**Экспериментальное и численное исследование систем охлаждения литий-ионных аккумуляторов**

***Кубасов Михаил Константинович***

*Студент*

*Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет), Физтех-школа электроники, фотоники и молекулярной физики Москва, Россия*

*E-mail: kubasov.mk@phystech.edu*

Литий-ионные аккумуляторы, являющиеся основным источником энергии для электромобилей и современного электротранспорта, требуют строгого контроля температурных условий. Оптимальный диапазон их работы составляет 5-35 ℃. Выход за эти пределы, особенно при высоких токах заряда/разряда, приводит к ускоренной деградации, росту внутреннего сопротивления и рискам безопасности. Для минимизации этих проблем и обеспечения равномерного температурного распределения необходима разработка эффективных систем терморегулирования (BTMS) [1].

Цель работы – исследование и моделирование традиционных методов охлаждения (воздушного и пассивного двухфазного с использованием парафиновых компаундов), а также разработка перспективных методов, включая активное иммерсионное охлаждение и применение современных теплопроводящих материалов.

В качестве модельного/испытательного объекта использовалась аккумуляторная батарея (далее - АКБ) 7х14 ЛИЦ-4 (7P14S из аккумуляторов Molicel INR21700-P42A 4,2 А·ч).

В работе проведено численное моделирование воздушного и пассивного двухфазного охлаждения для прогнозирования температурных АКБ. Экспериментальные исследования выполнены как для отдельных аккумуляторов, так и для АКБ в целом.

Результаты демонстрируют, что эффективность воздушного охлаждения сильно зависит от геометрии аккумуляторной батареи. В поставленном эксперименте наблюдается значительная неравномерность распределения температуры в объёме АКБ (до ΔΤ = 20℃). (мощность теплоотвода ~150 Вт).

Двухфазное иммерсионное охлаждение демонстрирует более эффективный теплоотвод (мощность теплоотвода ~750 Вт), чем воздушное охлаждение, но требует сложные системы герметизации и теплоотведения.

Результаты показывают, что парафиновое охлаждение эффективно отводит тепло в пиковых точках тепловыделения (мощность теплоотвода ~700 Вт), однако требуется организация дополнительных систем теплоотвода, в противном случае, значительно увеличивается время воздействия повышенной температуры на АКБ за счёт обратной отдачи тепла при фазовом переходе.

В дальнейшем планируется проведение экспериментов с теплопроводящей графитовой фольгой и двухфазными инженерными жидкостями для иммерсионного охлаждения с целью определения оптимального метода охлаждения.

**Литература**

1. Grebtsov D. K. et al. Electric Vehicle Battery Technologies: Chemistry, Architectures, Safety, and Management Systems //World Electric Vehicle Journal. – 2024. – Т. 15. – №. 12. – С. 568.

**Благодарности**

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