

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

УДК 621.354

**ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
МЕТОДА УПРАВЛЯЕМОЙ ДЕСУЛЬФАТАЦИИ***К.Б. Корнеев, М.Б. Маньков**Тверской государственной технической университет (г. Тверь)*

© Корнеев К.Б., Маньков М.Б., 2025

Аннотация. В статье отмечено, что модернизация электрических сетей и повышение доли альтернативных источников электроэнергии ведут к увеличению потребности в химических накопителях электрической энергии. Наряду с литий-ионными аккумуляторами для подобных нужд используют свинцовые аккумуляторы, требующие специальных мер для увеличения срока их службы. Данная техническая задача может быть решена с помощью специализированных зарядных устройств для управляемой десульфатации батарей. Сделан вывод, что за счет этого можно продлить ресурс батарей, уменьшить количество утилизируемых аккумуляторов и повысить энергозащищенность объектов, использующих такие батареи в качестве резервного источника.

Ключевые слова: энергоснабжение, аккумуляторная батарея, десульфатация, надежность, резервирование, охрана окружающей среды, ресурс.

DOI: 10.46573/2658-7459-2025-1-44-53

Значительные темпы роста и развития распределенной генерации, включая использование альтернативных источников электрической энергии, таких как ветровые генераторы и солнечные батареи, привели к необходимости широкого внедрения накопителей электроэнергии, которые могут компенсировать вынужденную неравномерность выработки электрической мощности. При этом для больших энергопроектов (мощностью выше 10 МВт) данная задача решается за счет применения химических, термических и механических систем накопления мощности и заряда. В то же время для проектов меньшей мощности, особенно для систем промежуточного хранения мощности (например, для накопления мощности в часы минимального тарифа с выдачей в сеть в часы максимального), а также для резервирования электрической сети у небольших потребителей II и III категорий надежности электроснабжения до сих пор используются электрохимические накопители мощности – аккумуляторы различных типов [1–3].

Среди наиболее известных примеров потребительского рынка можно выделить систему Powerwall различных версий, предлагаемую компанией Tesla. Единичная мощность блока составляет от 7 до 11,5 кВт, при этом система управления циклом «заряд – разряд» оптимизирована в первую очередь для использования совместно с солнечными батареями, т.е. для сдвига потребления и покрытия вечернего максимума, характерного для бытовой нагрузки. В качестве накопительного элемента используется

литий-ионная батарея с заявленным сроком службы 10 лет (или 5 000 циклов зарядки (по данным компании производителя)). По факту для производства этого элемента применяются частично использованные аккумуляторные батареи с электромобилей Tesla, а также батареи, не прошедшие систему проверки качества для использования в электромобилях. В связи с более щадящими условиями эксплуатации применение подобных аккумуляторных батарей имеет под собой техническую подоплеку. Тем не менее литий-ионные аккумуляторы представляют наиболее пожароопасный элемент хранилищ электроэнергии. С ними связаны инциденты прошлых лет на предприятиях по выпуску аккумуляторов, а также в системах хранения электроэнергии. Приведем несколько заголовков статей, посвященных авариям на подобных хранилищах, случившимся за последние четыре года:

1. На сайте РБК в 2021 г. – «Система хранения энергии в Австралии возобновила работу после пожара» [4];

2. На сайте CNBS в 2022 г. – «Tesla Megapack battery caught fire at PG&E substation in California» (в пер. с англ. «Батарея Tesla Megapack загорелась на подстанции PG&E в Калифорнии») [5];

3. На сайте Reuters в июне 2024 г. – «Blaze at South Korea lithium battery plant kills 22 workers» (в пер. с англ. «Взрыв на южнокорейском заводе по выпуску литиевых батарей привел к смерти 22 рабочих») [6];

4. На сайте китайского производителя литиевых батарей о событии 4 сентября 2024 г. в Калифорнии – «Крупнейший в мире проект аккумуляторного хранения энергии находится под следствием из-за инцидента с перегревом» [7].

Несмотря на вышесказанное, в мире наблюдается постоянный рост количества установленных накопителей электроэнергии именно на литий-ионных аккумуляторах, что связано с универсальностью технологического процесса производства, возможностью сбора накопителей большой емкости из малых элементов (батареек потребительских типоразмеров), долгим сроком службы и высокой энергоемкостью. Однако к недостаткам таких батарей можно отнести невысокую пригодность для вторичной переработки, значительный вред, наносимый окружающей среде при неправильной утилизации, высокие энергозатраты и неэкологичность производства.

Таким образом, для промышленных систем накопления мощности, а также для создания резерва на случай аварийных отключений предпочтение отдается менее энергоэффективным, но отработанным технологиям на базе свинцово-кислотных аккумуляторных батарей. Обладая значительно меньшим ресурсом циклов «заряда – разряда», а также меньшей удельной емкостью хранения электроэнергии, эти аккумуляторы остаются в приоритете из-за значительно меньшей пожарной опасности, высокого коэффициента вторичной переработки, а также значительно меньшей зависимости уровня заряда от температуры, что позволяет вести их эксплуатацию в более широком диапазоне рабочих температур [8].

Литий-железо-фосфатные аккумуляторы (LiFePO_4), набирающие популярность в условиях эксплуатации на территории России, имеют существенный недостаток, связанный с невозможностью заряжать их при наличии отрицательных температур. Это существенно ограничивает применение данных аккумуляторов в качестве устройства резервирования мощности на необслуживаемых и неотопливаемых объектах электроэнергетики, расположенных в северных районах нашей страны.

К основным направлениям использования аккумуляторных батарей в качестве накопителей электроэнергии стоит отнести:

поставку электроэнергии со сдвигом во времени. Здесь подразумевается покупка недорогой электроэнергии, доступной в периоды, когда цены или издержки энергосистемы низкие, для зарядки батарей системы хранения, чтобы накопленная энергия могла быть использована или продана позднее, когда цена или издержки будут высокими. В качестве альтернативы можно рассмотреть возможность сохранить в часы минимального потребления избыточное производство энергии из возобновляемых источников на оборудовании, которое в противном случае должно быть выведено из процесса генерации (ветровые электростанции или фотоэлектрические преобразователи);

поддержку стабильности системы электроснабжения. В зависимости от обстоятельств в конкретной системе электроснабжения накопление энергии может использоваться для отсрочки покупки новых генерирующих мощностей для электростанции или мощности на оптовом рынке электроэнергии;

регулирование. Это одна из вспомогательных услуг, для которой хранение больших объемов электрической энергии является оптимальным. Сюда относится управление потоками мощности между разными зонами контроля и управления (например, между областями или зонами обслуживания разных электросетевых предприятий) для точного соответствия запланированным потокам мощности и реагирования на мгновенные изменения спроса в пределах зоны контроля [9]. Основной причиной включения регулирования в энергосистему является поддержание частоты сети.

В 2023 г. в мировой энергосистеме наметились некоторые положительные изменения. В ряде регионов увеличился объем инвестиций в развертывание электрических сетей, хотя результаты все еще не соответствуют желаемым. Экономики развитых стран и Китая продолжают лидировать в области инвестиций в электросети, на их долю приходится около 80 % мировых расходов [10]. Тем не менее стоит отметить значительный износ электросетей в мире, что требует инвестиций,кратно превышающих текущий уровень.

Китай сохранил уровень инвестиций на уровне 80 000 000 000 долларов, Соединенные Штаты Америки потратили 100 000 000 000 долларов (в основном на повышение надежности сетей и модернизацию старой инфраструктуры). Расходы в Евросоюзе (ЕС) значительно выросли и достигли эквивалента 60 000 000 000 долларов, чему способствовал План действий Европейской комиссии по сетям, нацеленный на установление уровня расходов на электрические сети на сумму более чем 600 000 000 000 долларов США в течение следующих шести лет.

Инвестиции в ЕС чрезвычайно важны, поскольку в настоящее время европейские системные операторы обслуживают около 10 000 000 км линий электропередач, по которым передается около 2 800 тераватт электроэнергии в год. При этом около 60 % европейской энергосистемы состоит из линий низкого напряжения (менее 1 000 В), 37 % – линий среднего напряжения (от 1 кВ до 35 кВ), лишь 3 % приходится на линии напряжением выше 35 кВ [11–13].

Дальнейшее увеличение объемов инвестиций в объединение сетей (рис. 1) крайне необходимо (например, для обеспечения потока возобновляемой энергии с рынков Южной Европы на рынки Центральной Европы). Однако строительство и модернизация линий низкого и среднего напряжения для передачи больших объемов электроэнергии нецелесообразны по причине наличия сверхнормативных потерь электроэнергии. При

этом строительство линий высокого напряжения сопряжено с необходимостью землеотведения, а также с большими капитальными затратами, низкой окупаемостью по причине высокой инфляции и дефицитом поставок энергетического оборудования (особенно трансформаторов).

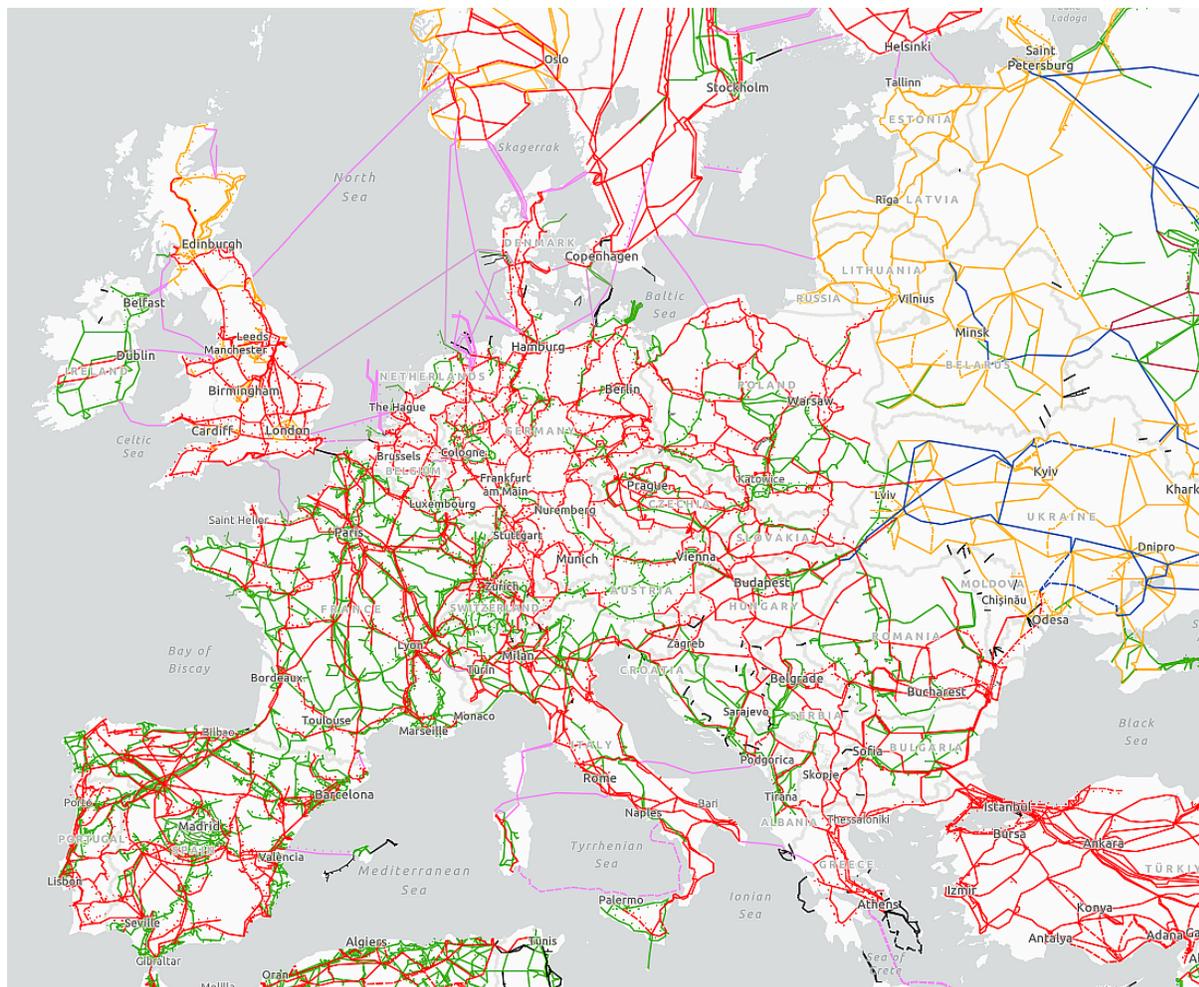


Рис. 1. Визуальное представление существующих в Европе высоковольтных линий [23]

Инвестиции в совершенствование электросетевого комплекса в развивающихся странах (за исключением Китая) выросли на впечатляющие 15 % и достигли почти 80 000 000 000 долларов США в 2023 г. Однако этот общий показатель скрыл падающий тренд инвестиций в некоторых странах. Инвестиции в Индии, например, остались на прежнем уровне, несмотря на проведение тендеров на интеллектуальные счетчики, из которых было установлено только 10 % от первоначального целевого числа. Инвестиции в Африке и Юго-Восточной Азии также в основном остались неизменными. Тем не менее этот недостаток новых инвестиций был частично компенсирован удвоением расходов в Латинской Америке (значительно увеличили расходы такие страны, как Колумбия, Чили, Панама и Бразилия). Бразилия добилась особого прогресса, выставив на аукцион

рекордные 10 500 км электрических сетей (при этом китайская компания China State Grid выиграла самый большой лот на обслуживание данных сетей). Энергосистемы многих развивающихся стран в значительной степени зависят от льготного государственного финансирования, что в случае дефицита бюджета приводит к значительному сокращению инвестиций.

Стоит отметить, что страны с развитой альтернативной энергетикой, а также государства, обладающие большой площадью, сталкиваются с проблемой управления потоками мощности. Если для первых особенно важным является накопление мощности в периоды максимума выработки солнечных и ветровых электростанций, то для таких больших по протяженности стран, как Россия, Китай, Канада и США, расположенных в нескольких часовых поясах, важным является управление широтными перетоками, связанными с несовпадениями максимумов нагрузки в географически смежных, но отличающихся по времени наступления максимума регионах. Поскольку механические, пневматические и гравитационные накопители мощности пока не получили большого распространения, приоритет отдается отработанным технологиям химических накопителей мощности.

Несмотря на то что батареи на основе лития постепенно вытесняют другие типы батарей (в первую очередь не за счет замены, а за счет увеличения доли в общем объеме установленных накопителей), кислотные аккумуляторные батареи продолжают массово использоваться в качестве резервных источников тока в наиболее ответственных областях техники, таких как собственные нужды электрических станций и подстанций, резервные аккумуляторы для транспорта и т.п. В связи с этим поддержание эксплуатационных характеристик таких батарей остается значимым вопросом с точки зрения обеспечения гарантированной величины запасенной и отданной электрической энергии.

Сейчас имеется несколько способов восстановления свинцово-кислотных батарей, отличающихся друг от друга в первую очередь эффективностью и вероятностью получения в результате воздействий первоначальных характеристик аккумулятора. К ним относятся:

- зарядка повышенным напряжением;
- зарядка через балластное активное сопротивление;
- зарядка пониженным током с регулированием состава электролита;
- зарядка импульсными токами;
- десульфатация регулируемым током высокой частоты [15];
- совмещенный процесс зарядки и десульфатации с использованием асимметричных импульсов тока промышленной частоты [16].

Необходимо отметить, что публикации о методах восстановительной десульфатации более широко представлены в России, Китае и Индии, в то время как в европейских странах и США, постепенно замещающих кислотные аккумуляторные батареи их литий-ионными и литий-полимерными аналогами, таких работ заметно меньше. Тем не менее сохраняется растущий тренд на производство и использование свинцовых аккумуляторов в мире (рис. 2 [16]), но одновременно с этим наблюдается и значительное усиление негативного влияния некачественной утилизации (а также выбрасывания аккумуляторных батарей без утилизации) на здоровье населения, что можно увидеть по увеличению концентрации солей свинца в окружающей среде [17, 18]. Это приводит к тому, что концентрация свинца растет в крови (выявляется при лабораторных анализах) и оказывает психотропное, нейротоксическое и гемолитическое воздействия на человека. Данный

аспект вызывает беспокойство таких ведущих организаций, как Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП) [19] и Детский фонд ООН (ЮНИСЕФ) [20], и находит отражение в публикациях, посвященных теме загрязнения окружающей среды свинцом [21] (рис. 3).

Global Lead Acid Battery Market

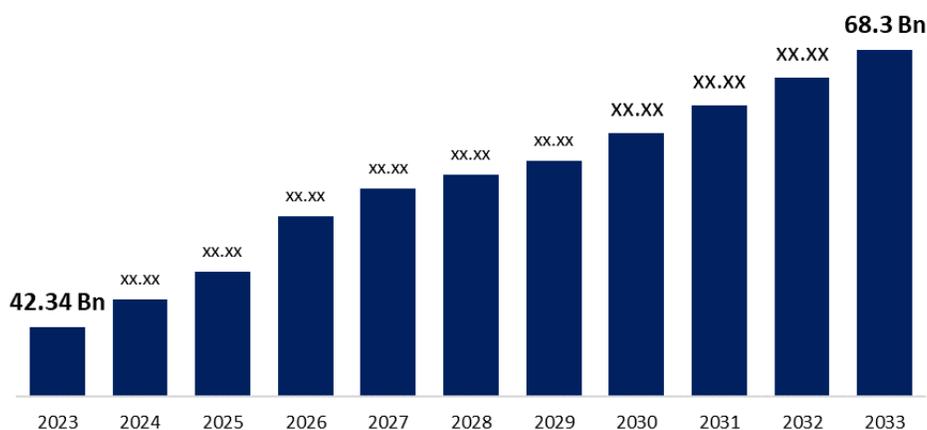


Рис. 2. Прогноз роста мирового рынка свинцовых батарей [16]

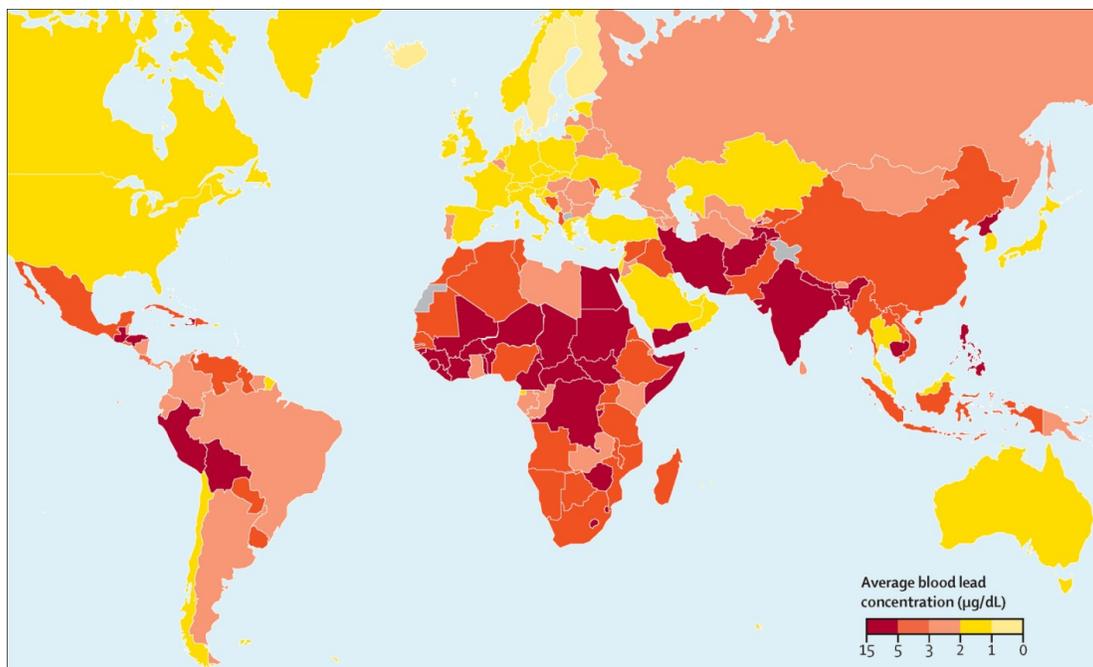


Рис. 3. Воздействие свинца на здоровье детей, представленное средней концентрацией свинца в крови (мкг/дл) (источник: [https://www.thelancet.com/cms/10.1016/S2542-5196\(22\)00090-0/asset/5889b34b-5904-4fd1-8118-5a0d89a98c38/main.assets/gr4.jpg](https://www.thelancet.com/cms/10.1016/S2542-5196(22)00090-0/asset/5889b34b-5904-4fd1-8118-5a0d89a98c38/main.assets/gr4.jpg))

Анализ показывает, что в настоящее время максимальные концентрации свинца характерны для стран с низким уровнем дохода. Это объясняется размещением в данных странах предприятий свинцовой промышленности, а также использованием территории таких государств в качестве площадок для размещения отработанных аккумуляторов (здесь можно назвать Гану и Замбию в Африке, а также Индию и Перу).

Таким образом, повышение ресурса свинцово-кислотных аккумуляторных батарей за счет десульфатации является актуальной технической задачей, решение которой не только позволяет устранить проблему ранней утилизации батарей, но и оказывает значительный положительный эффект на экономику целых регионов и окружающую среду. Особенно это актуально для хранилищ энергии большой мощности, поскольку появляется возможность увеличить срок службы установок, обеспечить сохранение их паспортных характеристик и повысить надежность функционирования электро-энергетических систем [22].

Одно из преимуществ метода десульфатации с использованием асимметричных импульсов тока промышленной частоты заключается в том, что процесс совмещается с зарядкой аккумулятора, и это позволяет уменьшить непроизводительный расход электро-энергии на восстановление работоспособности аккумулятора, а также обеспечить возможность интеграции электронной схемы десульфатации и зарядного устройства с целью повышения срока работоспособности батареи (а также увеличения числа циклов «заряд – разряд») без снижения эксплуатационных характеристик.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Utility-Scale Battery Storage // *National Renewable Energy Laboratory* 2015. URL: https://atb.nrel.gov/electricity/2024/utility-scale_battery_storage (дата обращения: 11.02.2025).
2. Introduction to Grid Storage, Future Scenarios and Current Markets / N. Blair [et al.] // *Center for the New Energy Economy*. Colorado State University. 2011. URL: https://cnee.colorado.state.edu/wp-content/uploads/2024/07/CELA_EnergyStorage_July2024.pdf (дата обращения: 11.02.2025).
3. Аккумуляторная система хранения энергии BESS для эффективного использования энергетических ресурсов // *КЕДР Solutions*. 2015. URL: <https://kedrsolutions.ru/blog/akkumuliyatornaya-sistema-hraneniya-ehnergii-bess> (дата обращения: 11.02.2025).
4. Колотович Н. Система хранения энергии в Австралии возобновила работу после пожара // *РБК*. 2021. URL: https://www.rbc.ru/quote/news/short_article/61b0aea69a79475b1c6d61f4 (дата обращения: 11.02.2025).
5. Kolodny L. Tesla Megapack Battery Caught Fire at PG&E Substation in California // *CNBC*. 2022. URL: <https://www.cnn.com/2022/09/20/tesla-megapack-battery-caught-fire-at-pge-substation-in-california.html> (дата обращения: 11.02.2025).
6. Daewoong K., Hongji K., Hyunsu Y. Blaze at South Korea lithium battery plant kills 22 workers // *Reuters*. 2024. URL: <https://www.reuters.com/world/asia-pacific/about-20-bodies-found-after-fire-south-korea-battery-plant-yonhap-reports-2024-06-24/> (дата обращения: 11.02.2025).
7. Крупнейший в мире проект аккумуляторного хранения энергии находится под следствием из-за инцидента с перегревом // *BSLBATT*. 2024. URL: <https://www.bslbattery.com/ru/news/the-worlds-largest-battery-energy-storage-project-is-under-investigation-due-to-overheating-incident/> (дата обращения: 11.02.2025).

8. Battery Energy Storage Systems – Power Arbitrage // *AURORA Power Consulting*. 2021. URL: <https://aurora-power.co.uk/battery-energy-storage-systems-power-arbitrage/> (дата обращения: 11.02.2025).
9. Корнеев К.Б., Павлова Ю.М., Осеи-Овусу Р. Алгоритмические модели управления электрической нагрузкой в системах электроснабжения // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Строительство. Электротехника и химические технологии». 2022. № 3 (15). С. 40–50.
10. World Energy Investment 2024 // *International Energy Agency*. 2024. URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/60fcd1dd-d112-469b-87de-20d39227df3d/WorldEnergyInvestment2024.pdf> (дата обращения: 11.02.2025).
11. Altvater S., Garcia J. Power Distribution // *Eurelectric*. 2023. URL: <https://www.eurelectric.org/policy-areas/power-distribution/> (дата обращения: 11.02.2025).
12. Castro A.T. Europe's Grids Are Not Up To Grade // *Breakthrough Energy*. 2024. URL: <https://www.breakthroughenergy.org/newsroom/articles/europe-grid-infrastructure/> (дата обращения: 11.02.2025).
13. Cremona E., Rosslowe C. Putting the Mission in Transmission: Grids for Europe's Energy Transition // *EMBER*. 2024. URL: <https://ember-energy.org/latest-insights/putting-the-mission-in-transmission-grids-for-europes-energy-transition/> (дата обращения: 11.02.2025).
14. Resonance Frequency-Based Desulfator Design for Lead-Acid Batteries / Tuyen Phong Truong [et al.]. In *Proceedings of the 2023 6th International Conference on Electronics, Communications and Control Engineering (ICECC '23)*. URL: <https://doi.org/10.1145/3592307.3592344> (дата обращения: 11.02.2025).
15. Патент РФ 2721006. Устройство для заряда и десульфатации / Маньков М.Б., Сидоров К.В. Заявл. 19.12.2019. Опубл. 15.05.2020, Бюл. № 14.
16. Global Lead Acid Battery Market Size, Share, and COVID-19 Impact Analysis, By Construction Method (VRLA Lead Acid Battery, Flooded Lead Acid Battery), By Type (SLI, Stationary, Motive), By Application (UPS, Electric Bikes, Telecom, Transport Vehicles, Automotive, Others), By End-User (Transportation, Industrial, Utilities, Commercial & Residential), and By Region (North America, Europe, Asia-Pacific, Latin America, Middle East, and Africa), Analysis and Forecast 2023–2033 // *Spherical Insights*. 2024. URL: <https://www.sphericalinsights.com/press-release/lead-acid-battery-market> (дата обращения: 11.02.2025).
17. The Global Burden of Lead Toxicity Attributable to Informal Used Lead-Acid Battery Sites / B. Ericson [et al.] // *Annals of Global Health*. Vol. 82. Iss. 5. 2016. P. 686–699.
18. Gottesfeld P. The Lead Battery: A Growing Global Public Health Challenge // *American Journal of Public Health*. 2017. No. 107 (7). P. 1049–1050.
19. Used Lead Acid Batteries (ULAB) – Waste Lead Acid Batteries (WLAB) // *UN Environment Programme*. 2023. URL: <https://www.unep.org/topics/chemicals-and-pollution-action/pollution-and-health/heavy-metals/used-lead-acid-batteries> (дата обращения: 11.02.2025).
20. Rees N., Fuller R. The Toxic Truth: Children's Exposure to Lead Pollution Undermines a Generation of Future Potential // *UNICEF*. 2020. URL: <https://www.unicef.org/reports/toxic-truth-childrens-exposure-to-lead-pollution-2020> (дата обращения: 11.02.2025).
21. Pollution and Health: a Progress Update / R. Fuller [et al.] // *The Lancet Planetary Health*. 2022. Vol. 6. Iss. 6. P. 535–547.

22. Тренды цифровой трансформации электросетевого комплекса России / Е.А. Виноградов [и др.] // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Строительство. Электротехника и химические технологии». 2020. № 2 (6). С. 39–45.
23. ENTSO-E Transmission System Map. URL: <https://www.entsoe.eu/data/map/> (дата обращения: 23.12.2024).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

КОРНЕЕВ Константин Борисович – кандидат технических наук, доцент кафедры электроснабжения и электротехники, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», 170026, Россия, г. Тверь, наб. А. Никитина, д. 22. E-mail: Energy-tver@mail.ru

МАНЬКОВ Матвей Борисович – аспирант, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», 170026, Россия, г. Тверь, наб. А. Никитина, д. 22. E-mail: dr.mankoff@yandex.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Корнеев К.Б., Маньков М.Б. Повышение ресурсных характеристик аккумуляторных батарей за счет использования метода управляемой десульфатации // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Строительство. Электротехника и химические технологии». 2025. № 1 (25). С. 44–53.

INCREASE IN THE LIFE CHARACTERISTICS OF BATTERIES BY USING THE CONTROLLED DESULPHATION METHOD

K.B. Korneev, M.B. Mankov
Tver State Technical University (Tver)

Abstract. The paper notes that modernization of electric grids and increase in the share of alternative sources of electric power lead to an increased need for chemical storage of electric energy. Along with lithium-ion batteries, lead batteries are used for such needs, which require special measures to increase their service life. This technical problem can be solved by using specialized charging devices for controlled desulfation of batteries. It is concluded that due to this it is possible to prolong the life of batteries, reduce the number of utilized batteries and increase the power protection of facilities using such batteries as a backup source.

Keywords: energy supply, battery, desulfation, reliability, backup, environmental protection, resource.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

KORNEEV Konstantin Borisovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Power Supply and Electrical Engineering, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: Energy-tver@mail.ru

MANKOV Matvey Borisovich – Postgraduate Student, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: dr.mankoff@yandex.ru

CITATION FOR AN ARTICLE

Korneev K.B., Mankov M.B. Increase in the life characteristics of batteries by using the controlled desulphation method // Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical engineering and chemical technology». 2025. No. 1 (25), pp. 44–53.

УДК 621.317

**ОСОБЕННОСТИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ
МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СЧЕТЧИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

С.В. Маринова

Тверской государственный технический университет (г. Тверь)

© Маринова С.В., 2025

Аннотация. В статье рассмотрены аспекты определения межповерочного интервала микропроцессорных счетчиков электроэнергии. Приведено описание существующих методик с использованием показателей надежности. Показана необходимость корректировки межповерочных интервалов ряда микропроцессорных счетчиков.

Ключевые слова: метрологическая надежность, межповерочный интервал, микропроцессорный счетчик электроэнергии.

DOI: 10.46573/2658-7459-2025-1-53-60

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время микропроцессорный счетчик электроэнергии – это не только основа традиционных информационно-измерительных систем, но и неотъемлемая часть интеллектуальных систем учета (ИСУ) электроэнергии. Стабильность и метрологическая надежность микропроцессорного счетчика, как и любого средства измерений (СИ), являются необходимыми условиями достижения высокой точности измерений и обеспечения их единства.

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ МЕЖПОВЕРОЧНОГО ИНТЕРВАЛА

Документ РМГ 74-2004 [1] содержит рекомендации по методам расчета первоначального значения межповерочного интервала (МПИ) на этапе утверждения типа СИ. Существующие методы основаны на использовании формализованного описания зависимостей показателей точности метрологической надежности СИ от среднего времени их наработки с момента последней поверки. Метрологическая надежность в РМГ 74 основана на вероятности того, что в течение заданной наработки метрологический отказ не возникнет или средняя наработка на метрологический отказ будет равна математическому ожиданию наработки до первого метрологического отказа.

Среди перечисленных в РМГ 74-2004 методик определения первичного МПИ наиболее распространенной является методика ориентировочной оценки МПИ по нормируемым показателям надежности [2].