

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ В ПРОЕКТИРОВАНИИ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

М.Т. Бердыбаева, Б.С. Ордобаев

Предложена комбинированная схема солнечного отопления и аккумулирования тепла с использованием теплового насоса, где в качестве низкопотенциального тепла применяется сбросная вода после теплообменников или тепло грунта. Отмечены проблемы использования механической вытяжной вентиляции в помещении в период обострения вирусных заболеваний. Даны рекомендации по проектированию системы вытесняющей вентиляции с запретом использования рециркуляционного воздуха в приточных установках зданий в период распространения вирусных заболеваний. Отмечена перспективность разработки персональной вентиляции в помещениях с постоянным нахождением людей. Предложено проектное решение низкотемпературной системы отопления и солнечного горячего водоснабжения с использованием тепловых насосов, коэффициент преобразования энергии которого равен 2–3. Разработаны энергосберегающие мероприятия по монтажу и конструкции напольного отопления, а также узел учета расхода тепла.

Ключевые слова: энергоэффективность; система отопления; кондиционирование воздуха, возобновляемые источники энергии; тепловой насос; вентиляция.

ЗАМАНБАП ЖЫЛЫТУУ ЖАНА АБАНЫ КОНДИЦИЯЛОО СИСТЕМАЛАРЫН ДОЛБООРЛООДО ЭНЕРГИЯНЫ НАТЫЙЖАЛУУ ПАЙДАЛАНУУ ЧЕЧИМИ

М.Т. Бердыбаева, Б.С. Ордобаев

Бул макалада күн менен жылытуунун жана жылуулук насосунун жардамы менен жылуулукту топтоонун айкалыштырылган схемасы сунушталган, анда жылуулук алмаштыргычтардан кийинки саркынды суу же жер кыртышынын жылуулугу төмөнкү сорттогу жылуулук катары колдонулат. Жугуштуу оорулар күчөгөн мезгилде бөлмөдө механикалык сордуруучу желдеткичи колдонуу көйгөйлөрү белгиленген. Сунуштар жугуштуу оорулар жайылган мезгилде имараттардын жабдуу бөлүмдөрүндө айланма абаны колдонууга тыюу салуу менен, желдеткичи сүрүп чыгаруу системасын долбоорлоо үчүн берилген. Адамдар дайыма болгон бөлмөлөрдө жеке желдетүүнү иштеп чыгуунун келечеги белгиленген. Жылуулук насосторун пайдалануу менен, төмөнкү температурадагы жылытуу системасын жана күн энергиясы аркылуу ысык суу менен камсыз кылуу үчүн долбоордук чечим сунушталган, анын энергияны конверсиялоо коэффициенти 2–3гө барабар. Жерди жылытууну, ошондой эле жылуулукту керектөөнү өлчөөчү түйүндү орнотуу жана куруу үчүн энергияны үнөмдөө боюнча чаралар иштелип чыккан.

Түйүндүү сөздөр: энергияны натыйжалуу пайдалануу; жылытуу системасы; абаны кондициялоо; энергиянын калыбына келүүчү булактары; жылуулук насосу; желдетүү.

ENERGY EFFICIENT SOLUTIONS IN THE DESIGN OF MODERN HEATING AND AIR CONDITIONING SYSTEMS

M.T. Berdybaeva, B.S. Ordobaev

The article proposes the combined scheme of solar heating and heat storage using a heat pump, where waste water after heat exchangers or ground heat is used as low-grade heat. The problems of using mechanical exhaust ventilation in the room period of exacerbation of viral diseases are noted. Recommendations are given to design the systems of displacing ventilation, prohibit the use of recycling air in the supply plants of buildings during the spread of viral diseases. The prospects for the development of personal ventilation in rooms with constant presence of people are noted. A design solution is proposed for a low-temperature heating system and solar hot water supply using heat pumps, the energy conversion coefficient of which is 2–3. Energy-saving measures have been developed for the installation and construction of floor heating, as well as a heat consumption metering unit.

Keywords: energy efficiency; heating; air conditioning; renewable energy; thermal pump; ventilation.

Энергоэффективность зданий в строительстве – это не только экономное расходование ресурсов, теплоизоляция зданий, но и разработка энергосберегающих проектов систем отопления и кондиционирования воздуха, где рассматриваются способы получения, распределения и использования энергии. На стадии проектирования систем отопления и кондиционирования воздуха зданий необходимо учитывать рациональное использование энергетических ресурсов, соблюдение требований к охране окружающей среды и безопасности жизнедеятельности человека.

В Кыргызской Республике на 2018–2040 гг. определены основные направления развития городов и сел, основанные на строительстве качественных зданий. В национальной стратегии подчеркивается, что необходима реконструкция старого жилого и нежилого фонда. Однако неэффективно вкладывать средства на новое строительство без разработки энергосберегающих систем и инженерного обеспечения зданий. При выпуске проектной документации по строительству многоэтажных комплексов, дополнительным разделом нужно разрабатывать энергопаспорт зданий и выпускать его в комплекте с рабочими чертежами.

В энергопаспорте зданий должны быть указаны расчетные показатели энергетической эффективности зданий и класс здания – для энергетической сертификации. А класс энергетической эффективности здания означает уровень потребления удельного расхода тепловой энергии за отопительный период. Поэтому для строительства современных энергоэффективных зданий изначально следует проектировать энергоэффективные системы солнечного низкотемпературного отопления и кондиционирования воздуха. Национальной программой энергосбережения в КР установлены нормы энергопотребления для зданий по классу энергоэффективности. Целью этого документа является снижение энергопотребления и увеличение доли использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Преимущества технологий, использующих ВИЭ, связаны не только с малыми затратами энергии в системах жизнеобеспечения зданий и сооружений, но и их экологической чистотой и автономностью источника.

Одним из важных решений в проектировании энергоэффективных современных систем

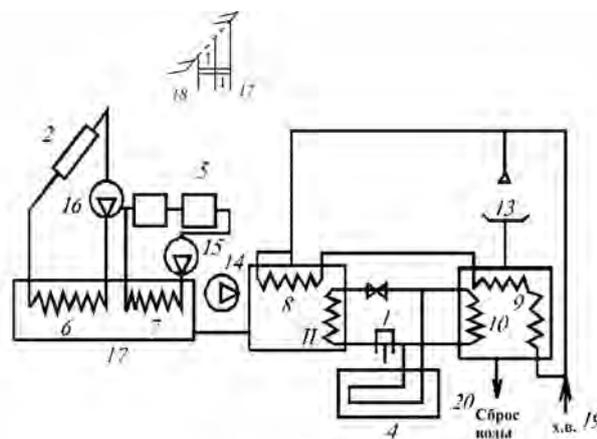


Рисунок 1 – Принципиальная схема системы отопления с ТН

при пониженном потреблении энергии:

- 1 – тепловой насос; 2 – солнечный коллектор;
- 3 – сезонный бак-аккумулятор тепла;
- 4 – теплообменник, установленный в грунте;
- 5 – нагревательные приборы и системы отопления;
- 6–12 – теплообменники; 13 – душевая;
- 14–16 – циркуляционные насосы; 17 – системы, использующие тепло уходящего воздуха;
- 18 – вентиляционный выбор;
- 19 – подача холодной воды; 20 – сброс воды

отопления и кондиционирования воздуха является использование в системе тепловых насосов (ТН). ТН использует тепло грунта и тепло удаляемого вентиляционного воздуха. Принципиальная схема ТН показана на рисунке 1.

В этой схеме предусмотрено параллельное присоединение источников теплоты к контурам ТН, благодаря чему контуры могут работать как автономно, так и в комбинированных режимах. В схеме предусмотрено снижение потребления незамерзающей жидкости. Установки позволяют осуществить множество различных комбинаций режимов работы солнечного отопления и аккумуляции при различных температурных режимах, сочетая работу системы и ТН, использующего в качестве низкопотенциального тепла отработанную воду или тепло грунта.

Грунтовые теплообменники 4 связывают теплонасосное оборудование с грунтовым массивом. Кроме “извлечения” тепла земли, грунтовые теплообменники могут использоваться и для накопления тепла (или холода) в грунтовом

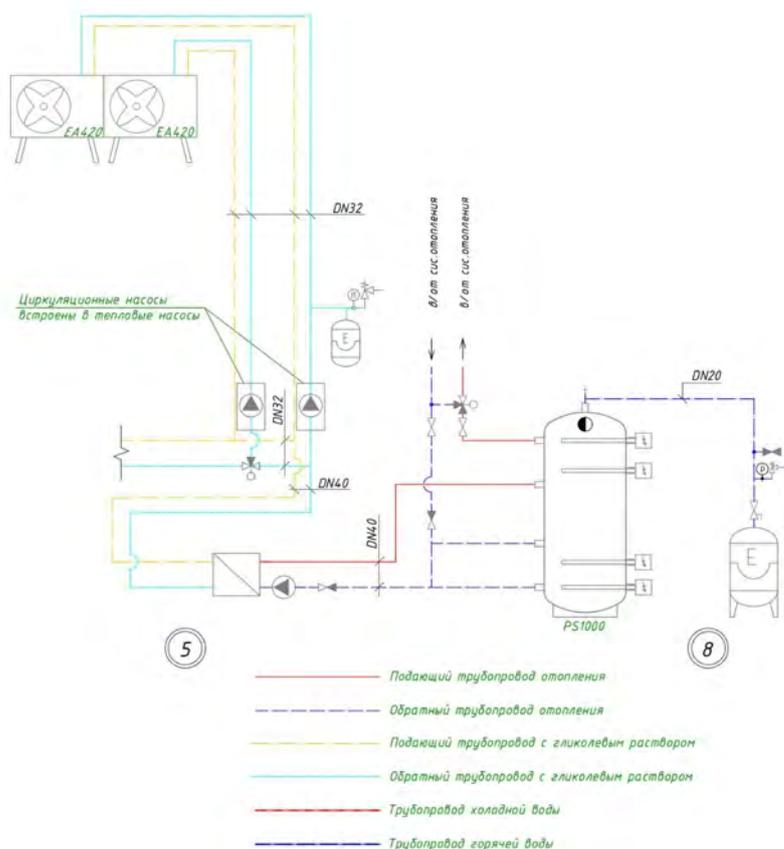


Рисунок 2 – Принципиальная схема обвязки тепловых насосов с солнечными коллекторами и баком аккумулятором и системой напольного отопления

массиве. Такую систему можно запроектировать в комбинации с кондиционированием воздуха, использующую тепло уходящего воздуха.

В последнее время в связи с эпидемией вирусных заболеваний есть проблемы с использованием механической вентиляции. Для ее решения рекомендуется проектировать системы вытесняющей вентиляции, которые препятствуют распространению вирусов [1]. Запретить использование рециркуляционного воздуха в приточных установках вентиляции зданий в период распространения вирусных заболеваний. В качестве перспективного инженерно-технического решения предложена разработка систем персональной вентиляции в помещениях с постоянным нахождением людей. При этом необходимо обеспечить качественную воздухоподготовку и не допускать подмеса загрязненного воздуха.

В климатических условиях Кыргызстана проектирование солнечных нагревательных

систем в интеграции с низкотемпературными системами отопления в здании считается энергоэффективным решением и имеет большую перспективу [2–4]. При проектировании солнечных установок важно правильно рассчитать угол наклона солнечных коллекторов. Солнечные коллекторы встраиваются в конструкцию крыши зданий под углом 30° для летнего времени, и 50° – для зимнего времени.

Принципиальная схема обвязки тепловых насосов с солнечными коллекторами и баком-аккумулятором и системой напольного отопления приведена на рисунке 2.

Солнечные коллекторы можно устанавливать на крыше здания и использовать как испарительные элементы для теплового насоса, при этом коэффициент преобразования энергии в системе возрастет до 3–5. Энергоэффективность работы подобных комбинированных систем увеличится еще больше, если само здание

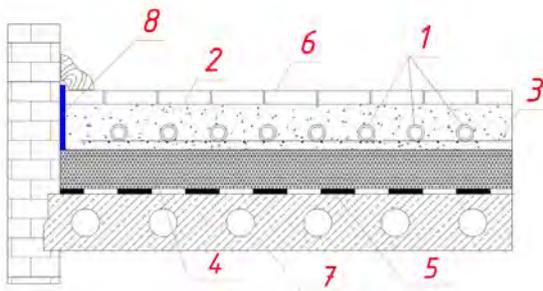


Рисунок 3 – Конструкция низкотемпературного отопления:

- 1 – трубы теплого пола; 2 – цементная стяжка;
- 3 – сетка арматурная; 4 – утеплитель;
- 5 – пароизоляция; 6 – финишное напольное отопление;
- 7 – плита основная; 8 – демпферная лента

изначально будет обладать высокими теплозащитными характеристиками.

В данной схеме теплоноситель нагревается в солнечных коллекторах и аккумулируется в баках-накопителях, далее подается в систему низкотемпературного отопления. В облачную погоду, или при необходимости увеличения температуры теплоносителя в системе, к работе подключается тепловой насос. Когда температура наружного воздуха опускается ниже -20°C , то температуру теплоносителя в баках аккумулятора поддерживают электрические ТЭНы. Важно отметить роль работы единого автоматического модуля управления системой отопления, который будет считывать информацию со всех температурных датчиков, и соответственно, будет способствовать оптимальному режиму работы данной системы. Учет расхода воды в системе осуществляет водомер. Счетчики поквартирного учета потребляемого тепла устанавливаются в коммуникационной шахте. Схема конструкции низкотемпературного отопления приведена на рисунке 3.

На рисунке 4 трубы теплого пола крепятся к арматурной сетке 50×50 мм, толщина арматуры 2–5 мм. Цементная стяжка над верхом трубы выступает на 3 см. Утеплитель плотностью 40 кг/м^3 с толщиной не менее 30 мм. В качестве пароизоляции можно использовать пергамин, либо полиэтиленовую клеенку.

Разводящие магистрали системы отопления рекомендуется прокладывать под потолком

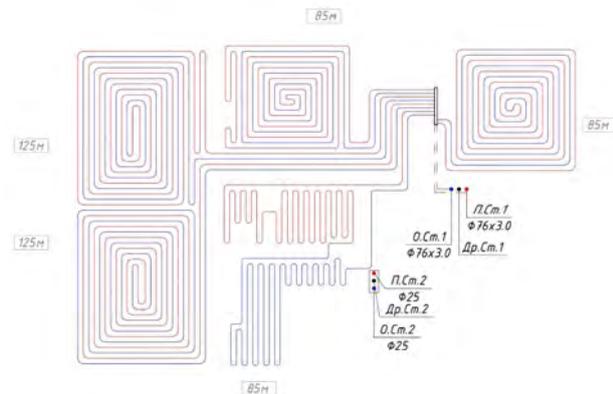


Рисунок 4 – Монтажная схема напольного отопления

цокольного этажа с уклоном $0,002$ в сторону опорожнения. Трубопроводы магистрали приняты в исполнении ГОСТ 3262–75(94), где приняты стальные электросварные прямошовные трубы диаметром выше 50 мм – по ГОСТ 10704–91(93) с изоляцией типа K-FLEX с толщиной 20 мм. Открыто прокладываемые трубопроводы покрываются антикоррозийным масляно-битумным покрытием в один слой по грунту марки ГФ-021 по ОСТ 6-10-426–79 и краской БТ-177 в два слоя. Удаление воздуха из системы отопления осуществляется воздушными кранами на высших точках системы (на полотенцесушителях и стояках верхнего этажа).

Узел установки приборов учета и узел прохода труб через перекрытие приведены на рисунке 5, где показаны поквартирные узлы установки расходомера марки “UI TREFLOW”, диаметром подводки 20 мм, $Q_{\text{п}} = 1,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ с тепловычислителем “MULTiCal”. Квартирная система отопления соединяется с подающим Т1 и обратным Т2 главными стояками, которые ведут к тепловому насосу и бакам-аккумуляторам. На подающем трубопроводе Т1 устанавливается запорный клапан марки ASV-M, на обратной линии Т2 – балансировочный клапан марки ASV-P, которые работают в паре для поддержания постоянного перепада давления в квартирной системе отопления, независимо от колебания давления в системе в целом по зданию. Кроме этого, эти клапаны позволяют отключать квартирную систему отопления при необхо-

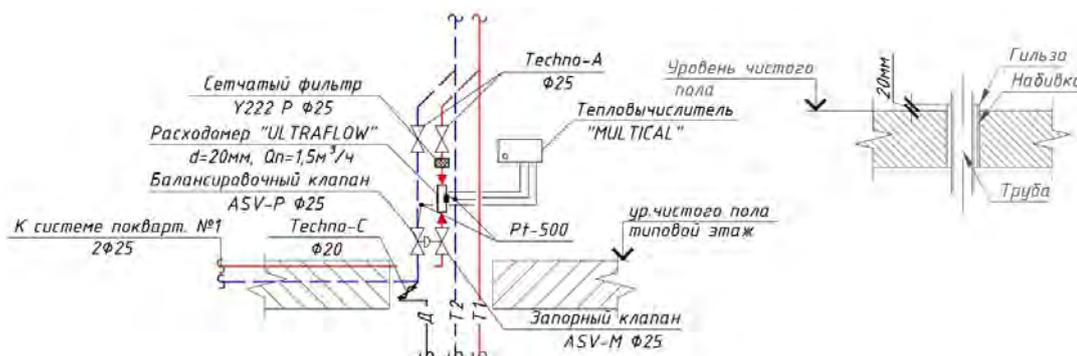


Рисунок 5 – Узел установки приборов учета

димости слива воды в дренажную систему. При проходе стояков Т1 и Т2 и дренажных трубопроводов через межэтажные плиты перекрытия закладывается гильза (футляр), выступающая на 20 мм над полом.

При проектировании энергоэффективных зданий [5, 6] с системами отопления и кондиционирования воздуха, необходимо руководствоваться следующими документациями: СНиП 2.04.05–91 “Отопление, вентиляция и кондиционирования воздуха”, СНиП КР 23-02–00 “Строительная климатология, СНиП КР 23-01:2009 “Строительная теплотехника”, МСН 3.02-04–2004 “Здания жилые и многоквартирные”, СНиП КР 31-06–2001 “Административные и бытовые здания”.

В результате изучения современных энергоэффективных технологий, а также опыта исследований и проектирования комбинированных систем с теплонасосными установками и использованием ВИЭ разработан ряд рекомендаций: использовать систему паспортизации каждого объекта строительства, где будут отражены показатели энергетической эффективности решений по инженерному обеспечению зданий. Использование низкотемпературного отопления совместно с солнечными установками и тепловым насосом в 2–3 раза повышает эффективность работы системы в целом. Автоматика управления и учет расхода тепла есть неотъемлемая часть энергосберегающего проекта. Кондиционирование воздуха помещений, использующих принципы вытесняющей вентиляции, персональной вентиляции, качественной воздухоподготовки повышает качество жизнедеятельности людей.

Литература

1. Табунщиков Ю.А. Вентиляция зданий – время новых знаний / Ю.А. Табунщиков // АВОК. 2020. № 4. С. 4–6.
2. Бердыбаева М.Т. Перспективы развития солнечной энергии в Кыргызской Республики / М.Т. Бердыбаева, А.Дж. Обозов // Матер. межд. форума “Возобновляемая энергетика: пути повышения энергетической и экономической эффективности” – REENFOR-2014: материалы Всеросс. науч. конф. и IX науч. молод. школы 11–14 ноября 2014 г. М.: Изд-во МГУ им. Ломоносова – университетская книга, 2014.
3. Бердыбаева М.Т. Внедрение комбинированных солнечно-теплонасосных установок. Опыт Киргизии – 107 / М.Т. Бердыбаева // Специализированный журнал. 2017. № 4. С. 52–54.
4. Бердыбаева Э.Н. Энергоэффективные технологии в теплоснабжении зданий с использованием тепловых насосов. Опыт Киргизии / М.Т. Бердыбаева // Специализированный журнал. 2020. № 5. С. 30–33.
5. Шефер Ю.В. Технология строительства энергоэффективных сейсмоустойчивых малоэтажных каркасных зданий с применением монолитного полистиролбетона / Ю.В. Шефер, С.В. Романенко, А.Г. Кагиров, А.О. Чулков, Б.С. Ордобаев // Вестник КРСУ. 2017. Т. 17. № 5. С. 180–183.
6. Шефер Ю.В. Перспективы применения полистиролбетона при строительстве каркасно-монолитных энергоэффективных зданий в сейсмоопасных районах / Ю.В. Шефер, С.В. Романенко, Б.С. Ордобаев, Н.В. Сураегин // Вестник КРСУ. 2017. Т. 17. № 1. С. 177–180.