

УДК 628.81

DOI: 10.21869/2223-1560-2019-23-2-85-96

## Исследование теплового режима зданий ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» с разработкой мероприятий по повышению энергетической эффективности

Е.В. Умеренков ✉, Э.В. Умеренкова, Н.Е. Семичева, А.А. Насонова,  
А.А. Сазонова

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Россия, 305040, Курск, ул. 50 лет Октября, 94

✉ e-mail: tgv-kstu6@yandex.ru

### Резюме

**Цель исследования.** Целью работы является проведение прикладного исследования теплового режима зданий ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» на основании результатов энергоаудита и разработка комплекса научно-технических мероприятий тепловой санации, включающих поиск целесообразного варианта утепления ограждающих конструкций и повышение эффективности работы системы теплоснабжения путем аккумулирования тепловой энергии.

**Методы.** Для достижения поставленных целей в работе на основании результатов энергоаудита были определены теплоэнергетические показатели объектов исследования и сравнение их с нормативными величинами. Проанализированы возможные варианты доведения термического сопротивления ограждающих конструкций до требуемых значений, в том числе, с учетом минимизации капитальных затрат. Для снятия избыточного в ночное время количества тепла с системы отопления и его рационального использования с целью экономии потребления тепловой энергии предлагается включение в систему теплопотребления аккумуляторов теплоты на фазовом переходе. В дневное время накопленную тепловую энергию предполагается использовать для нужд горячего водоснабжения (ГВС). Для децентрализованной системы теплоснабжения интеграция тепловых аккумуляторов позволит сгладить неравномерность нагрузок ГВС, а отключение основного источника (теплогенератора) на время использования аккумулированной теплоты даёт положительный экологический эффект, т.е. обеспечивает сокращение выбросов парниковых газов. Предлагается к использованию ряд способов повышения эффективности фазопереходного аккумулятора теплоты кожухотрубного типа.

**Результаты.** Результатом проведенной исследовательской работы является разработка ряда инженерно-технических решений для обеспечения энергетической эффективности и повышения потребительского качества объектов исследования.

**Заключение.** Реализация разработанных мероприятий по тепловой защите объекта исследования и использованию энергоэффективных инженерных решений позволит достигнуть следующих результатов: повысить потребительское качество зданий, довести параметры внутреннего микроклимата до нормативной величины; значительно продлить срок службы ограждающих конструкций, обеспечить экономию расхода энергоресурсов на теплоснабжение за счет снижения трансмиссионных и фильтрационных теплопотерь и рационального расхода тепла с использованием тепловых аккумуляторов; сократить объем вредных выбросов продуктов сгорания в атмосферу за счет отключения источника тепла на время использования аккумулированной теплоты.

**Ключевые слова:** энергоаудит; тепловая санация; тепловой режим; тепловые аккумуляторы; потребительское качество; энергетическая эффективность.

© Умеренков Е.В., Умеренкова Э.В., Семичева Н.Е., Насонова А.А., Сазонова А.А., 2019

Известия Юго-Западного государственного университета / Proceedings of the Southwest State University. 2019; 23(2): 85-96

**Конфликт интересов:** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Для цитирования:** Исследование теплового режима зданий ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» с разработкой мероприятий по повышению энергетической эффективности / Е.В. Умеренков, Э.В. Умеренкова, Н.Е. Семичева, А.А. Насонова, А.А. Сазонова // Известия Юго-Западного государственного университета. 2019. Т. 23, № 2. С. 85-96. DOI: 10.21869/2223-1560-2019-23-2-85-96.

UDC 628.81

DOI: 10.21869/2223-1560-2019-23-2-85-96

## The Study of Buildings' Thermal Mode with the Development of Actions for Power Efficiency Increase (on the Example of "Southwest State University")

Evgeny V. Umerenkov ✉, Elina V. Umerenkova, Natalia E. Semicheva,  
Aleksandra A. Nasonova, Anastasia A. Sazonova

Southwest State University, 94, 50 Let Oktyabrya str., Kursk, 305040, Russian Federation

✉ e-mail: tgv-kstu6@yandex.ru

### Abstract

**Purpose of research.** The purpose of the study is to carry out an applied research of buildings' thermal mode of Southwest state university on the basis of energy audit results and development of scientific and technical actions of thermal sanitation including search of expedient options of enclosing structures' warming and increase of heat supply system by thermal energy accumulation.

**Methods.** Heat power indicators of research objects and their comparison with standards were defined on the basis of energy audit results. It was done for the research objective achievement. Possible options of bringing thermal resistance of enclosing structures to required values were analysed taking into account minimization of capital expenditure. Inclusion of warmth accumulators on transition phase in the system of heat consumption is offered. It is used for removal of heat superfluous at night from heating system and its rational use for economy consumption of thermal energy. Saved thermal energy is supposed to be used for hot water supply (HWS) in the afternoon. Integration of thermal accumulators allows to smooth unevenness of HWS loadings for decentralized heat supply system. Shutdown of the main source (heat generator) on usage time of accumulated warmth gives positive ecological effect, i.e. provides reduction of greenhouse gases emissions. Ways in efficiency increase of warmth faze changing accumulator of housing type is offered to use.

**Results.** Development of technical actions for ensuring power efficiency and increase in consumer's quality of research objects is a result of the carried-out research.

**Conclusion.** Implementation of developed actions for thermal protection and the use of energy efficient engineering actions allows to achieve the following results: to increase consumer quality of buildings, to bring parameters of an internal microclimate to standards; to prolong service life of enclosing structures considerably, to provide consumption economy of energy resources on heat supply due to decrease in transmission and filtration heat losses and rational heat expenses with the use of thermal storage devices; to reduce the volume of harmful emissions of combustion products due to shutdown of heat source by usage time of accumulated warmth.

**Keywords:** energy audit; thermal sanitation; thermal mode; thermal accumulators; consumer quality; power efficiency.

**Conflict of interest:** *The Authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.*

**For citation:** Umerenkov E. V., Umerenkova E. V., Semicheva N. E., Nasonova A. A., Sazonova A. A. The Study of Buildings' Thermal Mode with the Development of Actions for Power Efficiency Increase (on the Example of "Southwest State University"). *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta = Proceedings of the Southwest State University*. 2019, 23(2): 85-96 (In Russ.). DOI: 10.21869/2223-1560-2019-23-2-85-96.

\*\*\*

## Введение

Неуклонный рост цен на энергоносители определяет актуальность проблемы энергосбережения во всех сферах потребления тепловой энергии. Вопрос обеспечения энергоэффективности вновь строящихся объектов, в том числе, бюджетной сфере, четко определен требованиями [1-3]. Однако не стоит забывать, что фонд зданий и сооружений старой застройки составляет немалую величину отапливаемых квадратных метров и решение вопроса его тепловой защиты не только повысит потребительское качество существующих зданий, но и значительно снизит затраты энергоресурсов [4], что особенно актуально в бюджетной сфере.

Очевидно, что принимать решения необходимо, учитывая как капитальные затраты на реализацию данных мероприятий, так и ожидаемое снижение эксплуатационных издержек потребителя.

Следовательно, вопросы реконструкции и капитального ремонта производственного фонда в последнее время стали такими же актуальными, как и вопросы строительства.

Учитывая, что срок эксплуатации конструктивных элементов кирпичных и крупнопанельных зданий составляет

75–100 лет, эти здания, возведенные до 1995 года, пока не исчерпали свой расчетный ресурс с точки зрения физического износа, но энергетические затраты превышают в 2,5–3 раза существующие нормативы.

Низкое качество теплозащиты отапливаемых зданий приводит к недопустимому уровню теплопотерь через ограждающие конструкции и перерасходу тепла на отопление.

Как показывает опыт, значительная, а в конкретных условиях – большая доля эффекта энергосбережения может быть получена при модернизации существующих и разработке новых инженерных систем и оборудования при эксплуатации объектов.

Эффективное использование тепловой энергии при эксплуатации систем теплоснабжения невозможно без решения проблемы аккумулирования теплоты [5-7]. Повышение эффективности теплогенерирующих установок за счет утилизации теплоты, ее аккумулирования и использования в системах теплоснабжения как "пиковой" тепловой нагрузки является актуальной проблемой, решение которой позволит создать новые технические установки по аккумулированию теплоты.

На настоящий момент, внедрение новых технологий в области теплопотребления и современного энергосберегающего оборудования решает не только задачи сокращения потребления традиционных источников энергии, но и, что не менее важно, экологические проблемы. Загрязнение атмосферы вредными веществами, такие как оксид углерода, диоксид серы, оксиды азота, углеводороды, пылевые выбросы, тепловое загрязнение среды вызывается потреблением энергии как таковым.

Т.о., если рассматривать вопросы санации с точки зрения анализа возможностей снижения потерь тепла через ограждающие конструкции и совершенствования систем обеспечения микроклимата, можно выделить три основных задачи для ее реализации:

- получение и анализ фактических данных о состоянии ограждающих конструкций здания и определение потенциала энергосбережения;
- выбор технологического решения для пассивных энергосберегающих мероприятий и инженерно-технического решения для реализации активных энергосберегающих мероприятий;
- выбор конкретного материала и инженерного оборудования.

### Материалы и методы решения задачи

В соответствии с принятой в [8] терминологией, исходными показателями потребительского качества здания выступают качество микроклимата и удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию.

Анализ параметров теплового режима зданий показал, что даже при условии соблюдения теплоснабжающей организацией температурного графика подачи тепла при расчетных условиях эксплуатации системы отопления, в отапливаемом здании температура внутренней поверхности наружных ограждений при расчетных условиях не удовлетворяет требованиям [3] к ограничению минимальной температуры и недопущению конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающих конструкций в холодный период года, а удельная теплозащитная характеристика здания ( $k_{об}=0,32 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$ ) превышает нормируемое значение ( $k_{об}^{TP}=0,16 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$ ), что не соответствует комплексным требованиям к теплозащитной оболочке. Следовательно, комплекс объектов недвижимости ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», включающий здание главного корпуса с аудиторно-зальным блоком и здание девятиэтажного общежития, нуждается в ряде мер по доведению его теплоэнергетических характеристик до нормативной величины.

Авторами настоящей статьи была сделана попытка проанализировать отечественный рынок теплоизоляционных материалов, с точки зрения минимизации капитальных издержек при реализации мероприятий по тепловой санации ограждений.

Обобщенная информация по техническим и стоимостным характеристикам наиболее востребованным теплоизоляционным материалам представлена в таблице 1.

Таблица 1

## Технические и стоимостные характеристики теплоизоляционных материалов

Теплоизоляционный материал	Фирма	Цена за 1 куб.м., руб.	Плотность, г кг/м <sup>3</sup>	Паропроницаемость, мг/м <sup>2</sup> Па	Теплопроводность, Вт/м <sup>20</sup> С	Водопоглощение по объему %, не более	Влажность по массе, % не более	Объем в упаковке, м3	Горючесть	Вид утеплителя
Izovol Л-35	IZOVOL	2083	35	0,3	0,035	1,5	0,5	0,24	НГ	Базальтовая вата
Технофас коттедж	ТехноНИКОЛЬ	6125	95	0,3	0,041	1,5	0,5	0,216	НГ	Базальтовая вата
Технолайт экстра	ТехноНИКОЛЬ	2817	30	0,3	0,041	1,5	0,5	0,43	НГ	Базальтовая вата
Технолайт оптима	ТехноНИКОЛЬ	3069	34	0,3	0,041	1,5	0,5	0,43	НГ	Базальтовая вата
Роклайт	ТехноНИКОЛЬ	2231	30	0,3	0,041	2	0,5	0,43	НГ	Базальтовая вата
URSA Terra 34 PN Pro	URSA	1279	60	0,384	0,038	1	0,5	0,915	НГ	Базальтовая вата
ISOVER Оптимал	ISOVER	1996	35	0,3	0,04	1	0,5	0,24	НГ	Базальтовая вата
ISOVER Стандарт	ISOVER	2263	40	0,3	0,039	1	0,5	0,24	НГ	Базальтовая вата
Rockwool Лайт Батс Экстра	Rockwool	2500	40	0,3	0,04	1	0,5	0,24	НГ	Базальтовая вата
Greenguard Универсал	ТехноНИКОЛЬ	2084	35	0,3	0,041	1	0,5	0,24	НГ	Базальтовая вата
XPS Техно-плекс	ТехноНИКОЛЬ	4164	30	0,014	0,034	0,4	-	0,21	Г4	Экструзионный пенополистирол
URSA XPS-N-III-L Г4	URSA	1707	35	0,004	0,032	0,3	-	0,247	Г4	Экструзионный пенополистирол
Пеноплекс Комфорт	Пеноплекс	1740	от 20	0,005	0,032	0,4	-	0,243	Г4	Экструзионный пенополистирол

Не ставя перед собой задачи анализировать причины ценового разброса утеплителей, а имея в виду только примерно аналогичную теплотехническую эффективность, устойчивость к влаге, плотность и класс горючести, авторы статьи попытались оценить затратность

теплозащиты при их использовании на примере конкретного объекта.

Удельные капитальные вложения на разный уровень теплозащиты при использовании различных утеплителей представлены в таблице 2.

Таблица 2

Затраты на утепление, приведенные к единице отапливаемой площади

Вид утеплителя	Затраты на утепление, руб/м <sup>2</sup>	
	50 мм	100 мм
Izovol Л-35	228,18	452,21
Технофас коттедж	669,63	1328,27
Технолайт экстра	313,04	615,98
Технолайт оптимал	341,08	671,15
Роклайт	247,96	487,92
URSA Terra 34 PN Pro	145,62	281,54
ISOVER Оптимал	218,6	433,22
ISOVER Стандарт	247,81	491,1
Rockwool Лайт Баттс Экстра	273,82	533,61
Greenguard Универсал	228,18	452,21
XPS Техноплекс	445,01	986,13
URSA XPS-N-III-L Г4	531,04	1136,95
Пеноплекс Комфорт	539,47	1079,91

Целесообразным конструктивным решением утепления наружных стен, учитывающим теплофизические свойства и конструкции панелей существующих стен, отделки их лицевой стороны, технических и материальных возможностей региона, является на штукатурная система утепления фасада с гибкими крепежными элементами. Для здания главного учебного корпуса, в силу ленточного остекления, представляют интерес разработки [9,10].

В связи с отсутствием системы регулирования суточного изменения параметров теплоносителя, что возможно для общественных зданий (главный учебный корпус) с непостоянным графиком использования, возможно включение в систему теплоснабжения устройства

для снижения параметров теплоносителя, что позволит снижать температуру в помещениях в ночные часы. Для снятия избыточного в ночное время количества тепла (система отопления от централизованного источника) и его рационального использования, с целью экономии потребления тепловой энергии, представляется возможным внедрение аккумуляторов теплоты. В дневное время накопленную тепловую энергию предполагается использовать для нужд ГВС.

Для децентрализованной системы теплоснабжения (здание общежития) интеграция тепловых аккумуляторов позволит сгладить неравномерность нагрузок ГВС, а отключение основного источника (теплогенератора) на время использования аккумулированной теплоты даёт положительный экологический эф-

фekt, т.е. обеспечивает сокращение выбросов парниковых газов [11].

Использование тепловых аккумуляторов как правило заставляет решать ряд проблем, связанных с их массогабаритными характеристиками. В работах [12,13] предлагается к использованию ряд способов повышения эффективности фазопереходного аккумулятора теплоты кожухотрубного типа.

### Результаты и их обсуждение

Аналитический обзор отечественного рынка теплоизоляционных материалов с целью определения стоимости увеличения теплозащиты несветопрозрачных ограждающих конструкций показал, что обеспечение теплозащиты, в зависимости от выбранного материала может обойтись от 145 руб на квадратный метр отапливаемой площади до 670 руб. при обеспечении нормативного термического сопротивления. Повышение же уровня теплозащиты приведет к существенному увеличению капитальных вложений, но незначительно сократит эксплуатационные затраты.

При реализации заявленной схемы регулирования с использованием тепловых аккумуляторов более целесообразным представляется использование фазопереходных аккумуляторов теплоты, поскольку процесс зарядки и разрядки такого аккумулятора пролонгирован во времени.

Принципиальная схема включения фазопереходных аккумуляторов тепло-

ты в систему теплоснабжения представлена на рисунке 1.

Возможный вариант включения фазопереходного аккумулятора теплоты в систему децентрализованного теплоснабжения (рис. 2) предлагается в [14].

Секционирование аккумулятора (рис.3) уменьшает массу теплоаккумулирующего материала (ТАМа) по полезной массе на 13,43%.

С целью уменьшения вертикальных размеров аккумулятора, а также исключения балластной части ТАМа предлагается конструкция аккумулятора без общего корпуса (рис.4).

### Выводы

Реализация разработанных мероприятий позволит достигнуть следующих результатов:

- повысить потребительское качество зданий, довести параметры внутреннего микроклимата до нормативной величины;
- значительно продлить срок службы ограждающих конструкций, обеспечить экономию расхода энергоресурсов на теплоснабжение за счет снижения трансмиссионных и фильтрационных теплопотерь и рационального расхода тепла с использованием тепловых аккумуляторов;
- сократить объем вредных выбросов продуктов сгорания в атмосферу за счет отключения источника тепла на время использования аккумулированной теплоты.

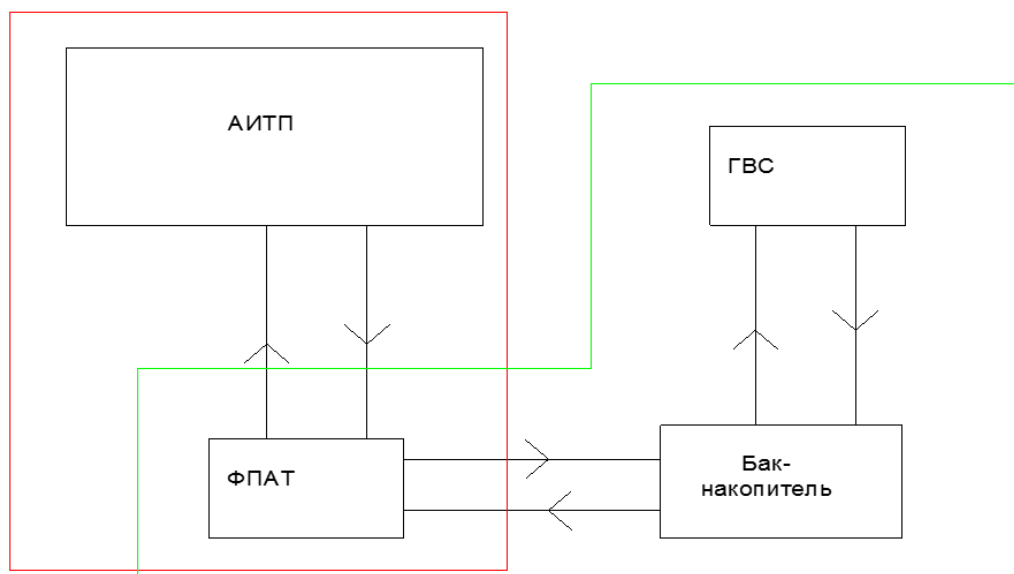


Рис. 1. Принципиальная схема включения фазопереходного аккумулятора теплоты в централизованную систему теплоснабжения

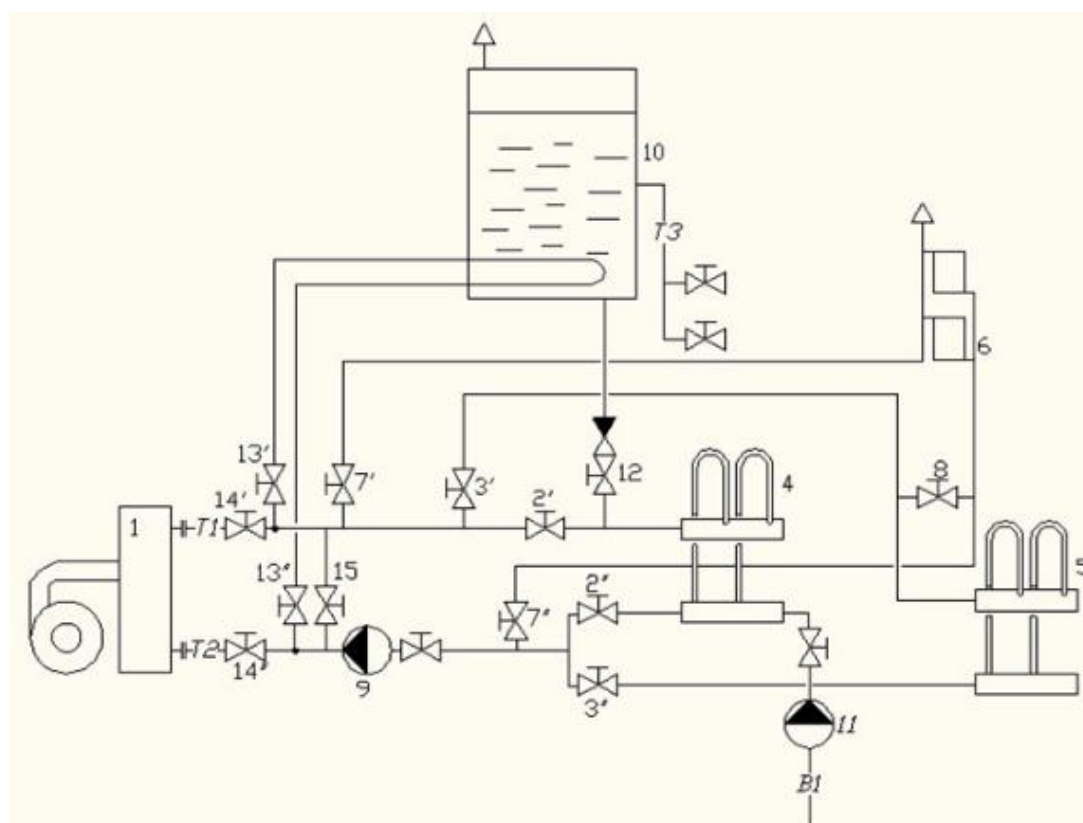


Рис. 2. Принципиальная схема децентрализованного теплоснабжения с аккумулярованием теплоты:  
 1-котел; 4,5 – аккумуляторы теплоты; 6 – система отопления; 9 – циркуляционный насос;  
 10 – расходный бак горячего водоснабжения; 11 – подкачивающий насос;  
 2' и 2'', 3' и 3'', 7' и 7'', 8, 12, 13' и 13'', 14' и 14'', 15–запорно-регулирующая арматура



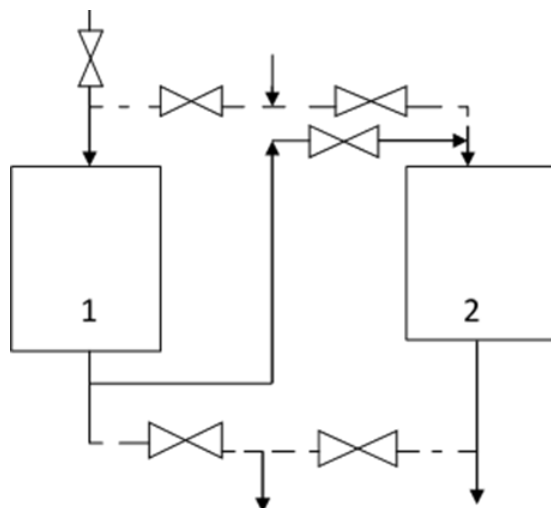


Рис. 3. Двухсекционный аккумулятор: --- - обвязка секций при зарядке АТ

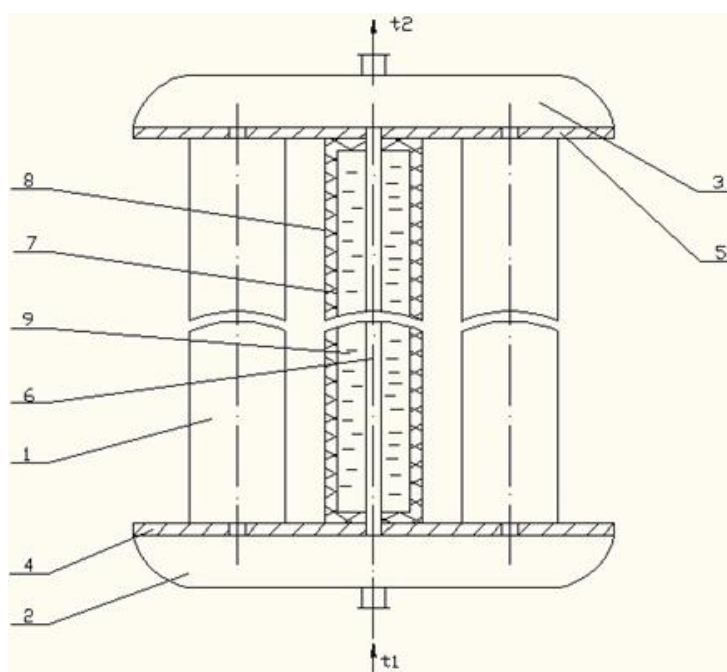


Рис. 4. Конструкция безкорпусного аккумулятора теплоты: 1 – теплоаккумулирующие ячейки; 2, 3 – нижняя и верхняя сборные камеры (коллектора); 4, 5 – нижняя и верхняя трубные доски; 6 – теплообменная трубка; 7 – корпус; 8 – тепловая изоляция; 9 –ТАМ

Мероприятия по обеспечению тепловой санации зданий, разумеется, требуют значительных капитальных вложений, однако целесообразность и актуальность их внедрения определяется в первую очередь необходимостью довести потребительское качество зданий старой застройки до нормативных пока-

зателей. Что же касается экономической эффективности, то при настоящем уровне цен на энергоноситель и сохраняющихся тенденциях к его росту, будет снижаться и срок окупаемости данных мероприятий за счет снижения потребления тепла.

### Список литературы

1. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 23.11.2009 N 261-ФЗ (ред. от 29.07.2017) " (с изменениями и дополнениями, вступающими в силу с 01.01.2018). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. ГОСТ 30494-96. Межгосударственный стандарт. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях / Госстрой России, ГУП ЦПП. М., 1999.
3. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. М., 2012. 95 с.
4. Вопросы тепловой санации зданий существующего жилого фонда / Н.С. Кобелев, А.М. Крыгина, Э.В. Котенко, Е.В. Умеренков // Известия Юго-Западного государственного университета. 2011. № 5-2 (38). С. 340-344.
5. Левенберг В. А., Ткач М. П., Гольстрем В. А. Аккумулирование тепла. Киев: Техника, 1991. 112 с.
6. Камимото Абе Е., Канари К. Теплообменники в накопителях скрытой тепловой энергии // Solar Energy. 1980. Vol. 24. P. 581-622.
7. Бекман Г., Гилли П. Тепловое аккумулирование энергии: [пер. с англ.] М.: Мир, 1987.
8. Табунщиков Ю.А. Потребительские качества здания. М.: АВОК, 2004, №4.
9. Пат. России № 2464390 МПК E04B 1/80. Панель для дополнительной теплоизоляции стен // Емельянов А.С, Кобелев Н.С., Кобелев В.Н. [и др.].
10. Пат. России № 126725 МПК E04B 1/80. Панель для дополнительной теплоизоляции стен // Бюл. №25 / Емельянов А.С, Кобелев Н.С., Кобелев В.Н. [и др.]
11. Котенко Э.В., Умеренков Е.В., Котенко В.И. Экологические аспекты использования аккумуляторов теплоты // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2013. № 3. С. 15-18.
12. Умеренков Е. В., Котенко Э. В. Секционирование кожухотрубного аккумулятора тепла на фазовом переходе как способ повышения его эффективности // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2012. № 2, ч 2. С. 39-43.
13. Умеренкова Э.В., Умеренков Е.В., Котенко В.И. Конструкция бескорпусного аккумулятора теплоты // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2015. № 4(61), ч 2. С. 41-45.
14. Умеренков Е.В. Разработка аккумуляторов теплоты на фазовом переходе для систем теплоснабжения: дис. ... канд. техн. наук. Воронеж, 2013. 16 с.

Поступила в редакцию 05.02.2019

Подписана в печать 04.03.2019

## References

1. Federal Law of 23.11.2009 N 261-FZ (as amended on 07/29/2017) "On energy saving and on increasing energy efficiency and on introducing changes to certain legislative acts of the Russian Federation" (with amendments and additions that come into force on 01.01.2018). Dostup iz sprav.-pravovoi sistemy "Konsul'tantPlyus" (In Russ.).
2. GOST 30494-96. Interstate standard. Residential and public buildings. The parameters of the microclimate in the premises. Moscow, 1999 (In Russ.).
3. SP 50.13330.2012. Thermal protection of buildings. Moscow, 2012, 95 p. (In Russ.).
4. Kobelev N.S., Krygina A.M., Kotenko E.V., Umerenkov E.V. Voprosy teplovoi sanatsii zdanii sushchestvuyushchego zhilogo fonda [Issues of thermal sanitation of buildings of the existing housing stock]. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta*. = *Proceedings of the Southwest State University*, 2011, no. 5-2 (38), pp. 340-344 (In Russ.).
5. Levenberg V. A., Tkach M. P., Golstrem V. A. Heat accumulation. Kiev, Tekhnika Publ., 1991, 112 p. (In Russ.).
6. Kamimoto Abe E., Canari K. Heat exchangers in latent thermal energy storage devices. *Solar Energy*, 1980, vol. 24, p. 581-622.
7. Beckman G, Gilly P. Thermal energy storage: Trans. from English. Moscow, Mir Publ., 1987.
8. Tabunshchikov Yu.A. Potrebitel'skie kachestva zdaniya [Consumer quality of the building]. Moscow, ABOK Publ., 2004, no. 4 (In Russ.).
9. Patent of Russia No. 2464390 IPC E04B 1/80. Panel for additional thermal insulation of walls. Emelyanov A.S., Kobelev N.S., Kobelev V.N. [and etc.].
10. Patent of Russia No. 126725 IPC E04B 1/80. Panel for additional thermal insulation of walls. Emelyanov A.S., Kobelev N.S., Kobelev V.N. [and etc.]. Bull. No. 25.
11. Kotenko E.V., Umerenkov E.V., Kotenko V.I. Ekologicheskie aspekty ispol'zovaniya akkumulyatorov teploty [Environmental aspects of the use of heat accumulators]. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Tekhnika i tekhnologii* = *Proceedings of the Southwest State University. Series Engineering and Technologies*, 2013, no. 3. p. 15-18 (In Russ.).
12. Umerenkov E. V., Kotenko E. V. Sektsionirovanie kozhukhotrubnogo akkumulyatora tepla na fazovom perekhode kak sposob povysheniya ego effektivnosti [Sectioning a shell-and-tube heat accumulator at a phase transition as a way to increase its efficiency]. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Tekhnika i tekhnologii* = *Proceedings of the Southwest State University. Series Engineering and Technologies*. 2012, no. 2, pt. 2, pp. 39-43 (In Russ.).
13. Umerenkova E.V., Umerenkov E.V., Kotenko V.I. Konstruktsiya beskorpusnogo akkumulyatora teploty [The design of an unpackaged heat accumulator]. *Izvestiya Yugo-*

*Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Tekhnika i tekhnologii = Proceedings of the Southwest State University. Series Engineering and Technologies.* 2015, no. 4 (61). pt. 2, pp. 41-45 (In Russ.).

14. Umerenkov E.V. Development of heat accumulators at the phase transition for heating systems. Diss. cand. tech. sciences. Voronezh, 2013, 16 p. (In Russ.)

Received 05.02.2019

Accepted 04.03.2019

---

### Информация об авторах / Information about the Authors

**Умеренков Евгений Валерьевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры теплогазоводоснабжения, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск, Российская Федерация, e-mail: [tgk-kstu6@yandex.ru](mailto:tgk-kstu6@yandex.ru)

**Evgeny V. Umerenkov**, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Heat, Gas and Water Supply Department, Kursk, Russian Federation  
e-mail: [tgk-kstu6@yandex.ru](mailto:tgk-kstu6@yandex.ru)

**Умеренкова Элина Владимировна**, кандидат технических наук, доцент кафедры теплогазоводоснабжения, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск, Российская Федерация, e-mail: [tgk-kstu6@yandex.ru](mailto:tgk-kstu6@yandex.ru)

**Elina V. Umerenkova**, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Heat, Gas and Water Supply Department, Kursk, Russian Federation  
e-mail: [tgk-kstu6@yandex.ru](mailto:tgk-kstu6@yandex.ru)

**Семичева Наталья Евгеньевна**, кандидат технических наук, доцент, завкафедрой теплогазоводоснабжения, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск, Российская Федерация, e-mail: [tgk-kstu6@yandex.ru](mailto:tgk-kstu6@yandex.ru)

**Natalia E. Semicheva**, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of Heat, Gas and Water Supply and Ventilation department, Kursk, Russian Federation  
e-mail: [tgk-kstu6@yandex.ru](mailto:tgk-kstu6@yandex.ru)

**Насонова Александра Артемовна**, магистрант кафедры теплогазоводоснабжения, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск, Российская Федерация, e-mail: [tgk-kstu6@yandex.ru](mailto:tgk-kstu6@yandex.ru)

**Alexandra A. Nasonova**, Master. Heat, Gas and Water Supply Department, Kursk, Russian Federation  
e-mail: [tgk-kstu6@yandex.ru](mailto:tgk-kstu6@yandex.ru)

**Сазонова Анастасия Алексеевна**, магистрант кафедры теплогазоводоснабжения, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск, Российская Федерация, e-mail: [tgk-kstu6@yandex.ru](mailto:tgk-kstu6@yandex.ru)

**Anastasia A. Sazonova**, Master, Heat, Gas and Water Supply Department, Kursk, Russian Federation  
e-mail: [tgk-kstu6@yandex.ru](mailto:tgk-kstu6@yandex.ru)