

УДК 629.7

Исследование перспектив применения различных типов накопителей энергии в топливных системах летательных аппаратов

Дубровин Иван Григорьевич^(*)

dubrovin15112000@mail.ru

Торпачев Александр Викторович

stk1996@mail.ru

Московский авиационный институт, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрены особенности применения современных накопителей энергии для приводов насосов топливных систем летательных аппаратов. Представлено сравнение электрохимических, механических, конденсаторных и индуктивных накопителей по основным выбранным критериям. Обоснована перспективность гибридных систем на основе литий-полимерных аккумуляторов и суперконденсаторов, позволяющих компенсировать пиковые нагрузки и повысить устойчивость системы электроснабжения. Сделан вывод о целесообразности их практической реализации в аэрокосмической технике.

Ключевые слова: летательные аппараты, топливные системы, накопители энергии, литий-полимерные аккумуляторы, суперконденсаторы, гибридные системы

Введение. К современным летательным аппаратам, включая космические, предъявляются все более высокие требования к энергоэффективности, массе и надежности подсистем. В топливных системах, где насосные агрегаты должны стабильно работать при переменных режимах, выбор накопителя энергии становится ключевой задачей [1]. Электрохимические, механические и суперконденсаторные технологии развиваются быстрыми темпами, однако каждая из них имеет ограничения, которые необходимо выявить. Целью работы является изучение характеристик различных накопителей энергии и обоснование применения выбранных накопителей в составе топливных систем летательных аппаратов. В связи с этим, актуальной задачей является поиск рациональных комбинаций накопителей энергии, позволяющих компенсировать недостатки отдельных технологий, объединив их ключевые преимущества.

Методы и материалы; результаты. В исследовании проведен сравнительный анализ накопителей энергии по критериям: удельная энергоемкость, удельная мощность, масса, время отклика, диапазон рабочих температур, циклическая стойкость и коэффициент полезного действия (КПД).

Основные результаты сравнительного исследования накопителей энергии.

1. Литий-полимерные аккумуляторы могут быть рекомендованы в качестве рационального решения среди аккумуляторов благодаря высокому КПД и высокой удельной энергоемкости. Их основное ограничение — сравнительно невысокий ресурс и чувствительность к пиковым нагрузкам [2].

2. Механические накопители могут применяться в качестве автономных накопителей, поскольку демонстрируют высокую удельную мощность и зна-

чительную циклическую стойкость при сохранении высокой энергоемкости. Их ключевые ограничения — сложность конструктивных решений: вакуумных корпусов, магнитных подшипников и систем управления [3].

3. Суперконденсаторы и сверхпроводящие индуктивные накопители перспективны в составе комбинированных накопителей. Оба накопителя обладают высокой удельной мощностью и сверхбыстрым откликом, но низкая энергоемкость ограничивает их применение в качестве автономного источника энергии [4].

4. Гибридные системы позволили объединить преимущества обоих типов накопителей энергии, входящих в их состав. Сочетание литий-полимерных аккумуляторов с суперконденсаторами обеспечивает высокую энергоемкость и способность к мгновенной отдаче мощности. Это снижает нагрузку на аккумуляторы и продлевает их срок службы, что позволит снизить массу системы [5].

Закключение. По результатам проведенных исследований сделан вывод о высокой эффективности гибридных накопителей энергии для приводов насосов топливных систем летательных аппаратов. На настоящее время наибольшую подготовленность к практической реализации имеют системы, объединяющие литий-полимерные аккумуляторы и суперконденсаторы. Их применение позволит снизить массу и обеспечит устойчивую работу топливных систем в широком диапазоне режимов.

Список источников

- [1] Дубровин И.Г., Торпачев А.В. Исследование основных направлений совершенствования топливных систем летательных аппаратов. *Авиационная промышленность*, 2025, № 2, с. 10–14.
- [2] Шинкарев В.В., Юлусов К.С., Полуэктов Е.К., Манихин А.П. Современные электрохимические накопители электроэнергии. *Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности*, 2023, т. 8, № 11 (37), с. 96–109.
- [3] Гулиа Н.В. *Инерционные аккумуляторы энергии*, Москва, Ленанд, 2021, 240 с.
- [4] Вольфович Ю.М. Суперконденсаторы, выпускаемые промышленными компаниями. *Электрохимическая энергетика*, 2024, т. 24, № 1, с. 3–27.
- [5] Доброго К.В. К вопросу создания гибридных систем накопления электроэнергии. *Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ*, 2023, т. 66, № 3, с. 215–232.