязи и взаимообусловленности всех явлений природы позволяет образовать непрерывную логическую цепь от одного явления к другому, что создает видимость причинной обусловленности любых явлений. Определить и доказать ведущую роль того или иного процесса только по качественной характеристике процесса и объяснить законность существования многих точек зрения по тем или иным геологическим вопросам, где количественная сторона явления недостаточно изучена, невозможно. Поэтому уже давно пытаются применить математические методы в области геолого-минералогических наук для точной, не только качественной, но и количественной характеристики процессов. Попытки были особенно успешны, если математическая обработка сопровождалась экспериментом, моделированием и т. п.

В одних случаях в работах этого направления сейчас уже нельзя обойтись без знания теории вероятностей, разработанной А. А. Марковым, так как течение многих геологических процессов в природе происходит по схеме простой или многозвенной математической цепи А. А. Маркова [4]. В других случаях пользуются методами математической статистики [1] и т. п.

Есть и иные математические пути решения вопроса. Так, за последние годы появились работы, в которых общегеологические и палеонтологические вопросы решаются с позиций учения о симметрии (Д. В. Наливкин, И. И. Шафрановский и др.). В настоящей статье использовано учение о симметрии и конкретно — универсальный принцип симметрии П. Кюри для определения основного условия слоеобразования.

Слой — геометрическое понятие. Под слоем осадочной породы мы понимаем тело, сложенное достаточно однородной породой, ограниченное в процессе образования двумя более или менее параллельными или по-

добными поверхностями, линейные размеры которых значительно превышают расстояние между ними. Как и все явления природы, слой образуется в пространстве и во времени. Поэтому геометрия среды образования слоя должна наложить на него свой отпечаток, а ход процесса его образования во времени должен оставить след в его строении. Именно об этом и говорит П. Кюри в своем универсальном принципе симметрии: «Когда несколько различных явлений природы накладываются друг на друга, образуя одну систему, их диссимметрии складываются. В результате остаются лишь те элементы симметрии, которые являются общими для каждого явления, взятого отдельно» [7, стр. 598].

В воспоминаниях М. Кюри выделяются следующие три принципа симметрии:«... 1) когда определенные причины порождают известные следствия, элементы симметрии причины должны содержаться в порожденных следствиях; 2) когда известные следствия обнаруживают известную диссимметрию, эта последняя должна содержаться и в причинах, породивших эти следствия; 3) положения, обратные двум предыдущим, неправильны, по крайней мере, на практике, т. е. следствия могут быть симметричнее вызывающих их причин» [7, стр. 600].

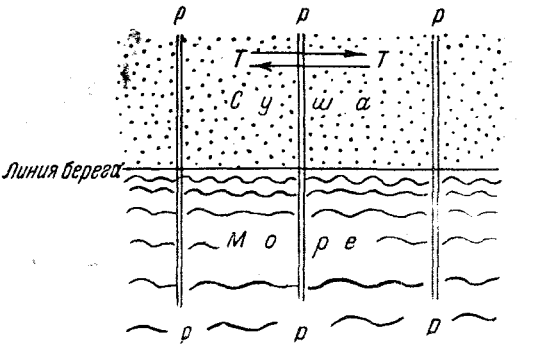


Рис. 1. Симметрия прибрежной части моря:
P — вертикальная плоскость симметрии; *T* — трансляция вдоль берега

Осадок, слагающий пласт, или слой отлагается в условиях непрерывного действия силы тяжести. Поэтому элементы симметрии гравитационного поля должны содержаться в элементах симметрии образующего пласта. Если на процесс образования осадка накладывается процесс колебательного движения земной коры и происходит миграция фаций, например в прибрежно-морских условиях, то элементы симметрии прибрежной зоны должны содержаться в элементах симметрии слоя, а диссимметрия[1] слоя должна состоять из диссимметрии гравитационного поля и диссимметрии прибрежной зоны.

Следуя взглядам и обозначениям А. В. Шубникова и И. И. Шафрановского, разберем вопрос более детально.

Симметрия гравитационного поля имеет конечную симметрию $L_\infty \infty P$, где L_∞ — ось симметрии бесконечного наименования (ось вращения), ∞P — бесконечное множество плоскостей симметрии, проходящих через ось вращения. Такую конечную симметрию имеет, например, конус. Суммарная бесконечная симметрия гравитационного поля имеет выражение $L_\infty \infty PT$, т. е. к конечной симметрии, которой обладает конус, добавляется подгруппа переносов T, перпендикулярных оси вращения [5]. Симметрия прибрежной части моря может быть выражена PT, т. е. перпендикулярно береговой линии можно провести бесчисленные параллельные вертикальные плоскости симметрии P, что, кроме того, дает дополнительно трансляцию T вдоль берега (рис. 1).

Следовательно, там, где кроме действия гравитационной силы, сопутствующей причиной, порождающей слой, является перемещение фа-

[1] Под диссимметрией здесь и ниже понимается отсутствие определенных элементов симметрии.

ций в прибрежной зоне, в результате сложения диссимметрии симметрия пласта должна быть PT, так как только эти элементы симметрии являются общими для гравитационного поля и прибрежно-морской обстановки.

Разберем конкретный пример. Пусть имеется сложный угольный пласт выдержанного строения (рис. 2). Конечная симметрия пласта для некоторого участка его будет выражаться $L_\infty \infty P$. Наглядное представление о конечной симметрии пласта может дать колонка керна буровой скважины, просекшей пласт по нормали к наслоению. В этом случае керн будет обладать осью вращения — осью бесконечного наименования L_∞, а также бесконечным числом плоскостей симметрий ∞P, проходящих через ось вращения керна. Так как пласт выдержанный, то таких участков бесчисленное множество, и поэтому для площади, на которой пласт имеет выдержанное строение, бесконечная совокупность элементов симметрии будет $L_\infty \infty PT$, т. е. соответствует симметрии гравитационного поля. Отсутствие диссимметрии, характерной для условий прибрежной обстановки (отсутствие $L_\infty \infty P$), указывает, что в пределах площади, где пласт имеет выдержанное строение, перемещение фаций в условиях прибрежной обстановки в результате колебательных движений земной коры не является основным условием процесса, порождающего пласт. Если эта причина играет существенную роль наряду с гравитационной силой, то область ее действия лежит за пределами площади выдержанного строения пласта. Как известно, этими областями являются области расщепления пласта, генетического выклинивания пласта, фациального замещения и др. Во всех этих областях элементы симметрии пласта будут PT, т. е. соответствуют симметрии среды прибрежно-морских или аналогичных по симметрии условий.

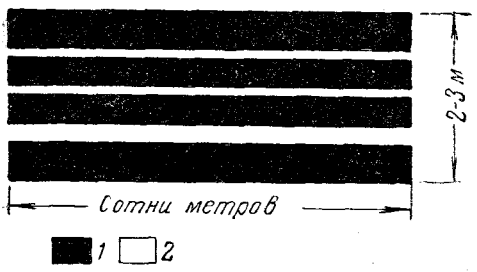


Рис. 2. Разрез сложного пласта угля:
1 — уголь; *2* — породный прослой

Таким образом, принципы симметрии П. Кюри дают возможность по геометрическим особенностям слоя решать вопрос об основных и существенных факторах процесса образования, исходя из конкретных особенностей его строения.

Основным фактором, образующим тело пласта, является гравитационная сила. Очевидно, наличие серии выдержанных слоев, лежащих друг на друге, свидетельствует об изменении условий в области осадконакопления, не нарушающих общую симметрию пластов, создаваемую гравитационным полем, но меняющих ту или иную конкретную физическую характеристику процесса осадкообразования. Следовательно, при решении вопроса об образовании отдельного слоя надо исходить из реальных факторов обстановки слоеобразования:

1) физической природы и геометрических свойств вещества (материала), из которого образуется слой;

2) геометрии поверхности, на которой образуется слой, и геометрических свойств среды и пространства, в которых он образуется;

3) геометрических и физических свойств поверхности образующегося слоя;

4) природы и условий действия сил, приносящих вещество для слоя и осаждающих его.

Конкретные факторы чрезвычайно разнообразны и действуют в гравитационном поле, их диссимметрия в той или иной степени проявляется в образующемся пласте.

1. Физическая природа вещества может быть органического, механического, химического, вулканического или другого происхождения. Геометрические свойства частиц вещества весьма разнообразны. Зерна кластических пород могут быть округлы, угловаты, могут иметь пластинчатую или шестоватую форму. Зерна минералов, слагающих осадки, имеют не только различную форму, но и ориентировку в пространстве и т. д.

2. Геометрия поверхности, на которой образуется слой, определяется рельефом участка земной коры, а геометрические свойства среды и пространства будут различны в зависимости от того, в какой среде — водной или воздушной, в спокойной или подвижной — происходит образование слоя.

3. Геометрическими и физическими особенностями поверхности образующегося слоя могут быть поверхности размыва, переноса или отложения. Их геометрия имеет свое выражение в строении и симметрии слоя. Косая слоистость, поверхности размыва и перерыва — хорошие примеры этой зависимости.

4. Если из вулкана выбрасывается пепел, ложащийся слоем на местности, окружающей вулкан, то условия действия гравитационной силы в этом случае значительно отличаются от условий выпадения слоя соли из раствора или условий накопления слоя торфа из отмирающих частей болотных растений. В последнем случае живой растительный покров получает кислород и углекислоту из воздуха, минеральные вещества, приносимые ветром и половодьями, поступают из тела торфяника, а лучистая энергия солнца распределяется равномерно на всей площади, занятой торфяником.

Таким образом, основным условием слоеобразования являются меняющиеся обстановки действия гравитационной силы, которая, отлагая осадок, образует тело пласта, обладающее в идеальном случае элементами симметрии гравитационного поля.

Изменение конкретных физических факторов области осадконакопления ведет к образованию слоев различного типа. В зависимости от фактора на элементы симметрии основного условия накладывается диссимметрия фактора, что меняет симметрию слоя в пределах области действия этого фактора. Диссимметрия фактора создает конкретную форму пласта. Поэтому особенно важно для выяснения происхождения конкретных слоев определить диссимметрию их формы, т. е. определить, какие элементы симметрии гравитационного поля отсутствуют в той или иной области распространения изучаемого пласта.

Какова же роль тектонического фактора в процессе слоеобразования? Какую роль играют колебательные и волновые движения земной коры?

Движение участков земной коры создает различный запас потенциальной гравитационной энергии на различных участках поверхности земной коры. Поэтому тектонические движения являются одним из исходных, необходимых условий проявления действия гравитационной силы. При этом можно различать действие тектонических движений, происшедших до процесса слоеобразования, и их роль в процессе слоеобразования.

Математическое решение этих вопросов усложняется тем, что до сих пор нет достоверных данных о ходе геотектонических процессов. Знания, которыми мы сейчас располагаем, являются, за небольшим

исключением, логическим следствием целого ряда геологических данных. Но все же, если тектонические движения являются одним из исходных условий проявления гравитационной силы, своего рода «пружиной» (по выражению Л. Б. Рухина) процесса перемещения вещества земной коры на ее поверхности, то они оказывают влияние на ход отложения осадка и слоеобразования.

Следовательно, роль тектонических явлений несомненна, но установить степень их действия в процессе слоеобразования сложно, так как, помимо тектонических явлений, существует много процессов, которые перемещают или привносят массы вещества на земной поверхности, меняя конкретную обстановку действия гравитационной силы: космические явления — осаждение космической пыли, поступления солнечной радиации и др.; движения воздушных масс — перенос вулканических паров воды, пыли, песка и т. д.; движения водных масс — течения, приливы и отливы, прибой, жидкий сток с континентов и др.; движения твердой оболочки земной коры — диагенез, псевдотектонические движения и твердый сток на земной поверхности — сток наносов; физико-химические процессы — испарение, растворение, возгонка, сублимация и др.; тектонические явления — движения земной коры, вызванные глубинными процессами в теле Земли; органические явления — движения веществ, связанные с жизнедеятельностью животных и растений.

В конкретном случае осадконакопления необходимо определить роль того или иного явления в процессе слоеобразования. Это можно сделать, используя математический метод, в частности учение о симметрии с универсальными принципами симметрии П. Кюри.

Заключение

В результате процессов, происходящих на нашей планете, создаются геологические тела, обладающие различной геометрической формой с определенными элементами симметрии и диссимметрии. Эти элементы симметрии и диссимметрии геологического тела унаследованы от симметрии и диссимметрии обстановки, в которой действовали процессы, порождающие геологическое тело.

Изучение геометрии геологических тел, установление их симметрии и диссимметрии с использованием универсальных принципов симметрии П. Кюри может дать четкие, убедительные ответы при решении вопросов об основных условиях происхождения того или иного явления. Например, принцип симметрии П. Кюри дает строгое указание на то, что основным условием слоеобразования является гравитационное поле Земли, постоянным действием которого уравнивается разница в запасе потенциальной гравитационной энергии, создающаяся многими процессами, происходящими в земной коре, на поверхности Земли и в окружающем ее мировом пространстве.

Одной из задач исследователей является определение обстановки осадконакопления и образования слоя горной породы. Для решения этой задачи пользуются литологическим, палеонтологическим, геохимическим и другими методами. В некоторых случаях полезен и даже необходим геометрический метод, так как универсальный принцип симметрии П. Кюри дает возможность судить об условиях процесса по симметрии его следствий.

При комплексном исследовании геолого-минералогических явлений геометрическому методу надо уделять должное внимание.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вистелиус А. Б. Простейшие задачи математической обработки в литологии и пути их решения. Литологический сб. I. Гостопетхиздат, 1948.

2. Михеєв В. И. Замечания к статье Д. В. Наливкина «Криволинейная симметрия». Кристаллография (Тр. Федоровской науч. сессии ЛГИ 1949 г.). Металлургиздат, 1951.

3. Наливкин Д. В. Криволинейная симметрия. Кристаллография (Тр. Федоровской научной сессии ЛГИ за 1949 г.). Металлургиздат, 1951.

4. Сарманов О. В. Создатель понятия математической цепи. Природа, 1956, № 11.

5. Шафрановский И. И. Группы симметрии в структурной петрологии. Зап. Всесоюзн. мин. об-ва, 1956, т. LXXXV, № 4.

6. Шафрановский И. И. Универсальный принцип симметрии и форма морской гальки. Минерал. сб. Львовского геол. об-ва, 1956, № 10.

7. Шубников А. В. О работах Пьера Кюри в области симметрии. Успехи физических наук, 1956, т. LIX, вып. 4.

8. Яковлев Н. Н. Организм и среда. Изд-во АН СССР, 1956.