

УДК 621.311.61

РАЗВИТИЕ НАКОПИТЕЛЕЙ ДЛЯ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ
ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
DEVELOPMENT OF STORAGE DEVICES FOR RESERVING ENERGY
SUPPLY FOR INDUSTRIAL FACILITIES

И.А. Ринговский

Научный руководитель – Д.А. Ахремчук, ассистент
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

I. Ringovsky

Supervisor – D. Akhremchuk, Assistant
Belarusian national technical university, Minsk

Аннотация: Данная статья рассматривает современные тенденции и технологии развития систем накопления энергии (СНЭ) в контексте обеспечения резервного и гибкого энергоснабжения промышленных объектов. Анализируются преимущества и ограничения различных типов накопителей – от литий-ионных и натрий-ионных аккумуляторов до проточных систем и водородных решений. Особое внимание уделяется роли СНЭ в повышении энергетической устойчивости предприятий, снижении эксплуатационных затрат, интеграции возобновляемых источников энергии и выполнении экологических требований. Статья подчеркивает переход от традиционных аварийных источников резерва к интеллектуальным системам управления энергопотоками, где СНЭ выступают как стратегический элемент энергоинфраструктуры будущего.

Abstract: This article examines current trends and technologies in the development of energy storage systems (ESSs) in the context of providing backup and flexible energy supply for industrial facilities. It analyzes the advantages and limitations of various types of storage systems, from lithium-ion and sodium-ion batteries to flow systems and hydrogen solutions. The article focuses on the role of ESSs in improving the energy sustainability of enterprises, reducing operating costs, integrating renewable energy sources, and meeting environmental requirements. The article highlights the transition from traditional emergency reserve sources to intelligent energy flow management systems, where NREs are seen as a strategic element of the future energy infrastructure.

Ключевые слова: системы накопления энергии, резервное энергоснабжение, промышленная энергетика, возобновляемые источники энергии, энергетическая устойчивость.

Keywords: energy storage systems, backup power supply, industrial energy, renewable energy sources, and energy sustainability.

Введение

Современная промышленность всё больше зависит от стабильного и надёжного энергоснабжения. Перебои в подаче электроэнергии, даже кратковременные, могут привести к остановке технологических процессов, повреждению оборудования, финансовым потерям и даже угрозе безопасности

персонала. В условиях роста цен на энергоносители, ужесточения экологических требований и активного внедрения возобновляемых источников энергии традиционные методы резервного энергообеспечения – такие как дизельные генераторы – уже не отвечают современным вызовам. На смену им приходят интеллектуальные системы накопления энергии (СНЭ), способные не только обеспечивать бесперебойное питание, но и оптимизировать энергопотребление, снижать эксплуатационные расходы и способствовать декарбонизации промышленного сектора. В данной статье рассматриваются ключевые технологии, текущие тенденции и перспективы развития накопителей энергии в контексте резервного и гибкого энергообеспечения промышленных объектов.

Основная часть

В условиях растущей зависимости промышленных предприятий от стабильного энергоснабжения, а также в свете глобальных вызовов – от климатических изменений до геополитической нестабильности – вопросы надёжного резервного энергообеспечения становятся всё более актуальными. Современные промышленные объекты требуют не только бесперебойного электропитания, но и гибкости в управлении энергопотреблением. В этом контексте ключевую роль играют системы накопления энергии (СНЭ), которые за последние годы претерпели значительную эволюцию и становятся неотъемлемой частью энергетической инфраструктуры предприятий.

Почему промышленности нужны накопители энергии?

Промышленные предприятия сталкиваются с рядом вызовов:

- Перебои в электроснабжении, вызванные авариями, природными катаклизмами или техническими сбоями;
- Высокая стоимость электроэнергии в пиковые часы;
- Требования к устойчивости и декарбонизации, особенно в рамках ESG-стратегий;
- Необходимость интеграции возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в энергобаланс предприятия.
- Традиционные решения, такие как дизельные или газовые генераторы, хоть и обеспечивают резервное питание, но обладают рядом недостатков: высокий уровень выбросов, шума, затраты на топливо и обслуживание. В то же время современные электрохимические и другие типы накопителей предлагают более чистые, гибкие и экономически эффективные альтернативы.

Технологии накопления энергии: от лития до водорода

Сегодня на рынке представлено несколько ключевых технологий накопления энергии, каждая из которых имеет свои преимущества и ограничения:

- Литий-ионные аккумуляторы. Наиболее распространённый тип СНЭ благодаря высокой плотности энергии, быстрому отклику и снижающейся стоимости. Используются для обеспечения резервного питания, выравнивания пиковых нагрузок и поддержки микросетей.
- Натрий-ионные аккумуляторы. Альтернатива литий-ионным

технологиям, особенно перспективна в условиях дефицита лития и кобальта. Хотя их энергоёмкость пока ниже, они дешевле и безопаснее, что делает их привлекательными для стационарных промышленных применений.

- Проточные (редокс-аккумуляторы). Идеальны для длительного хранения энергии (от 4 часов и более). Часто применяются в комбинации с солнечными или ветровыми электростанциями на промышленных площадках.
- Системы на основе водорода. Хотя пока находятся на ранней стадии коммерциализации, водородные накопители обещают решение для сезонного хранения энергии и полной автономии промышленных объектов.
- Механические и тепловые накопители. Гравитационные, маховиковые и термальные системы также находят применение в специфических сценариях, например, при необходимости кратковременного резервирования или рекуперации тепла.

Преимущества внедрения СНЭ на промышленных объектах:

- Повышение энергетической устойчивости: минимизация простоев при отключениях внешней сети.
- Снижение затрат на электроэнергию: возможность заряжать аккумуляторы в ночные часы и использовать накопленную энергию в пиковые периоды.
- Поддержка «зелёной» трансформации: интеграция с ВИЭ позволяет сократить углеродный след.
- Участие в рынках гибкости: в ряде стран промышленные СНЭ могут участвовать в балансировочных рынках и получать дополнительный доход.

Примеры внедрения

- Германия: металлургические комбинаты используют литий-ионные СНЭ мощностью до 50 МВт для сглаживания нагрузки и участия в системных услугах.
- США: заводы Tesla в Неваде и Техасе оснащены гигантскими системами Powerpack и Megapack, обеспечивая автономность и стабильность.
- Россия: в 2024–2025 гг. ряд предприятий Урала и Сибири начал тестирование гибридных систем на базе ВИЭ + СНЭ для работы в изолированных энергорайонах.

Перспективы и вызовы

Несмотря на очевидные преимущества, широкому внедрению СНЭ мешают высокая первоначальная стоимость (хотя ТСО снижается), недостаточная нормативно-правовая база в некоторых странах, вопросы утилизации и вторичного использования аккумуляторов. Однако прогнозы оптимистичны: по оценкам BloombergNEF, глобальный рынок промышленных СНЭ к 2030 году вырастет более чем в 10 раз, достигнув \$100 млрд. Технологический прогресс,

масштабирование производства и государственная поддержка ускоряют этот процесс.

Заключение

Системы накопления энергии перестают быть нишевым решением и становятся стратегическим элементом энергетической инфраструктуры промышленных предприятий. Они обеспечивают не только резервирование, но и экономическую выгоду, экологическую ответственность и энергетическую независимость. В ближайшие годы мы увидим переход от «аварийного резерва» к «умному энергоменеджменту», где накопители будут играть центральную роль. Для промышленности будущего энергия – это не просто ресурс, а актив, который можно эффективно управлять, хранить и монетизировать.

Литература:

1. Булыгин, В. С. Энергетика промышленных предприятий : учебник для вузов / В. С. Булыгин, А. В. Козлов, И. В. Чернов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательский дом МЭИ, 2021. – 480 с.
2. Мельников, Н. В. Системы хранения энергии: технологии, применение, перспективы / Н. В. Мельников, А. Ю. Иванов. – М. : Техносфера, 2022. – 320 с.
3. Полещук, В. И. Устойчивое энергоснабжение промышленных объектов: интеграция ВИЭ и систем накопления энергии / В. И. Полещук, Е. А. Смирнова. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2023. – 276 с.