

МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ОСВОЕНИИ ТЕПЛОВЫХ И ТОПЛИВНЫХ РЕСУРСОВ НЕДР

Смирнова Н.Н.

Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

Наибольшее развитие исследования нестационарного фильтрационного теплообмена получили в период создания геотермальных циркуляционных систем, интенсивного развития геотехнологических методов добычи полезных ископаемых, методов термодинамического воздействия на нефтяной пласт, создания и реализации проектов новых ресурсосберегающих технологий комплексного извлечения энергоресурсов недр.

Среди новых геотехнологических методов выделяются разработки Санкт-Петербургского государственного горного института, направленные на повышение эффективности извлечения энергетического потенциала угольных пластов за счет использования и утилизации всех видов теплопотерь, присущих данному геотехнологическому методу. Небольшой опыт и ряд известных разработок и предложений касаются также систем извлечения геотермальной энергии из ранее отработанных нефтяных месторождений или из коллекторов, образованных вслед за отработкой угольных пластов а также систем совместного извлечения энергоресурсов при термохимической переработке угольных пластов и систем извлечения геотермальной энергии с нагнетанием полученного теплоносителя в продуктивную толщу для ее прогрева и эффективной добычи высоковязкой нефти.

Научно-обоснованный выбор и реализация проектов новых энерготехнологий, требуют разработки методов расчёта процессов, связанных с выделением, поглощением и передачей энергии в подземных условиях. Многообразие природных структур определили появление большого количества работ с различными постановками сопряженных задач фильтрационного теплообмена. Сложность проблемы описания процессов теплообмена в природных коллекторах, даже при замене реальной среды моделью с периодической изотропной структурой, достаточно велика. Наибольшую практическую ценность имеют, конечно, исследования асимптотического поведения полученных решений и экспериментальные результаты.

Постановка задач фильтрационного теплообмена для сред с регулярной укладкой структурных элементов в рамках моделей, которые учитывают их термическое сопротивление при произвольном изменении температуры на границе раздела фаз, требует решения интегро-дифференциальных уравнений.

Суть, предложенного ранее автором метода эквивалентного уравнения теплопроводности, заключается в замене интеграла, описывающего взаимный нестационарный теплообмен между жидкостью и твердой фазой, дифференциальной аппроксимацией. Такая замена обоснована, с одной стороны, длительностью исследуемых процессов, а значит, возможностью изучения асимптотического поведения искомой функции, с другой - существованием асимптотического разложения для интегралов такого вида.

Наиболее широкое применение метод получил:

- при исследовании теплового режима подземных коллекторов геотермальных циркуляционных систем извлечения петрогеотермальных ресурсов;
- при исследовании возможности создания породных аккумуляторов для отбора тепла от горячих дымовых (пожарных) газов;
- при анализе температурных полей нефтяных залежей с неоднородным строением, где возможно применение технологии избирательной термоинъекции.

Также в решении задач фильтрационного теплообмена при наличии движущейся границы входных условий идея метода была реализована в исследованиях:

- теплотеря в канале газификации (граница входных условий движется со скоростью распространения фронта горения);
- температурных полей и условий извлечения энергоресурсов из зон обрушения над отработанным угольным пластом;

На основе метода в условиях технологических решений, физической основой которых является фильтрационный тепломассоперенос в гетерогенных средах, созданы теоретические модели теплообменных процессов и разработаны методики расчета энергетических и технологических параметров ряда новых энерготехнологий.