

# АВТОМОБІЛІ ТА ТРАКТОРИ

УДК 629.3:621.331

**С.Г. БУРЯКОВСКИЙ**, канд. техн. наук, доц. НТУ «ХП»;  
**Р.О. БОРОДИНОВ**, студент НТУ «ХП»

## **МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ВЕНТИЛЬНО ІНДУКТОРНОГО ДВИГУНА У ЯКОСТІ СТАРТЕР- ГЕНЕРАТОРНОГО ПРИСТРОЮ З ФУНКЦІЮ ЕЛЕКТРИЧНОГО ДВИГУНА**

У статті розглянуто існуючі конструкції з використанням стартер-генератора, приведено варіанти встановлення електричної машини, досліджено ефективність встановлення на імітаційній моделі.

В статье рассмотрены существующие конструкции с использованием стартер-генератора, приведены варианты установки электрической машины, исследована эффективность установки на имитационной модели.

The article deals the existing construction with starter-generator, given electric machine variants of installing, shown the efficiency of setting by simulation model.

**Вступ.** Для сучасного автомобіля характерна тенденція об'єднання функціональних систем. Розвиток електроніки, а також зростання необхідної потужності генератора дозволяє об'єднати елементи системи пуску та електропостачання в єдиному пристрої - стартер-генераторі (СГ). Це електрична машина, яка при пуску виконує функції електродвигуна, а в нормальному робочому режимі - генератора. Таке поєднання дозволяє відмовитися від ряду пристроїв, що встановлюються на двигуні автомобіля (привід стартеру, шків ремінної передачі на генератор). Також розширити функції, що їх зазвичай виконують генератор і стартер, наприклад, спільно з гальмівною системою здійснювати гальмування автомобіля з рекуперацією енергії, працювати в режимі «стоп-старт» (при зупинці автомобіля вимикати двигун внутрішнього згоряння і здійснювати безшумний і швидкий новий пуск), у певних ситуаціях можливий рух автомобіля на електричній тязі за рахунок енергії електричної батареї. Останнім часом особливо важливим є питання екології. Збільшення потужності стартер-генератора в комбінованій енергетичній установці малого гібриду дозволяє знизити токсичні викиди в атмосферу за рахунок руху автомобіля на електричній тязі і забезпечення економічного режиму роботи двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ) під час пуску. У зв'язку з цим актуальними є задачі проектування електричної машини стартер-генератор-двигун (СГД) та дослідження її режимів роботи з автомобілем.

**Мета роботи.** Визначити доцільність встановлення системи СГД на автомобіль. Забезпечити встановлення електричного пристрою з найменшими змінами в конструкції.

**Постановка задачі**

- дослідити існуючі конструкції;
- визначити основні параметри електричної машини;
- побудувати математичну модель автомобіля з СГД;
- проаналізувати результати моделювання.

На мотоциклах СГ приєднується через вінець маховика і знаходиться в постійно замкнутому стані, зчеплення працює в масляній ванні, відповідно передача змашується. На турбінах літаків, наприклад, літака Ан-24, Ан-26, Ан-30 та їх модифікацій, встановлений газотурбінний двигун АИ-24 оснащений стартером-генератором СТГ-18ТМО [1]. Основна перевага від встановлення СГ це зменшення габаритних та вагових показників, з такими самими перевагами СГ встановлюють і на танки, наприклад, Т-64, Т-72 укомплектовані стартер-генератором СГ-10. Крім того СГ встановлюють на локомотиви (ТЭ114, ТЭМ7, для живлення ланцюга управління)[3].

Варіанти встановлення СГД на прототип автомобіля Chevrolet Niva:

- на місце штатного стартеру;
- через зубчате зчеплення на первинний вал коробки швидкостей;
- на місце маховика використовуючи ротор машини замість махової маси;
- через обгінну муфту одним краєм приєднати до маховика а іншим до коробки швидкостей що дозволить більшою мірою рекупрувати енергію і наблизиться до оптимальних обертів в генераторному і стартерному режимах.

Для надійного пуску двигуна необхідно подолати інерцію рухомих частин та компресію у поршнях, момент який необхідно подолати 20-50 Нм в залежності від мастила та температури двигуна. Для надійності пуску обираємо двигун з крутним моментом 100 Нм. Крім того можна застосовувати електричний двигун СГД для руху на електричній тязі на швидкості 60 км/год, необхідна потужність 8.15 кВт

$$N_k = \frac{G_a \cdot f_v \cdot v_{\max}}{1000}, \quad (1)$$

$$N_B = \frac{K_B \cdot v_{\max}^3 \cdot F}{1000}, \quad (2)$$

$$N_v = (N_k + N_B) / \eta_{\text{дд}}. \quad (3)$$

Але двигун потужністю 8 кВт не забезпечує необхідної динаміки, крім того потужності двигуна повинно вистачити на режим додаткового моменту на швидкості. Обираємо двигун Siemens 1PV5 105 WS12 [4] з характеристиками: номінальна потужність –18 кВт; номінальний крутний

момент – 69 Нм; максимальна потужність – 78,4 кВт; максимальний крутний момент – 125 Нм; швидкість обертання шпинделя – 10000 об/хв; маса – 49 кг.

При побудові математичної моделі були використані методи моделювання систем за допомогою програмного пакету MATLAB, теорія автомобіля, теорія електричних машин та основні залежності з роботи Голланцева [5].

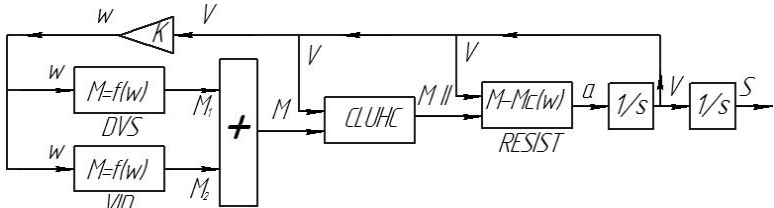


Рисунок 1 – Функціональна схема математичної моделі

Передбачається підключення додаткового моменту від СГД за наступними параметрами:

- при ручному увімкненні водієм;
- за похідною задатчика обертів двигуна (коли водій йде на обгін він більш різко натискає на педаль газу);
- при досягненні низьких обертів двигуна за умови ненульового положення педалі газу (попереджається заглохнення ДВЗ).

Режими роботи СГД:

- пуску двигуна;
- генерації електричної енергії для бортової мережі;
- додаткового моменту на швидкості, або при старті;
  - додаткового прискорення на швидкості (рисунок 2)
  - додаткового моменту при загрозі зупинки автомобіля (рисунок 3)

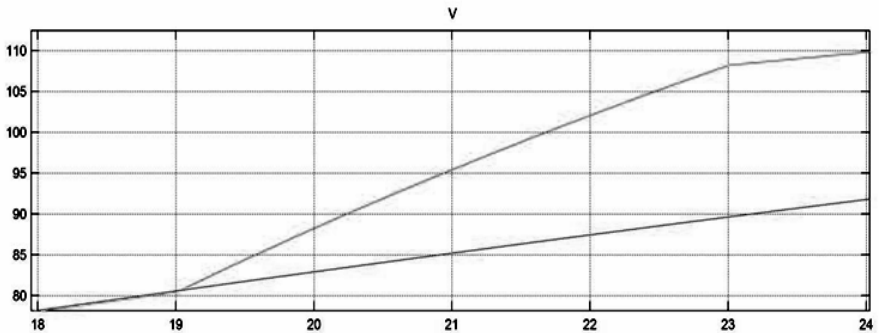


Рисунок 2 – Результат моделювання режиму додаткового прискорення на швидкості

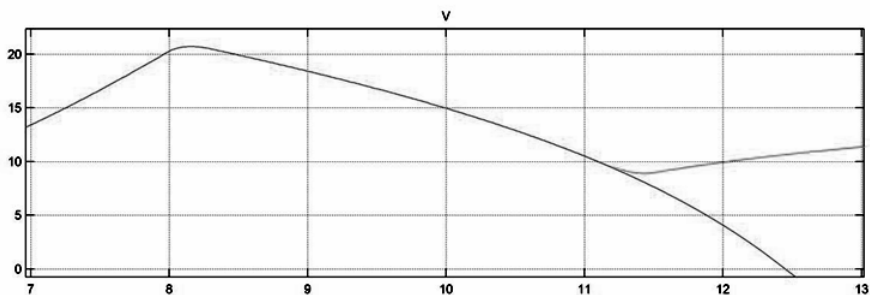


Рисунок 3 – Результат моделювання режиму додаткового моменту при загрозі зупинки автомобіля

За результатами моделювання використання гібридної тяги дозволяє:

- короткочасно збільшити максимальну швидкість до 165км/год;
- покращити динаміку автомобіля:
  - досягнення швидкості 100 км/год за 16с. замість 24с. при використанні лише двигуна внутрішнього згоряння;
  - збільшене прискорення на швидкості 80 км/год приріст 26 км/год за 4 с. замість 9 км/год на ДВЗ.
- забезпечити швидкий пуск двигуна (на обертах холостого ходу) і використання системи «стоп-старт»;
- збільшити електричну енергію яка виробляється генератором;
- покращити прохідність при русі у важких дорожніх умовах;
- зменшити шкідливі викиди;
- реалізувати режим пересування на електричному двигуні;
- забезпечити економію палива

## Висновки

Двигунобудівна промисловість в даний період переживає черговий технологічний підйом, що пов'язано з необхідністю переходу на новий технологічний рівень, що задовольнить різко зростаючі вимоги з економії палива, покращення екології, підвищення безпеки і комфорту. Система пуску двигунів є однією з головних яка підлягає модернізації на сучасному транспортному засобі.

**Список літератури:** 1."Авиационный турбовинтовой двигатель АИ-24 2-й серии. Инструкция по эксплуатации и техническому обслуживанию. Москва "Машиностроение", 1977 г. 2. <http://army.lv/ru/t-72/631/17> 3. [http://foto-transporta.ru/main.php?g2\\_itemId=92365](http://foto-transporta.ru/main.php?g2_itemId=92365). 4. <http://electromobiles.com/electro-mobiles/elektromobili-katalogi/details/56/6/elektrodvigateli-dlya-elektromobiley/elektrodvigatel-siemens-1pv5105-ws12-induction>. 5. Вентильные индукторно-реактивные двигатели / Ю.А.Голлацнев.-СПб.: ГНЦ РФ – ЦНИИ «Электроприбор», 2003 – 148 с.

Надійшла до редколегії 04.04.2012