

## **ОТЗЫВ** **официального оппонента**

доктора технических наук, профессора Белоусова Вячеслава Владимировича  
на диссертационную работу соискателя Остапенко Виталия Валериевича  
«Фазопереходный аккумулятор теплоты для нужд систем теплоснабжения»,  
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук  
по специальности 05.23.03 – теплоснабжение, вентиляция,  
кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение

Применение нетрадиционных источников энергии обуславливает потребность в эффективных аккумуляторах теплоты. Наиболее перспективными являются аккумуляторы, в которых используются фазовые переходы при плавлении и затвердевании

Особенностью работы этих систем теплоснабжения является необходимость аккумулирования тепловой энергии, в связи с непостоянством поступления тепла. Тепловые аккумуляторы (ТАМ) заряжаются в период превышения поступления энергии над потреблением и разряжаются при превышении потребления.

В связи с вышесказанным, одной из актуальных научно-технических задач в настоящее время следует считать разработку алгоритмов и методик расчета аккумуляторов указанного типа, что может быть выполнено на основе адекватной математической модели тепломассопереноса в теплоаккумулирующем материале.

Теоретическое описание проблемы весьма затруднительно, т.к. сводится к многомерной нелинейной задаче Стефана, осложненной конвекцией в жидкой фазе. Несмотря на многочисленные попытки аналитического и численного её решения, полученные результаты и в настоящее время, и в обозримом будущем малополезны для реального проектирования натуральных объектов. В связи с этим в диссертации Остапенко Виталия Валериевича проведены исследования по разработке упрощенных

математических моделей теплового состояния фазо-переходных аккумуляторов теплоты.

Для достижения указанной цели решались следующие задачи:

- проведены аналитические исследования существующих конструкций аккумуляторов теплоты, аккумуляторов теплоты на фазовом переходе, теплоаккумулирующих материалов;
- установлены влияние режима движения теплоносителя системы теплоснабжения, на условия работы аккумулятора теплоты;
- разработана физико-математическая модель рабочего процесса аккумулятора теплоты в процессе фазового превращения ТАМ;
- экспериментально исследованы положения предлагаемой модели в подтверждение достоверности результатов аналитических исследований;
- разработана методика расчета конструкции натуральных аппаратов, на основе подтвержденной модели работы аккумулятора теплоты;
- разработаны рекомендации по включению аккумулятора теплоты на основе фазового перехода в тепловые схемы систем теплоснабжения.

Проведенный анализ обоснованности изложенных в диссертации Остапенко В.В. научных положений и выводов позволяет выделить ряд существенно новых научных результатов, полученных непосредственно автором, к которым относятся:

разработанная математическая модель передачи теплоты, позволяющая спрогнозировать состояние температурного поля ТАМ в процессе его фазового перехода в любой момент времени; рассмотреть динамику движения фронта кристаллизации ТАМ во времени с учетом геометрических параметров теплообменных поверхностей и теплофизических свойств ТАМ, определить время разрядки аккумулятора.

экспериментальное исследование, результаты которого подтверждают адекватность предлагаемой модели теплообмена в кожухотрубном АТФП с погрешностью не более 6%. Это позволило применить модель для

разработки методики теплового и конструктивного расчетов натуральных аккумуляторов теплоты фазового перехода.

предложены схемы включения АТФП в системы генерации теплоты, позволяющие использовать возможности возобновляемых источников энергии, увеличить средний КПД теплогенерирующей установки на органическом топливе на 1,1%.

Результаты исследований нашли свое применения в результате внедрения в производство, например в систему теплоснабжения ПАТ «Дружковский метизный завод» с газовыми котлами общей мощностью 400 кВт. Экономический эффект составило 17,8 тыс.грн.

**Полнота изложения результатов исследований в опубликованных трудах.** Основное содержание, научные положения, результаты и выводы диссертационной работы достаточно полно освещены в 6 работ, которые отражают основное содержание диссертации (5 статей в специализированных изданиях Украины, 1 статья в зарубежном издании) и 3 работы, которые дополнительно отражают научные результаты диссертации (3 публикации в сборниках научных работ по материалам конференций).

Неоднократно подтвержденная эффективность разработанных в работе методов, новизна полученных результатов, их достоверность, обоснованность и практическая ценность дают основание считать законченность диссертации в целом. Содержание работы соответствует паспорту специальности 05.23.03 – теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение

Оценивая недостатки представленной диссертационной работы, необходимо отметить следующее:

1. В основе математической модели, автор положил теплофизические процессы в бесконечном цилиндре. Непонятно насколько такая модель адекватна и не обоснован переход к одномерной модели.
2. Влияние скорости течения теплоносителя автор решает на основании критериальных выражений, однако при турбулентном движении

(0,8 м/с) резко меняется характер движения. Диаметр трубки (0,15 м) требует более подробного рассмотрения вихревой структуры, как по высоте, так и по радиусу трубки. Такая структура может привести к неравномерному теплообмену, а это значит, что исследование этого течения должно изучаться на базе уравнения переноса импульса, а не критериальных зависимостей.

3. Используя вариационные исчисления при решении задачи Стефана, автор не провел сравнения с классическими решениями, имеющими место в задачах с движущимися границами.
4. При решении уравнения теплопроводности и изменения агрегатного состояния теплоносителя (параграфы 2.3 и 2.4), автор не указывает интервалы температур, в которых происходит выделение скрытой теплоты кристаллизации.
5. Не проведены сравнения результатов аналитических и экспериментальных исследований автора с классическими решениями, хорошо освещенными в литературе.


Тем не менее, перечисленные замечания не вносят существенных коррективов в суть и результаты работы Остапенко В.В., научная обоснованность, достоверность положений и выводов которой не вызывает сомнений.

Диссертационная работа Остапенко В.В. выполнена на высоком научно-техническом уровне, оформление рукописи отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Содержание автореферата идентично основным положениям и результатам диссертации.

Таким образом, на основе представленной выше оценки в целом диссертационной работы соискателя Донбасской национальной академии строительства и архитектуры Остапенко Виталия Валериевича "Фазопереходный аккумулятор теплоты для нужд систем теплоснабжения", можно сделать вывод, что работа полностью соответствует требованиям действующего "Положения о присуждении ученых степеней", а её автор –

Остапенко Виталий Валериевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03 – теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Заведующий кафедрой физики  
неравновесных процессов, метрологии и экологии,  
доктор технических наук, профессор,  
Донецкого национального университета  
83001, г.Донецк, ул. Университетская, 24,  
+38(062) 3020600  
v.v.bilousov@gmail.com  
http://donnu.ru

  
В.В.Белоусов



УЧЕБНЫЙ СЕКРЕТАРЬ  
И.И. ИМХАЛЬЧЕНКО