

Исследование возможности использования подземных вод для охлаждения суперкомпьютеров МГУ

О.А. Глумов, А.В. Расторгуев

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Тенденция роста производительности современных суперкомпьютеров оставляет открытым вопрос создания наиболее эффективной системы охлаждения. На данный момент Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова имеет в распоряжении два суперкомпьютера: "Ломоносов" и "Ломоносов-2" [1]. А в будущем планируется создание третьего. Подобные системы уже проектируются для научно-исследовательского комплекса, расположенного в австралийском городе Перт [2]. Такая система подразумевает откачку подземных вод, охлаждение кондиционеров и возврат нагретой воды в подземные водоносные горизонты (рис. 1). В данном исследовании проведена схематизация гидрогеологических условий для двух водоносных горизонтов: подольско-мячковского и окско-протвинского, водовмещающими породами которых являются трещиноватые известняки. Эти горизонты являются наиболее перспективными для охлаждения суперкомпьютеров МГУ. Учитывая, что после охлаждения кондиционеров вода нагревается до 20-25 градусов Цельсия, необходимо дать оценки распространения тепла от закачивающих скважин в подземных водоносных горизонтах. На основе эксперимента по закачке нагретой воды, проведенного в Москве [3], была выбрана модель двойной пористости и определены ее параметры. Проведение математического моделирования теплопереноса было основано на численно-аналитическом подходе, подразумевающим решение фильтрационной задачи на основе суперпозиции скорости фильтрационного потока со скоростями фильтрации, связанными с действиями откачивающих – закачивающих скважин (решение Тейса). Решение задачи теплопереноса выполнено методом конечных разностей.

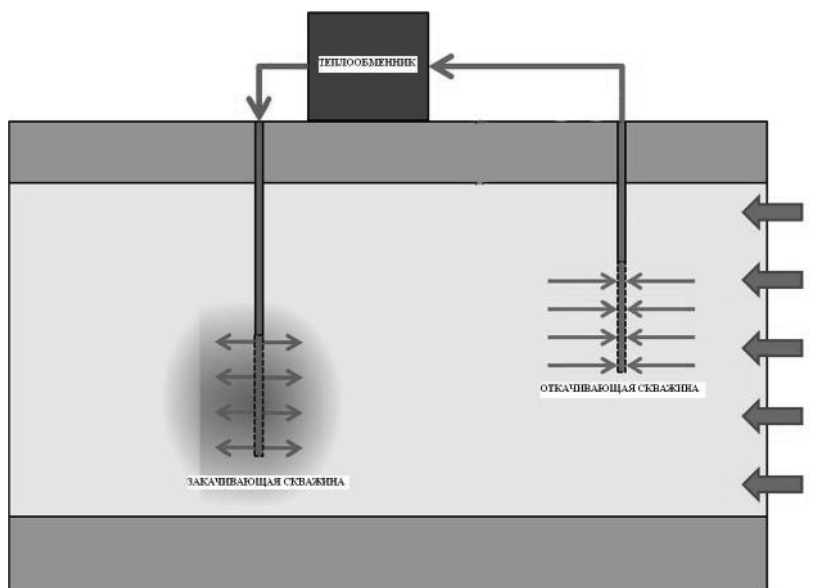


Рис. 1. Схема расположения скважин

Проведенное исследование позволило оценить допустимые для гидрогеологических условий в районе МГУ расходы откачки-закачки, при которых система охлаждения будет функционировать длительное время. Представлено обоснование выбора одного из водоносных горизонтов, использование которого приводит к наиболее эффективной работе проектируемой установки. Проведен анализ влияния закачки нагретой воды на химический состав подземных вод на основе имеющихся мировых исследований [4]. Кроме того, исследование подкреплено финансовыми расчетами.

Литература

1. Центр коллективного пользования сверхвысокопроизводительными вычислительными ресурсами МГУ имени М.В. Ломоносова. URL: <https://parallel.ru/cluster> (дата обращения: 13.03.2019).
2. Н. А. Sheldon., P. M. Schaubs. Groundwater cooling of a supercomputer in Perth, Western Australia: hydrogeological simulations and thermal sustainability // Hydrogeology Journal. 2015.
3. Расторгуев А.В., Куликова Т.М., Хохлатов Э.М. Исследования теплопереноса в водоносных трещиноватых породах. Водоснабжение, водоотведение, гидротехника и инженерная гидрогеоэкология // Сб. Трудов 13., ЗАО ДАР/ВОДГЕО, Москва, 2012, стр. 23-28.
4. M. Possemiers. Influence of Aquifer Thermal Energy Storage on groundwater quality: A review illustrated by seven case studies from Belgium // Journal of Hydrology: Regional Studies 2. 2014.