

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Российская академия наук
Российская академия архитектуры и строительных наук
Администрация Белгородской области
ФГБОУ ВО Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова
Международное общественное движение инноваторов
«Технопарк БГТУ им. В.Г. Шухова»

Национальная конференция с международным участием
**Международная научно-техническая
конференция молодых ученых
БГТУ им. В.Г. Шухова,
посвященная 300-летию Российской академии наук**



Сборник докладов

Часть 3

***Инновации и энергосбережение при обслуживании зданий и
инженерных энергосистем***

Белгород
18- 20 мая 2022 г.

УДК 005.745

ББК 72.5

М 43

**Международная научно-техническая конференция
молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова,
М 43 посвященная 300-летию Российской академии наук:
эл. сборник докладов [Электронный ресурс]: Белгород:
БГТУ, 2022. – Ч. 3. – 96 с.**

ISBN 978-5-361-01020-2

В сборнике опубликованы доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, представленные по результатам проведения Национальной конференции с международным участием «Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова», посвященная 300-летию Российской академии наук.

Материалы статей могут быть использованы студентами, магистрантами, аспирантами и молодыми учеными, занимающимися вопросами инноваций и энергосбережением при обслуживании зданий и инженерных энергосистем, а также в учебном процессе университета.

УДК 005.745

ББК 72.5

ISBN 978-5-361-01020-2

©Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2022

Оглавление

Аверьянова А.А.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ОКОННОЙ СИСТЕМЫ С ВЫСОКИМИ
ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ 6

Белова А.С.

СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ..... 9

Вахитова Т.М.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАТИВНЫХ, НОМИНАЛЬНЫХ И
ФАКТИЧЕСКИХ РАСХОДОВ ТОПЛИВА В ЭНЕРГЕТИКЕ ЖКХ 12

Гатаулина И.М.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЕ БЛОЧНО-МОДУЛЬНОГО
ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТЕПЛООВОГО ПУНКТА 16

Даутов Р.Р.

СИСТЕМА ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
ЖИЛОГО ЗДАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ТЕПЛООВОГО НАСОСА НА
ДИОКСИДЕ УГЛЕРОДА И СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ 19

Журбенко М.Д., Чеснокова В.Д.

ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА
ТЕПЛОВЛАГОПЕРЕНОСА В МНОГОСЛОЙНЫХ
ОГРАЖДЕНИЯХ..... 23

Инигуес Д.Ф.

ПОТОКИ ЭНЕРГИИ В РАДИАЛЬНЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ
СИСТЕМАХ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ВПЕРЕД/НАЗАД..... 27

Карташов М.А., Бородинец А.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ
ЭНЕРГИИ В МАЛОЭТАЖНОМ ЧАСТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ . 34

Кретьева В.С., Метелкин В.А.

СОЛНЕЧНЫЕ ПАНЕЛИ. ОБЗОР И СРАВНЕНИЕ
ХАРАКТЕРИСТИК..... 37

2020 года / Под общей редакцией Э.Ю. Абдуллазянова. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2020. – С. 88-90.

7. Алимкулова, С. Р. Способ решения проблем энергосбережения в системе теплоснабжения / С. Р. Алимкулова // Научному прогрессу – творчество молодых. – 2019. – № 2. – С. 73-74.

УДК 621.577:621.564.23

Даутов Р.Р.

Научный руководитель: Кондратьев А.Е., канд. техн. наук, доц.
Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

СИСТЕМА ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ТЕПЛОВОГО НАСОСА НА ДИОКСИДЕ УГЛЕРОДА И СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ

Внедрение тепловых насосов ввиду своей высокой энергетической и экономической эффективности в централизованные системы теплоснабжения, а также в системы отопления жилых зданий в России всё больше набирает обороты.

Тепловые насосы (ТН) представляют из себя устройства для преобразования низкопотенциального тепла в высокопотенциальное с целью нагрева воды в отопительной системе. Принцип действия традиционно используемого теплового насоса состоит в следующем: тепловая энергия от природного низкопотенциального источника нагревает хладагент в испарителе до его вскипания. В парообразном состоянии он направляется в компрессор, где сжимается при значительном повышении давления и температуры. Далее проходя через конденсатор полученное высокопотенциальное тепло нагревает теплоноситель, циркулирующий в системе отопления здания. Высокое давление сбрасывается с помощью дроссельного клапана, и цикл теплового насоса повторяется снова [1].

Разделяют по источникам низкого потенциала водяные, воздушные, геотермальные и, использующие различные сбросы теплоты (вторичные энергоресурсы), тепловые насосы [2].

Самыми лучшими по производительности и экономической целесообразности применения считаются геотермальные тепловые насосы. В качестве низкопотенциального источника в данном случае выступает тепловая энергия грунтовых (подземных) вод. Высокая эффективность данных агрегатов объясняется постоянством

температуры данной среды – от 8 до 12 градусов. А так как коэффициент преобразования COP (англ. Coefficient of Performance) теплового насоса напрямую зависит от температуры источника тепловой энергии, то, следовательно, с коэффициентом 3,5-4 рассматриваемый геотермальный ТН для нужд отопления и горячего водоснабжения (ГВС) сможет преобразовать 1 кВт электроэнергии в 3,5-4 кВт тепловой мощности.

Для привода компрессора ТН необходимо снабжать его электроэнергией. Каждый месяц данная установка будет потреблять около 1000 кВт в час (для среднего жилого здания). Покрыть большую часть электрической энергии для привода парокомпрессионного теплового насоса можно с помощью солнечных батарей. Они представляют собой устройства для преобразования солнечной энергии в постоянный электрический ток. Данная комбинированная система предусматривает не только получение тепловой энергии из возобновляемых источников, но и частичную независимость теплового насоса от общей электросети [3]. Схема теплоснабжения дома при помощи геотермального теплового насоса и солнечных батарей представлена на (рисунке 1).

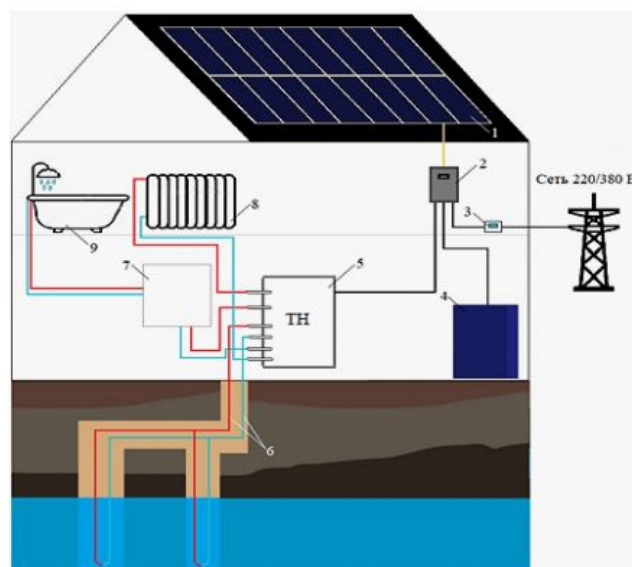


Рис. 1 Принципиальная схема системы теплоснабжения жилого здания с тепловым насосом и солнечными батареями: 1 - солнечные батареи; 2 - инвертор; 3 - контроллер; 4 - аккумуляторы; 5 – парокомпрессионный тепловой насос; 6 - вертикальные зонды; 7 - буферная ёмкость; 8 - отопительные приборы; 9 - система ГВС.

Для преобразования электрического тока в переменный в установке солнечных батарей 1 используется инвертор 2. Другое

устройство – контроллер 3 – позволяет подзарядить аккумуляторы 4, не допуская перегрузок. Здесь отбор низкопотенциальной теплоты производится при помощи вертикальных зондов, находящихся в пробуренных скважинах. Электрическая энергия, полученная солнечными батареями, идет на привод компрессора теплового насоса 5, а в случае ее нехватки забирается из линии электропередачи. В качестве низкопотенциального источника тепловой энергии используются подземные грунтовые воды. Для ее отбора используются вертикальные геотермальные зонды 6, помещенные в глубокие земляные скважины. Буферная ёмкость 7 в системе необходима для догрева воды, её аккумуляирования и хранения. Она устанавливается между источником тепловой энергии (ТН) и системой отопления 8 и ГВС 9 здания [4].

Так как применение традиционных хладагентов (хлорфторуглеродов и гидрохлорфторуглеродов) ТН запрещается из-за их высокого потенциала глобального потепления Земли и озоноразрушающего эффекта, многие прибегают к использованию иных холодильных агентов. В частности, во всем мире нашли широкое применение тепловые насосы на диоксиде углерода. При сравнении затрат на эксплуатацию и вреда на экологию тепловые насосы на основе диоксида углерода являются одними из самых перспективных и энергетически эффективных. Кроме этого, они хорошо работают в суровых низкотемпературных условиях и могут обеспечить высокую температуру горячей воды (до 90 градусов) [5].

С точки зрения своей производительности, тепловые насосы на диоксиде углерода отличаются своей возможностью производить гораздо более высокие температуры на выходе, чем в случае использования обычных хладагентов. Отличительной чертой данных тепловых насосов является использование транскритического цикла и отсутствие в конструкции конденсатора. Так как отвод тепла от хладагента в данном цикле происходит при температуре, превышающей критическую точку, конденсации не происходит, поэтому вместо этого теплообменника используется газоохладитель, после прохождения которого, температура диоксида углерода снижается. Тепловая энергия, которая отводится на высокотемпературной стороне, используется для отопления здания. Значительное изменение температуры при охлаждении углекислого газа в надкритической области позволяет нагревать воду на большую разность температур с минимальными тепловыми потерями [6].

Для более эффективного использования данного типа тепловых насосов в системах теплоснабжения необходимо обеспечить

стабилизацию температуры диоксида углерода на входе в газоохладитель. Для этого можно использовать следующие способы:

- дополнительный подогрев на входе в испаритель теплового насоса;
- впрыск диоксида углерода в компрессор, с помощью эжектора;
- использование дополнительного теплообменника, включенного после эжектора;
- двухступенчатая схема теплового насоса [7].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гатауллина И.М. Использование тепловых насосов в системах теплоснабжения зданий / Гатауллина И.М. // Материалы XIII международной молодежной научной конференции «Научному прогрессу – творчество молодых». - Йошкар-Ола: Поволжск. гос. техн. ун-т, 2018. – С.71-74.

2. Гатауллина, И. М. Построение системы теплоснабжения на основе теплового насоса / И. М. Гатауллина // Тинчуринские чтения: Тезисы докладов XIII молодежной научной конференции. В 3-х томах, Казань, 24–27 апреля 2018 года / Под общей редакцией Э.Ю. Абдуллазянова. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2018. – С. 160-162.

3. Даутов Р.Р. Перспективы применения тепловых насосов / Даутов Р.Р. // VI Всероссийский студенческий форум "Инженерные кадры - будущее инновационной экономики России". – Йошкар-Ола. – 2020. – №5 - С. 107-108.

4. Фаритова А.А. Использование солнечных коллекторов в республике Татарстан /А.А.Фаритова // Научному прогрессу - творчество молодых. - Йошкар-Ола. 2018. № 2. - С. 147-149.

5. Рулев А.В., Усачева Е.Ю. Влияние рабочих агентов, используемых в тепловых насосах, на озоновый слой атмосферы и потепление климата // Научно-технические проблемы совершенствования и развития систем газозенергоснабжения. – Саратов. 2020. №1. – С. 138-145.

6. Даутов Р.Р. Диоксид углерода как хладагент тепловых насосов, применяемых в системах теплоснабжения // Туполевские чтения: сборник статей XXV международной молодежной научной конференции (г. Казань, 10-11 ноября 2021). Казань, 2021. С. 191-195.

7. Шит М.Л., Журавлев А.А. Система теплоснабжения "ТЭЦ-тепловые насосы на диоксиде углерода" // Сборник научных трудов по материалам XVIII Международной научно-технической онлайн-

конференции "Актуальные проблемы энергетики и экологии" 29-30 сентября 2020, ред. А. С. Титлов. - Одесса: ФОП Бондаренко М. О., 2020. – С. 60-64.

УДК 004.9:697.1

Журбенко М.Д., Чеснокова В.Д.

Научный руководитель: Корниенко С.В., д-р техн. наук., проф.

*Институт архитектуры и строительства Волгоградского государственного
технического университета, г. Волгоград, Россия*

ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛОВЛАГОПЕРЕНОСА В МНОГОСЛОЙНЫХ ОГРАЖДЕНИЯХ

В зонах холодного и умеренного климата повышенная герметичность теплозащитной оболочки здания, а также размещение плотных паронепроницаемых строительных материалов снаружи ограждающих конструкций часто вызывают серьезные проблемы, связанные с влажностью [1, 2]. Чрезмерное повышение влажности приводит к росту плесневых грибов на внутренней поверхности и в толще ограждений [3]. Длительное воздействие высокой влажности также может привести к повреждению ограждающих конструкций и существенно ухудшить здоровье людей, находящихся в помещениях [4]. Процессы тепло- и массообмена в помещениях и ограждениях взаимосвязаны. Известно, что увеличение влажности строительных материалов приводит к росту тепловых потерь, а температурные условия в элементах ограждений заметно влияют на перенос влаги [5]. Для поиска новых конструктивных решений актуален вопрос прогнозирования температурно-влажностного режима ограждающих конструкций [6].

Целью исследования является динамическое моделирование процесса взаимосвязанного тепловлагопереноса в трехслойной кирпичной стене с эффективным утеплителем по компьютерной программе WUFI®, в условиях умеренно-континентального климата России. Программа удобна для численного моделирования многослойных ограждений методом конечных разностей.

В данном конструктивном решении стены [7] используется теплозвукоизоляционный материал «Эковата» — перспективный биопозитивный материал для утепления и звукоизоляции различных типов ограждающих конструкций вновь строящихся,