

Отзыв научного руководителя
о кандидатской диссертации **Краузина Павла Васильевича**
“Процессы переноса в природных пористых средах”,
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности
01.02.05 — Механика жидкости, газа и плазмы

Поставленные перед диссертантом задачи являются естественным продолжением большой серии работ по изучению особенностей транспортных процессов в заполненных жидкостью пористых средах, в которых происходит формирование депозитов какого-либо «гостевого» вещества. Примером такой ситуации могут служить, например, насыщенные органикой отложения.

Задачи, связанные с процессами переноса в пористых средах, где «гостевая» фаза иммобилизована в порах и при этом обладает слабой растворимостью, образуют отдельный цикл. Как оказывается, транспорт такой фазы связан с движением массива отложений как целого и – что, как правило, более существенно – с её переносом раствором жидкости через поры. Причём в рассматриваемом случае в любой точке образца значение концентрации раствора можно считать равным предельной концентрации (растворимости). Отсюда следует модель, согласно которой процессы переноса в изучаемом массиве определяются только зависимостью растворимости от температуры и давления, а также градиентами полей этих величин. В этом контексте естественным образом встаёт вопрос о том, как модулируется диффузионный перенос, если по такой системе идёт температурная волна, например, климатическая.

Основным результатом первой главы является вывод о том, что в пористом полупространстве, находящемся в контакте с атмосферой, формируется пузырьковый слой (горизонт), лежащий непосредственно под поверхностью контакта. Указанный эффект был сначала обнаружен в численном счёте, но затем П.В. Краузину удалось развить аналитическую теорию, качественно воспроизводящую эффект и объясняющую его механизм. Предпринятое уточнение аналитической теории позволило добиться её хорошего согласия с результатами численного моделирования.

Закономерным продолжением исследований, изложенных в первой главе, стала задача о формировании пузырькового слоя из многокомпонентного газа, например, воздуха. Эта задача рассмотрена во второй главе работы. В качестве предварительного этапа П.В. Краузиным была решена аналитически более простая задача: о составе пузырьковой фазы в изотермических условиях. Неизотермическая же задача о формировании пузырькового слоя двухкомпонентного газа при колебаниях температуры поверхности исследовалась численно. По сравнению со

случае однокомпонентного газа, теоретические результаты главы 2 содержат нетривиальные уточнения.

При рассмотрении процессов массопереноса в пористых средах возникает вопрос об определении транспортных свойств последних. Существенно, что эти свойства зависят не столько от химического состава породы, сколько от микроструктуры пористой матрицы. Измерение проницаемости среды и коэффициентов эффективной конвективной диффузии в ней, с одной стороны, чрезвычайно востребовано в приложениях (геологоразведка, добыча полезных ископаемых), а, с другой стороны, является чрезвычайно сложной и дорогостоящей процедурой. В то же время, электрические характеристики, например электропроводность, легко измеримы. Таким образом, модель, устанавливающая взаимосвязь удельной электропроводности и микроскопических свойств и структуры пористой среды, имела бы для практики очевидную ценность. Именно такая модель представлена в третьей главе диссертации. Решённая здесь задача позволяет указать зависимости электропроводности неконсолидированных сред, где преобладает поверхностный механизм проводимости, от размера гранул.

Подводя итог, я констатирую, что П.В. Краузин к настоящему моменту сложился как квалифицированный исследователь, владеющий современными методами теоретического анализа и способный самостоятельно решать сложные задачи механики сплошных сред.

Полученные диссертантом результаты интересны и не вызывают сомнений в достоверности. Они опубликованы в национальной и международной научной периодике, а также неоднократно докладывались на конференциях, где получили высокую оценку специалистов.

Я уверен, что работа «Процессы переноса в природных пористых средах» является законченным научным исследованием и удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, П.В. Краузин, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Заведующий Лабораторией физики и механики мягкого вещества
Института механики сплошных сред Уральского отделения РАН
докт. физ.-мат. наук профессор
Райхер Юрий Львович
Тел.: +7 (342) 237-83-23 (сл.)
Email: raikher@icmm.ru

23.05.2016

