

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ ДЛЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ІНТЕГРОВАНИХ СТАРТЕР-ГЕНЕРАТОРІВ ГІБРИДНИХ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Нечаус Андрій Олександрович, канд. техн. наук, доцент кафедра АЕ,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: nechaus@ukr.net, ORCID: [0000-0001-8833-0802](https://orcid.org/0000-0001-8833-0802)

Гриценко Ярослав Геннадійович, бакалавр,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: Yarikg2003@gmail.com

Згідно опублікованих GlobalData досліджень патентних інновацій [1] інтегровані стартер-генератори (ІСГ) є одним з актуальних напрямів підвищення ефективності та вдосконалення гібридних електромобілів (ГЕМ). Передові позиції у цьому напрямі посідають Hyundai Motor, Kia та Ford Motor. Використання новітніх технічних рішень та сучасних технологій для ІСГ дозволяють оптимізувати процеси рекуперації енергії під час гальмування, підвищити паливну ефективність ГЕМ, оснащених системами старт-стоп, зменшити розміри та вагу складових частин ІСГ без втрати ним продуктивності.

Досить докладно варіанти побудови та приклади реалізації ІСГ описано у [2]. Один з варіантів структурної схеми силової установки ГЕМ з ІСГ наведена на рис. 1. На рисунку позначено: АБ – акумуляторна батарея, Д – двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ), ПБ – паливний бак, П – перетворювач, Т – трансмісія; суцільна лінія – електричний зв'язок, подвійна лінія – механічний зв'язок, пунктирна лінія – гідравлічний зв'язок.

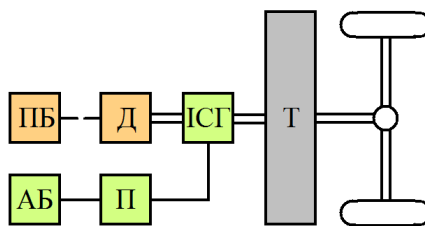


Рисунок 1 – Структурна схема силової установки ГЕМ з ІСГ

На рис. 2 наведено один з варіантів реалізації подібної системи при безпосередньому встановленні ІСГ на валу ДВЗ [3], В такому разі ротор ІСГ може виконувати функцію маховика, і тоді сам ДВЗ маховик може не мати. Така система може бути використана як для запуску ДВЗ, так і для генерування електричної енергії, при цьому зникає необхідність у ремінній передачі, за рахунок чого зменшуються вартість та складність конструкції. Однак, такий ІСГ зазвичай має більшу вагу, а також піддається сильним вібраціям колінчастого вала, що вимагає додаткових змін у шасі автомобіля.

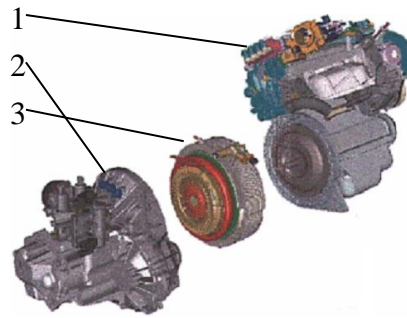


Рисунок 2 – Варіант реалізації системи ІСГ:
1 – ДВЗ; 2 – КПП; 3 – ІСГ

Система ІСГ має п'ять основних режимів роботи, два з них успадковані від звичайних транспортних засобів – прокручування колінчастого валу ДВЗ та вироблення електроенергії, а інші – є унікальними для гібридних електромобілів: старт-стоп на холостому ходу, рекуперативне гальмування та підтримання потужності.

Електрична машина є основним елементом системи ІСГ. Вона повинна працювати згідно визначених алгоритмів роботи як у режимі двигуна, так і у режимі генератора. Аналізуючи переваги та недоліки основних типів електричних машин, можна дійти висновку, що у складі системи ІСГ доцільно використовувати суміщені електричні машини, наприклад у двостаторному виконанні або з комбінованим збудженням, що дозволить поєднати переваги різних типів електричних машин та мінімізувати їх окремі недоліки.

Не зважаючи на конкретний тип електричної машини для ІСГ, слід відмітити, що для керування нею, використовуються сучасні способи та методи керування реалізовані на основі сучасних напівпровідникових пристроїв та мікропроцесорних систем.

Провідні виробники сучасних напівпровідникових приладів та систем керування пропонують готові технічні рішення для реалізації систем ІСГ у складі ГЕМ [4, 5]. На рис. 3 для прикладу наведено типову будову такої системи керування від Infineon Technologies AG.

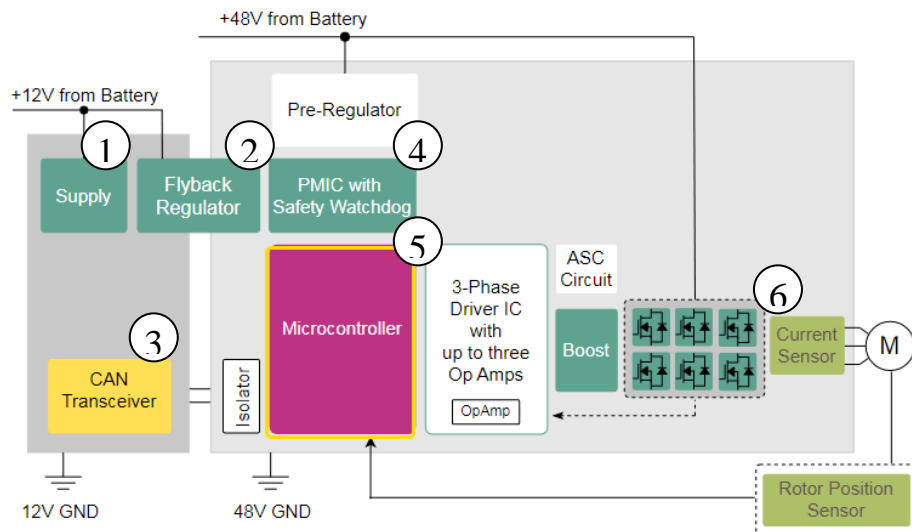


Рисунок 3 – Система керування ІСГ від Infineon Technologies AG [5]

Компанія Infineon пропонує кілька типів лінійних регуляторів напруги (1 на рис. 3), зокрема високоточні лінійні регулятори напруги зі слідкуванням, лінійні регулятори напруги зі змінною потужністю, регулятори напруги з наднизьким струмом спокою (LDO) та високопродуктивні регулятори напруги.

Сімейство автомобільних імпульсних регуляторів (2 на рис. 3) включає понижувальні перетворювачі, які перетворюють високу вхідну постійну напругу на низьку вихідну постійну напругу тієї ж полярності, підвищувальні перетворювачі та понижувально-понижувальні перетворювачі.

Для автомобільних мереж передачі даних шин CAN, пропонується досить великий перелік ретрансляторів (3 на рис. 3) зі швидкістю передачі від 500 кбіт/с до 8 Мбіт/с. Інтегральні мікросхеми керування живленням (4 на рис. 3) забезпечують перетворення, розподіл, стабілізацію та керування напругою у електронних системах.

Сімейство мікроконтролерів (5 на рис. 3) підходить для широкого спектру автомобільних та промислових застосувань завдяки високопродуктивній будові, яка містить до шести ядер, та розширеним функціям для підключення, що окрім керування двигуном та трансмісією, забезпечують цільові застосування в силових агрегатах електричних та гібридних приводів.

Лінійка силових MOSFET (6 на рис. 3) розроблена спеціально для автомобільних застосувань, коли вимагається висока продуктивність та надійність.

Висновки

Проведено аналіз сучасної електронної бази для створення системи керування електричною машиною у складі інтегрованого стартер-генератора для гібридного електромобіля. На підставі аналізу запропоновані технічні рішення, які можуть бути використані при розробці та вдосконалення систем інтегрованих стартер-генераторів.

Література

1. Leading innovators in integrated starter generators (ISG) for the automotive industry. Електронний ресурс. Режим доступу - <https://www.just-auto.com/data-insights/innovators-integrated-starter-generators-isg-automotive>.
2. Chau, K.T.. (2015). Electric Vehicle Machines and Drives: Design, Analysis and Application. DOI:10.1002/9781118752555.
3. Viorel, Ioan-Adrian & Szabo, Lorand & Löwenstein, Lars & Şteţ, Cristian. (2004). Integrated Starter-Generators for Automotive Applications. Acta Electrotehnica, v. 45 n. 3, pp. 255-260.
4. Automotive Integrated Starter Generator. Електронний ресурс. Режим доступу - <https://toshiba.semicon-storage.com/ap-en/semiconductor/application/automotive/xev/detail.automotive-integrated-starter-generator.html>.
5. Crankshaft starter generator 48 V – inverter ISG. Електронний ресурс. Режим доступу - <https://www.infineon.com/application/automotive-48v-crankshaft-starter-generator#design-resources>.