

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

Сахаров П.С., Исаева А.В.

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, 119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1, +7 (925) 322-34-55, [sakharovp@mail.ru](mailto:sakharovp@mail.ru)

Устойчивое развитие сталкивается с тремя важнейшими проблемами: быстрый рост населения, нехватка энергии и постоянно растущее загрязнение окружающей среды. Поэтому в настоящее время растет интерес к реализации проектов в сфере геотермальной энергетики [1].

Для полезного использования тепла геотермальных ресурсов сооружают геотермальные циркуляционные системы (ГЦС) [1]. ГЦС включает как минимум две скважины: нагнетательную и добывающую. Между скважинами путем стимуляций увеличивается проницаемость пород либо впервые создается проницаемая область. Через нагнетательную скважину закачивается теплоноситель, который выносит тепло на поверхность при выкачивании его из добывающей скважины, где тепло уже может быть использовано [2].

В настоящей работе путем численного моделирования изучается эффективность ГЦС. Рассматривается упрощенная двумерная модель теплопереноса в пласте между скважинами. Эволюция тепла происходит под влиянием двух механизмов: конвективного переноса тепла и теплопроводности самой горной породы. Скорость течения жидкости (теплоносителя) в порах описывается законом Дарси, изменение давления жидкости описывается с помощью уравнения неразрывности потока сжимаемой жидкости [3]. Решение полученной системы уравнений проводилось численно, для чего была написана программа в среде GNU Octave, с помощью которой изучалась эволюция полей давления и температуры в ГЦС.

## Литература

1. *Shyi-Min Lu*. A global review of enhanced geothermal system (EGS) // *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **81** (2018) 2902–2921
2. *Li, S., Wang, S., Tang, H.* Stimulation mechanism and design of enhanced geothermal systems: A comprehensive review // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2022. **V. 155** (111914)
3. *Lei, Z., Zhang, Y., Cui, Q. et al.* The injection-production performance of an enhanced geothermal system considering fracture network complexity and thermo-hydro-mechanical coupling in numerical simulations // *Sci Rep* **13**, 14558 (2023).