Камышева Р.А., Нарушение закона Дарси при фильтрации в слабопроницаемых отложениях, 3 курс, кафедра гидрогеологии, научный руководитель Лехов В.А.

При низких скоростях фильтрации в слабопроницаемых отложениях может проявляться нарушение линейного закона Дарси. Данное явление характеризуется возможной нелинейностью скорости фильтрации или вовсе отсутствием фильтрационного потока в области малых гидравлических градиентов. В особенности важную роль этот вопрос имеет при создании пунктов окончательной изоляции радиоактивных отходов (РАО). В настоящее время, наиболее перспективным материалом для создания инженерных барьеров с изолирующими свойствами является бентонит, представляющий собой горную породу, состоящую не менее чем на 60–70 % из минерала монтмориллонита. Применение бентонита предполагается в виде компактированых (уплотненных) блоков со значениями сухих плотностей до ~ 1800 кг/м3, что существенно повышает изоляционные свойства инженерного барьера. Целью настоящей работы является изучение процесса фильтрации через слабопроницаемые глинистые отложения, представленные компактированными бентонитами в диапазоне сухих плотностей 1400-1900 кг/м3.

Трудности описания фильтрации через слабопроницаемые отложения связаны с особенностями строения глинистых минералов. В связи с наличием центров гидратации происходит образование пленок связной воды, характеризующейся свойствами вязкопластичного тела. Данные свойства обуславливают существование начального градиента фильтрации. Под ним понимается значение градиента напора, при котором начинается течение (фильтрация) воды через пористое пространство глин. Предполагается, что при значениях градиента напора, меньших начального, фильтрация отсутствует.

Экспериментальное определение зависимости скорости фильтрации от гидравлических градиентов выполнялись на промышленных порошках бентонитовой глины, представленной двумя месторождениями: Зырянское (Россия) и Таганское (Казахстан). Общий ход экспериментальной работы можно свести к двум этапам. На первом осуществлялось создание компактированного образца и его последующее насыщение, окончание которого характеризовалось стабилизацией давления набухания. На втором этапе, изменяя величину напора на нижней границе образца определялась скорость фильтрации в стационарном режиме. Оборудование, использованное для проведения экспериментальных работ, было разработано Леховым В.А.

В ходе работы выполнены фильтрационные эксперименты на 8 компактированных образцах, спрессованных из сухого порошка двух видов бентонитов с 5 значениями напора на нижней границе (1,65 МПа, 2,78 МПа, 4,0 МПа, 4,91 МПа, 1,71 МПа). Все образцы предварительно прошли процедуру насыщения в течение 7 суток. Общая длительность фильтрационных испытаний составила 38 суток. Длительность каждого этапа варьировалась от 28 до 160 ч. Полученные величины коэффициентов фильтрации исследуемых образцов лежат в диапазоне от 2,39 ×10-8 м/сут до 3,93×10-9 м/сут для сухих плотностей от 1414 кг/м3 до 1968 кг/м3. Значения, отсекаемые аппроксимирующей прямой на оси градиентов лежат в диапазоне от -14883 до 10135. Полученные величины начального градиента подтверждают несоответствие линейному закону Дарси. Анализ зависимостей скорости фильтрации от гидравлического градиента позволил выделить два характерных распределения данных: для образцов 1-3 в диапазоне сухих плотностей 1414-1616 кг/м3 на последних двух этапах при значениях заданного напора 4,91 МПа и 1,71 МПа наблюдается заметное снижение значений скорости фильтрации (нелинейная зависимость скорости фильтрации от градиента напора); для образцов 4-8 (1717-1968 кг/м3) при пяти заданных значения напора фиксировались признаки стационарного потока (линейная зависимость). По экспериментальным данным была получена зависимость значений коэффициента фильтрации от сухих плотностей. Для снижения погрешностей в дальнейшем необходимо увеличение длительности процесса насыщения и фильтрации на каждом из этапов.