

## HORIZONTAL AND VERTICAL LOOPS GEOTHERMAL HEATING SYSTEM

O.S. Komilov, S.S. Sayfulloev

### ABSTRACT

This article provides a detailed exploration of two fundamental configurations in geothermal heat pump systems—horizontal loops and vertical loops. Offering insights into their distinct layouts, efficiencies, and applications, the content provides a comparative analysis to guide readers in choosing between the two configurations. With a focus on practical considerations and benefits, this article equips readers with valuable knowledge to make informed decisions when implementing geothermal heating and cooling systems.

**Keywords:** heat pump, water heating, closed loops, open loops, horizontal loops, vertical loops, distribution subsystem.

### АННОТАЦИЯ

В этой статье представлено подробное исследование двух основных конфигураций систем геотермальных тепловых насосов: горизонтальных и вертикальных контуров. Предлагая информацию об их различных компоновках, эффективности и применении, контент предоставляет сравнительный анализ, который поможет читателям сделать выбор между двумя конфигурациями. Эта статья, в которой основное внимание уделяется практическим соображениям и преимуществам, дает читателям ценные знания, необходимые для принятия обоснованных решений при внедрении геотермальных систем отопления и охлаждения.

**Ключевые слова.** тепловой насос, нагрев воды, замкнутые контуры, открытые контуры, горизонтальные контуры, вертикальные контуры, подсистема распределения.

### ВВЕДЕНИЕ

Геотермальные системы отопления и охлаждения обеспечивают кондиционирование помещений — отопление, охлаждение и контроль влажности. Они также могут обеспечивать нагрев воды — в качестве дополнения или замены обычных водонагревателей.

Геотермальные системы отопления и охлаждения работают за счет перемещения тепла, а не за счет преобразования химической энергии в тепло,

как в печи. Каждая геотермальная система отопления и охлаждения состоит из трех основных подсистем или частей: геотермального теплового насоса для перемещения тепла между зданием и жидкостью в заземляющем соединении, заземляющего соединения для передачи тепла между жидкостью и землей и распределительной подсистемы для доставки тепла. отопление или охлаждение здания. Каждая система может также иметь пароохладитель в дополнение к водонагревателю здания или водонагреватель полной мощности для удовлетворения всех потребностей здания в горячей воде.

Геотермальный тепловой насос упакован в один шкаф и включает в себя компрессор, теплообменник контура-хладагента и элементы управления. Системы, которые распределяют тепло с помощью канального воздуха, также включают в себя систему обработки воздуха, канальный вентилятор, фильтр, теплообменник хладагент-воздух и систему удаления конденсата для кондиционирования воздуха. При установке в домашних условиях шкаф с геотермальным тепловым насосом обычно располагается в подвале, на чердаке или в чулане. В коммерческих установках его можно подвешивать над подвесным потолком или устанавливать как автономную консоль.

#### **Подсистема распределения.**

В большинстве жилых геотермальных систем используются обычные воздуховоды для распределения горячего или холодного воздуха и обеспечения контроля влажности. (В некоторых системах используются тепловые насосы «вода-вода» с одним или несколькими фанкойлами, радиаторами на плинтусе или циркуляционными трубами под полом.) Для поддержания эффективности системы необходимы воздуховоды правильного размера, конструкции и герметизации. Воздуховоды должны быть хорошо изолированы и, по возможности, располагаться внутри тепловой оболочки здания (кондиционируемого помещения).

Геотермальные системы отопления и охлаждения для крупных коммерческих зданий, таких как школы и офисы, часто используют другую схему. Несколько тепловых насосов (возможно, по одному на каждый класс или офис) подключаются к одному и тому же заземлению с помощью петли внутри здания. Таким образом, каждую зону здания можно контролировать индивидуально. Тепловые насосы на солнечной стороне здания могут обеспечивать охлаждение, а те, что на теневой стороне, обеспечивают тепло. Такое расположение очень экономично, поскольку тепло просто передается из одной части здания в другую, а заземление служит источником тепла или радиатором только для разницы между потребностями в отоплении и охлаждении здания.

Многие системы жилого назначения, установленные сегодня, оснащены пароохладителями для обеспечения горячей водой для бытового потребления, когда система обеспечивает отопление или кондиционирование воздуха. Пароохладитель представляет собой небольшой вспомогательный теплообменник на выходе компрессора. Он передает избыточное тепло от сжатого газа в водопровод, по которому вода циркулирует в резервуар для горячей воды дома. Летом, когда кондиционер работает часто, пароохладитель может обеспечить всю горячую воду, необходимую для домашнего хозяйства. Он может обеспечить от четырех до восьми галлонов горячей воды на тонну охлаждающей мощности каждый час работы. Пароохладитель обеспечивает меньше горячей воды зимой, а весной и осенью, когда система не работает. Поскольку тепловой насос намного более эффективен, чем другие средства нагрева воды, производители начинают предлагать системы «тройной функции», «полной конденсации» или «полного спроса», в которых используется отдельный теплообменник для обеспечения всего горячего водоснабжения дома. потребности в воде. Эти устройства экономически эффективно обеспечивают горячую воду так же быстро, как и любая конкурирующая система.

Система нагрева воды, установленная в Институте Фингер-Лейкс, работает по требованию. Эта система обеспечивает горячую воду, как только в ней возникает потребность. Использование системы этого типа устраняет необходимость нагрева накопленной воды, как это требуется в обычном резервуаре для горячей воды. Геотермальные системы используют землю в качестве источника тепла и теплоотвода. Ряд труб, обычно называемых «петлей», несут жидкость, используемую для соединения теплового насоса геотермальной системы с землей.

### **Замкнутые и открытые петли**

Существует два основных типа петель: закрытые и открытые. Системы с открытым контуром являются самыми простыми. Успешно используемая в течение десятилетий грунтовая вода забирается из водоносного горизонта через одну скважину, проходит через теплообменник теплового насоса и сбрасывается в тот же водоносный горизонт через вторую скважину, расположенную на расстоянии от первой. Обычно для эффективного теплообмена необходимо от двух до трех галлонов в минуту на тонну производительности. Поскольку температура грунтовых вод практически постоянна в течение всего года, открытые контуры являются популярным вариантом в тех районах, где они разрешены. Системы с открытым контуром имеют некоторые сопутствующие проблемы:

Некоторые химические условия местных грунтовых вод могут привести к загрязнению теплообменника теплового насоса. В таких ситуациях могут потребоваться меры предосторожности, чтобы углекислый газ и другие газы оставались в растворе в воде. Другие варианты включают использование медно-никелевых теплообменников и теплообменников, которые можно очищать без внесения химикатов в грунтовые воды. Растущие экологические проблемы означают, что необходимо консультироваться с местными властями, чтобы обеспечить соблюдение правил, касающихся использования воды и приемлемых методов сброса воды. Например, сброс в канализационную систему редко является приемлемым.

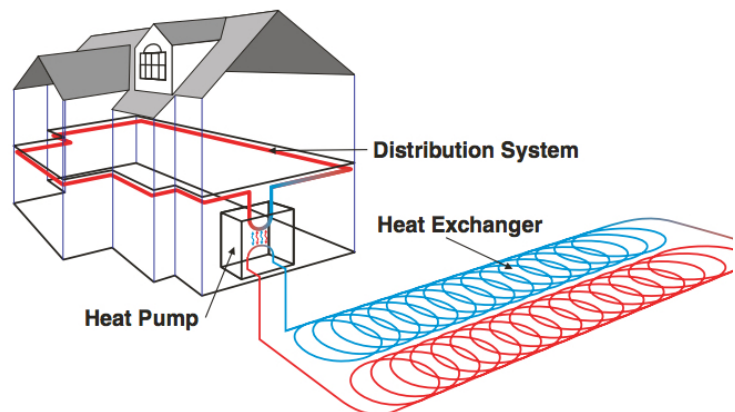
В Институте Фингер-Лейкс используется система замкнутого цикла. Системы замкнутого цикла становятся наиболее распространенными. При правильной установке они экономичны, эффективны и надежны. Вода (или раствор воды и антифриза) циркулирует по непрерывному подземному трубопроводу. Система замкнутого цикла экологически безопасна, поскольку вода в контуре предотвращает загрязнение внешней среды.

Длина петлевого трубопровода варьируется в зависимости от температуры грунта, теплопроводности грунта, влажности почвы и конструкции системы. (Некоторые тепловые насосы хорошо работают при больших колебаниях температуры на входе, что позволяет использовать контуры немного меньшего размера).

### Горизонтальные петли

Интеграция горизонтальных петель в системы геотермальных тепловых насосов означает решающий прогресс в технологиях устойчивого отопления и охлаждения. Эти петли, обычно устанавливаемые на плоской широкой площадке под поверхностью Земли, используют постоянную температуру земли для облегчения обмена энергией. Горизонтальные петли особенно хорошо подходят для жилых и коммерческих помещений, где имеется обширная земля.

Одним из заметных преимуществ горизонтальных петель является их экономичность при монтаже. Горизонтальная компоновка позволяет легко прокладывать траншеи или земляные работы, сокращая первоначальные затраты по сравнению с

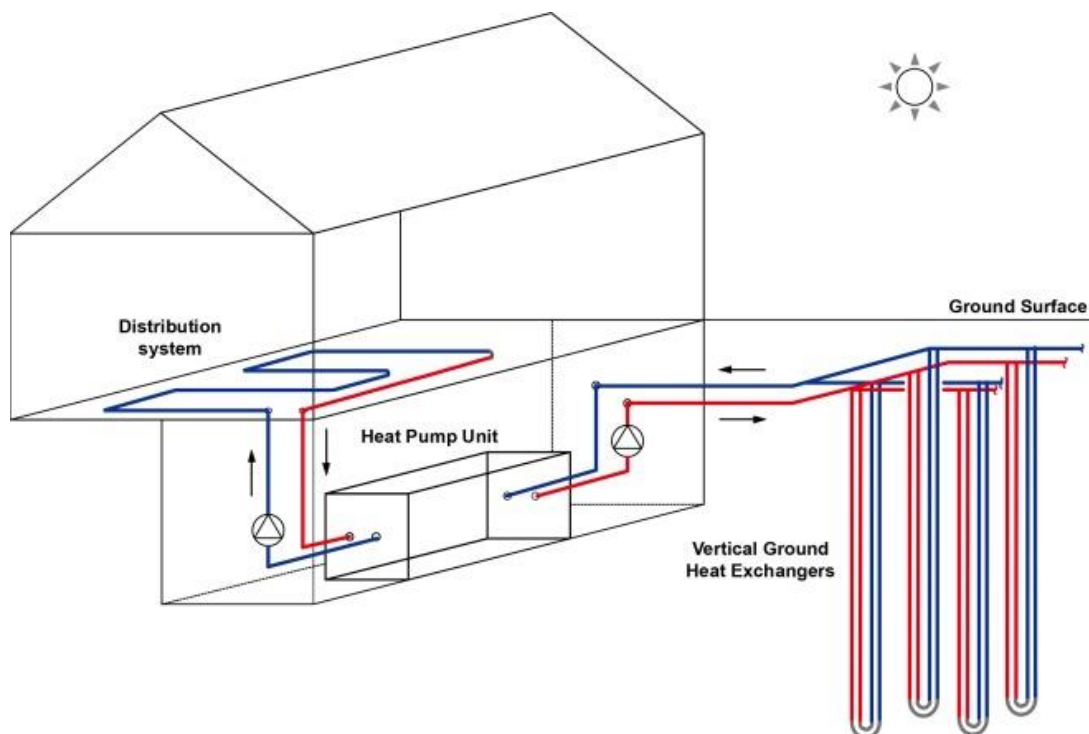


вертикальным бурением. Это делает их привлекательным вариантом для проектов с ограниченным бюджетом.

Горизонтальные установки с замкнутым контуром, как правило, наиболее эффективны с точки зрения затрат для небольших установок, особенно для нового строительства, где имеется достаточная земельная площадь. Эти установки включают закапывание труб в траншеи, вырытые с помощью экскаваторов или цепных траншеекопателей. В каждой траншее закапывают до шести труб, обычно соединенных параллельно, с минимальным расстоянием в фут между трубами и от десяти до пятнадцати футов между траншеями.

### Вертикальные петли

Вертикальные контуры в системах геотермальных тепловых насосов представляют собой инновационный и универсальный подход к использованию тепловой энергии Земли для устойчивого отопления и охлаждения. В отличие от горизонтальных петель, вертикальные петли предполагают бурение глубоких скважин для достижения стабильных температур, наблюдаемых на больших глубинах под поверхностью. Одним из отличительных преимуществ вертикальных петель является их адаптируемость к объектам с ограниченным горизонтальным пространством. Это делает их особенно подходящими для городских или густонаселенных районов, где большие площади недоступны. Вертикальная ориентация этих петель также сводит к минимуму воздействие на существующий ландшафт, что делает их эстетически привлекательным вариантом.



Вертикальные замкнутые контуры предпочтительнее во многих ситуациях. Например, в большинстве крупных коммерческих зданий и школ используются вертикальные петли, поскольку площадь земли, необходимая для горизонтальных петель, будет непомерно высокой. Вертикальные петли также используются там, где почва слишком мелкая для рытья траншей. Вертикальные петли также сводят к минимуму нарушение существующего ландшафта.

Для вертикальных систем с замкнутым контуром U-образная трубка (реже две U-образные трубки) устанавливается в скважину, пробуренную на глубину от 100 до 400 футов. Поскольку условия в земле могут сильно различаться, длина контура может варьироваться от 130 до 300 футов на тонну теплообмена. Для большинства установок, где трубы обычно соединяются параллельно или последовательно-параллельно, требуется несколько отверстий.

Поле вертикальных петлевых скважин, используемое в Институте Фингер-Лейкс, состоит из 20 скважин, пробуренных на глубину 100 футов. Имеется 5 (группы) из 4 колодцев, расположенных на расстоянии примерно 12 футов в центре. Глубина и количество колодцев определялись расчетной тепловой и охлаждающей нагрузкой, необходимой для поддержания комфортной среды для жителей.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В заключение, исследование горизонтальных и вертикальных петель в системах геотермальных тепловых насосов показывает тонкое понимание этих важнейших компонентов. Обе конфигурации предлагают уникальные преимущества и особенности, делая выбор зависимым от конкретных требований проекта. Сравнительный анализ горизонтальных и вертикальных циклов подчеркивает важность принятия обоснованных решений. Такие факторы, как масштаб проекта, геологические условия и доступное пространство, играют решающую роль в определении оптимальной конфигурации. Эта статья служит ценным руководством для читателей, предлагая практические идеи, которые помогут разобраться в этих соображениях и сделать осознанный выбор при внедрении геотермальных систем отопления и охлаждения. По сути, исследование горизонтальных и вертикальных петель означает решающий шаг на пути к использованию всего потенциала геотермальной энергии устойчивым и эффективным образом.



## REFERENCES:

1. Energy efficiencies of Heat Pumps in Residential Buildings/ I.G. Ingersoll, D.K. Arasteh // Energy and Buildings. – 1983.
2. Bakema, G., 2001. Well and Borehole Failures and Solutions in Underground Thermal Energy Storage.
3. Gjengedal, S., Ramstad, R.K., Hilmo, B.O., Frengstad, B.S., 2018. Video inspection of wells in open loop ground source heat pump systems in Norway. IGSHPA Research Track, Stockholm. Oklahoma State University, Sweden. Stillwater.
4. Геотермальные тепловые насосы. Обзор рынка / Л. Милова // Тепловые насосы – 2013.
5. Ground water heat pumps – the second wave / S. Harlburt // Water Wheel Journal. – 1988.
6. Метод расчета и анализ совместной работы контура циркуляции грунтовых теплообменников и теплового насоса / С.О. Филатов, В.И. Володин // Труды БГТУ. – 2013.
7. Тепловой насос: эффективно и экономно / Л.А. Кривов, В.В. Суров // Жилищное и коммунальное хозяйство. – 1988.
8. qizi Latipova, S. S. (2023). KASR TARTIBLI HOSILA TUSHUNCHASI. SCHOLAR, 1(31), 263-269.
9. qizi Latipova, S. S. (2023). HEAT PHYSICAL MEANING AND ORIGIN OF DIFFUSION EQUATIONS. International Multidisciplinary Journal for Research & Development, 10(12).
10. Latipova, S. S. (2023). SOLVING THE INVERSE PROBLEM OF FINDING THE SOURCE FUNCTION IN FRACTIONAL ORDER EQUATIONS. Modern Scientific Research International Scientific Journal, 1(10), 13-23.
11. daughter Latipova, S. S. (2023). HEAT PHYSICAL MEANING AND ORIGIN OF DIFFUSION EQUATIONS. World of Scientific news in Science, 1(2), 163-176.
12. qizi Latipova, S. S. (2024). CAPUTO MA'NOSIDAGI KASR TARTIBLI TENGLAMALARDA MANBA FUNKSIYANI ANIQLASH BO 'YICHA TO 'G 'RI MASALALAR. GOLDEN BRAIN, 2(1), 375-382.
13. qizi Latipova, S. S. (2024). KASR TARTIBLI ODDIY DIFFERENSIAL TENGLAMALAR. GOLDEN BRAIN, 2(1), 383-390.
14. qizi Latipova, S. S. (2023). MITTAG-LIFFLER FUNKSIYASI VA UNI HISOBLASH USULLARI. Educational Research in Universal Sciences, 2(9), 238-244.

15. qizi Latipova, S. S. (2023). RIMAN-LUIVILL KASR TARTIBLI INTEGRALI VA HOSILASIGA OID AYRIM MASALALARNING ISHLANISHI. Educational Research in Universal Sciences, 2(12), 216-220.
16. qizi Latipova, S. S. (2023). BETA FUNKSIYA XOSSALARI VA BU FUNKSIYA YORDAMIDA TURLI MASALALARNI YECHISH. GOLDEN BRAIN, 1(34), 66-76.
17. qizi Latipova, S. S. (2023). SOLVING THE INVERSE PROBLEM OF FINDING THE SOURCE FUNCTION IN FRACTIONAL ORDER EQUATIONS. International Multidisciplinary Journal for Research & Development, 10(12).
18. Shahnoza, L. (2023, March). KASR TARTIBLI TENGLAMALARDA MANBA VA BOSHLANG'ICH FUNKSIYANI ANIQLASH BO'YICHA TESKARI MASALALAR. In " Conference on Universal Science Research 2023" (Vol. 1, No. 3, pp. 8-10).
19. Latipova, S. S. qizi . (2024). GAMMA FUNKSIYA. GOLDEN BRAIN, 2(1), 391–399.