

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ  
ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

КӨЛІК – ЭНЕРГЕТИКА ФАКУЛЬТЕТІ



*«КӨЛІК ЖӘНЕ ЭНЕРГЕТИКАНЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ:  
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ШЕШУ ТӘСІЛДЕРІ» ІХ ХАЛЫҚАРАЛЫҚ  
ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ БАЯНДАМАЛАР  
ЖИНАҒЫ*

***СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
ІХ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО – ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ: «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТА И  
ЭНЕРГЕТИКИ: ПУТИ ИХ ИННОВАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ»***

***PROCEEDINGS OF THE IX INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICE  
CONFERENCE «ACTUAL PROBLEMS OF TRANSPORT AND ENERGY:  
THE WAYS OF ITS INNOVATIVE SOLUTIONS»***



Нұр-Сұлтан, 2021

**УДК 656**  
**ББК 39.1**  
**А 43**

**Редакционная коллегия:**

Председатель – Мерзадинова Г.Т., проректор по науке и инновациям ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, д.т.н., профессор; Заместитель председателя – Султанов Т.Т., заместитель декана по научной работе, к.т.н., доцент; Сулейменов Т.Б. – декан транспортно-энергетического факультета ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, д.т.н., профессор; Председатель «Әдеп» – Ахмедьянов А.У., к.т.н., доцент; Арпабеков М.И. – заведующий кафедрой «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта», д.т.н. профессор; Тогизбаева Б.Б. – заведующий кафедрой «Транспорт, транспортная техника и технологии», д.т.н. профессор; Байхожаева Б.У. – заведующий кафедрой «Стандартизация, сертификация и метрология», д.т.н. профессор; Глазырин С.А. – заведующий кафедрой «Теплоэнергетика», к.т.н., доцент.

**А 43 Актуальные проблемы транспорта и энергетики:** пути их инновационного решения: IX Международная научно – практическая конференция, Нур-Султан, 19 марта 2021 /Подгот. Г.Т. Мерзадинова, Т.Б. Сулейменов, Т.Т. Султанов – Нур-Султан, 2021. – 600с.

**ISBN 978-601-337-515-1**

В сборник включены материалы IX Международной научно – практической конференции на тему: «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения», проходившей в г. Нур-Султан 19 марта 2021 года.

Тематика статей и докладов участников конференции посвящена актуальным вопросам организации перевозок, движения и эксплуатации транспорта, стандартизации, метрологии и сертификации, транспорту, транспортной техники и технологии, теплоэнергетики и электроэнергетики.

Материалы конференции дают отражение научной деятельности ведущих ученых дальнего, ближнего зарубежья, Республики Казахстан и могут быть полезными для докторантов, магистрантов и студентов.

**УДК 656**  
**ББК 39.1**

**ISBN 978-601-337-515-1**

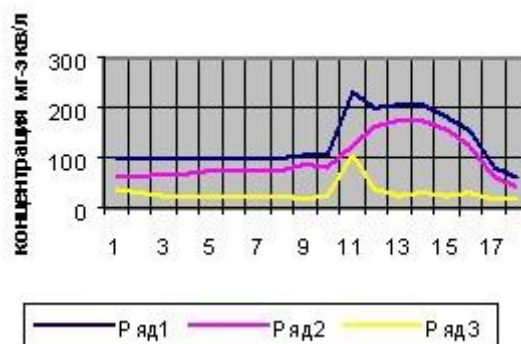


Рисунок 1 – Выходные кривые общей жесткости, кальция и магния

Регенерация описывается кривыми, представленными на рисунке 1. Ход кривых показывает, что ожидаемого резкого разделения катионов не происходит. Мы условно разделили образуемый регенерационный раствор на три порции

Но первая порция отработанного регенерационного раствора характеризуется общей жесткостью от 53 мг-экв/л до 98 мг-экв/л, содержанием кальция от 28 мг-экв/л до 60 мг-экв/л.

Во второй порции результат показателей общая жесткость возрастает от 98 мг-экв/л до 209 мг-экв/л затем постепенно снижается до 80 мг-экв/л, содержанием кальция соответственно от 60 мг-экв/л до 178 мг-экв/л, снижается до 64 мг-экв/л.

Таким образом, весь объем сточных вод процесса регенерация-отмывка целесообразно разделить на две части, первую в течении 20 мин и последнюю спустя 90 мин, содержание кальция и магния в которых практически равное. Вторую часть, где преобладает сульфат кальция, целесообразно собрать.

Сульфат кальция, с течением времени самоосаждается. Его можно использовать как сырье для приготовления гипса. По предварительно проведенным расчетам количество  $\text{CaSO}_4$  от регенерации одного фильтра, составит 0,7 тонны.

#### Список использованных источников

1. Водоподготовка. Процессы и аппараты. Под редакцией д.т.н. проф. О.И. Мартыновой. Учебное пособие для ВУЗов. М.: Атомиздат, 1977.
2. Белан Ф.И., Сутоцкий Г.П. Водоподготовка промышленных котельных. М.: Энергия, 1969.
3. Вихрев В.Ф., Шкроб М.С. Водоподготовка. М.: Энергия, 1973.

УДК 567.9410

### ОБЗОР СИСТЕМ АККУМУЛИРОВАНИЯ СКРЫТОЙ ТЕПЛОТЫ

**Мұқатай Арыстан Зәңгірұлы**

arystan.mukatayev@gmail.com

Магистрант первого курса кафедры «Теплоэнергетика» ЕНУ им. Л.Н.Гумилева,  
Нур-Султан, Казахстан

Повышение цен на традиционные источники энергии и экологическая осведомленность привели к увеличению использования возобновляемых источников энергии и повышению энергоэффективности. В этой ситуации хранение тепловой энергии играет действительно важную роль, поскольку позволяет улучшить управляемость и эффективность различных приложений, таких как солнечные электростанции, теплицы и системы отопления зданий.

Используются три метода хранения тепловой энергии, которые все еще исследуются. Один из них - это явное аккумулирование тепла (SHS), другое - это скрытое аккумулирование тепла (LHS), а последнее - термохимическое аккумулирование. В настоящей работе последние два из них будут представлены в следующих разделах, посвященных хранению при высоких температурах от 200 до 700 °С.

Первый метод (СВС) основан на повышении температуры твердого или жидкого тела для хранения тепла и высвобождении его при понижении температуры, когда это необходимо. Объемы, необходимые для хранения энергии в масштабах, необходимых миру, чрезвычайно велики. Поэтому разрабатываются два других метода. Метод LHS - это среднесрочный метод, а термохимическое хранение - долгосрочный, так как не было так много исследовательских работ и экспериментов, как с двумя другими методами.

### **Скрытое теплохраниение**

Как было сказано во введении, одним из вариантов хранения тепловой энергии является аккумулирование скрытой теплоты. Этот метод основан на использовании материалов с фазовым переходом (PCM). Эти материалы накапливают тепло, когда они переходят из твердого состояния в жидкость, из жидкости в газ или из твердого в твердое (переход одной кристаллической формы в другую без физического фазового перехода). Затем они высвобождают энергию при обратном изменении фазы. Следует отметить, что до сих пор исследования и приложения PCM были в основном сосредоточены на фазовом переходе твердое тело-жидкость.

Емкость системы LHS в конкретном случае превращения твердое тело в жидкость определяется уравнением 1 (Запоминающая способность системы LHS),

$$Q = \int_{T_i}^{T_m} m \cdot C_p \cdot dT + m \cdot a_m \cdot \Delta h_m + \int_{T_m}^{T_f} m \cdot C_p \cdot dT$$

где  $T_i$  - начальная температура,  $T_m$  - температура плавления,  $m$  - масса теплоносителя,  $C_p$  - удельная теплоемкость,  $a_m$  - расплавленная фракция и  $\Delta h_m$  - теплота плавления на единицу массы (Дж/кг).

Теплота плавления или теплота испарения намного превышает удельную теплоемкость. Благодаря этому скрытые материалы-хранилища обладают большей объемной емкостью хранения энергии, чем разумные материалы-хранилища. Другое преимущество заключается в том, что поглощение и высвобождение накопленной энергии происходит при постоянной температуре, что упрощает выбор материала для использования в различных областях применения.

### **Материалы для использования в качестве PCM**

Можно найти материалы с теплотой плавления и температурой плавления в желаемом диапазоне, но материал должен проявлять определенные свойства, чтобы стать возможным PCM. Эти свойства можно разделить на 5 групп: термические свойства, физические свойства, кинетические свойства, химические свойства и экономические свойства [1, 2].

Тепловые свойства материала должны быть:

- Подходящая температура фазового перехода для конкретного применения.
- Высокая скрытая теплота перехода для того, чтобы занимать минимально возможный объем.
- Высокая теплопроводность для обеспечения минимальных температурных градиентов и облегчения зарядки и отвода тепла.

Физические свойства:

- Благоприятное фазовое равновесие для облегчения аккумулирования тепла.
- Высокая плотность, чтобы занимать минимально возможный объем.
- Небольшое изменение объема для облегчения строительства различных необходимых контейнеров и теплообменников.

- Низкое давление пара, чтобы избежать напряжений и проблем с необходимыми емкостями и теплообменниками.

Кинетические свойства:

- Достаточная скорость кристаллизации во избежание переохлаждения.
- Отсутствие переохлаждения, так как затрудняет контроль теплопередачи и истинную температуру плавления, которая в принципе задана.

Химические свойства

- Долговременная химическая стабильность и полный обратимый цикл плавления / замораживания, так как он необходим для работы в течение максимального количества возможных циклов.

- Совместимость с материалами конструкции, так как также необходимо максимально возможное время для работы.

- Нет токсичности по соображениям безопасности.

- Отсутствие опасности возгорания также по соображениям безопасности.

- Невзрывоопасно также из соображений безопасности.

Наконец, с точки зрения экономики, материал должен быть в изобилии, доступным и рентабельным, чтобы помочь в целесообразности использования системы хранения.

### Классификация РСМ

Различные материалы, обладающие указанными выше свойствами, классифицируются по разным группам. Одна из возможных классификаций показана на рисунке 1. Есть три основные группы: органические материалы, неорганические материалы и эвтектики.

Выделяют три основные группы: органические материалы, неорганические материалы и эвтектики. Следует отметить, что, как правило, материалы не соответствуют всем свойствам, перечисленным в предыдущем разделе, и необходимо компенсировать конструкцией системы и различными методами улучшения, такими как использование ребер или композитных материалов в виде матриц.

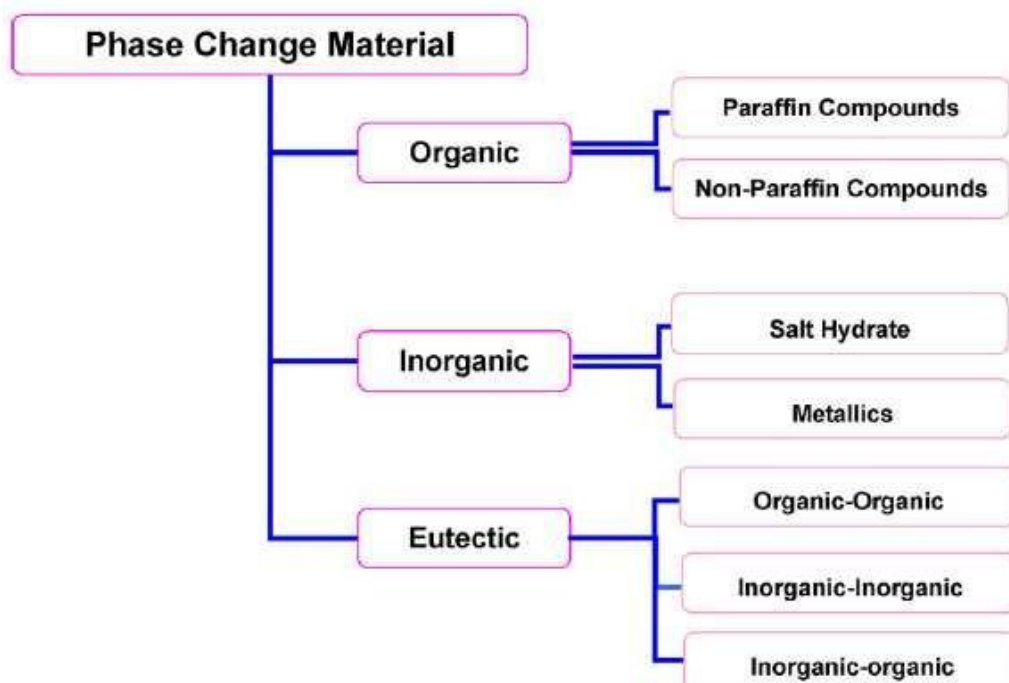


Рисунок 1 - Классификация РСМ [1]

Наконец, есть группа эвтектики. Эвтектика - это композиция с минимальной температурой плавления, состоящая из двух или более компонентов, каждый из которых плавится и замерзает, конгруэнтно образуя смесь составляющих кристаллов во время

кристаллизации [3]. В эту группу входят также три разных группы: органо-органические, неорганически-неорганические и неорганико-органические, в зависимости от природы компонентов композиции.

Был проведен обзор систем аккумулирования скрытой теплоты, которые можно найти для высокотемпературных применений. Большой прогресс уже достигнут с созданием нескольких моделей и лабораторных устройств. Тем не менее, предстоит еще многое сделать, чтобы начать коммерциализацию устройств LHS для высоких температур.

Есть еще некоторые проблемы, которые необходимо преодолеть, особенно низкая теплопроводность обычно используемых материалов с фазовым переходом. В этом направлении были изучены разные подходы, и концепция сэндвича на данный момент является наиболее успешной, как уже упоминалось. Тем не менее, макрокапсулирование РСМ, использование композитов и использование металлических материалов - интересные подходы, которым необходимо следовать и изучать дальше.

#### **Список использованных источников**

1. Обзор накопления тепловой энергии с использованием материалов и приложений с фазовым переходом, А. Шарма, Университет Кун Шань
2. Технология аккумулирования скрытой теплоты для высокотемпературных применений. – 2010. - № 9. - С. 1229–1239.
3. Джордж А. Теплоаккумулирующие материалы с фазовым переходом. Справочник по тепловому расчету.

**УДК 621.315.61**

### **ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ОПТИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАСЕЛ**

**Муратаева Галия Амировна, Муратаев Ибрагим Амирович**

*[esis00@mail.ru](mailto:esis00@mail.ru)*

доцент ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань,  
Россия

Значительную часть основного электрооборудования электроэнергетических сетей во всем мире составляют силовые высоковольтные трансформаторы. Силовые трансформаторы являются незаменимым электрооборудованием в системе производства и передачи электроэнергии. У трансформаторов с длительным сроком эксплуатации, сопровождающихся периодической доливкой масла однозначно определить марку масла практически невозможно. Сведения о марке, количестве и качестве долитого масла можно получить только на заводах-изготовителях оборудования, что через 30-50 лет после изготовления весьма проблематично. Уверенно можно говорить только о марках масла, залитого в трансформатор на заводе-изготовителе на основании отметки, сделанной в заводском паспорте или же в документации шефмонтажа при первом включении трансформатора. Получение сведений о восстановительных ремонтах само по себе не вызывает возражений, но реальное получение этих сведений сопровождается зачастую непреодолимыми трудностями, связанными, как правило, с периодическими структурными реорганизациями предприятий, сопровождающимися потерей документации.

В этой связи, говоря о марке залитого в трансформатор масла, следует подразумевать некоторую базовую составляющую исходного масла с добавками целого букета товарного трансформаторного масла, произведенного в разные годы, разрешенного к доливке в данный тип трансформатора. Это могут быть масла товарных марок Гк, Т-1500, Т-750, ТКп, ТАп, ТСП, Вг, изготовленные по ГОСТ или ТУ в разные годы.