

К ОБОСНОВАНИЮ ВЕДУЩИХ МЕХАНИЗМОВ ФЛЮИДОГЕОДИНАМИКИ

А. Е. Ходьков, М. Г. Виноградова
Санкт-Петербург, Россия

Выдвигая в 60-х — 70-х гг. ушедшего века новое научное направление в описании геологических процессов планетной коры как флюидогеодинамических (ФГД) процессов, А. Е. Ходьков впервые ввел понятие геологической связанности флюидов. Этот ключевой фактор вскрывает основные механизмы динамики флюидов — подвижных включений осадочных толщ, выжимаемых, из глубины вмещающих их пород [1].

В геологической литературе [4, 7] ряда авторов, развивающих эту концепцию (А. И. Кудряшов и др.), понятие геологической связанности в достаточной степени не востребовано, что на наш взгляд лишает концепцию необходимой логической полноты. В настоящей статье авторы стараются уточнить понятие геологической связанности и указать на важность его в понимании физической сущности деформации уплотняющихся осадочных толщ.

Осадочная толща представляет собой гетерогенную и разновозрастную совокупность твердых и жидких тел, находящихся в механическом напряженном состоянии, которое можно охарактеризовать как вязкопластичное: при превышении напряжения в материале над пределом его текучести начинается его вязкое течение. В описании деформационного состояния осадочных толщ земной коры как реологической среды понятие геологической связанности флюидов может трактоваться как предел текучести материала [5].

По мере формирования осадочной толщи планетной коры составляющие ее ингредиенты послойно заглубляются все дальше и дальше от поверхности коры, как бы погружаясь в среде с меньшей плотностью. В результате этого процесса зрелая осадочная толща в первом приближении представляет собой систему слоев с поверхностями равного давления, с уплотнением слоев по мере продвижения вглубь и видоизменением формы поверхностей по степени геологической связанности ингредиентов, обуславливающей флюидогеодинамическое движение.

Формирование в осадочной толще локальных флюидосодержащих зон схематично рассмотрено на рис. 1 на примере выделения (освобождения) одного из флюидов того вещества, которое в данном случае оказалось подвижным по отношению к вмещающим его породам.

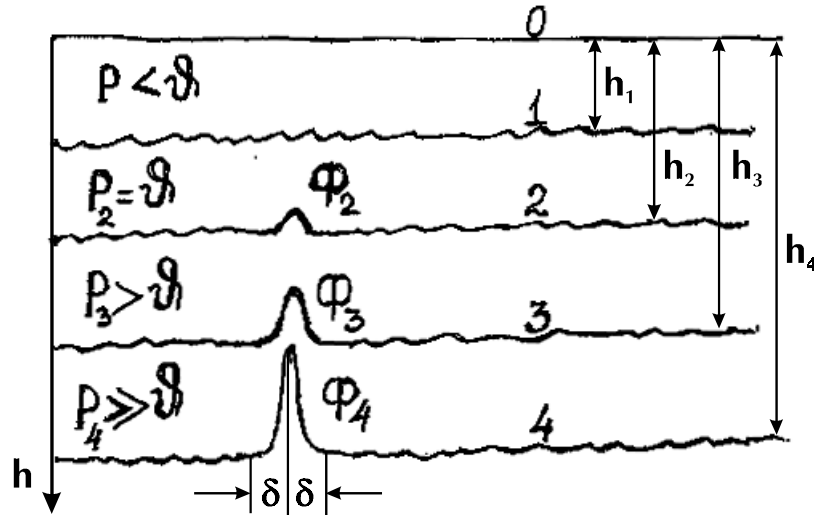


Рис. 1.

Появление локальной зоны флюидогеодинамического течения флюида Ф.

Свободная поверхность земной коры обозначена 0 — уровнем, на котором у всех ингредиентов осадочной толщи их разная геологическая связанность как бы не проявлена, благодаря тому, что предел текучести ϑ любого, даже самого текучего материала, превосходит величину давления P . На уровне 1 заглубления h_1 могут появиться незначительные, несущественные видоизменения поверхности. Поэтому слой 0–1 по самому текучему материалу характеризуется выполнением условия:

$$P < \vartheta.$$

Как видно из рисунка, на уровне 2 с заглублением h_2 ингредиент Ф начинает проявлять свойства флюидности, то есть текучести — давление P_2 на глубине h_2 выросло до напряжения предела текучести этого флюида:

$$P_2 = \vartheta.$$

На более глубоких уровнях, где давление в слоях будет превосходить предел текучести флюида Ф ($P > \vartheta$), разница напряжений ($P - \vartheta$) обусловит вязкое течение флюида. Так, на уровне 3 с заглублением h_3 флюид Ф существенно выдавливается из вмещающей породы в область меньшего давления. Это и есть его течение по условию:

$$P_3 = \vartheta + \mu \cdot \frac{\partial v}{\partial \delta},$$

где

μ — динамическая вязкость флюида,

$\frac{\partial v}{\partial \delta}$ — градиент скорости вязкого течения.

Далее, на уровне 4 с заглублением h_4 флюид Φ оказывается полностью выдавленным в вышележащий слой. Здесь градиент скорости флюида значительно вырос по сравнению с вышележащим слоем 3, т. к. помимо увеличения выдавливающего напряжения P произошло уменьшение динамической вязкости флюида, вызванное ростом температуры по мере заглубления слоя:

$$\frac{\partial v}{\partial \delta} = \frac{P(h) - \vartheta}{\mu (t^{\circ}\text{C})}.$$

Этим объясняется, что все геологические породы по мере заглубления, с увеличением температуры становятся более флюидными — текут по трещинам менее флюидных пород, образуя жилы, прожилки и т. п. Менее флюидным породам, чем флюид Φ , отличающимся более сильной геологической связанностью, отвечают значительно более глубокие, чем 2-й, уровни, на которых, давление среды сравнивается с пределом текучести очередного флюида. Таким образом по мере своего погружения осадочная толща видоизменяется соответственно степени геологической связанности своих ингредиентов, обуславливающей интенсивность флюидогеодинимического движения. Каждому уровню погружения осадочной толщи свойственна вынужденная потеря своих флюидов с вполне определенной все большей величиной геологической связанности, с наложением одних флюидогеодинимических движений на другие, формирующим сложную геологическую картину гетерогенных и разновозрастных образований.

При этом сложные изменения в планетной коре происходят не только на базе ФГД — преобразований первичного компонентного состава оседающих веществ, но и вновь формирующихся, в этом процессе ингредиентов, которых не было на поверхности седиментации. Создаются вторичные давления, деформирующие исходные границы расслоения, и поэтому первичные идеальные слои не остаются горизонтальными и параллельными, а получают сложные пространственные перемещения за счет первичных и вторичных флюидов и взаимодействия последующих ФГД-течений с предыдущими [4, 7].

В результате анализа флюидогеодинимических процессов в осадочной толще земной коры выявлен их главный механизм — механизм появления текучести флюида на фоне возрастающего с глубиной давления до предела текучести материала, т. е. до преодоления геологической связанности флюидов, — механизм общий для любых видов флюидогеодинимических движений и справедливый для всех иерархических уровней меняющихся геологических структур [2 – 4, 6, 7].

Л и т е р а т у р а

1. Ходьков А. Е. О динамике подземных вод уплотняющихся морских осадочных толщ и ее структурообразующей роли. Изв. АН СССР, сер. геологическая. № 12. 1962. С. 85–94.

2. Ходьков А. Е. Валуконис Г. Ю. Формирование и геологическая роль подземных вод. Л. Изд. ЛГУ. 1968. 216 с.
3. Валуконис. Г. Ю., Ходьков А. Е. Геологические закономерности движения подземных вод, нефтей и газов. Л. Изд. ЛГУ. 1973. 304 с.
4. Кудряшов А. И. Флюидогеодинамика. Свердловск. 1991.
5. Рейнер М. Деформация и течение. Введение в реологию. М. Гос-техиздат. 1963. 150 с.
6. Ходьков А. Е. Две проблемы теоретической геологии. Пермь. УрО РАН. 1999. 231 с.
7. Кудряшов А. И. Верхнекамское месторождение солей. Пермь. УрО РАН. 2001. 429 с.

28.09.2001

М. Ю. Юрмин

А. Е. Ходьков