

УДК 621.482

## **КОНСТРУКТИВНЫЕ ИСПОЛНЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ**

Глухова П. Е., студент гр. ПТС-1-21, III курс  
Научный руководитель: Кондратьев А. Е., к. т. н., доцент  
Казанский Государственный Энергетический Университет  
г. Казань

Геотермальный тепловой насос — это устройство для переноса тепловой энергии из земли для использования в системах отопления или охлаждения помещений. Эффективность геотермального теплового насоса зависит от нескольких факторов, включая температуру окружающей среды, глубину скважин, тип теплоносителя и эффективность самого насоса. Кроме того, для обеспечения надежной работы геотермальной системы необходим регулярный мониторинг и обслуживание, включая проверку состояния скважин, контроль параметров теплоносителя и замену или ремонт насосного оборудования [1].

Геотермальные тепловые насосы обладают некоторыми конструктивными особенностями. Одной из главных особенностей является использование скважин для извлечения тепла из земли. Эти скважины могут быть вертикальными или горизонтальными, и их глубина может варьироваться от нескольких десятков до нескольких сотен метров. Еще одной особенностью геотермальных тепловых насосов является использование специальных теплоносителей, которые могут переносить тепло от земли к насосу.

Такие насосы могут использовать различные виды теплообменников для передачи тепла от теплоносителя к рабочему телу насоса. Это могут быть пластинчатые теплообменники, кожухотрубные теплообменники или другие типы. Выбор типа теплообменника зависит от целесообразности и его стоимости [2].

Тепловые насосы можно разделить на несколько типов в зависимости от того, как они используют тепло земли для обогрева или охлаждения здания. Один из использует вертикальные скважины для извлечения тепла. Этот тип насоса обычно используется в районах с доступной геотермальной энергией, такой как вулканические регионы или районы с высоким уровнем грунтовых вод. Другой тип геотермальных насосов использует горизонтальные скважины, которые проходят под землей и извлекают тепло из слоев грунта на глубине. Этот тип насоса может быть более эффективным, так как он позволяет использовать тепло на большей глубине, где оно имеет более высокую температуру. Третий тип насосов использует тепло земли для нагрева воды, которая затем используется для отопления здания. Этот тип насоса может быть наиболее эффективным, так как он использует тепло непосредственно для обогрева здания, а не для нагрева воздуха, как в других типах насосов [3].

Геотермальный тепловой насос работает по принципу цикла Карно, который заключается в том, что тепловая энергия извлекается из земли, переносится на более высокий уровень и используется для обогрева или охлаждения здания. Последовательность работы насоса заключается в следующем [4]:

1. Извлечение тепла из земли с помощью скважин или других геотермальных источников.
2. Передача тепла от земли к теплоносителю.
3. Нагрев рабочего тела в компрессоре насоса с помощью теплоносителя.
4. Сжатие рабочего тела и передача тепла от него к системе отопления или охлаждения здания.
5. Охлаждение рабочего тела и возврат его в исходное состояние для повторения цикла.

Эксплуатация геотермальных тепловых насосов: перед установкой насоса необходимо провести предварительные исследования, чтобы определить наилучшее место для его установки и оценить доступность геотермальной энергии. Для извлечения тепла из земли необходимо пробурить скважины, глубина которых может достигать нескольких сотен метров. Скважины бывают вертикального или горизонтального исполнения для различных типов насоса и геотермальных особенностей. После установки насоса необходимо настроить его параметры, такие как температура, давление и производительность. Это можно сделать с помощью контроллера или другого устройства управления. Для обеспечения надежной работы насоса необходимо проводить регулярное техническое обслуживание, включая замену масла, фильтров и других компонентов. Также необходимо контролировать состояние скважин и при необходимости проводить их ремонт или замену. Учитывая необходимость обеспечения высокой степени надежности, должное внимание необходимо обращать на исправное состояние трубопроводов и их расположение [5].

В заключение можно сказать, что геотермальные тепловые насосы являются эффективными системами отопления и охлаждения зданий. Они используют тепловую энергию земли для переноса тепла на более высокий уровень, где оно может быть использовано для обогрева или охлаждения помещений. Для оптимизации работы этих систем рекомендуется использовать контроллеры для управления работой насосов, проводить регулярное техническое обслуживание и выбирать насосы с высокой эффективностью [6].

### **Список литературы:**

1. S.A. Nazarychev, S.O. Gaponenko, A.E. Kondratiev, Determination of informative frequency ranges for buried pipeline location control, Helix, vol. 8(1), 2481-2487 (2017).
2. Гатауллина, И. М. Применение теплового насоса для утилизации снежной массы в городских условиях / И. М. Гатауллина, А. Е. Кондратьев // Тинчуринские чтения - 2020 "Энергетика и цифровая трансформация" : Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3-х томах, Казань, 28–

29 апреля 2020 года / Под общей редакцией Э.Ю. Абдуллазянова. Том 2. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2020. – С. 82-85. – EDN FXZZBA.

3. Даутов, Р. Р. Экологические аспекты применения тепловых насосов в индивидуальном отоплении / Р. Р. Даутов, А. Е. Кондратьев // Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование : Международная научно-техническая конференция. Электронный сборник научных статей по материалам конференции В 3-х томах, Алматы, Казань, 20–21 октября 2022 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2023. – С. 192-195. – EDN TTETWR.

4. Gaponenko, S. O. Device for Calibration of Piezoelectric Sensors / S. O. Gaponenko, A. E. Kondratiev // International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2017, Saint-Petersburg, 16–19 мая 2017 года. – Saint-Petersburg, 2017. – P. 146-150. – DOI 10.1016/j.proeng.2017.10.451. – EDN XNXDGR.

5. Гапоненко, С. О. Перспективные методы и методики поиска скрытых каналов, полостей и трубопроводов виброакустическим методом / С. О. Гапоненко, А. Е. Кондратьев // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2015. – № 2(47). – С. 9-13. – EDN TTVOAL.

6. Шарафисламова, Э. А. Совместная работа теплового насоса с ветрогенератором малой мощности / Э. А. Шарафисламова, А. Е. Кондратьев // Научному прогрессу – творчество молодых. – 2016. – № 2. – С. 256-258. – EDN YG-GYGN.