

О новом виде деятельности геологов-изыскателей: изучение низкопотенциального тепла Земли



В статье приводятся аргументы в пользу того, чтобы изучением и использованием низкопотенциального тепла верхних слоев Земли занимались геологи-изыскатели. Новый вид деятельности позволит обеспечить сохранность геологической среды и будет способствовать научному, техническому и материальному развитию изыскательской отрасли.

Архангельский Игорь Всеволодович

Генеральный директор ООО «НПФ "НЕДРА"», кандидат геолого-минералогических наук,
г. Санкт-Петербург
ivaspbenergy@bk.ru

Несмотря на то, что геологическая среда является сферой изучения, освоения и использования геологами (гидрогеологами и инженер-геологами), в России проблемой использования низкопотенциального тепла с целью теплоснабжения зданий и сооружений занимаются энергетики, теплотехники, строители и др. При этом их не интересуют вопросы охраны геологической среды. Основное внимание с их стороны уделяется продаже и монтажу теплового насоса, который они считают основным звеном в системе теплоснабжения зданий и сооружений.

На самом деле, главным элементом системы теплоснабжения является буровая скважина, из которой в тепловой насос поступает низкопотенциальная тепловая энергия. Обычно для

получения низкопотенциального тепла бурят скважины глубиной от 20 до 150 м и более. В тепловом насосе низкопотенциальное тепло преобразуется в тепло, используемое для теплоснабжения.

Однако для эффективного использования низкопотенциального тепла одного бурения скважины недостаточно. Необходимо изучить состав и свойства проходимых скважиной грунтов. Особое внимание должно при этом уделяться изучению теплотехнических свойств.

Геологи к этой работе готовы. Бурение скважин и изучение состава и свойств грунтов – это важнейшая часть их работы. Кроме того, специалисты по бурению скважин во время учебы в геологическом вузе, кроме геологических и горных наук, изучают теплотехнику, электротехнику, строительное дело и другие технические дисциплины. Т.е., геологи практически и теоретически готовы к получению низкопотенциального тепла из буровых скважин.

Низкопотенциальное тепло

Низкопотенциальное тепло – это тепло с относительно низкой температурой (в средней полосе России 7–8°C), но с помощью тепловых насосов ее можно повысить до температуры 60° и выше, и использовать в системах теплоснабжения. Тепловой насос можно также применять для целей охлаждения, как кондиционер.

Технологию работ по использованию тепла верхних слоев Земли специалисты относят к технологиям XXI века наряду с использованием энергии прилива, ветра и солнца. В отличие от традиционных технологий выработки тепловой энергии, это экологически чистая технология. Здесь отсутствуют вредные выбросы в атмосферу, дым, неприятные запахи, шум, вибрация. При этом не применяется открытый огонь, вызывающий многочисленные пожары. Исключаются взрывы газа. Экономится дорогое органическое топливо – уголь, газ, торф, дизельное топливо, мазут, дрова [2].

Благодаря тепловому полю Земли, грунты и подземные воды являются неисчерпаемым источником низкопотенциальной тепловой энергии.

Тепловое поле Земли формируется под действием внешних и внутренних источников. Температура на поверхности Земли определяется главным образом солнечным теплом, поток которого составляет в среднем $3,4 \cdot 10^2$ Вт/м². Однако в каждой конкретной ситуации значение это существенно меняется и зависит от времени года и времени суток, рельефа местности, географической широты, погодных условий, характера поверхности (вода, лед, растительный покров...) и т.д. Считается, что поверхность Земли находится в состоянии, близком к тепловому равновесию и в среднем излучает столько же тепла, сколько получает. В недрах Земли генерируется собственный тепловой поток. Главным источником внутреннего тепла Земли принято считать радиоактивный распад долгоживущих изотопов [4].

Есть и вред

Вместе с тем, использование низкопотенциального тепла может нанести определенный ущерб геологической среде.

Так, бурение скважин, которые входят в систему теплоснабжения, может вызвать загрязнение подземных вод и грунтов. Прежде всего, буровые установки механического бурения с дизельным приводом неизбежно загрязняют подземные воды и грунты нефтепродуктами. Большой вред наносит применение химических реагентов для закрепления ствола скважин. Чем глубже скважина, тем сильнее химическое загрязнение подземных вод и грунтов

При длительной эксплуатации скважины отбор тепловой энергии из грунтового массива ведет к значительному снижению температуры грунтового массива. Причем массив охлаждается достаточно быстро по сравнению с временем эксплуатации скважин.

В климатических условиях средней полосы России, солнечной энергии и тепла недр Земли недостаточно для прогрева охлажденного теплоносителя – грунт остается охлажденным или промерзшим. Это делает грунт непригодным для растениеводства, а также может оказать негативное влияние на экологическое равновесие. Причем после окончания эксплуатации скважины в грунтовом массиве остаются ржавые трубы [6].

Случаи вымирания растительного мира хорошо известны на Камчатке, в местах эксплуатации гидротермальных месторождений подземных вод. Например, в печати появлялись сообщения о массовой гибели красивейших цветов – рододендронов (азалии) в результате охлаждения грунтового массива на участках добычи горячей воды. Следует отметить, что сотрудничество геологов-изыскателей и теплотехников, занятых изучением и использованием термальных (горячих) подземных вод может быть полезным для геологов.

За сохранность геологической среды несут ответственность геологи, поэтому именно геологи должны руководить работами по использованию низкопотенциального тепла, но им необходимо знать правила эксплуатации теплового насоса.

Тепловой насос

Согласно Большому Энциклопедическому словарю (2000), «тепловой насос – это устройство для переноса тепловой энергии от теплоотдатчика с низкой температурой к теплоприемнику с высокой температурой; осуществляется с затратой энергии. Рабочие процессы подобны процессам в холодильной машине».

Тепловой насос содержит испаритель, конденсатор и компрессор. Испаритель является теплообменным аппаратом, утилизирующим тепло верхних слоев Земли. Конденсатор – теплообменный аппарат, выделяющий «полезное» тепло для потребителя. Испаритель помещается в буровую скважину и представляет собой трубопровод с хладагентом – веществом с низкой температурой.

В геологической среде с положительной температурой хладагент закипает и переходит в газообразное состояние. Через испаритель газ подается в компрессор, потребляющий для своей работы небольшое количество электроэнергии. Объем затрачиваемой электроэнергии существенно меньше, чем объем тепловой энергии, передаваемый нагреваемой среде.

В компрессоре газ сжимается, а температура его резко повышается. Газ переходит в конденсатор, здесь он обменивается теплом с системой отопления. Затем охлажденный газ переходит в жидкость, и цикл повторяется [2]. Настройка теплового насоса обычно производится изменением сечения дросселя (терморегулирующего вентиля).

Тепловые насосы – весьма дорогая часть системы теплоснабжения. Поставляются, в основном, из-за рубежа. Стоимость тепловых насосов для обогрева и охлаждения дома площадью до 60 м² – 170 тыс. руб., до 120 м² – 280 тыс. руб., до 500 м² – 880 тыс. руб. Тепловая мощность тепловых насосов – 5.56 кВт, 11.6 кВт, 40 кВт, соответственно. Промышленность технически развитых стран выпускает широкий ассортимент тепловых насосов тепловой мощностью от 5 до 1000 кВт.

Изыскательские организации, имеющие производственные мастерские, смогут изготавливать тепловые насосы собственными силами, поскольку их устройство относительно простое.

Почему технология перспективна

Особую ценность современные технологии использования низкопотенциального тепла с применением тепловых насосов будут иметь на Севере. Северные регионы характеризуются суровыми природно-климатическими условиями, в т.ч. длительными и холодными зимами с сильными ветрами, метелями, распространением многолетнемерзлых грунтов и т.д. Отсюда следует, что одним из главных жизненных ресурсов северян является тепло, которого им явно не хватает. Учитывая дороговизну ввозимого в северные регионы топлива, трудно переоценить экономический эффект от внедрения новой технологии.

Другая проблема, стоящая перед северными регионами, – это защита многолетнемерзлых грунтовых оснований от теплового воздействия зданий и сооружений. При тепловом воздействии многолетнемерзлые грунты основания оттаивают, что приводит к деформациям фундаментов и разрушению зданий и сооружений. Проблема сохранения грунтовых оснований решается переводом теплового насоса в режим охлаждения.

Температура многолетнемерзлых грунтов, распространенных в северных и северо-восточных районах, составляет минус 7 – минус 12°C. Грунты имеют сплошное распространение, мощность достигает 300 м. К южной границе распространения многолетнемерзлых грунтов их температура снижается до минус 2 – минус 0.2°C, мощность уменьшается до десятков метров, здесь чаще встречаются талики. В зонах островной мерзлоты температура изменяется от 0 до минус 0.1 – минус 0.2°C, мощность не превышает первых десятков метров [5]. В Юго-Западной Якутии мощность многолетнемерзлых грунтов достигает 750 м[3].

В настоящее время наблюдается интенсивное потепление Арктики – в два раза быстрее остальной планеты. Быстрое таяние многолетнемерзлых грунтов сделают новую технологию чрезвычайно актуальной. Задача геологов состоит в постоянном наблюдении за оттаиванием мерзлых грунтов оснований зданий и сооружений и своевременном охлаждении грунтового основания.

Помимо отопления и охлаждения домов, сохранения многолетнемерзлых грунтовых оснований, низкопотенциальное тепло верхних слоев Земли может быть использовано также для горячего водоснабжения, предотвращения обледенения конструкций, подогрева полей на открытых стадионах, обогрева дорог в зимнее время. Важное преимущество технологии – ее автономность. К объекту не надо подводить никаких трубопроводов.

Новая сфера изыскательских работ

Как видно, назрела необходимость создания новой сферы изыскательских работ «Инженерно-геологические изыскания низкопотенциального тепла и его получение». Новый вид деятельности геологов позволит обеспечить сохранность геологической среды и будет способствовать научному, техническому и материальному развитию изыскательской отрасли. Министерство природных ресурсов должно разработать соответствующую нормативную базу.

Как считает зав. кафедрой гидрогеологии и инженерной геологии Санкт-Петербургского Горного Университета Д.Л. Устюгов, этот вид изысканий весьма актуален и уже востребован недропользователями, но не имеет под собой нормативной базы. Д.Л. Устюгов сообщил, что в 2015 году в Санкт-Петербургском Горном Университете состоялась интересная защита кандидатской диссертации И.А. Страупника на тему «Обоснование и разработка технологии опробования и эксплуатационной разведки ресурсов тепловой энергии приповерхностных толщ горных пород теплообменными скважинами».

А энергетикам и другим специалистам работы хватит. Они продолжают использование тепла воздуха, открытых водоемов и вторичных энергетических ресурсов с помощью тепловых насосов. Ко вторичным энергетическим ресурсам относятся: тепло воздуха, выбрасываемого вентиляционными системами, тепло условно-чистых сточных вод, шахтные воды, сбросное тепло технологических процессов и пр.

Низкопотенциальное тепло верхних слоев Земли широко используется во всех развитых странах мира. В настоящее время в мире работает более 30 млн тепловых насосов различной мощности. Наибольшее распространение системы теплохладоснабжения с использованием низкопотенциального тепла получили в США, Канаде и странах Центральной и Северной Европы: Австрии, Германии, Швеции, Норвегии и Швейцарии. Лидером по величине использования низкопотенциальной энергии верхних слоев Земли на душу населения является Швейцария. Тепло верхних слоев Земли используется повсеместно, как для малых построек, так и для крупных зданий. Например, в Берлине теплом Земли отапливается и охлаждается здание рейхстага [2].

В России объем использования низкопотенциальной энергии верхних слоев Земли по сравнению с развитыми странами очень низкий. Это связано с огромными запасами нефти и газа, сдерживающими использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ), к которым относится тепло верхних слоев Земли. Долгое время считалось, что использование ВИЭ при огромных запасах нефти и газа неперспективно. Однако 2/3 территории нашей страны с населением около 20 млн человек находится вне сетей централизованного энергоснабжения с высокими ценами на ввозимое топливо и энергию. Именно эти районы могут быть весьма эффективными для внедрения возобновляемых источников энергии. В настоящее время отношение к ВИЭ изменилось, и его больше не считают неперспективным. Но какие-либо экономические стимулы для внедрения ВИЭ отсутствуют [1].

Выводы

1. Основным элементом системы теплоснабжения с использованием низкопотенциального тепла является буровая скважина, из которой в тепловой насос поступает низкопотенциальное тепло. В процессе бурения производится отбор образцов грунтов для изучения в грунтовой лаборатории состава, состояния и свойств грунтов. Особое внимание уделяется изучению теплотехнических свойств.
2. Изучением и использованием низкопотенциального тепла верхних слоев Земли с помощью теплового насоса в России должны заниматься геологи и нести ответственность за сохранение геологической среды от загрязнения водоносных горизонтов и опасного для растительности охлаждения грунтового массива. При этом геологи должны знать правила эксплуатации тепловых насосов.
3. Назрела необходимость для создания новой изыскательской отрасли «Инженерно-геологические изыскания низкопотенциального тепла и его получение».
4. Новый вид деятельности геологов-изыскателей позволит обеспечить сохранность геологической среды и будет способствовать научному, техническому и материальному развитию изыскательской отрасли.
5. Министерство природных ресурсов должно разработать нормативную базу в части использования низкопотенциального тепла верхних слоев Земли, которой будут пользоваться геологи.

Список литературы

1. *Архангельский И.В.* Низкопотенциальное тепло грунтов под многолетней мерзлотой может служить для отопления жилищ народов Севера//Электронный журнал «ГеоИнфо». 7 ноября 2018 г.
2. *Васильев Г.П.* Теплоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоев Земли. - М.: Граница, 2006.
3. Железняк М.Н., Мисайлов И.Е., Шац М.М. Эколого-геокриологические условия месторождения Томтор (Северо-Западная Якутия) //Электронный журнал «ГеоИнфо». 1 марта 2019 г.
4. *Кирюхин В.А., Коротков А.И., Павлов А.Н.* Общая гидрогеология. – Л.: Недра, 1988. 359 с.
5. *Ломтадзе В.Д.* Инженерная геология. Инженерная петрология. – Л.: Недра, 1984. 511 с.
6. Тепловые насосы в современной промышленности и коммунальной инфраструктуре. Информационно-методическое издание. – М.: Издательство «Перо», 2016. 204 с.