

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ С ВЫСОКОЙ ЭНЕРГИЕЙ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИИ ГИДРОПРИВОДА САМОХОДНЫХ МАШИН**

**Еремин А.В.**

научный руководитель ст. преподаватель Куликова Н.П.

*Сибирский федеральный университет*

*политехнический институт*

В расчетах теплового состояния агрегатов при использовании общих зависимостей возникает необходимость конкретизации таких показателей и свойств материалов как теплопроводность, расслоение, характер кристаллообразования и плавления, способы зарядки и разрядки АФП с меньшими энергетическими потерями, теплопередача в окружающую среду и ее изменение в процессе кристаллизации.

Исходя из требований к тепловому состоянию агрегатов и особенностей конструкций машин, разработана методика проведения исследований, экспериментальные модули и экспериментальная установка для их осуществления.

Обработка методики проведения экспериментальных исследований осуществлялась с кристаллогидратом глауберовой соли  $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ .

Процессы расплава и кристаллизации глауберовой соли в экспериментальном модуле «а» описаны на термограммах (рис. 1), полученных при непрерывной записи показаний термопар прибором КСП-4 и измерениях температурным ртутным термометром.

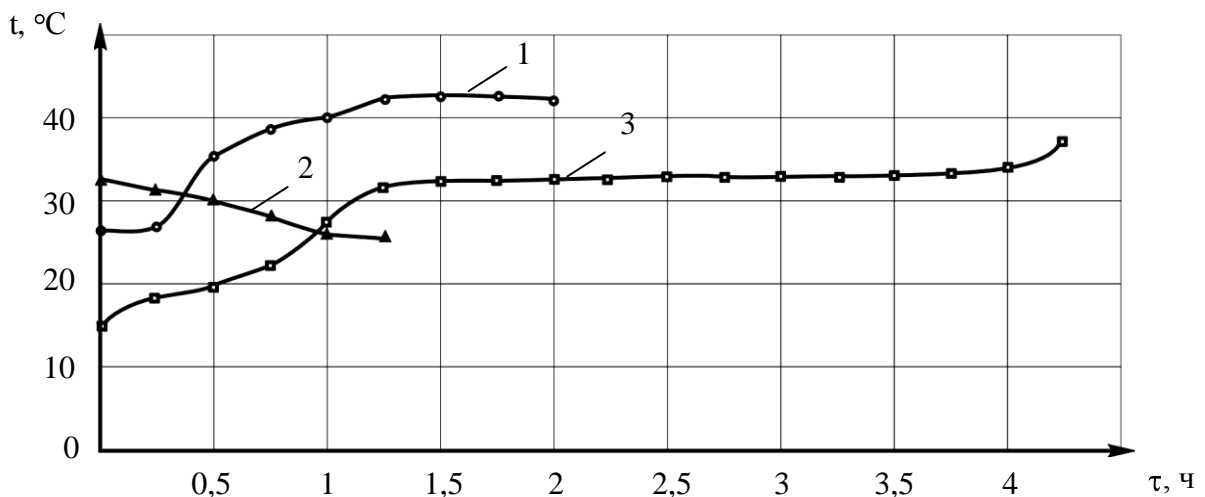


Рисунок 1 – графики нагрева и охлаждения глауберовой соли  $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$

в экспериментальном модуле «а»,  $t_{ф.н.} = 32,4 \text{ } ^\circ\text{C}$

В процессе экспериментальных исследований был выявлен неустойчивый характер теплопередачи в массив кристаллогидрата от теплоносителя прокачиваемого через латунную трубку. Так при перепаде температур теплоносителя и температурой фазового перехода 14-16 °C происходит локальное фазовое превращение вещества вокруг теплообменной трубки, сопровождающееся быстрым нагревом массива расплава:  $t_n$  воды на входе 52 °C;  $t_o$  воды на выходе 51 °C;  $t_e$  воздуха 26 °C; расход

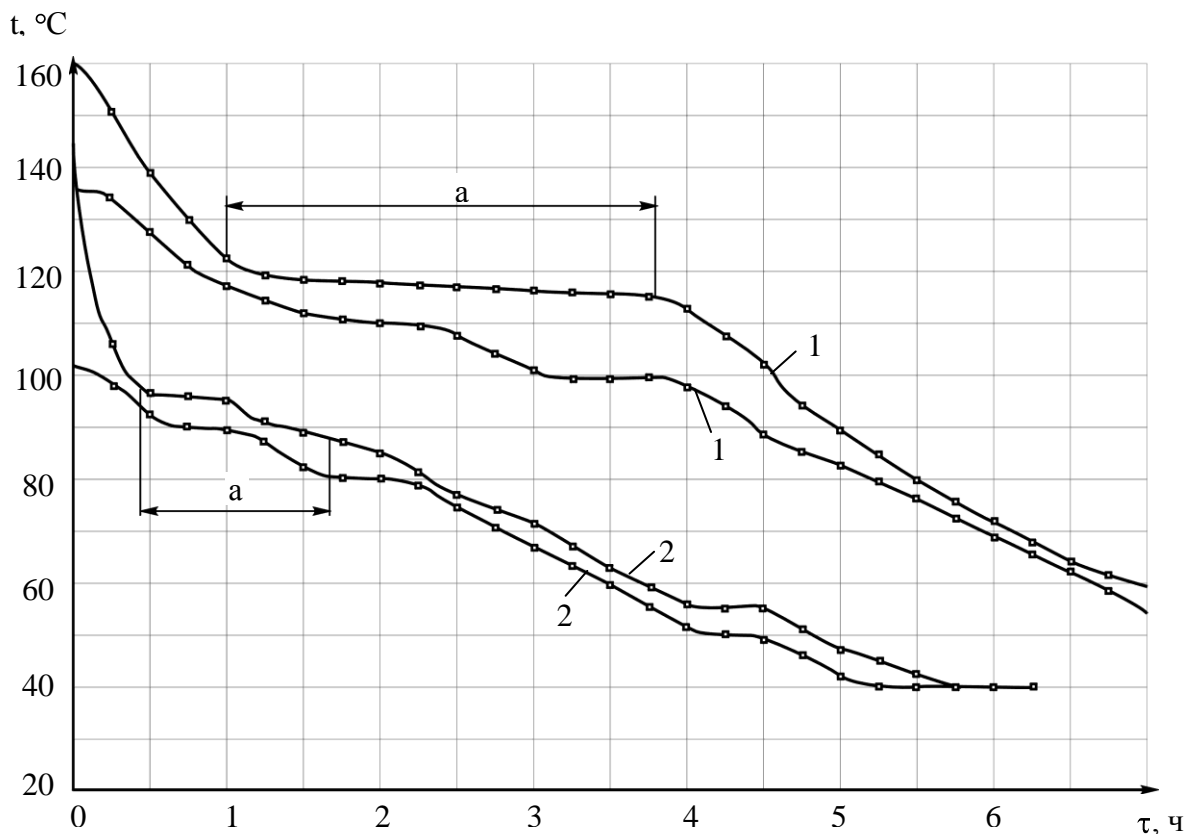
воды  $q = 6,7$  л/мин (рисунок 1, кривая 1). При этом за счёт изменения объема, занимаемого расплавом, площадь контакта теплообменной трубки и кристаллогидрата уменьшается.

Более равномерное теплораспределение в массиве вещества (рисунок 1, кривая 3 – разогрев:  $t_n$  воды на входе 40-41 °С;  $t_o$  воды на выходе 39,5-38 °С;  $t_g$  воздуха 26 °С; расход воды  $q = 1,1$  л/мин), получено при меньшем тепловом потоке и составляющим 750 Вт при  $\Delta t = 8$  °С. При этом зафиксирован характерный участок с постоянной температурой, соответствующий фазовому превращению вещества при переходе в жидкое состояние.

Принудительное охлаждение кристаллогидрата:  $t_n$  воды на входе 7 °С;  $t_o$  воды на выходе 6 °С;  $t_g$  воздуха 27 °С; расход воды  $q = 8$  л/мин (рисунок 1, кривая 2), характеризуется переохлаждением более 10 °С. Завершение охлаждения характеризуется выпадением осадка обезвоженной соли  $Na_2SO_4$  и слоем над кристаллогидратом свободной воды.

По мере повторения циклов "заряд-разряд" процесс фазового перехода становится практически необратимым.

Одним из перспективных для практического применения материалов является



- 1 – охлаждение естественной конвекцией, температура окружающего воздуха 18-20 °С;
- 2 – охлаждение естественной конвекцией, температура окружающего воздуха 0 – +4 °С;
- 1', 2' – температура наружной стенки;
- а – участок фазового перехода жидкость – кристалл.

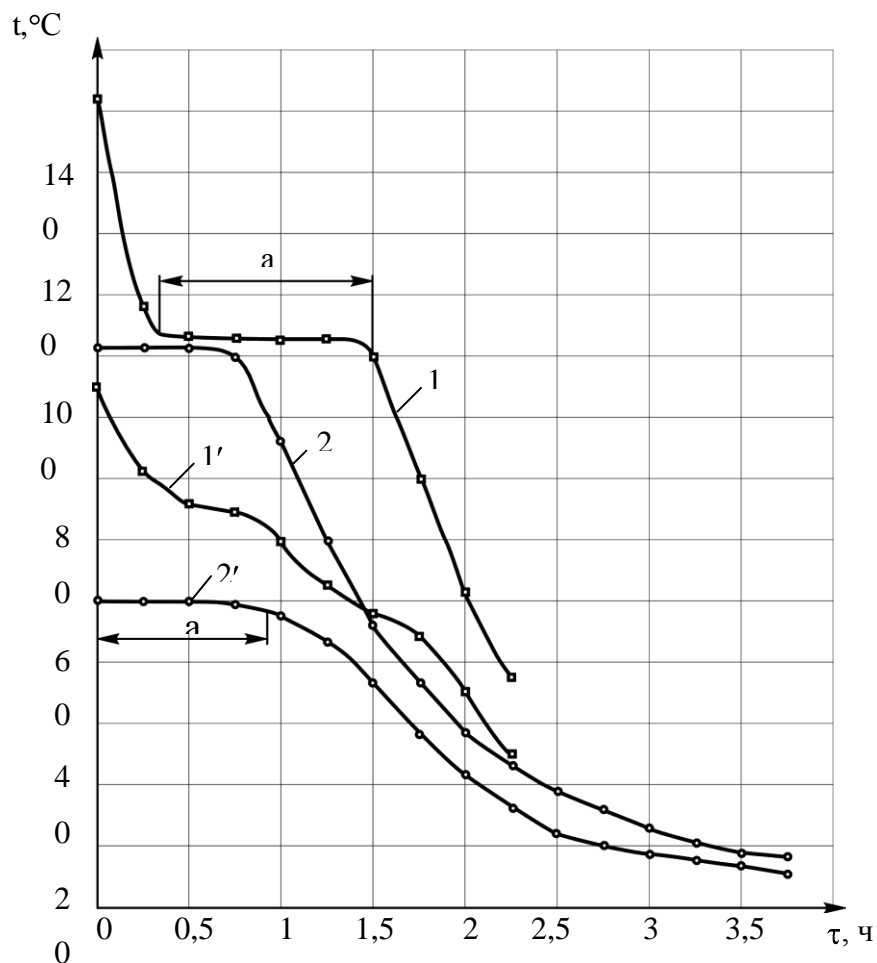
Рисунок 2 – график охлаждения бишофита в экспериментальном модуле «б»

бишофит  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ , с достаточно высокой температурой изменения фазового состояния.

Учитывая, что температура перехода бишофита в расплавленное состояние колеблется от 120 до 126 °С для его исследований использовался модуль из нержавеющей стали.

Электронагревательным прибором бишофит переводился в расплавленное состояние и исследовался процесс охлаждения приведенный на рисунках 2, 3.

Кривая 1 отражает процесс воздушного охлаждения бишофита естественной конвекцией при температуре воздуха 18-20 °С, а кривая 2 – при температуре 0-4 °С. Подвижность воздуха в помещении при этом не превышает 0,5 м/с.



1, 2 – температура внутри стакана;

1', 2' – температура наружной стенки стакана;

а – участок фазового перехода жидкость – кристалл.

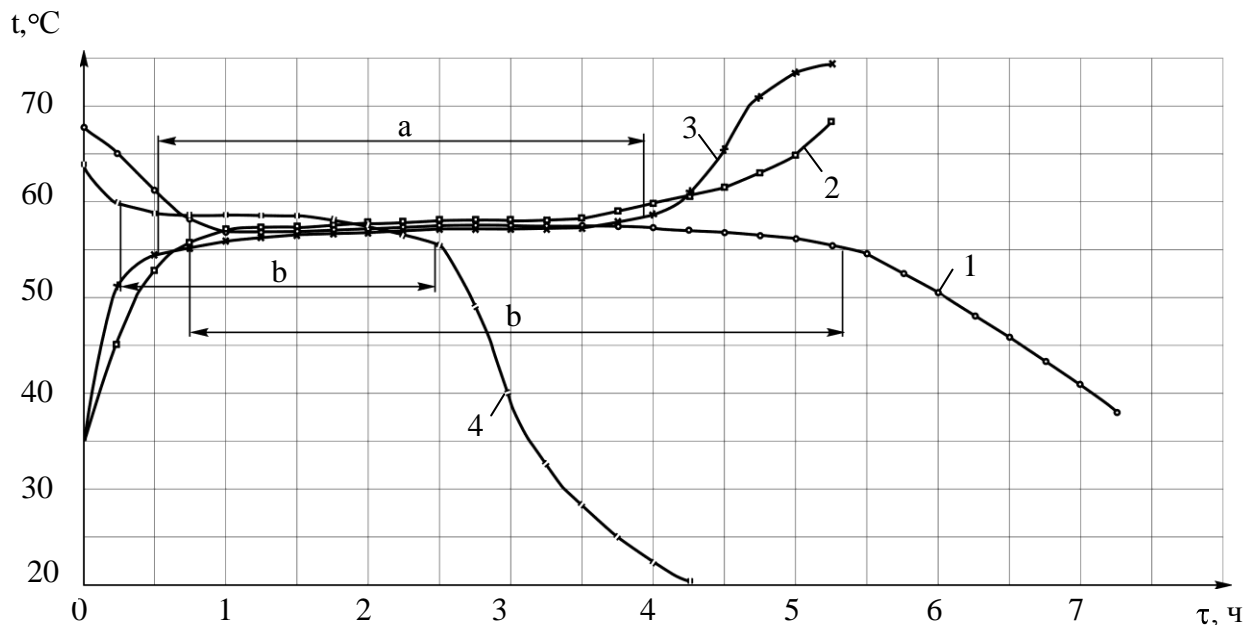
Рисунок 3 – график охлаждения бишофита  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  в экспериментальном модуле «в»

Как видно из приведенных кривых процесс фазового перехода (кристаллизации) осуществляется нестабильно и зависит от интенсивности охлаждения.

На кривых 1 и 2 (рисунки 2, 3) отображена усредненная температура массива кристаллогидрата, имеющая участки "а" снижения типа охлаждения. Объясняется это явление изменением плотности материала, образованием слоеной структуры с воздушными пустотами. Теплопотери при охлаждении на воздухе с температурой 0-

4 °С выше, чем при температуре 18 °С и имеют сложную зависимость. Конгруэнтность циклов "заряд-разряд" достаточно высокая.

Высокостабильным материалом и поэтому представляющим значительный интерес является тригидрат ацетата натрия  $CH_3COONa \cdot 3H_2O$ . Экспериментальные исследования выполнялись как с принудительным охлаждением при отводе тепла прокачиваемой по трубке охлаждающей жидкостью, так и при естественной конвекции.



- 1 – охлаждение естественной конвекцией с коэффициентом теплоотдачи;
- 2 – разогрев на водяной бане,  $t = 70 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;
- 3 – разогрев на водяной бане,  $t = 78 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;
- 4 – принудительно охлаждение, температура воды 8-10 °С, расход  $q = 1,43 \text{ л/мин}$ ;
- a – участок фазового перехода при нагреве кристалл – жидкость;
- b – участок фазового перехода при охлаждении жидкость – кристалл.

Рисунок 4 – график нагрева и охлаждения тригидрата ацетата натрия  $CH_3COONa \cdot 3H_2O$  в экспериментальных модулях «а» и «в»,  $t_{ф.н.} = 32,4 \text{ } ^\circ\text{C}$

На рисунках 4, 5 изображены графики изменения теплосодержания и температуры тригидрата ацетата натрия в экспериментальных модулях «а» и «б».

Анализ работ и качественная оценка заряда-разряда модулей кристаллогидратов в режимах теплоотдачи, близких к реализуемому на гидрофицированных машинах показывает следующее:

- при конвективной теплоотдаче зарядка теплом аккумулирующих веществ сопоставима по длительности с разрядкой при близком по величине тепловом напоре, т.е. перепаде температур;
- теплопроводность материалов в жидкой фазе в 2-2,5 раза выше, чем в твердой;
- для осуществления эффективной термостабилизации агрегата (узла) температура фазового перехода должна выбираться как можно ближе к температурному пределу потери работоспособности;
- для создания двухрежимных систем термостабилизации с целью улучшения пусковых свойств и оптимизации производительности целесообразно создавать двухслойные системы или эвтектики.