

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ОАО «НПО «ЦКТИ»,

д.т.н., профессор


V.E. Михайлов

« 12 » июня 2021 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

ОАО «Научно-производственное объединение по исследованию и
проектированию энергетического оборудования им. И.И. Ползунова»
(ОАО «НПО ЦКТИ»)

на диссертацию

Амер Ахмед Элсайед Абделкафи Абделаал

«Повышение эффективности систем аккумулирования теплоты в солнечных
системах теплоснабжения республики Египет», представленную на
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика

Использование скрытой теплоты фазового перехода для повышения аккумуляционной или потребительской тепловой способности среды применяется в ряде областей техники. Так, в аварийных системах пассивного отвода теплоты остаточных тепловыделений ядерных энергетических реакторов и их расхолаживания широко применяется вода атмосферного давления, запасённая в специальных баках. Потребление этой водой теплоты на её нагрев и выкипание позволяет отвести $2\ 600\ \text{МДж}/\text{м}^3$ запасённой воды в процессе аварийного охлаждения активной зоны. Для введённых в эксплуатацию за последние годы новых двух блоков Ленинградской АЭС объём запасённой воды в этих баках обеспечивает 72 часовое послеаварийное охлаждение активной зоны реактора с последующим сохранением его работоспособности.

Известно и многовековое использование тающего льда для длительного сохранения продуктов питания.

Однако в настоящее время весьма ограничены примеры применения в целях теплоснабжения материалов, имеющих повышенную температуру

✓127-9
от 10.06.2021

плавления с использованием скрытой теплоты фазового перехода «жидкость – твёрдое состояние» материала в целях повышения его тепловой аккумуляционной способности.

Приведённое выше указывает на актуальность рассматриваемой в диссертации проблемы.

Научная новизна диссертационной работы

Научную новизну диссертации заключается в следующем:

1. Разработаны методические основы построения иерархической факторно-критериальной модели выбора материала с фазовым переходом для систем аккумулирования тепла.
2. Установлена зависимость темпов плавления и застывания теплоаккумулирующего материала от параметров оребрения вертикальной теплопередающей поверхности теплового аккумулятора, а также от основных эксплуатационных и конструктивных факторов.
3. Установлена зависимость темпов плавления и застывания теплоаккумулирующего материала в цилиндрическом горизонтальном теплоаккумуляторе от конструктивных особенностей продольных ребер.

Практическая значимость исследований

Выполненные автором исследования имеют практическую ценность, которая заключается в следующем:

1. Разработана методика выбора теплоаккумулирующего материала для аккумулирования теплоты, позволяющая научно обосновать, что наиболее подходящим материалом с фазовым переходом для теплоаккумуляторов систем солнечного теплоснабжения является парафин;
2. Разработана и апробирована численная модель исследования процессов плавления и застывания теплоаккумулирующего материала и доказана её адекватность экспериментальным исследованиям;
3. Разработана численная модель для исследования темпов плавления и застывания теплоаккумулирующего материала внутри вертикального кожухотрубного теплоаккумулятора с кольцевым оребрением и получены оптимальные параметры ребер для предложенной конструкции теплоаккумулятора;
4. Произведен анализ и рекомендованы к практическому внедрению зависимости влияния эксплуатационных и конструктивных факторов (температуры теплоносителя на входе, расхода, направления потока и диаметра внутренней трубы) на время плавления, время застывания,

распределение температуры, распределение объемной доли жидкой фазы теплоаккумулирующего материала внутри теплоаккумулятора;

5. Предложена конструктивная схема теплоаккумулятора с продольными разветвленными ребрами, защищенная патентом на полезную модель № 2020139947, позволяющая повысить эффективность процессов теплопередачи по сравнению с конструкцией теплоаккумулятора с традиционными продольными ребрами;

6. Разработанная инженерная методика проектирования систем накопления тепловой энергии на основе материалов с фазовым переходом может быть использована в проектной и конструкторской документации при разработке систем аккумулирования теплоты и повышения их эффективности;

Практическое значение представленных результатов подтверждается актом внедрения практических результатов исследования в проектно-конструкторской деятельности предприятия «Spanish for engineering works».

Результаты диссертационных исследований могут быть использованы в проектной и конструкторской документации при разработке систем аккумулирования теплоты, при выполнении научно-исследовательских работ в области повышения эффективности теплоэнергетических систем, а также в учебном процессе для направления подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника».

В качестве замечаний необходимо отметить следующее:

1. Полученные результаты расчётного исследования по качественным зависимостям времени плавления и застывания ФТАМ от основных эксплуатационных и конструктивных факторов [входной температуры и расхода теплоносителя (и тут же, связанные с предыдущими параметрами, скорости и изменения температуры теплоносителя в аппарате), диаметра трубы по которой он движется в аккумуляторе] очевидны и, в первую очередь, связаны лишь с изменением среднего температурного напора между теплообменывающими средами.

2. Результат расчёта о не влиянии на процесс прогрева направления движения греющего или охлаждающего теплоносителя в вертикальном аккумуляторе, вероятно, носит частный характер и не относится к периоду прогрева жидкого ФТАМ, где токи естественной конвекции обеспечивают более равномерный прогрев ФТАМа по высоте аккумулятора при нижнем подводе теплоносителя.

3. Для развития токов естественной конвекции в жидком ФТАМе (и более интенсивной теплоотдачи на поверхности рёбер), обычно, применяется

поперечное оребрение для горизонтальных труб и продольное – для вертикальных. В диссертации в обоих случаях применён противоположный вид оребрения?

4. Анализ (как и прочие действия, не связанные с созданием чего-то иного) не производится, а проводится.

5. Учитывая плавучесть жидкого ФТАМ, т.е. снижение его удельного объёма при затвердевании и последующем охлаждении, необходимо оговорить меры по предотвращению образования воздушного зазора между трубой с теплоносителем и затвердевшим ФТАМ (нижняя подача охлаждающего теплоносителя при поступлении сверху в образовавшиеся зазоры ещё не застывшего ФТАМ; превышение уровня ФТАМ в аппарате над верхним сечением его теплопередающей поверхности).

6. Рассматривая динамику расплавления ФТАМ, вероятно, следует анализировать не количество рёбер в исследуемом аккумуляторе, а проводить в среде ANSYS-FLUENT расчёты по определению оптимального сочетания материала рёбер, способа их контакта с несущей трубой, сочетания параметров рёбер, т.е. их высоты и толщины, шага между рёбрами. При этом учитывается поперечное расстояние между трубой и внутренней поверхностью корпуса в аппарате и требуемое по техзаданию время прогрева аппарата при оговорённом состоянии окружающей среды (её температуре и солнечной активности). Россия имеет обширные южные районы, однако принятая в диссертации весьма высокая расчётная температура теплоносителя на входе в аппарат 358 К (т.е. 85°C) вряд ли может быть использована при проектировании тепловых аккумуляторов для солнечных систем теплоснабжения РФ. Правда, по ГОСТ 23 683-89 температура плавления технического парафина 45–52°C (по энциклопедическим данным 45–65°C). Поэтому для тепловых аккумуляторов целесообразно использовать как теплоту фазового перехода, так и теплоту нагрева жидкого парафина.

Заключение по диссертации

Диссертационная работа на тему «Повышение эффективности систем аккумулирования теплоты в солнечных системах теплоснабжения республики Египет», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика, соответствует установленным требованиям, написана технически грамотным языком. Автореферат диссертации полностью отражает ее содержание.

Диссертационная работа выполнена на современном научно-техническом уровне и отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 19.12.2019 № 1755 адм., а ее автор, Амер Ахмед Элсайед Абделкафи Абделаал, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – «Промышленная теплоэнергетика».

Отзыв подготовлен на основании заключения аналитического отдела, рассмотрен и одобрен на заседании Научно-технического совета отделения теплообменного и схемного оборудования ТЭС и АЭС ОАО «НПО «ЦКТИ» (протокол № 6 от 01.06.2021).

Председатель НТС, заместитель генерального директора по научной работе – заведующий отделением теплообменного и схемного оборудования ТЭС и АЭС, к.т.н.

Сухоруков
Юрий Германович
(812) 578-88-56
teploobmen@ckti.ru

Заведующий
аналитического отдела,
д.т.н., профессор

Колпаков
Сергей Поликарпович
(812) 578-87-54
kolpakovsp@ckti.ru

Главный научный сотрудник
аналитического отдела,
д.т.н., профессор

Балунов
Борис Фёдорович
(812) 578-88-12
iceo@ckti.ru

01.06.2021

ОАО «Научно-производственное объединение по исследованию и проектированию энергетического оборудования им. И.И. Ползунова» (ОАО «НПО ЦКТИ»):
191167, Санкт-Петербург, ул. Атаманская, д. 3/6,
www.ckti.ru, e-mail: general@ckti.ru, тел.: (812) 717-23-79.