

УДК 621.352.6:621.355.8

Определение оптимальной стратегии управления гибридным накопителем энергии, состоящим из литий-ионной аккумуляторной батареи и суперконденсатора, для минимизации деградации аккумуляторной батареи

Шевелина П. Ю.

Научный руководитель – Кубасов М. К.

Московский физико-технический институт, Долгопрудный

Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Госзадание) 075-03-2024-117, № FSMG-2024-0046.

Введение

Высокие токи при разряде являются одной из главных причин ускоренной деградации тяговых литий-ионных батарей электромобилей. Гибридные системы накопления энергии (ГСНЭ), объединяющие литий-ионный аккумулятор и суперконденсатор, представляют собой перспективное решение для снижения динамической нагрузки на аккумулятор за счет перераспределения мощности между источниками [1]. Эффективность гибридной системы критически зависит от выбранной архитектуры и стратегии управления энергопотоками в реальном времени. Целью работы являлась разработка и сравнительный анализ стратегий управления ГСНЭ, направленных на минимизацию среднеквадратичного тока батареи для снижения её деградации.

Основная часть

В данной работе исследовалась ГСНЭ с полуактивной архитектурой с изолированным суперконденсатором, обеспечивающая баланс между производительностью и сложностью [2]. Были исследованы две стратегии управления: классический подход на основе фильтрации низких частот (ФНЧ) и оптимизационный подход, использующий принцип Понтрягина. В среде MATLAB/Simulink была разработана модель ГСНЭ, включающая LFP-батарею, суперконденсатор и DC-DC преобразователь.

Выводы

Результаты моделирования на стандартном ездовом сценарии WLTC показали, что стратегия на основе ФНЧ позволяет снизить среднеквадратичное значение тока батареи на 13% по сравнению с вариантом электромобиля, оснащенного только батареей. Оптимизационная стратегия демонстрирует более высокую эффективность, обеспечивая снижение среднеквадратичного значения тока на 18%. Полученные результаты подтверждают эффективность применения полуактивной ГСНЭ для снижения динамической нагрузки на тяговую батарею электромобиля.

1. Khaligh A., Li Z. Battery, ultracapacitor, fuel cell, and hybrid energy storage systems for electric vehicles // IEEE Trans. Vehicular Technology. 2010.

2. Song Z. et al. A comparison study of different semi-active hybrid energy storage system topologies for electric vehicles // Journal of Power Sources. 2015.