

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И
ИННОВАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ЧИРЧИКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

АБДУЛХАЛИКОВА НАИЛЯ РАНИЛЕВНА

**ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СУПЕРИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АККУМУЛИРОВАНИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В КАЧЕСТВЕ
МАТЕРИАЛА ДЛЯ САМООБРАЗОВАНИЯ
В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ**

(МОНОГРАФИЯ)

Ташкент
«Yangi chirchiq prints»
2024

УДК-37.046;37.0

КБК-74.00;71.0

A-16

Абдулхаликова Н.Р. Об использовании суперионных материалов для аккумулирования электрической энергии в качестве учебного материала для самостоятельного обучения в высшем образовании. [Текст]. -Ташкент. «Yangi chirchiq prints». 2024. – 114 с.

Рецензенты:

М.Б. Дустмуратов - доктор философии (PhD) по педагогическим наукам, и.о. доцента.

Ш.Н. Усмонов - Заведующий лабораторией «Рост полупроводниковых кристаллов» Физико-технического института АН РУз. д.ф.-м.н., (D.Sc.).

В данной монографии освещены сведения о классических способах аккумулирования различных видов энергии. Приведена эволюция способов аккумулирования энергии. Рассказано о современных способах аккумулирования электрической энергии на основе твердотельных аккумуляторов. Приведены варианты конструкций твердотельных аккумуляторных устройств, а также сведения о нанотехнологиях, используемых при создании таких устройств. Даны технические рекомендации к улучшению существующих моделей твердотельных аккумуляторов. В приложении приведены конструкции, принцип действия и технологические особенности наиболее используемых современных твердотельных аккумуляторов электрической энергии. Выводы после каждого раздела подитоживают изложенную информацию и снабжены контрольными вопросами и проектными заданиями.

Рассмотрено и утверждено научно – методическим советом Чирчикского государственного педагогического университета в качестве монографии 15 декабря 2023 года, протокол № 20.

ISBN 978-9910-780-10-3

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	4
I ГЛАВА. СВЕДЕНИЯ О КЛАССИЧЕСКИХ СПОСОБАХ АККУМУЛИРОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЭНЕРГИИ.....	6
1.1. Способы аккумуляирования энергии. Сведения из истории.....	6
Контрольные вопросы и задания.....	19
1.2. Аккумуляирование электрической энергии. Эволюция методов аккумуляирования электрической энергии	20
Контрольные вопросы и задания.....	45
Выводы по первой главе.....	46
II ГЛАВА. АККУМУЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ТВЕРДОТЕЛЬНЫМИ АККУМУЛЯТОРАМИ.....	47
2.1.Сведения о материалах используемых для твёрдотельных аккумуляторов электрической энергии и топливных элементов.....	47
Контрольные вопросы и задания.....	67
2.2. Конструкции наиболее широко используемых твёрдотельных аккумуляторов. Их технические диапазоны. Сфера использования. Достоинства и недостатки. Технические предложения.....	67
Контрольные вопросы и задания.....	107
Выводы по второй главе.....	108
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ.....	109
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	110

ВВЕДЕНИЕ

Монография прежде всего задумана как учебно - познавательный материал для студентов физических специальностей ВУЗов, а также для студентов политехнического направления обучения, а затем уже как представление информации по одному из актуальнейших вопросов нашей жизни- аккумулярованию электрической энергии различных источников. Для чего необходим познавательный элемент? В настоящее время при подготовке будущих технических специалистов в высших учебных заведениях особое внимание уделяется становлению профессионалов, как субъектов научно-исследовательской деятельности. Если технологический подход к обучению определял разработку образовательных моделей, направленных на организацию достижения фиксированных эталонов усвоения информации, то при исследовательском подходе педагогическим ориентиром становится создание условий для порождения новых знаний, выработке алгоритмов действий и личностных смыслов. Соответственно, акцент в современной организации обучения студентов вузов переносится с организации обучения как технологии на организацию обучения как исследования. Для обеспечения будущих поколений новыми технологиями нужны в первую очередь инженерные умы. Поэтому излагая материал об аккумуляровании энергии была предпринята попытка изложить его максимально в удобопонятной и популяризированной форме, с целью вызвать мотивацию учащихся к этой интересной и важной теме, а также задействовать их в научных исследованиях. В связи с этим в конце каждого раздела приведены контрольные вопросы по пройденной теме и возможные проектные задания.

В целом, актуальность работы связана с тем, что в настоящее время подходят к концу топливные ресурсы нашей планеты. Исследование даёт возможность учащимся проанализировать, какие энергоресурсы использовало

человечество на каком-либо этапе своего развития и какой эффект они производили в экономическом и техническом плане, и из этого сделать вывод, о том, какие источники энергии наиболее перспективны и целесообразны. Перспективностью рекомендуется считать не дешевизну самого источника энергии (двигателя, генератора), а доступность и большие запасы топлива для этого источника энергии. Скорее всего таковыми являются установки управляемого термоядерного синтеза (УТС), водяные турбины, многие так называемые альтернативные источники энергии. К ним можно отнести и атомные реакторы на быстрых нейтронах. Хотя топливо для них получается дорогим способом, однако эти реакторы могут сами производить топливо для своей работы. И конечно же особо важны способы аккумуляирования различных видов произведённой энергии. Теперь перейдем к рассмотрению основного вопроса исследования аккумуляирования энергии и к истории этого явления.

I ГЛАВА. СВЕДЕНИЯ О КЛАССИЧЕСКИХ СПОСОБАХ АККУМУЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГИИ

1.1. Понятие энергии. Виды энергии. Способы аккумуляции энергии. Сведения из истории

Энергия, от греческого слова *energeia* – деятельность или действие, - общая мера различных видов движения и взаимодействия. В естествознании различают следующие виды энергии: механическую, тепловую, электрическую, химическую, магнитную, электромагнитную, ядерную, гравитационную. Современная наука не исключает существование и других видов энергии.

Термин энергия – плод мысли человека, созданный для описания различных явлений природы.

Энергия измеряется в Джоулях (Дж). Для измерения тепловой энергии используют калории, $1 \text{ кал} = 4.18 \text{ Дж}$, электрическую энергию измеряют в $\text{Вт} \cdot \text{час} = 3.6 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 3.6 \text{ МДж}$, механическая энергия измеряется в $\text{кг} \cdot \text{м}$, $1 \text{ кг} \cdot \text{м} = 9.8 \text{ Дж}$.

Различают энергию макромира, микромира и внутреннюю энергию.

Кинетическая энергия – результат изменения состояния движения материальных тел.

Потенциальная энергия – результат изменения положения частей данной системы.

Способы преобразования энергии:

Закон сохранения энергии – энергия не создается и не уничтожается, она переходит из одного вида в другой. Различают энергию упорядоченного движения (свободную – механическую, химическую, электрическую, электромагнитную, ядерную) и энергию хаотического движения – теплоту.

В настоящее время нет способов непосредственного превращения ядерной энергии в электрическую и механическую, нужно вначале пройти стадию

превращения энергии в тепловую, а затем в механическую и электрическую.

Современная наука выделяет 4 силы, определяющие все многообразие мира: сила тяготения, электромагнитные и ядерные – сильные и слабые. Каждая из этих сил характеризуется мировой постоянной:

Сила тяготения - $\alpha_g = 6 \cdot 10^{-39}$.

Электромагнитные силы - $\alpha_e = 1/137$.

Сильные ядерные взаимодействия - $\alpha_s = 1$.

Слабые ядерные взаимодействия - $\alpha_w = 3 \cdot 10^{-12}$.

Таблица 1

Таблица 6.1

Взаимодействия в природе

Вид взаимодействия	Сила взаимодействия (относительные единицы)	Полевой квант	Безразмерная константа взаимодействия	Область проявления
Сильные (ядерные)	1	Пионы Глюоны	$\alpha_s = g_s^2 / (hc)$ $\alpha_s = 1 / \ln(q^2 / \Lambda^2)$	Атомные ядра Фундаментальные частицы
Электромагнитные	10^{-3}	Фотоны	$\alpha = e^2 / (hc)$	Атомы, электротехника
Слабые	10^{-15}	$Z^0, W(\pm)$ — бозоны	$\alpha_w = g_w^2 / (hc)$	Радиоактивный распад, распадные процессы
Гравитационные	10^{-39}	Гравитон	$\alpha_G = g_G^2 / (hc)$	Массивные тела и фотон

Из этих констант получаются все остальные физические постоянные [1].

Более 20 млрд. лет назад образовалась Вселенная, энергия «большого взрыва» - создала энергию, которая составляет основу нашей жизни, она же создала Солнце и Землю. Энергия Солнца привела к образованию на Земле запасов топливных ресурсов, заставляет постоянно перемещаться водяные и воздушные массы на Земле. Тепловая энергия горячего ядра Земли также участвует в

круговороте веществ и превращении энергии.

Во Вселенной происходят процессы преобразования энергии из одного вида в другой в огромных масштабах. Человечество находится пока в самом начале пути понимания этих процессов.

Источники энергии характеризуются энергетической ценностью- энергия используется с целью обеспечить человечеству стабильность существования. Использование энергии помогает нам облегчить совершение той или иной работы, в результате которой производятся материальные блага. Обладание источниками энергии составляет благосостояние общества. Источники энергии — это вещества и процессы, которые встречаются в природе. Они определяются количеством энергии, которую мы получим при использовании источника. Источники энергии делят на не возобновляемые и альтернативные (возобновляемые).

С древнейших времен люди задумывались о сбережении того или иного количества энергии, например, сохранение тепла или механической энергии, т.е. задумывались об элементарном аккумулировании. И это естественно.

В прошлом энергия расходовалась одноразово на нужды человека, или просто пропадала впустую. История сохранения (аккумулирования) энергии уходит корнями в историю ветряных мельниц и водяных колёс, а также механических часов. Люди десятилетиями искали способы сохранения энергии из тепла и колебаний. С постепенным развитием возобновляемой энергетики все большее внимание привлекают промышленные методы сохранения энергии.

Стремление человечества с начала своей истории овладеть энергией в своих интересах можно выразить в виде этапов:

1. огонь,
2. мускульная сила животных,

3. сила ветра, воды,
4. энергия пара
5. электроэнергия
6. ядерная энергия.

Затем постепенно человечество пришло к заключению, что энергию возможно преобразовывать в другие виды и использовать для совершения работы, а еще и сохранять.

Механическая энергия преобразуется в тепловую – трением, в химическую – путем разрушения структуры вещества, сжатия, в электрическую – путем изменения электромагнитного поля генератора.

Тепловая энергия преобразуется в химическую, в кинетическую энергию движения, а эта – в механическую (турбина), в электрическую (термо э.д.с.)

Химическая энергия может быть преобразована в механическую (взрыв), в тепловую (тепло реакции), в электрическую (батарейки).

Электрическая энергия может быть преобразована в механическую (электромотор), в химическую (электролиз), в электромагнитную (электромагнит).

Электромагнитная энергия – энергия Солнца – в тепловую (нагрев воды), в электрическую (фотоэффект → гелиоэнергетика), в механическую (звонок телефона).

Ядерная энергия → в химическую, тепловую, механическую (взрыв), регулируемое деление (реактор) → химическая + тепловая.

Таким образом, **аккумуляция энергии** - это накопление энергии для её дальнейшего использования. Устройство, хранящее энергию, обычно называют **аккумулятором** или батареей. Типичным примером современного устройства накопления энергии (энергонакопителя) - является аккумуляторная батарея, в которой хранится химическая энергия, легко преобразуемая в электричество, например, для работы мобильного телефона. Можно сказать, что импульсом к поиску новых устройств для накопления энергии

в современном обществе послужил поиск создания мощных сенсорных сетей и мобильных устройств без батарей. Другой причиной развития этого направления стало стремление обратить внимание людей на вопросы изменения климата и глобального потепления. Причина нестабильности экологии кроется в нерентабельном использовании энергии в прошлом. Так, в прошлом веке электричество добывалось путём сжигания ископаемого углеродного топлива. Трудности возникавшие с транспортировкой энергии, загрязнением атмосферного воздуха и глобальным потеплением привели постепенно к росту использования возобновляемых источников энергии — таких, как солнечная энергия, энергия ветра, энергия морских приливов. Однако, энергия ветра зависит от сезонных условий. Солнечная энергия зависит от географического положения, отсутствия облаков. Она доступна только в солнечное время суток, однако, спрос на электроэнергию обычно наиболее востребован после захода солнца. Интерес к накоплению энергии из альтернативных источников растёт, потому что именно они в последнее время генерируют всё большую часть мирового производства электроэнергии. Использование электричества вне электросетей стало доходной областью для рынка энергетики в прошлом веке, но в наше время, оно значительно расширилось. Портативные устройства для сохранения электроэнергии становятся популярными во всём мире. Солнечные преобразователи энергии наиболее востребованы в сельских местностях. Доступное электричество теперь зависит от экономики, а не от местоположения. Однако в энергоснабжении транспорта по-прежнему преобладает сжигание топлива (мазут, бензин, керосин, газ). Поэтому остро стоит вопрос о разработке рентабельных и бюджетных аккумуляторов для транспортных средств. Говоря об аккумулировании, необходимо вспомнить все виды энергии, которое использовало человечество в процессе своего развития.

Первым источником энергии древнего мира, естественно, был огонь, который согревал, освещал, отпугивал хищников, помогал приготовить легкоусвояемую и безопасную пищу. Добыча огня поначалу была не очень лёгким процессом для человека—поэтому древние люди старались его просто сохранять. Следующим источником энергии была энергия сгибания упругих веток, первые метательныеоружияиметательныемашины,позволявшие преобразовать потенциальную энергию натянутой тетивы в кинетическую энергию стрелы и, таким образом, стрела, выпущенная из лука, летела намного дальше, чем стрела, брошенная рукой человека. Следующим источником энергии стало использование энергии воды (водопадов, рек с быстрым течением). Такой энергией человечество пользовалось в течение всей своей истории и пользуется и поныне -это водяные двигатели, турбины. Затем, люди научились использовать энергию химических соединений (энергию пороха и динамита) и другие виды энергии.

Таким образом, обобщая все виды энергии, использованные человечеством за всю свою историю, можно классифицировать их по форме движения материи:

Механическая, Тепловая, Химическая, Электрическая, Световая, Ядерная, Магнитная. Каждый из видов энергии был довольно-таки значимым в различные исторические периоды и поэтому на протяжении развития человеческой цивилизации сложились следующие виды сбережения энергии:

1. Хранение природного топлива.
2. Механический:
 - технология накопления энергии сжатого воздуха (пневматический аккумулятор);
 - бестопочный паровоз;
 - супермаховик;
 - потенциальная энергия гравитации;
 - гидроаккумулятор;
 - гидроаккумулирующая электростанция.

1. Электрический, электромагнитный:
2. конденсатор;
 - суперконденсатор;
 - сверхпроводящий накопитель электрической энергии;
 - сверхпроводящие магниты и сверхпроводящие катушки.
4. Биологический:
 - гликоген;
 - крахмал.
5. Электрохимический (система накопления энергии - батареи):
 - проточная батарея;
 - аккумуляторная батарея;
 - UltraBattery.
6. Тепловой:
 - тепловой аккумулятор;
 - криогенные системы хранения, аккумулирование энергии жидкого воздуха;
 - криогенный двигатель Дэрмана;
 - эвтектическая система;
 - кондиционер хранения льда;
 - соль в качестве накопителя энергии;
 - фазовый переход вещества;
 - сезонное хранение тепловой энергии;
 - солнечный водоем;
 - паровой аккумулятор;
 - хранение тепловой энергии (общее).
7. Химический:
 - биотопливо;
 - гидратированные соли;
 - хранение водорода;
 - пероксид водорода;
 - технология Power-to-Gas;
 - оксид ванадия.

Рассмотрим отдельно каждый вид аккумулирования.

Механическое накопление

Энергия может сохраняться в воде, перекачиваемой на большую высоту или путем перемещения твердого вещества в более высокие места (гравитационные батареи). Другие механические методы предполагают сжатие воздуха или закручивание маховиков, которые преобразуют электрическую энергию в кинетическую, возвращая её, когда потребность в электричестве достигает пика.

Гидроэлектричество

Гидроэлектростанции с водохранилищами могут эксплуатироваться для обеспечения электроэнергией в периоды пикового спроса. Вода хранится в резервуаре в периоды низкой потребности и высвобождается при высокой потребности. Эффект аналогичен накоплению с перекачкой, но без сопутствующих потерь. Хотя гидроэлектростанция напрямую не накапливает энергию из других источников, она ведет себя эквивалентно, снижая выработку в период избытка электроэнергии, полученной из других источников. В этом режиме плотины являются одной из наиболее эффективных форм аккумулирования энергии, поскольку меняется только количество её генерации. Гидроэлектрические турбины имеют время запуска порядка нескольких минут.

Гидроаккумулирующая электростанция

Во всем мире гидроаккумулирующая электростанция (ГАЭС) является наиболее крупной формой накопления энергии в больших масштабах. Энергетическая эффективность ГАЭС варьируется, на практике, от 70 % до 80 %. В периоды низкой потребности в электроэнергии, избыточная генерирующая мощность используется для перекачки воды из более низкого резервуара в более высокий. Когда спрос растет, вода поступает обратно в нижний резервуар (или водный путь/водоем) через турбину, вырабатывающую электричество. Реверсивные

турбогенераторные узлы действуют как насос и турбина (обычно это турбина Фрэнсиса). Почти все подобные сооружения используют перепад высот между двумя водоемами. Насосно-накопительные установки «в чистом виде» перемещают воду между резервуарами, в то время как подход с «откачкой» представляет собой комбинацию насосных хранилищ и обычных гидроэлектростанций, использующих естественное течение воды.



Рис.1. Схема гидроаккумулирующей станции

Технология накопления энергии сжатого воздуха

Пневматический аккумулятор использует избыточную энергию для сжатия воздуха для последующего производства электроэнергии. Сжатый воздух хранится в подземном резервуаре.

преимуществ перед их литий-ионные аналоги, такие как более высокая плотность энергии, повышенная безопасность, более длительный срок службы и возможность более быстрой зарядки. Эти преимущества сделают их привлекательным вариантом для автомобильной промышленности и будущего электрической мобильности. Однако стоимость твердотельных аккумуляторов остается вызовом, что необходимо решить для широкого распространения.

На стоимость твердотельных аккумуляторов влияют различные факторы, в том числе материалы используемые в производственных процессах и эффект масштаба. В настоящее время стоимость производства твердотельных аккумуляторов выше по сравнению с литий-ионными батареями из-за сложности производственного процесса и ограниченные производственные мощности. Однако по мере развития технологий и объемов производства ожидается снижение стоимости.

Экономическая целесообразность использования твердотельных батарей

Несмотря на текущую более высокую стоимость твердотельных батарей они обладают потенциальной экономической целесообразностью на долгое время. Преимущества, которые они предлагают, такие как более высокая плотность энергии и повышенная безопасность, могут перевесить первоначальные инвестиции. Рассмотрим подробнее эти показатели.

1. Более высокая плотность энергии: Твердотельные батареи способны хранить больше энергии в меньшем и более легком корпусе по сравнению с литий-ионными батареями. Эта повышенная плотность энергии приводит к увеличению запаса хода электромобилей, уменьшая потребность в частой зарядке и повышая общий пользовательский опыт.

2.Повышенная безопасность: Твердотельные аккумуляторы по своей сути безопаснее литий-ионных аккумуляторов из-за наличия в них твердого электролита. Они менее склонны к тепловому выходу из строя и имеют меньший риск возгорания или взрыва. Эта повышенная безопасность функция не только защищает автомобиль occupants но и снижает риск материальный ущерб и потенциальные обязательства.

3.Длительный срок службы: Твердотельные батареи имеют потенциал более длительного срока службы по сравнению с литий-ионными батареями. Это означает, что они могут выдержать больше циклов зарядки-разрядки прежде чем испытать значительную деградацию. Более длительный срок службы батареи снижает потребность в частых заменах, Быстрая зарядка: Твердотельные батареи обладают потенциалом возможность более быстрой зарядки по сравнению с литий-ионными аккумуляторами. Это значит, что владельцы электромобилей могут потратить меньше времени ожидания их автомобиля заряжать, делая электрическую мобильность более удобной и привлекательной для потребителей.

Если в первой экономической целесообразность твердотельных аккумуляторов является перспективным, важно учитывать общая стоимость-анализ выгод. Первоначальная более высокая стоимость твердотельных батарей необходимо сопоставлять с долгосрочные преимущества они предлагают. Ожидается, что по мере развития технологии и эффекта масштаба стоимость твердотельных аккумуляторов снизится, что сделает их более экономически выгодным вариантом для электромобилей.

Будущее твердотельных аккумуляторов в электромобилях .

Твердотельные аккумуляторы стали многообещающей технологией будущего электромобилей (EV). Эти батареи обладают рядом преимуществ по

сравнению с традиционными литий-ионными батареями, включая более высокую плотность энергии, повышенную безопасность, более длительный срок службы и более быстрое время зарядки. Далее рассмотрим потенциал твердотельных аккумуляторов в революционном преобразовании автомобильной промышленности и испытаниях, которые необходимо преодолеть ради их широкого распространения.

Потенциал галогенных твердотельных аккумуляторов для электромобилей и самолетов

Галогенные твердотельные батареи. Это определенный тип твердотельных батарей, который показывает большой потенциал для использования в электромобилях и даже в самолетах. Эти батареи используют электролит на основе галогенидов, который предлагает высокую ионную проводимость и улучшенную производительность по сравнению с другими твердотельными батареями и технологиями [39].

Одним из ключевых преимуществ галогенных твердотельных батарей является их высокая плотность энергии. Это означает, что они могут хранить больше энергии в меньшем и более легком корпусе, что позволяет иметь увеличенный диапазон и повышение эффективности электромобилей. Например, галогид твердотельная батарея потенциально может позволить электромобилю путешествовать 500 миль (806 км) на одном заряде по сравнению со средним диапазоном около 250 миль (403 км) современных литий-ионных аккумуляторов.

Еще одним важным аспектом галогенных твердотельных батарей является их повышенная безопасность. Эти батареи менее склонны к тепловому выходу из строя и имеют меньший риск возгорания или взрыва по сравнению с традиционными литий-ионными батареями. Этот улучшенный режим безопасности имеет решающее значение для широкого распространения электромобилей, поскольку это решает

проблемы, связанные с безопасностью аккумуляторов, и помогает построить доверие потребителей. В дополнении к их энергетической плотности и преимуществам в области безопасности, галогенные твердотельные батареи также обеспечивают более длительный срок службы и более быстрое время зарядки. Эти батареи могут работать значительно дольше, чем литий-ионные, что снижает необходимость частой замены аккумулятора. Более того, возможности их быстрой зарядки могут значительно сократить время, необходимое для зарядки электромобилей, что делает их более удобными для ежедневного использования. Несмотря на многочисленные неоспоримые преимущества, до сих пор существуют проблемы, которые необходимо решить, прежде чем галогенные твердотельные батареи смогут широко использоваться в электромобилях и самолетах. Эти проблемы связанные с оптимизацией производственного процесса, улучшением общей производительности и эффективности, а также снижение себестоимости продукции. Однако с множество исследований и усилия в этой области развития, даёт надежды, что эти проблемы будет преодолены, прокладывая пути для широкого распространения галогенных твердотельных батарей в транспортный сектор.

Возможен ли выпуск твердотельных аккумуляторов для электромобилей в Узбекистане?

Все сырье, необходимое для производства литий-железо-фосфатных аккумуляторов для электромобилей, доступно в Узбекистане. Вопрос локализации производства обсудил министр Джорабек Мирзамахмудов на встрече с вице-президентом «Huawei Digital Power» по Ближнему Востоку и Центральной Азии Яо Сином. Компания «Huawei Digital Power» может локализовать в Узбекистане производство инверторов для солнечных установок и зарядных устройств для электромобилей. Об этом сообщает Минэнерго [40].

Твердотельные аккумуляторы и медицина

Твердотельные аккумуляторы могут использоваться в медицинской технике, например, в имплантируемых устройствах, таких как искусственные сердца или слуховые аппараты. Они обеспечивают долговременную работу без необходимости частой замены батареи. Уже сегодня твердотельные батареи неотъемлемая часть кардиостимуляторов.

Аккумуляторы в медицине. Применение аккумуляторов в медицине охватывает все сферы и направления – от химических исследований и санаторно-профилактической области до оказания экстренной помощи и проведения хирургических операций. Аккумуляторное оборудование используется для диагностики, лечения и профилактики заболеваний, улучшения состояния здоровья пациентов и спасения жизней.

Автономные источники питания позволяют сохранять работоспособность энергозависимого оборудования при отключении электричества и обеспечивать питание медтехники при отсутствии доступа к электросети. Кроме того, аккумуляторы используются для питания разнообразных портативных устройств и медтехники – от электрических массажеров до электрохирургических дрейлей.

Примеры использования аккумуляторов в медицине.

В хирургии применяются работающие на аккумуляторах наркозные аппараты, операционные столы, беспроводные ультразвуковые инструменты хирурга, электрические отсасыватели и бестеневые светильники. Нужны аккумуляторы и для устройств, запаивающих трубки полимерных контейнеров, в которых заготавливают и хранят кровь.

В диагностических целях применяются аккумуляторные электрокардиографы, спирометры, спирографы, офтальмоскопы, ретиноскопы, анализаторы, пульсоксиметры, алкотестеры. На аккумуляторах работают

медицинские весы, электронные дозаторы, тепловизоры, звукоуреактотесты, капнографы, УЗИ сканеры.

Работа от АКБ характерна и для мониторинговой техники разных видов, такой как мониторы глубины наркоза и седатации, мониторы анестезиолога-реаниматолога, экраны определения параметров жизненных функций пациента, анализаторы газов крови, прикроватные мониторы и др. По этому же принципу получает энергию инфузионная техника: дыхательные аппараты, инфузионные насосы, мониторы пациента, шприцевые насосы и дозаторы.

Создание твердотельных аккумуляторов позволили разработать конструкторам, производящим медицинское оборудование, современные конструкции электрокардиостимуляторов, позволяющих значительно увеличить продолжительность жизни больных с вертебральной недостаточностью вплоть до 15-20 лет.

Электрокардиостимулятор (ЭКС) — это медицинский прибор, предназначенный для воздействия на ритм сердца.

Основной задачей кардиостимулятора (водителя ритма) является поддержание или навязывание частоты сердечных сокращений пациенту,

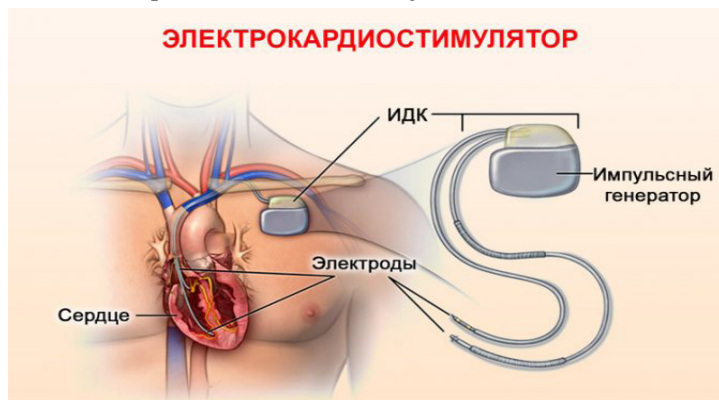


Рис. 15. Электрокардиостимулятор. Питание импульсного генератора осуществляется от твердотельного аккумулятора [42].

Краткий перечень аккумуляторной медтехники

Многие устройства получают питание от аккумуляторов и помогают врачам в их непростой работе. В частности, среди аккумуляторной медтехники есть:

- дефибрилляторы;
- кислородные концентраторы; аппараты-дезинфекторы;
- транспортные инкубаторы;
- аппараты искусственной вентиляции легких;
- медицинские электрические аспираторы;
- аппараты для электротерапии;
- небулайзеры;
- системы облучения крови;
- стимуляторы роста костной мозоли;
- аппараты низкочастотной физиотерапии;
- стационарные клинические молокоотсосы;
- экзэнцефалоскопы;
- бинокулярные осветители на очковой оправе;
- полимеризационные лампы на светодиодах;
- эндодонтические наконечники;
- экзоскелеты;
- медицинские манекены;
- инвалидные кресла-коляски;
- подъемные устройства для ванн, необходимые для людей с ограниченными физическими возможностями.

Твердотельные аккумуляторы имеют широкий спектр применения и обладают рядом преимуществ по сравнению с традиционными аккумуляторами. Однако они также имеют свои недостатки, и дальнейшее развитие технологии требует решения ряда технических проблем.

Контрольные вопросы и задания

1. Каковы перспективы в аккумулировании электроэнергии
2. Аккумулятор будущего

3. Спектр применения аккумуляторов электроэнергии
4. Применение аккумуляторов электроэнергии в медицине
5. Преимущества твердотельных аккумуляторов
6. Твердотельные аккумуляторы: быстрое зарядное устройство
7. Преимущества и недостатки быстрой зарядки
8. Особенности твердотельных аккумуляторов
9. Недостатки твердотельных аккумуляторов
10. Твердотельные аккумуляторы: большой срок службы
11. Твердотельные аккумуляторы: применение в различных областях
12. Преимущества твердотельных аккумуляторов

Выводы по второй главе. Говоря о преимуществах и недостатках зарядных устройств, становится очевидной необходимость развития направления исследований твердотельных аккумуляторов электрической энергии. Это и исследования в области материаловедения и конструирования. Из приведенного материала виден весь спектр применения твердотельных аккумуляторов: это и автомобилестроение, и медицина, и информационные технологии, и оборона, т.е. охватывают все сферы человеческой деятельности.

Отличительной чертой этих устройств, являются такие характеристики как безопасность в эксплуатации, большое количество циклов заряда, безпотери ёмкости, более высокая энергоёмкость, малое время заряда, возможность производства в более компактных размерах. К недостаткам можно отнести дороговизну на ранних этапах разработки.

ОБЩИЕ ВЫВООДЫ

Развитие науки, техники и производства требует принципиально нового подхода к устройствам сохранения электрической энергии. Классические способы являются малоэффективными, и во многих случаях небезопасными.

Таким образом, необходимость аккумуляирования электрической энергии для различных сторон жизнедеятельности человека, выдвигает требования к созданию твердотельных аккумуляторов электрической энергии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Н. Belarbi, A. Haouzi, J.C. Giuntini, J.V. Zanchetta, J. Niezette, J. Vanderschueren. Clay Miner. 32, 13-20 (1997)
- [2]. «Концентрация солнечной энергии нежизнеспособна без хранения, говорят эксперты». Ноябрь 2016.
- [3]. «SECI объявляет тендер на поставку 5 ГВт круглосуточной возобновляемой энергии в сочетании с тепловой». 17 марта 2020 года.
- [4]. Баранов М.И. Избранные вопросы электрофизики: Монография в 2-х томах. Том 2, Кн. 2: Теория электрофизических эффектов и задач. – Харьков: Изд-во «Точка», 2010. – 407 с.
- [5]. Баранов М.И. Избранные вопросы электрофизики: Монография в 2-х томах. Том 1: Электрофизика и выдающиеся физики мира. – Харьков: Изд-во НТУ «ХПИ», 2008. – 252 с.
- [6]. Большой иллюстрированный словарь иностранных слов. – М.: Русские словари, 2004. – 957 с.
- [7]. <http://akbgen.ru/istoriya>.
- [8]. Кузьмичев В.Е. Законы и формулы физики / Отв. ред. В.К. Тартаковский. – Киев: Наукова думка, 1989. – 864с.
- [9]. <http://www.dryfit.ru/1.php>.
- [10]. Баранов М.И. Антология выдающихся достижений в науке и технике: Монография в 2-х томах. Том 1. – Харьков: Изд-во «НТМТ», 2011. – 311 с.
- [11]. <http://www.electrolibrary.info/history/historyyakumul.html>.
- [12]. <http://www.rusactive.ru/history/oneinvention/accumulator>.
- [13]. <http://ledbattery.blogspot.com/2011/08/blog-post.html>.
- [14]. Скляренко В.М., Сядро В.В. Открытия и

изобретения. – Харьков: Веста, 2009. – 144 с.

[15]. http://ru.wikipedia.org/wiki/Химический_источник_тока

[16]. Орлов В.А. Малогабаритные источники тока. – М.: Высшая школа, 1970. – 296 с.

[17]. [17]. М.И. Баранов. АНТОЛОГИЯ ВЫДАЮЩИХСЯ ДОСТИЖЕНИЙ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ. ЧАСТЬ 22: ИЗОБРЕТЕНИЕ АККУМУЛЯТОРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ.. Электротехніка і Електромеханіка. 2014. №5, 5-12. ISSN 2074-272X.

[18]. Артамонова, М.В. Химическая технология стекла и ситаллов [Текст]. / М.В. Артамонова, М.С. Асланова, И.М. Бужинский и др.; под ред. Павлушкина Н.М. – М.: Стройиздат, 1983 – 432 с.: ил. – 7 500 экз. Кочемировская С. В. Нанослоистые композитные материалы на основе халькогенидного стекла и иодида серебра диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук специальность 02.00.21 — химия твердого тела[Текст]../ Санкт-петербург 2017

[19]. Лю К, Кан И, Тао Х, Чжан Х, Сюй Ю. Материалы (Базель). 27 февраля 2022 года; 15 (5):1797. doi: 10.3390/ma15051797.PMID

[20]. N. Kamaya, K. Nomma, Y. Yamakawa, M. Hirayama, R. Kanno, M. Yonemura, T. Kamiyama, Y. Kato, S. Hama, K. Kawamoto, A. Mitsui. Nature Materials. 10, 682–686 ,(2011).

[21]. Н. Ф. Уваров, А. С. Улихин, А. А. Исакова, Н. Н. Медведев, А. В. Аникеенко. Электрохимия, 47(4), 429-435 (2011)

[22]. Биланич, Р.Ю. Бучук, К.В. Скубенич, И.И. Макауз, И.П. Студеняк, Внутреннее трение в серебросодержащих суперионных стеклах $(\text{Ag}_3\text{AsS}_3)_x (\text{As}_2\text{S}_3)_{100-x}$ © В.С, Физика твердого тела, 2012, том 54, вып. 12 07

[23]. Швета Чахал¹, Акила Джи Прабхудессай¹, Рупали Шекхават¹, CVinoth¹, К.Рамеш¹ Структурно-количественные соотношения в критически связанных $(\text{GeTe}_{4-100-x})(\text{As}_2\text{Se}_3)_x$ стёклах/ Dalton Trans. 2022, 16 августа;51(32): 12100-

12113.doi: 10.1039/d2dt01969h.

[24]. Stéphanie Albert, Julien Haines, Dominique Granier, Энни Прадель Влияние давления на суперионный аргиродит $\text{Ag}_7\text{GeSe}_5\text{I}$ /Журнал прикладной кристаллографии 42(1):93-100/Февраль 2009. DOI:10.1107/S0021889808034912

[25]. Н. Ф. Уваров, А. С. Улихин, А. А. Исакова, Н. Н. Медведев, А. В. Аникеенко. Электрохимия, 47(4), 429-435 (2011).

[26]. М.Ф. Бутман, Н.Л. Овчинников, В.В. Арбузников, А.В. Агафонов. Известия вузов. Химия и химическая. 55(8), 73-77 (2012).

[27]. Суперионики — Мегаэнциклопедия Кирилла и Мефодия. megabook.ru>article/Суперионики

[28]. Слоистые глинистые минералы с двухслойными кремнекислородными тетраэдрами. studfile. net>preview/9434113/page:4/

[29]. Бутман М.Ф., Овчинников Н.Л., Нуралыев Б., Арбузников В.В. /Синтез материала с Na^+ суперионной проводимостью на основе Al_2O_3 -пилларированного монтмориллонита//Письма о материалах т.3 (2013) 176-179.

[30]. Метанол - экологически чистый источник энергии будущего trend.az>Энергетика>2009344.html

[31]. Уиттингем, М. Стэнли (2021-02-01). «Твердотельная ионная электроника: ключ к открытию и доминированию литиевых батарей: некоторые выводы из использования β -оксида алюминия и дисульфида титана». МИССИС Бюллетень. 46 (2): 168–173. Bibcode:2021MRSBu..46..168 Вт. doi:10.1557/s43577-021-00034-2. ISSN 1938-1425. OSTI 1848581. S2CID 233939199.

[32]. Камая, Нориаки; Хомма, Кэндзи; Ямакава, Юитиро; Хираяма, Масааки; Канно, Редзи; Йонемура, Масао; Камияма, Такаси; Като, Юки; Хама, Сигенори;

Кавамото, Кодзи; Мицуи, Акио (июль 2011). "Литиевый суперионный проводник". Природные материалы. 10 (9): 682–686. Bibcode:2011NatMa..10..682K.

[33]. Греймель, Ханс (27 января 2014). «Toyota готовит твердотельные аккумуляторы к 20-м годам». Автомобильные новости.

[34]. «Твердотельный аккумулятор, разработанный в CU-Boulder, может удвоить ассортимент электромобилей». Университет Колорадо в Боулдере. 18 сентября 2013.

[35]. Бакленд, Кевин; Сагиике, Хидеки (13 декабря 2017 г.). «Toyota усиливает влияние аккумуляторов Panasonic на рынок электромобилей». Bloomberg Technology. Проверено 7 января 2018

[36]. Датчанин, Пол (2018-09-12). «Прямо из Калифорнии (и Луисвилля): Аккумулятор, который может изменить мир». Boulder Weekly. Проверено 2020-02-12.

[37]. Праншу Верма (18 мая 2022 года). «В гонке за автомобильным аккумулятором, который быстро заряжается и не загорается». The Washington Post.

[38]. «Технология полностью твердотельных аккумуляторов». Honda. Август 2022 года. Проверено 9 ноября 2022 года.

[39]. Перспективы полностью твердотельных аккумуляторов... Перспективы полностью твердотельных аккумуляторов на основе галогенидов: от проектирования материалов до практического применения.

[40]. <https://dzen.ru/a/ZCLwpXBp2UL8VlF5>

[41]. Аккумуляторы в медицине/ Virtustec.ru. Статьи

[42]. Электрокардиостимуляция // Большая российская энциклопедия : [в 35 т.] / гл. ред. Ю. С. Осипов. — М. : Большая российская энциклопедия, 2004—2017.

[43]. Источник контента: <https://naukatehnika.com/tverdotelnye-akkumulyatornye-batarei.html> naukatehnika.com.

АБДУЛХАЛИКОВА НАИЛЯ РАНИЛЕВНА

**ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СУПЕРИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АККУМУЛИРОВАНИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В КАЧЕСТВЕ
МАТЕРИАЛА ДЛЯ САМООБРАЗОВАНИЯ
В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ**

(МОНОГРАФИЯ)

Редактор: Х. Тахиров

Технический редактор: С. Меликузиева

Корректор: М. Юнусова

Компьютерная вёрстка: А. Исхоков

Издательская лицензия № 193329. 23.12.2023 г.

Подписано в печать с оригинала-макета 05.01.2024.

Формат 60x84 1/16. Печать офсетная.

Гарнитура “Cambria”.

Учётно-издательские л. 7,125. Тираж 100 экз. Заказ № 44.

Издательско-полиграфический творческий дом

«Yangi chirchiq prints»

Ташкент обл, Кибрайский район.