

УДК 621.039

**ЯДЕРНЫЕ БАТАРЕИ
NUCLEAR BATTERIES**

К. В. Макаренкова, П. В. Зайцев, А. М. Колбасич
Научный руководитель – С. В. Константинова, к. т. н., доцент
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Беларусь

K. Makarenkova, P. Zajcev, A. Kolbasitch
Supervisor – S. Konstantinova, Candidate of Technical Sciences, Docent
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** в данной статье рассматривается новое направление развития ядерной энергетики – ядерные батареи, работа которых основана на радиоактивном распаде.*

***Abstract:** this article discusses a new direction in the development of nuclear energy – nuclear batteries, the operation of which is based on radioactive decay.*

***Ключевые слова:** ядерная энергия, ядерная батарея, ядерные отходы, радиоактивный распад, модульная конструкция, электрический ток.*

***Keywords:** nuclear energy, nuclear battery, nuclear waste, radioactive decay, modular design, electric current.*

Введение

Изучение ядерной энергетики дает человечеству возможность получения огромных объемов энергии. В настоящее время ставится задача миниатюризации размеров ядерных установок, обеспечение безопасной их эксплуатации, расширения их сферы использования.

Активно ведутся работы над новыми видами батарей, которые работают на ядерных отходах, срок действия которых намного дольше, чем у литий-ионных. Такая концепция получения электроэнергии не является новой. Ученые исследуют превращение радиоактивных веществ в электрический ток с начала 20 века. Уже в 1970-х годах в кардиостимуляторах применялись бета-вольтаические батареи, в них изотопы стронция выдают малые электрические токи. Мощность, вырабатываемая Бета-вольтаическими батареями составляет десятки микроватт.

Основная часть

Атомная батарея, также известная как ядерная батарея или радиоизотопная батарея, представляет собой устройство, которое использует энергию, выделяющуюся при распаде радиоактивных изотопов, для производства электроэнергии. В отличие от ядерного реактора, радионуклидная батарея получает энергию не за счет ядерного деления, а за счет радиоактивного распада.

Атомные батареи компании Arkenlight.

Ученые из института Cabot в Бристоле (Великобритания) создали из графитовых радиоактивных отходов синтетический алмаз, который может быть использован как средство генерации электроэнергии.

Одним из опасных побочных продуктов использования графита в качестве замедлителя на АЭС является углерод (C-14), который образуется в результате облучения графита нейтронами в реакторе. Изготовленные из радиоактивного графита синтетические алмазы, содержащие в качестве примеси углерод (C-14), способны генерировать небольшой электрический ток, т. е. работать в качестве «ядерных батареек». В ходе естественного распада углерода бета-частицы выбивают электроны в алмазе, создавая электрический ток. По примерным расчетам такая батарея прослужит без подзарядки не менее 13 до 4000 лет. По данным Британского управления по атомной энергии, для производства миллионов радиоактивных алмазных батарей потребуется всего 45 килограммов углерода (C-14). В настоящее время мини-батарея от переработки радиоактивных отходов содержит 1 грамм углерода-14 и может генерировать 15 джоулей в течение суток.

Представители компании Arkenlight отмечают, что они разработали более оптимальную и емкую ядерную батарею, чем те, которые изготавливались ранее, так как введение радиоизотопа внутрь алмазного материала увеличивает выходную мощность (рис. 1–2). Отличительной особенностью алмазной решетки является ее плотность, которая не дает бета-частицам вырываться наружу. Такая прочная связь элементов обеспечивает безопасность использования изделия в различных областях.

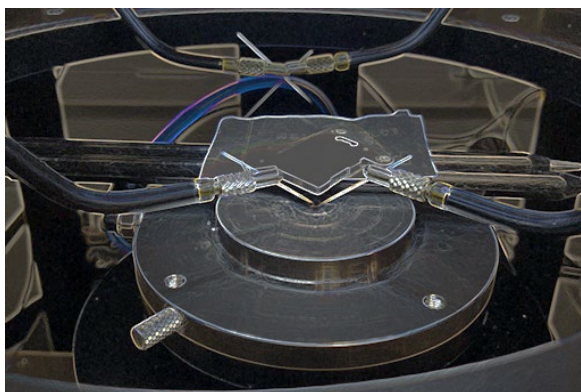


Рисунок 1 – Атомная алмазная батарея компании Arkenlight



Рисунок 2 – Гамма-электрическая батарея Arkenlight, преобразующая гамма-излучение от ядерных отходов в электроэнергию

Батареи компании NDB.

Калифорнийская компания NDB предлагает решение проблемы небольшой выходной мощности бета-вольтаических батарей. Предприятие работает над прототипом нано-алмазных батарей, которые, работают не только за счет бета-распада радиоизотопов, но и альфа-распада. Глава

датчики, бытовая электроника (телефоны и ноутбуки), и даже высокомоощные устройства, такие как электромобили и самолеты. «Все, что может работать на существующих литий-ионных батареях, мы можем запитать с помощью батареи NDB» – утверждает Голшарифи.

Выходная мощность прототипа компании достигает 50 милливатт на грамм. Представители NDB утверждают, что их устройства не прослужат так же долго, как те, которые работают только благодаря бета-распаду, но, даже при этом, заряда батареи, встроенной в смартфон, все равно хватит на 9 лет, а электромобиль – до 90 лет.

Батареи компании Betavolt New Energy Technology.

Компания Betavolt New Energy Technology – создатель батареи Betavolt. Разрабатываемая с середины 2021 года китайская миниатюрная атомная батарея сочетает в себе две новые технологии: ядерный распад изотопа никеля 63 и самый первый алмазный полупроводниковый модуль 4-го поколения.

Батарея по своей структуре представляет собой модульную конструкцию. Каждый модуль состоит как минимум из двух слоев монокристаллического алмазного конвертера толщиной 10 мкм и слоя никеля 63 толщиной 2 мкм. Затем группы модулей соединяются параллельно последовательно.

В данной батарее используется энергия, которая образуется в результате распада никеля-63, а преобразователями этой энергии служат алмазные полупроводники. Разработка данной технологии началась еще в 1950-х годах.

Никелевая пластина толщиной 2 микрометра помещается между парой алмазных полупроводниковых пластин, толщина которых 10 микрометров. Никель-63 испускает β -частицы, активирующие алмазную матрицу как полупроводник, в результате чего генерируется электроэнергия.

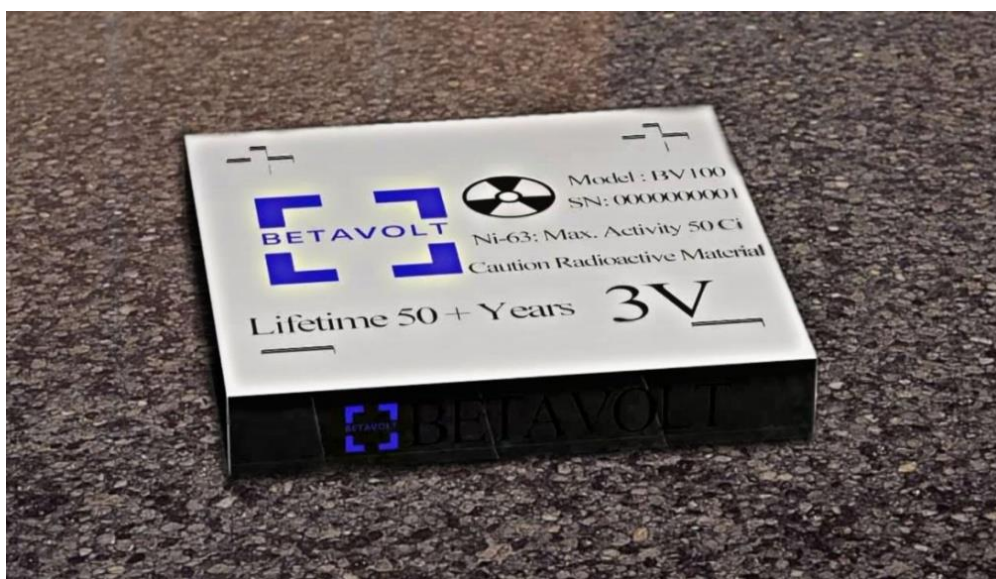


Рисунок 3 – Батарея Betavolt, преобразующая излучение от распада никеля-63 в электроэнергию

Использование радиоизотопных термоэлектрических генераторов началось в космических зондах, таких как «*Voyager-1*» и «*Voyager-2*», запущенных в 1977 году, в которых использование солнечной энергии было невозможно. Также данную технологию используют в сердечных стимуляторах. Разработчики Betavolt обещают революцию в сфере мобильных источников питания.

Прототип батареи данной компании BV100 имеет размеры лишь 15x15x6 мм и вырабатывает мощность равную 105 микроватт. К концу 2025 года ожидается выпуск версии, которая способна выдать 1 Ватт электроэнергии. Параллельное соединение этих батарей способно увеличить выдаваемую мощность, что значительно расширяет сферу их применения.

Также данные батареи, в отличие от современных литиевых, не могут взорваться или воспламениться. Как утверждают создатели, многослойная конструкция батареи позволяет избежать возгорания или взрыва из-за внешнего воздействия. Она также способна работать при температуре от минус 60 до плюс 120 градусов Цельсия. Экстремальные холода и высокие температуры не могут нанести вред радионуклидной батарее. Кроме того, элемент не горюч.

Поскольку батарея, в составе которой имеются радиоактивные элементы, будет располагаться рядом с телом человека, возникает вопрос, о безопасности. Компания Betavolt заявляет, что атомная батарея абсолютно безопасна для здоровья человека и окружающей среды

Преимущество состоит в том, что. По истечении срока действия ядерный материал полностью разложится, поэтому проблем с ядерными отходами быть не должно. Благодаря этим факторам источники энергии Betavolt можно считать одними из самых безопасных. Более того, такие батареи легко утилизируются, так как используемый в составе радиоактивный никель-63 распадается на стабильную медь.

Заключение

Производство и выпуск ядерных батарей с большей долговечностью миниатюрного размера является новаторством в мире технологий. Их интеграция на рынок существенно изменяет представления об автономных мобильных устройствах. Кроме того, такие аккумуляторы способны выдерживать экстремальные условия окружающей среды. Высокие температуры (до 700 °C), такие как высокая влажность и агрессивная среда, не влияют на ядерные батареи.

Литература

1. NEWATLAS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://newatlas.com/energy/arkenlight-nuclear-diamond-batteries/>. – Дата до-ступа: 24.03.24.
2. Хабр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – Дата доступа: 25.03.24 .

3. Электротехника и электроника. Учебник для вузов. – В 3-х кн. Кн. 3. Электрические измерения и основы электроники / Г. П. Гаев, В. Г. Герасимов, О. М. Князьков и др.; Под ред. проф. В. Г. Герасимова. – М. : Энергоатомиздат, 1998. – 432 с.

4. Overclockers [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://overclockers.ru/blog/GOTREK/show/120789/uchenye-arkenlight-i-ndb-sozdajut-almaznye-batarei-iz-yadernyh-othodov>. – Дата доступа: 27.03.24