



Модернизация отопления с использованием теплового насоса

А. Недбайло, А. Лунина, М. Ткаченко

В Институте технической теплофизики НАН Украины (ИТТФ НАН Украины, Киев) создан Научно-технический центр теплонасосных технологий, в котором проводятся комплексные исследования. Его специалистами проведена интересная работа по модернизации централизованной системы отопления трехэтажного административного здания учреждения с применением ТН.

На рис. 1 приведена гидравлическая схема установки для автономного теплоснабжения и кондиционирования помещений зданий и отдельных сооружений разного назначения с использованием ТН.

Одна из базовых составляющих данного проекта, с помощью которой реализуется процесс извлечения естественной возобновляемой теплоты грунта, – грунтовой коллектор 13 (ГТ, горизонтальный теплообменник неглубокого залегания). В связи с ограниченностью площади земельного участка для использования была выбрана компактная многопетлевая горизонтальная трубная система, которая представляет собой змеевик из пяти соединенных последовательно петель (десять траншей) длиной по 24 м, выполненных из полимерных труб ПЕ-80 32×2 мм (материал труб коррозионностойкий и отвечает требованиям эффективного теплообмена в грунте). Расстояние между осями труб составляет 0,95 м. Средняя глубина залегания равняется 1,65 м. Кроме того, параллельно к основной конструкции грунтового коллектора размещены три резервные петли теплообменника. Тройник, который расположен в начале второй траншеи, и краны гидравлического узла, установленного в распределительном колодце, позволяют вводить в работу как весь змеевик ГТ или его отдельные составляющие, так и комбинировать основную конструкцию грунтового коллектора с резервной петлей. В контуре циркулирует 20-процентный водный раствор пропиленгликоля «Тепро-20». Расширительный бак 11 предназначен для компенсации температурного расширения теплоносителя и выпуска воздуха из трубной системы при ее заполнении и эксплуатации.

Основой системы теплоснабжения и кондиционирования административного (26 м²) и лабораторного (18 м²) помещений является тепловой насос 1 IVT Greenline Plus C теплопроизводительностью 5,9 кВт.

Отопление помещения лаборатории осуществляется системой типа «теплый пол», по контурам которой циркулирует подготовленная вода. Отопительный контур 3 выполнен из металлопластиковой трубы Rehau 17×3 мм, которая проложена по встречнонаправленной спирали с шагом между осями труб 0,175 м. Чтобы минимизировать потери тепла в направлении «вниз», под отопительным контуром предусмотрена двухслойная теплоизоляция: пенополистирол Basf Styrodur и фольгированный пенополиуретан ППУ-5 толщиной, соответственно, 50 и 5 мм. Поверхность системы залита бетонным раствором толщиной 30 мм с добавкой пластификатора во избежание возможных объемных усадок слоя. Внешняя поверхность пола в помещении облицована керамической плиткой толщиной 8 мм на слое Ceresit CM-11 около 5 мм.

ТН также позволяет организовать горячее водоснабжение 14 в лаборатории. Отопление помещений в холодный период года реализовано с помощью воздушной системы, которая включает в себя фэнкойлы Aermec FCW30 (4 – один в лаборатории, 5 – два в административном помещении). Пассивное кондиционирование в теплый период года возможно посредством той же схемы, с использованием пластинчатого паяного теплообменника 2 (SWEP E6TH) и циркуляционного насоса 6 (Wilo Star RS 15/6). Компрессор ТН в этом режиме не

работает. За счет циркуляции хладоносителя через грунтовой коллектор происходит охлаждение теплоносителя в системе кондиционирования (фанкойлов), а также восстановление естественного теплового состояния грунтового массива. Все обратные магистрали системы отопления подведены к теплоизолированной аккумулирующей емкости 7 объемом 80 л с расширительным мембранным бачком 8 объемом 5 л и воздухоотводчиком для выпуска воздуха при заполнении системы. Бачок служит для компенсации температурного расширения теплоносителя, а 80-литровая емкость – для сокращения частоты включения компрессора ТН за счет аккумулирования тепла в объеме жидкости.

Заполнение бака горячего водоснабжения ТН и последующая его подпитка реализованы через редуктор 9 (Minirid) для снижения входного давления до 3 атм из системы водопровода 12.

В схеме предусмотрены измерения расходов жидкостей во всех контурах: грунтового коллектора – теплорасходометром 10 (Х12), «теплого пола» и воздушного отопления – теплосчетчиками 10 (Апатер LQM-III) с компьютерным интерфейсом, а также измерение расходов холодной и горячей воды – расходомерами 15 (Balteco KX10). Давление и температура теплоносителя во всех контурах измеряются, соответственно, пружинными манометрами и терморезисторами ТСП-101 (на схеме не обозначены).

С целью оценки технологических характеристик грунтового коллектора и анализа экспериментальных данных при исследовании процессов теплообмена и гидродинамики такого рода систем, в грунте на различных глубинах в реперных местах установлены термопреобразователи электрического сопротивления

ТСМ-205. Их выходы через медный кабель МГТФ 0,2х3 подключены к восьмиканальным приборам измерения и контроля температуры УКТ-38 (в комплексе – контрольно-измерительная система). Для исследования процесса теплообмена между теплоносителем и воздухом в помещении на разных уровнях в полу размещены 14 термометров сопротивления ТСМ-205 и 14 преобразователей теплового потока, разработанных в отделе теплотехники ИТТФ НАН Украины. Также, для анализа распределения температуры воздуха по высоте лабораторной комнаты, равномерно установлены 16 датчиков ТСМ-205 с шагом 190 мм. Все датчики через вторичные приборы УКТ-38 и адаптер-преобразователь сигналов подключены к компьютеру. При этом с помощью специального программного обеспечения данные обрабатываются в режиме реального времени и сохраняются для дальнейшего научного анализа.

На рис. 2 представлена принципиальная гидравлическая схема модернизации существующей централизованной системы отопления трехэтажного административного здания корпуса № 1 ИТТФ НАН Украины. Трубная система с приборами измерения, контроля и автоматики размещена в выставочном зале института.

Модернизация системы отопления осуществлена путем отключения части здания от централизованного теплоснабжения с помощью запорной арматуры и установки ТН 7 IVT Optima 1700 типа «воздух–жидкость» мощностью 16 кВт для покрытия тепловых потерь помещений. При этом система может работать как по классической схеме – от индивидуального теплового пункта (ИТП), используя теплоноситель от районной котельной, так и от ТН, используя теплоту воздуха, а также электроэнергию из местной сети для приводов компрессора и циркуляционных насосов. При работе системы по старой схеме, во избежание загрязнения трубопроводов и отопительных приборов от теплоносителя, который поступает из тепловой сети, установлен барботажный сепаратор грязи и газов 2 (Spirovent). При работе системы от ТН для гидравлического уравнивания циркуляции по стоякам системы и предупреждения температурных дисбалансов предусмотрены регулирующие вентили 1 (Oventrop). Они также установлены на обратных трубопроводах части системы отопления здания, которая осталась в работе от ИТП. При отсечении части системы отопления не будет затронут температурный режим остального здания и будет достигнут максимальный эффект энергосбережения за счет уменьшения использования энергии от централизованной тепловой сети, а также тепловой нагрузки на ИТП.

Централизованная система теплоснабжения может работать при различных параметрах

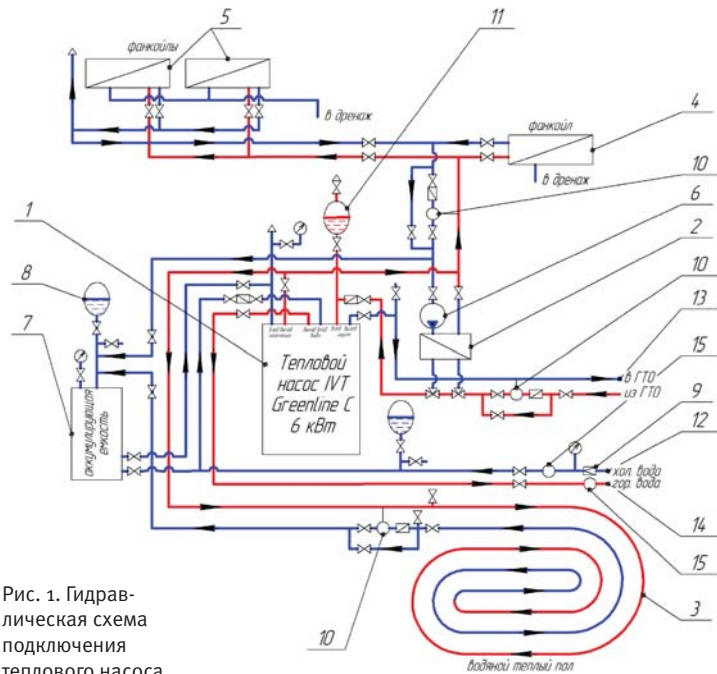


Рис. 1. Гидравлическая схема подключения теплового насоса

теплоносителя, а именно – при теплоснабжении с использованием открытой схемы отопления. Давление воды при этом в системе может достигать 1 МПа, что недопустимо для теплообменника ТН. Чтобы на него отрицательно не влияла тепловая сеть, было предусмотрено гидравлическое разъединение контура теплового насоса с контуром системы отопления через пластинчатый теплообменник 10 (Alfa Laval). При этом возможно опциональное отключение от тепловой сети шести или четырех стояков (в зависимости от требуемого теплового режима здания) с радиаторами 9 при помощи запорной арматуры. Суммарная отапливаемая площадь помещений составляет 288 м². Постоянное поддержание нормативной температуры при отоплении помещений такой площади ТН возможно лишь в периоды – с октября по декабрь и с марта по май. В этих случаях – минимальны тепловые потери здания и максимальна энергоэффективность ТН. При работе ТН на четыре стояка системы площадь отопления составляет 162 м², что позволяет использовать тепловой насос на протяжении всего отопительного периода.

В экспериментальной установке использован ТН с вмонтированным в наружном блоке теплообменником «фреон–теплоноситель», что упрощает монтаж системы (не требуется сборка и заправка контура хладагента). В такой компоновке оборудования обязательно применение технических решений по предотвращению замерзания теплоносителя в контуре ТН. Его контур выполнен из стальной трубы 32×3,2 мм и теплоизолирован в два слоя пенофлексом и фольгированным базальтовым волокном Rockwool толщиной, соответственно, 10 и 30 мм. В качестве теплоносителя используется 20-процентный водный раствор пропиленгликоля «Тепро-20». ТН установлен на крыше входа в корпус, вблизи отапливаемых помещений.

Перед запуском модернизированной системы теплоснабжения старая система отопления промывалась барботажным способом с применением химических реактивов для удаления отложений. При заполнении контуров и эксплуатации системы воздух удаляется с помощью

воздухоотводчиков 6. Циркуляция теплоносителей с очисткой фильтрами 4 в обоих контурах обеспечивается, соответственно, насосами 3 Wilo-Star-RS 25/6 и Wilo-Top-S 25/10 с заданным расходом. Системой управления предусмотрено автоматическое отключение циркуляционных и теплового насосов с помощью датчика давления 12 в случае разгерметизации системы. Для компенсации объемного расширения теплоносителя применяются емкости 5, соответственно, объемом 15 и 24 л. Теплоизолированная емкость 13 (Reflex) с внутренним теплообменником типа «рубашка» объемом 100 л служит для аккумулирования теплоты теплоносителя.

Измерение количества теплоты, которая затрачивается для отопления помещений, осуществляется отдельно в каждом из контуров ультразвуковыми теплосчетчиками 8 (Kamstrup Multical 401) с компьютерным интерфейсом, что дает возможность точно оценить потери теплоты в магистральных трубопроводах и эффективность работы теплообменника. Электрический котел 11 («Эко-Компакт К-6/6-380» мощностью 6 кВт), подключенный параллельно к системе отопления, предназначен для резервного (аварийного) подогрева теплоносителя в случае невозможности работы ТН (и отсутствии теплоснабжения от ИТП) или покрытия пиковых нагрузок при его недостаточной теплопроизводительности. Каждый из потребителей электроэнергии подключен отдельно через однотарифные счетчики «Меркурий 230». Это дает возможность оценить энергоэффективность работы системы в целом.

При проведении научных исследований эффективности работы ТН температура теплоносителя в прямом и обратном трубопроводах обоих контуров измеряется погружными термомпреобразователями типа ТСР-002к и регистрируется вторичными контрольными приборами УКТ-38. Для автоматизации работы ТН и анализа работы модернизированной и старой систем отопления используются датчики температуры внешнего воздуха, воздуха внутри контрольного помещения, теплоносителя в прямом и обратном трубопроводах ИТП. При этом с помощью специального программного обеспечения данные обрабатываются в режиме реального времени и сохраняются для дальнейшего научного анализа.

Энергоэффективность ТН «воздух–вода» существенно зависит от температуры атмосферного воздуха, и эта зависимость индивидуальна для тепловых насосов различных производителей и моделей.

Сотрудниками Научно-технического центра теплонасосных технологий ИТТФ НАН Украины в настоящее время также разрабатываются комбинированные системы теплоснабжения с использованием теплоты солнечных коллекторов и других низкопотенциальных источников энергии.

Рис. 2. Принципиальная схема модернизации типовой системы отопления

