

Секция «Геология»

Экспериментальное определение фильтрационных и диффузионных параметров в водонасыщенных глинистых породах

Лехов Владимир Алексеевич

Студент

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Геологический факультет, Москва, Россия
E-mail: v.lekhov@gmail.com*

Основными механизмами транспорта в подземных водах являются молекулярная диффузия и конвекция. При определенных условиях роль молекулярной диффузии в процессах массопереноса вещества через слабопроницаемые глинистые отложения может преобладать. Весьма актуальна данная проблема для объектов захоронения радиоактивных отходов, в частности для полигона закачки Сибирского химического комбината [3]. Цель исследования определить экспериментальным путем коэффициент фильтрации k и коэффициент диффузии D слабопроницаемых отложений.

Исследования проводились на слабопроницаемых глинистых отложениях отобранных вблизи полигона закачки РАО Сибирского химического комбината г. Томска, с глубин 200–400 м. Для диффузионного эксперимента, был смоделирован раствор из веществ, преобладающих в стоках закачки РАО, в котором радиоактивные изотопы заменены на стабильные элементы. Раствор состоит из макросолей NaNO_3 20г/л, NH_4NO_3 5 г/л и микросолей CsNO_3 , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ и $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ в концентрациях 100 мг/л каждого катиона.

Для определения фильтрационных и миграционных свойств глинистых отложений были разработаны и собраны опытные установки. Эксперименты проводились на трех образцах диаметром 3 см и высотой от 5 до 7 см, выбуренных из керна. Определение коэффициента фильтрации k проводилось на установке, собранной по аналогии трубке Каменского, в которой для создания градиента напора использовался капилляр диаметром 0,6 см и высотой 200 см. Исследование молекулярной диффузии проводилось с постоянной концентрацией на нижней границе, и непроницаемой границей на верхнем торце [1]. Образцы по длине оснащались 4-х контактными, кондуктометрическими датчиками, по которым производился ежедневный съем показаний. Длительность диффузионного эксперимента для разных образцов составила от 77 до 119 суток. По фильтрационным опытам значения коэффициентов фильтрации k (м/сут) изменяются от $2,2 \cdot 10^{-5}$ для образца 211.5 до $7,7 \cdot 10^{-5}$ для образца 236.7.

По показаниям, полученным с кондуктометрических датчиков, производилась обработка, путем сравнения экспериментальных данных с кривыми (рис. 1), построенными по аналитическим зависимостям для решений полуограниченной среды и ограниченной [2]. При данной постановке опыта определялся параметр D/n . В связи с возникшими проблемами по калибровке датчиков, так же подбирались параметры начальных и конечных концентраций.

В результате рассчитаны коэффициенты диффузии при пористости $n = 0,35$, для образца 337.9 значения D ($\text{м}^2/\text{сут}$) изменяются от $3,57 \cdot 10^{-7}$ до $1,19 \cdot 10^{-6}$, для образца 211.5 от $1,73 \cdot 10^{-6}$ до $2,18 \cdot 10^{-6}$ и для образца 378.5 от $4,27 \cdot 10^{-7}$ до $1,40 \cdot 10^{-6}$. Результаты лежат в пределах одного порядка, среднее значение коэффициента эффективности

диффузии $\varphi = 0,0095$ (отношение коэффициента диффузии в пористой среде к коэффициенту диффузии в сплошной среде).

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ № 14-05-00409 А.

Литература

1. Гольдберг В.М., Скворцов Н.П. Проницаемость и фильтрация в глинах. М., 1986.
2. Лыков А.В. Теория теплопроводности. М., 1967.
3. Рыбальченко А.И., Пименов М.К., Костин П.П. и другие. Глубинное захоронение жидких радиоактивных отходов. М., 1994.

Иллюстрации

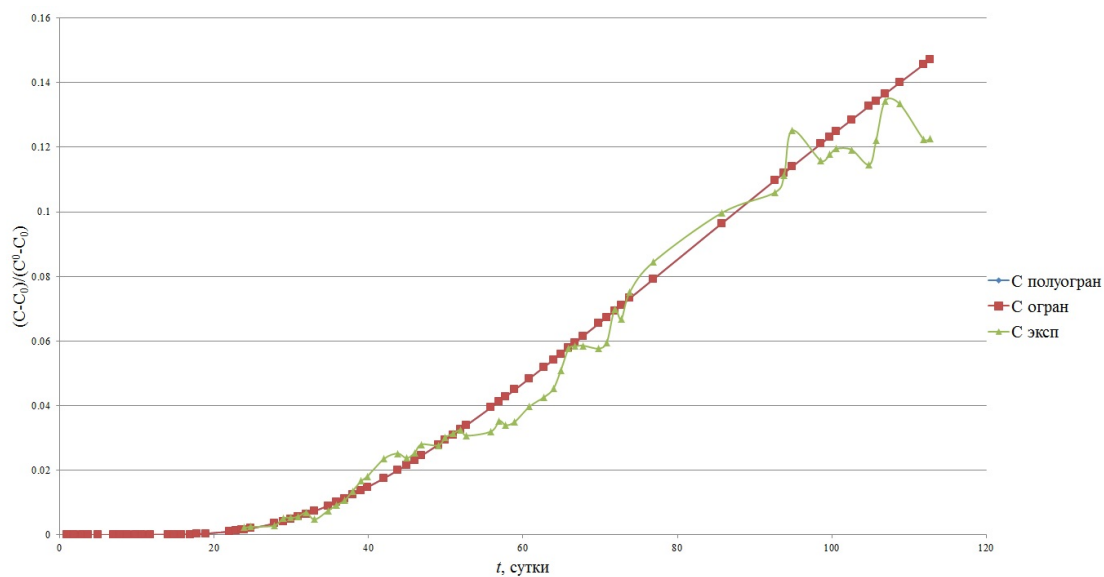


Рис. 1: Сравнение экспериментальных данных и аналитических решений для полуограниченной и ограниченной сред для первого датчика образца 337.9