



МЕЖДУНАРОДНАЯ МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2021
«ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА»

Материалы конференции

2

ISBN 978-5-6046580-4-8



9 785604 658048



ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2021 «ЭНЕРГЕТИКА И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»

Международная молодежная научная конференция
(Казань, 28–30 апреля 2021 г.)

Материалы конференции

В трех томах

Том 2

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»
АО «Системный оператор Единой энергетической системы»
Публичное акционерное общество «Федеральная сетевая компания
Единой энергетической системы»
Российский национальный комитет международного совета по большим
электрическим системам высокого напряжения (РНК СИГРЭ)
Благотворительный фонд «Надежная смена»

ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2021
«ЭНЕРГЕТИКА И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»

Международная молодежная научная конференция
(Казань, 28–30 апреля 2021 г.)

Материалы конференции

В трех томах

Том 2

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

*Под общей редакцией ректора КГЭУ
Э.Ю. Абдуллазянова*

Казань
2021

УДК 620.9:004
ББК 31.3
Т42

Рецензенты:

канд. техн. наук, зав. кафедрой «Электрические станции» ФГБОУ ВО «СамГТУ»
доц. А.С. Ведерников;
д-р техн. наук, проректор по НР ФГБОУ ВО «КГЭУ» И.Г. Ахметова

Редакционная коллегия:

Э.Ю. Абдуллазянов (гл. редактор), И.Г. Ахметова (зам. гл. редактора),
А.Г. Арзамасова

Т42 **Тинчуринские чтения – 2021 «Энергетика и цифровая трансформация. В 3 т. Т. 2. Теплоэнергетика: матер. Междунар. молод. науч. конф. (Казань, 28–30 апреля 2021 г.) / под общ. ред. ректора КГЭУ Э. Ю. Абдуллазянова. – Казань: ООО ПК «Астор и Я», 2021. – 455 с.**

ISBN 978-5-6046580-4-8 (т. 2)
ISBN 978-5-6046580-3-1

Опубликованы материалы Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские чтения – 2020 «Энергетика и цифровая трансформация», в которых изложены результаты научно-исследовательской работы молодых ученых, аспирантов и студентов по проблемам в области теплоэнергетики по следующим научным направлениям: электроэнергетические системы и сети, надежность, диагностика; электроснабжение; промышленная электроника и светотехника, электрические и электронные аппараты; перспективные материалы и направления развития физики, химии, математики и материаловедения; электротехнические комплексы и системы; энергоэффективность и энергобезопасность производства; системная автоматика, релейная защита и противоаварийное управление в электроэнергетических системах; инженерная защита окружающей среды и безопасность труда на производстве; возобновляемые источники энергии и безопасность; контроль, автоматизация и диагностика электроустановок электрических станций и подстанций.

Предназначены для научных работников, аспирантов и специалистов, работающих в сфере энергетики, а также для студентов вузов энергетического профиля.

Материалы публикуются в авторской редакции. Ответственность за их содержание возлагается на авторов.

УДК 620.9:004
ББК 31.3

ISBN 978-5-6046580-4-8 (т. 2)
ISBN 978-5-6046580-3-1

© КГЭУ, 2021
Оформление ООО ПК «Астор и Я», 2021

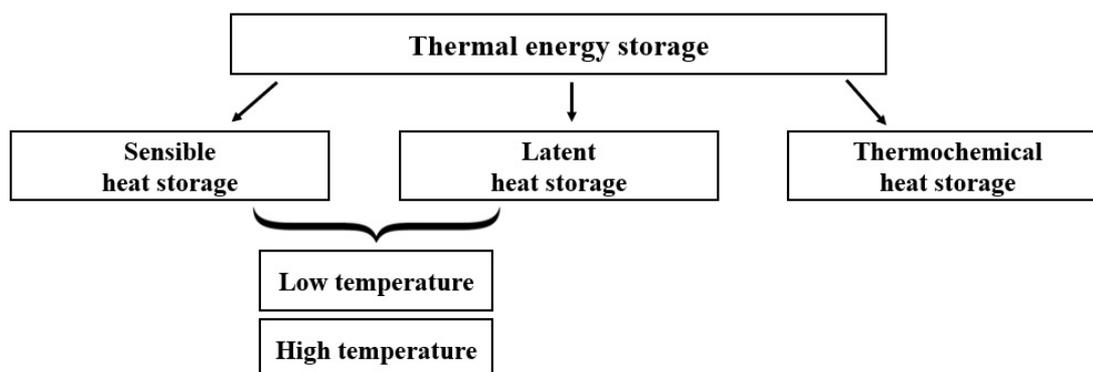
ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ТЕПЛОВЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ

Р.П. Зотов, К.С. Моисеева
 ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
 samasaka@yandex.ru
 Науч. рук. Т.О. Шинкевич

Дана оценка развития технологий тепловых накопителей. Представлена классификация тепловых накопителей энергии. Показано, что явные накопители тепловой энергии работают по принципу аккумулирования энергии, скрытые накопители тепловой энергии работают по принципу преобразования энергии в ходе протекания процессов с фазовыми переходами, термохимические накопители тепловой энергии осуществляют процесс аккумулирования тепловой энергии и ее передачу в ходе протекания обратимых термохимических реакций.

Ключевые слова: тепловые накопители, явные накопители, скрытые накопители, термохимические накопители, преобразование энергии, накопитель.

Накопители тепловой энергии представляют собой материальные объекты хранения тепловой энергии и последующего ее использования в той или иной сфере [1]. В зависимости от способов преобразования энергии и ее хранения тепловые накопители подразделяются на явные, скрытые и химические накопители тепла [2]. Следует отметить, что некоторые исследователи в области аккумулирования энергии производят классификацию тепловых накопителей только по двум категориям: явные и скрытые накопители тепла. Однако, открытие и развитие новых технологий аккумулирования и передачи тепловой энергии требует более широкой классификации. Поэтому в данной работе классификация тепловых накопителей осуществлена по трем категориям (см. рисунок).



Классификация тепловых накопителей энергии

Явные накопители тепловой энергии работают по принципу аккумуляции энергии, которая передается накопителю в ходе процесса нагревания, то есть тепло передается от внешнего источника, имеющего более высокую температуру, чем накопитель. Наиболее простым примером явного накопителя тепла является кровать, которая обогревается грелкой перед сном. Также можно применять явные накопители тепловой энергии при охлаждении воды в градирнях при условии, что это рентабельно [3]. Следует отметить, что важную роль в явных накопителях тепловой энергии занимают тепловые свойства материалов (плотность, теплоемкость, объемная теплоемкость). Явные накопители тепла в некоторых случаях дополнительно подразделяют на твердые (твердотельные) и жидкие (вода, масло и др.).

Скрытые накопители тепловой энергии работают по принципу преобразования энергии в ходе протекания процессов с фазовыми переходами. Как правило, поглощение или выделение тепловой энергии осуществляется с изменением агрегатного состояния вещества, например, с твердого на жидкое или наоборот. Наиболее простым примером скрытого накопителя тепла является производство льда во внепиковые периоды и его использовании для систем кондиционирования в более позднее время [4].

Термохимические накопители тепловой энергии осуществляют процесс аккумуляции тепловой энергии и ее передачу в ходе протекания обратимых термохимических реакций. Следует отметить, что накапливаемое и выделяемое тепло эквивалентно теплу (энтальпии) реакции.

Явные и скрытые накопители тепловой энергии также подразделяют на низкотемпературные и высокотемпературные системы. При этом диапазон температур, характеризующий определенную категорию (низкотемпературные или высокотемпературные) различен для явных и скрытых накопителей тепла. К категории низкотемпературных явных накопителей тепловой энергии относят диапазон протекания процессов при температурах до 100 °С, к скрытым накопителям тепловой энергии – до 120 °С. К категории высокотемпературных явных накопителей тепловой энергии относят диапазон протекания процессов при температурах выше 100 °С, к скрытым накопителям тепловой энергии – выше 120 °С (см. рисунок).

Проведенное исследование показало, что технологии тепловых накопителей широко применяются повсеместно, имеют высокую вероятность масштабирования и перспективу дальнейшего развития. Однако на развитие данных технологий существенным образом влияет как межгосударственная политика, так и проводимая политика внутри страны. Поэтому регулирование политики является ключевым фактором успешного и эффективного развития технологий тепловых накопителей как в России, так и в мире [5].

Источники

1. Zinurov V.E., Nikandrova M.V., Kharkov V.V. Assessment of Thermal Storage Technologies in Energy Sector // Proc. of the 2020 Ural Smart Energy Conference (USEC). 2020. Pp. 68–71.
2. Hu Z. Energy Storage for Power System Planning and Operation. John Wiley & Sons, 2020. 248 p.
3. Снижение энергетических затрат при отводе низкопотенциального тепла от оборотной воды путем использования блока оросителя с гофрированными перфорированными пластинами / В.Э. Зинуров [и др.] // Вестник технологического университета. 2019. Т. 22, № 10. С. 57–61.
4. Review on concentrating solar power plants and new developments in high temperature thermal energy storage technologies / M. Liu [et al.] // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2016. Vol. 53. Pp. 1411–1432.
5. Zatsarinnaya Y., Logacheva A., Amirov D. Contamination of Solar Panels as Factor in Selecting Location for Construction and Operation of Solar Power Plants in Russia. DOI: 10.1109/ICIEAM.2019.8743086 // 2019 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing. 2019. 5 p.