

Литература

1. Тянь Е.В., Горшенин Н.Е. Практический опыт создания компьютерной системы управления буровым станком «ИНСАБ» // Труды XVII Международного научного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр» –Томск: Изд. ТПУ – 2013. 920 С.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ЗЕМЛИ ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МНОГОСТВОЛЬНОГО БУРЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ КОРПУСА №6 ТПУ)

Е.О. Цехмейструк, Б.Г. Гранин

Научный руководитель: доцент В.С. Купреков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Недра Земли обладают колоссальными запасами теплоты, которые можно и нужно использовать с целью теплофикации зданий и сооружений. Низкопотенциальное тепло Земли является ископаемым топливом, выступающим в роли альтернативного источника энергии, при использовании которого атмосфера не загрязняется продуктами горения. Так почему бы не воспользоваться энергией, как сказал В.А. Обручев, находящейся в буквальном смысле слова под ногами?

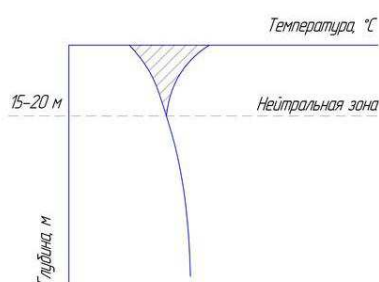
Томская область входит в число крупных областей с теплоэнергетической мощностью подземных вод, которая достигает 80–120 млн Гкал [1].

Грунт, находящийся в поверхностных слоях Земли, представляет определенного рода тепловой аккумулятор солнечной энергии неограниченной емкости. Если детально рассмотреть тепловой режим поверхностных слоев грунта Земли, то его формирование происходит под действием двух основных составляющих – солнечная радиация и поток радиогенного тепла из недр Земли. Верхние слои грунта подвергаются сезонным и суточным изменениям температуры за счет изменения температуры наружного воздуха. В различных районах России, глубина проникновения суточных колебаний температуры наружного воздуха и интенсивности падающей солнечной радиации колеблется от нескольких десятков сантиметров до первых десятков метров (15–20 м) (рис.1) [2]. Слои грунта, расположенные ниже этой глубины имеют свой температурный режим, который формируется под воздействием тепловой энергии недр Земли и не зависит от суточных и сезонных колебаний. Величина радиогенного теплового потока различна для разных местностей и колеблется в пределах от 0,05 до 0,12 Вт/м² [1].

Градиент изменения температуры грунта на глубине зависит от конкретных почвенно-климатических условий и для Томской области он равен 3,6 градуса на 100 м. В таблице 1 представлены данные изменения температуры по Томской области в поверхностном слое в зависимости от времени года и глубины по вертикали, которые еще раз подтверждают эти изменения.

Таблица 1

Изменение температуры с глубиной в зависимости от времени года



		Глубина по вертикали, м					
		0,4		0,8		1,6	
	Глубина, м	лето	зима	лето	зима	лето	зима
	15–20	12,6	-1,5	11,4	-0,3	9,3	0,9

Рис.1. Изменение температуры с глубиной

Для извлечения и использования низкопотенциальной тепловой энергии из недр Земли применяются различные схемы, которые делятся на два основных класса – закрытые (герметичные) и открытые системы теплосбора. В данном случае представляют интерес закрытые системы теплосбора, которые в свою очередь делятся на горизонтальные и вертикальные. Преимущества горизонтальных систем сбора тепла в том, что они устанавливаются на незначительной глубине. Так в Томской области глубина установки горизонтального контура начинается с 1,5 до 1,8 м, что выше глубины промерзания (2,2–2,5 м). Горизонтальные системы имеют несколько существенных недостатков: большая площадь для установки системы теплосбора (теплообменника) и достаточное освещение (на участке расположения теплового контура нельзя возводить капитальные постройки). Системы с вертикальными грунтовыми теплообменниками устанавливаются ниже уровня зоны воздействия солнечной радиации и имеют следующие преимущества:

- 1) не требуют участка большой площади.
- 2) не зависят от интенсивности солнечной радиации и времени года.
- 3) тепловая мощность ограничивается лишь общей глубиной скважин и характеристиками оборудования.

Для обустройства вертикального теплообменника необходимо пробурить несколько скважин расчетной глубины, как правило, от 40 до 100 м, и спустить геотермальный зонд [3]. Геотермальный зонд состоит из труб, зачастую полиэтиленовых диаметром 30 или 40 мм. На сегодняшний день существует две разновидности вертикального теплообменника: U-образный и коаксиальный теплообменник.

U-образный зонд – теплообменник, представляющий собой две полипропиленовых (полиэтиленовых) трубы, соединенные в нижней части U-ым наконечником. В зависимости от тепловых характеристик теплоносителя, в одной скважине располагается одна или две пары таких труб.

Коаксиальный зонд – теплообменник, состоящий из труб различного диаметра. Простейший коаксиальный теплообменник представляет из себя две трубы различного диаметра находящиеся одна в другой.

С точки зрения целесообразности применения данного метода теплофикации зданий в условиях плотной застройки города, целесообразно рассмотреть возможность съема низкопотенциальной тепловой энергии Земли с применением многоствольного бурения. Зачастую в таких условиях проблематично найти необходимый участок земли, свободный от скрытых коммуникаций и пригодный для работы буровых установок для сооружения вертикальных скважин с целью съема необходимого количества низкопотенциального тепла.

Требуемая мощность теплового насоса зависит от качества и теплотехнических характеристик здания и его объема. Под качеством понимается его способность сохранять и не выпускать тепло наружу. Для оценки состояния теплового контура учебного корпуса №6 ТПУ, были привлечены специалисты компании ООО «Экоклимат», которые произвели тепловизионное обследование корпуса с использованием тепловизионной камеры Testo 875-2. В результате проведенных работ обнаружены неоднородности в области фундамента по всему периметру, в которых температура поверхности достигает $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$ (при $t_{\text{возд}}$ на улице $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$), что говорит о недостаточно высоких термических характеристиках ограждающих конструкций в этих зонах. Часть окон здания выполнены с применением деревянных переплетов, некоторые окна были заменены на стеклопакеты с пластиковым переплетом. Как видно из рис. 2, окна как с деревянными, так и с пластиковыми переплетами имеют невысокие теплоизоляционные показатели. Все выявленные дефекты приводят к ухудшению микроклимата внутри здания и перерасходу тепловой энергии на обогрев, вследствие увеличения общих тепловых потерь здания, которые составляют 111 940 Вт.

Для снижения тепловых потерь рекомендуется устранить дефекты ограждающих конструкций, а именно, выполнить утепление отступки здания по всему периметру, заменить пластиковые и деревянные окна на более качественные окна с коэффициентом сопротивления теплопередаче не ниже 0,65.

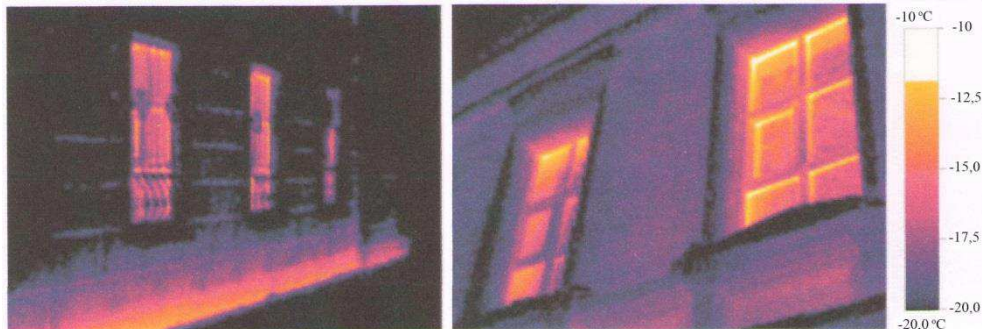


Рис. 2. Примеры проблемных зон: фундамент и окна

Результаты расчета теплотерь по корпусу показывают, что на 1 м^2 отапливаемой площади здания, необходимо от 1,2 до 2,4 погонных метра скважины (без учета нагрузки на ГВС) в зависимости от пород, залегающих под зданием, а также наличием водоносных горизонтов. Исходя из этого, для учебного корпуса №6 ТПУ общей площадью 945 м^2 необходимо иметь общую протяженность скважин для спуска геотермального зонда 1700 погонных метров для его теплофикации.

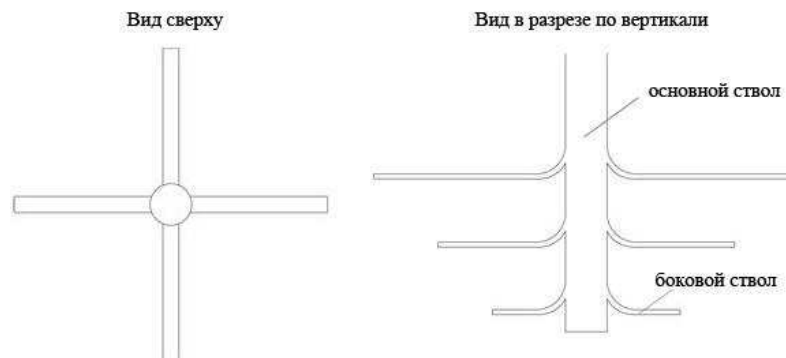


Рис. 3. Схема многоствольного бурения

Многоствольное бурение обеспечивает значительную экономию площади по сравнению с бурением большого числа отдельных вертикальных скважин. При этом бурится основной вертикальный ствол до проектной глубины. Далее из этого ствола бурятся боковые стволы требуемой длины со сверхмалым радиусом

кривизны. Взаимовлияние стволов исключается разведением последних по азимуту и глубине (рис.3). В результате будет получено необходимое число погонных метров для теплофикации здания. Преимущества данной технологии при теплофикации зданий включает в себя следующее:

- снижение общего количества скважин;
- множественные стволы позволяют получить больше тепловой энергии по сравнению с вертикальными скважинами, у которых первые 15–20 м подвержены изменениям температуры окружающей среды и солнечной радиации, а, соответственно, и возможное количество тепла варьируется.

В качестве теплового насоса, выбрано четыре тепловых насоса марки Danfoss DHP-R35, с тепловой мощностью 35 кВт каждый, при установке которых в каскад, суммарная тепловая мощность составит 140 кВт.

Резюмируя вышесказанное, использование низкопотенциальной тепловой энергии Земли для теплоснабжения зданий с применением многоствольного бурения является новой технологией, которая существенно снижает требуемые площади при обустройстве и расширяет возможности использования геотермального тепла Земли.

Литература

1. Брылин В.И. Бурение скважин специального назначения. – Томск: изд-во ТПУ, 2006. – 255 с.
2. Васильев Г.П. Теплохладоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоев Земли. – М.: Издательский дом «Граница», 2006. – 176 с.
3. Компания Союз Проект: Бурение скважин для водоснабжения производства, бурение промышленных скважин. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: http://soyuzproekt.ru/zemlyanoy_zond.php (дата обращения: 31.02.14).
4. Компания Гео-Тепло: Тепловые насосы, отопление для дома. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://drillwell.ru> (дата обращения: 31.02.14).
5. Данилова Г.Н. Сборник задач по процессам теплообмена в пищевой и холодильной промышленности. – М.: Агропромиздат, 1976. – 240 с.