

Моделирование теплового взаимодействия подземных резервуаров в многолетнемерзлых породах на примере Среднего Ямала

Научный руководитель – Хилимонюк Ванда Здиславовна

Печенкин Тимур Вардович

Студент (магистр)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: timurpechenkin@gmail.com

Внастоящий момент происходит освоение месторождений полуострова Ямалс применением технологии создания подземных резервуаров. Резервуары формируются в толщах многолетнемерзлых песков методом скважинной гидродобычи, их объём достигает нескольких тысяч кубических метров. При размещении таких объектов группами на ограниченной площади возникает проблема их взаимного теплового влияния. Перекрытие талых зон может существенно изменить сроки промерзания захоронённых флюидов и повлиять на устойчивость мерзлого массива [1].

Цель работы — разработка трёхмерной численной модели теплового взаимодействия подземных резервуаров и установление зависимости времени полного промерзания флюидов от расстояния между ними и температурного режима многолетнемерзлых пород.

Рассматривается регулярное шахматное размещение резервуаров с расстоянием между центрами от 30 до 160 м. Температура вмещающих пород принимается равной -3 и -5 °С [2, 3]. Значения среднемесячных температур были рассчитаны на основе данных за 2010-2020 г. [4].

Расчёты выполнены в двух программных комплексах — QFrost и Cryo3D. В QFrost задача решалась в двумерной осесимметричной постановке, что требует допущений о симметрии теплового поля [5]. Программа Cryo3D была разработана специально для данной работы. Она решает нестационарное уравнение теплопроводности в трёхмерной постановке с учётом фазового перехода методом энтальпии и использованием явной конечно-разностной схемы.

Результаты показывают, что при расстояниях менее 60–70 м тепловое взаимодействие существенно увеличивает время промерзания флюидов.

Источники и литература

- 1) Аксютин О.Е., Казарян В.А., Ишков А.Г., Хлопцов В.Г., Теплов М.К., Хрулёв А.С., Савич О.И., Сурин С.Д. Строительство и эксплуатация резервуаров в многолетнемерзлых осадочных породах. - М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2013. - 432 с.
- 2) Геокриология СССР. Западная Сибирь/Под ред. Э. Д. Ершова. - М.: Недра, 1989.-454 с.: ил.
- 3) Криосфера нефтегазоконденсатных месторождений полуострова Ямал. Т. 2. Криосфера Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения М.: ООО "Газпром Экспо", 2013. 424 с.
- 4) Описание массива данных месячных сумм осадков..., 2020.
- 5) Песоцкий, Д.Г. QFrost - ПО для моделирования теплофизических процессов в грунтах / Д. Г. Песоцкий, М. С. Торгонский. - 2009 -. 2015.