

Ю. Г. БОГОМОЛОВ, А. П. ПИНЧУК
О РОЛИ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛОПЕРЕНОСА
В ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩАХ

(Представлено академиком М. А. Садовским 12 I 1976)

Необходимость учета влияния подземных вод в перераспределении теплового потока Земли отмечали многие исследователи (^{4-8, 10, 12, 14}). Определяющим фактором изменения тепловых полей под действием подземных вод является их движение. В связи с этим наметились различные классы задач, учитывающие соотношение направления движения подземных вод со строением анализируемой геологической системы. Наиболее актуальными являются задачи теплопереноса при движении подземных вод в наклонном водоносном горизонте, через слабопроницаемый горизонт и в направлении, нормальном к потоку подземных вод.

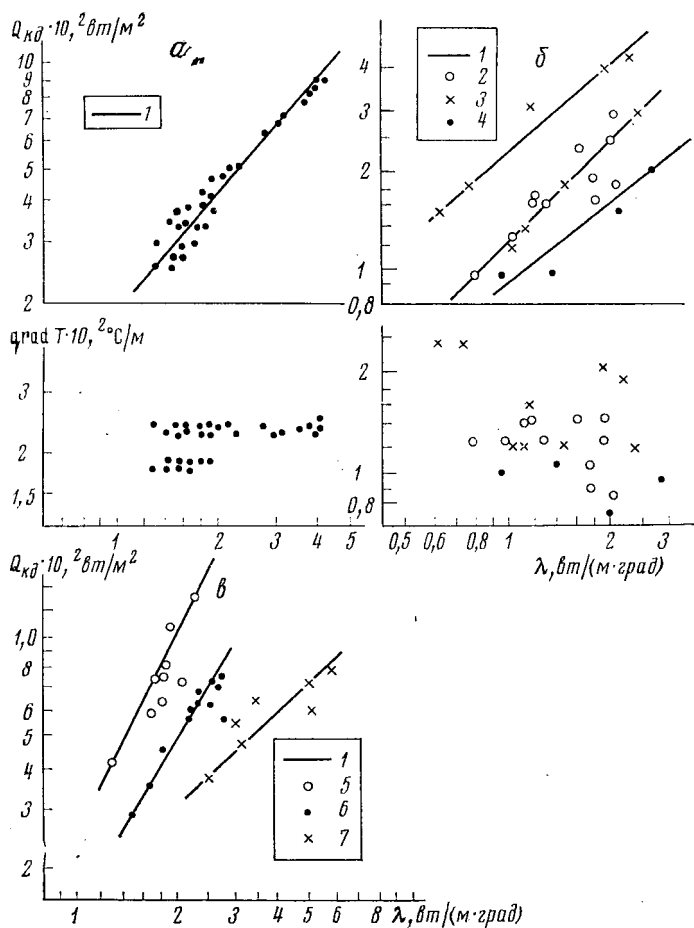


Рис. 1. Корреляционная зависимость $Q_{kd}=f_1(\lambda)$ и $\text{grad } T=f_2(\lambda)$ по разрезам различных отложений. 1 — линия регрессии. а — Колхидская низменность (¹³); б — Припятская впадина (⁴) и Полеская седловина (^{4, 6}): 2 — скв. Дерновичская 29К, 3 — скв. Василевская 2К; 4 — скв. 1; в — скв. 384 Яковлевского месторождения (⁹): 5 — для глинистых пород, 6 — для известняка, песчаника, песка, 7 — для кварцитов, руд

Здесь рассматривается конвективный перенос тепла в направлении, нормальном к движению подземных вод, которые, циркулируя в пористой среде, производят перемещение также и по перпендикуляру к своему потоку, огибая дисперсные частицы породы. Этот механизм конвективного переноса тепла весьма сложен (^{2, 3, 6, 14, 15}) и в настоящее время не учитывается при исследованиях, хотя экспериментальные данные показывают, что даже при небольших скоростях движения подземных вод эффективные теплопроводности в направлении движения подземных вод и вкрест этого направления равны. Согласно расчету, основанному на указанном механизме конвективного переноса тепла, величина конвективной составляющей теплового потока в направлении, нормальном к потоку подземных вод, при скорости фильтрации 1 м/год составляет 10%, а при скорости 10 м/год — (50–100)% от величины кондуктивной составляющей теплового потока. Кроме того на глубинах порядка 2000–3000 м осадочного чехла возможны участвующие в теплопередаче процессы конвективной неустойчивости, аналогичные конвекции в мантии (^{1, 6}).

Материалы измерений кондуктивного теплового потока в плотных породах показывают, что вариации $Q_{\text{кд}}$ незначительны ($\pm 10\%$), в то время как в терригенных породах изменения $Q_{\text{кд}}$ достигают $\pm 400\%$ (^{4, 6, 8, 9, 11, 13}). Погрешности определения кондуктивного теплового потока ($\pm 10\%$) не могут объяснить наблюдаемые вариации его величины. Корреляционные связи между параметрами $Q_{\text{кд}}$, λ , $\text{grad } T$ (рис. 1) показывают, что для всех анализируемых данных (^{4, 5, 9, 11, 13}) существует корреляционная зависимость $Q_{\text{кд}} = f_1(\lambda)$ и отсутствует между λ и $\text{grad } T$. Указанная закономерность может свидетельствовать о единых причинах изменения кондуктивного теплового потока, не связанных с временем консолидации отдельных участков земной коры.

Приведенный краткий анализ материалов позволяет заключить, что построение графиков $Q_{\text{кд}} = f_1(\lambda)$ по разрезу с учетом погрешностей определения $\text{grad } T$ и λ дает возможность проследивать изменение величины $Q_{\text{кд}}$ и $Q_{\text{кв}}$ по вертикали и соответственно выявлять горизонты, по которым происходит вынос или привнос тепла подземными водами, иными словами, определять долю конвективной составляющей теплового потока. Анализ материалов показал также, что недопустимо пользоваться средними значениями кондуктивного теплового потока, полученными по разным интервалам разреза осадочной толщи.

Государственный производственный
и научно-исследовательский институт
проектирования водного хозяйства «Гипроводхоз»
Москва

Поступило
29 XII 1975

Институт геохимии и геофизики
Академии наук БССР
Минск

ЛИТЕРАТУРА

- ¹ П. П. Атрощенко, Ю. Г. Богомолов, М. Д. Пархомов, Докл. АН БССР, т. 20, № 3 (1976).
- ² М. Э. Азров, Н. Н. Умник, ЖТФ, т. 21, в. 11 (1951).
- ³ В. Г. Бажуров, Г. К. Боресков, ЖПХ, т. 20, в. 8 (1947).
- ⁴ Г. В. Богомолов, Л. А. Цыбуля, П. П. Атрощенко, Геотермическая зональность территории БССР, Минск, «Наука и техника», 1972.
- ⁵ Г. В. Богомолов, А. П. Пинчук, Докл. АН БССР, т. 19, № 8 (1975).
- ⁶ Ю. Г. Богомолов, В кн.: Г. В. Богомолов и др., Гидрогеология, гидрохимия, геотермия геологических структур, Минск, 1971, стр. 39.
- ⁷ Н. М. Кругликов, Тр. ВНИИГРИ, т. 8, в. 220 (1963).
- ⁸ Р. И. Кутас, В. В. Гордиенко, Тепловое поле Украины, Киев, «Наукова думка», 1971.
- ⁹ Е. А. Любимова, Л. Н. Люсова, Ф. В. Фирсов, В кн.: Геотермические исследования, М., «Наука», 1964.
- ¹⁰ В. И. Лялько, М. М. Митник, Сб.: Применение геофизических методов при гидрогеологических и инженерно-геологических исследованиях, М., 1970, стр. 77.
- ¹¹ М. Ф. Мухиев, А. А. Геодекал и др., Геотермия нефтеносных областей Азербайджана и Туркмении, М., «Наука», 1973.
- ¹² Н. А. Огильви, Тез. докл. на I Всесоюз. совещ. по геотермическим исследованиям в СССР, М., 1956.
- ¹³ Л. С. Чангурашвили, Т. Л. Геладзе и др., Горные породы в физических полях, «Мецнисрება», 1971.
- ¹⁴ G. D. Bredehaeft, I. S. Papadopoulos, Water Resources Research, Washington, т. 1, № 2, 1965.
- ¹⁵ R. H. Wilgelm, W. C. Johnson et al., Chem. Eng. Progr., v. 44, 105 (1948).