АНАЛІЗ АВТОНОМНИХ САМОХІДНИХ ПЛАТФОРМ З ГІБРИДНИМИ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ УСТАНОВКАМИ

Ходисько А.А., Сергієнко М.Є.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Харків

У сучасному військовому та цивільному машинобудуванні зростає інтерес до автономних, малогабарітних самохідних платформ з гібридними енергетичними установками, що поєднують двигуни внутрішнього згоряння з електричними накопичувачами енергії. Повністю електроприводні рішення обмежені запасом ходу та залежать від зарядної інфраструктури, що критично під час довготривалих автономних місій. Гібридні конфігурації, зокрема на базі платформ THeMIS, Raptor і Prospr, забезпечують самозаряджання та підвищену автономність.

Силові установки гібридних платформ реалізуються у вигляді послідовних, паралельних і комбінованих архітектур [1]. Послідовні є простими в компонуванні, але мають вищі втрати перетворення; паралельні – ефективні на крейсерських режимах, однак складні в синхронізації; спліт‑топології оптимізують навантаження ДВЗ, хоча потребують складних трансмісій. У ролі накопичувачів енергії застосовуються Li‑ion батареї, що мають високу енергомісткість, проте обмежену пікову потужність і ресурс [5]. Комбіновані HESS‑системи дозволяють знизити пікові струми, зменшити деградацію батарей до 37 % при DoD = 80 % [2] та покращити рекуперацію.

Управління потоками енергії забезпечується стратегічними EMS‑алгоритмами: rule‑based (простота й надійність, але слабка адаптивність), оптимізаційними (MPC, DP – до ~8–14% приросту ефективності [3]), а також інтелектуальними (нейромережі, підкріплювальне навчання), які демонструють потенціал, але потребують потужних обчислювальних систем [3].

В роботі проведена систематизація архітектур гібридних трансмісій та накопичувачів енергії, а також проаналізовано підходи до енергоменеджменту. Встановлено нестачу уніфікованих топологій HESS і гнучких EMS‑алгоритмів, здатних працювати в реальному часі з урахуванням місій, GPS/V2X‑даних і обмежених обчислювальних ресурсів.

Надалі планується математичне моделювання потоків енергії та розробка EMS‑модуля з MPC і підкріплювальним навчанням для підвищення автономності без шкоди для надійності та ресурсу енергетичних компонентів.

Література:

1. *Dagci O. H., Peng H., Grizzle J. W.* Hybrid electric powertrain design methodology with planetary gear sets // IEEE Access. – 2018. – Т. 6. – С. 9585–9602

2. *Urooj A.; Nasir A.* Review of hybrid energy storage systems for hybrid electric vehicles // World Electric Vehicle Journal. – 2024. – Т. 15, № 8. – Ст. 342.

3. *Altun Y. E.; Kutlar O. A.* Energy management systems' modeling and optimization in hybrid electric vehicles // Energies. – 2024. – Т. 17, № 7. – Ст. 1696.