

# СТАРТЕР-ГЕНЕРАТОР ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ПІДВИЩЕНОЇ ПОТУЖНОСТІ АВТОНОМНОЇ УСТАНОВКИ

**Реуцький М.О., к.т.н., доцент, Бушуєв К.О., магістрант**  
*КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електромеханіки*

**Вступ.** На сьогоднішній день через значне підвищення цін на енергоносії питання енергоефективності електрообладнання є досить актуальним. Це повною мірою відноситься і до застарілих синхронних стартер-генераторів автономних транспортних установок. В конструкцію стартер-генераторів можна вносити зміни, використовувати сучасні матеріали і технології, які не вплинуть на габаритні розміри, але дозволять значно підвищити їх потужність. При цьому з'являється можливість зменшити ціну при виготовленні більш потужних стартер-генераторів, якщо при їх проектуванні і виготовленні використовувати вже відпрацьовані технології та обладнання.

**Мета роботи.** Проаналізувати конструкцію стартер-генератора СГ-18-1к для визначення параметрів, які впливають на можливість підвищення потужності стартер-генератора без зміни стандартних розмірів. Спроекувати стартер-генератор підвищеної потужності СГ-22-1к без збільшення габаритних розмірів.

**Матеріали і результати досліджень.** Стартер-генератори автономних транспортних установок – це машини постійного струму, які можуть працювати як в режимі стартера, так і режимі генератора. З'єднання вала стартер-генератора з приводним механізмом здійснюється через фрикційну муфту і редуктор зі змінним передавальним числом. Для проведення дослідження за основу взято стартер-генератор СГ-18-1к, з такими номінальними даними: вихідна потужність 18 кВт, напруга 28 В, частота обертання 3600/6200 об/хв. Номінальні дані стартер-генератора підвищеної потужності СГ-22-1к: вихідна потужність 22 кВт, напруга 28 В, частота обертання 3600/6200 об/хв. Для того щоб отримати 22 кВт в стартер-генераторі підвищеної потужності потрібно внести зміни в систему охолодження, які будуть покращувати охолодження внутрішнього простору електро-машини, за рахунок збільшення площі поперечного перерізу існуючої в машині-прототипі внутрішніх і зовнішніх вентиляційних каналів, зміни в конструкції, введення конструктивних нових додаткових каналів в різних зонах внутрішнього простору ЕМ, а також особливості, які відносяться до конструктивних змін таких функціональних її збірних частинах як: щітково-колекторна система, система збудження, конструкції пазових частин обмотки ротора і друге. Після проведення попередніх розрахунків СГ-18-1к було прийнято рішення вносити такі зміни в СГ-22-1к:

- В системі охолодження: аксіальні вентиляційні канали розмічені на зовнішній поверхні якоря, встановлено два вентилятора один нагнітальної дії, а інший висмоктувальної дії.

- В колекторній системі: зміна кількості щіток з 18 до 12. У звільнені місця встановлені радіатори для охолодження щіток, а також додатково встановлені змащувальні щітки на основі дисульфата ( $\text{MoS}_2$ ).
- В системі збудження кількість додаткових і основних полюсів однакові.
- В роторі змінена обмотка: використаний дрід прямокутний, ізоляція дроту зменшена (рис. 1 та рис. 2).

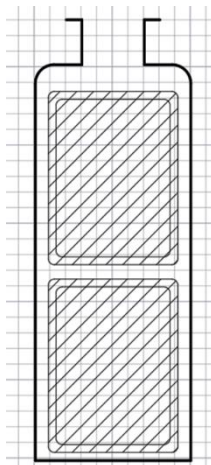


Рисунок 1 – Зміни розміру обмотки  
 В СГ-18-1К  $2.8 \times 4.75 = 13.3 \text{ мм}^2$   
 В СГ-22-1К  $3.3 \times 5.0 = 16.5 \text{ мм}^2$

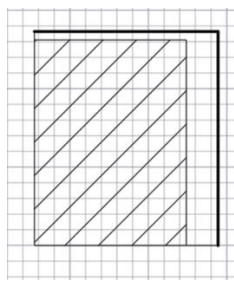


Рисунок 2 – Шина  
 В СГ-18-1К  $7 \times 9.3 = 61.1 \text{ мм}^2$   
 В СГ-22-1К  $8.2 \times 9.8 = 80.36 \text{ мм}^2$

Після проведених процесів модернізації для перевірки характеристик стартер-генератора були проведені досліді СГ-18-1к, а також порівняння з розрахунковими даними СГ-22-1к. Для дослідів і розрахунків використовувалась схема випробування СГ (рис. 3).

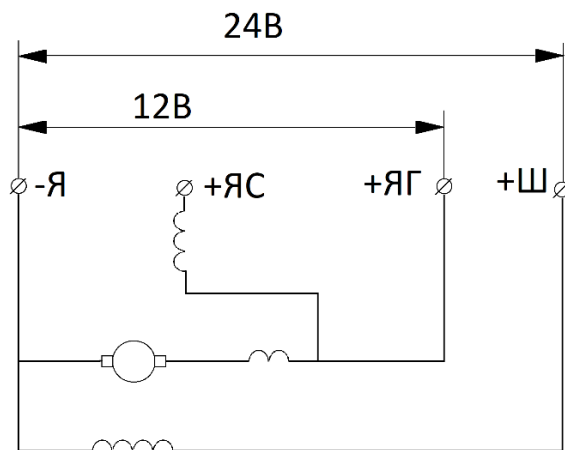


Рисунок 3 – Схема випробування

Після розрахунків за Морозов А. Г. Розрахунок електричних машин постійного струму [1] було складено зведену таблицю 1 втрати в двох типах розрахунків.

Таблиця 1 – Порівняння енергобалансів стартер-генераторів

	Назви втрат в стартер генераторі	СГ-18-1К	СГ-22-1К	Різниця втрат, Вт
1	Електричні втрати в обмотці якоря, Вт	705	842	137
2	Електричні втрати в обмотці додаткового полюса, Вт	443	708	265
3	Електричні втрати в щітково-колекторному вузлі, Вт	1317	1208	109
4	Втрати від гістерезису і вихрових струмів в спинці якоря, Вт	321	321	0
5	Втрати від гістерезису і вихрових струмів в зубцях якоря, Вт	306	306	0
6	Механічні втрати, Вт	997	997	0
7	Додаткові втрати, Вт	180	220	40
8	Втрати в сталі	627	627	0
9	ККД	0.786	0.798	0.012

В СГ-22-1к електричні втрати в щітково-колекторному вузлі становлять 1208 Вт при втратах в СГ-18-1к в 1317 Вт, таких результатів вдалось досягти завдяки методам модернізації. Загальні втрати потужності становлять 17556 Вт в СГ-22-1к і 14148 Вт в СГ-18-1к при 22кВт в СГ-22-1к коефіцієнт корисної дії становить 0.798 при 0.786 в СГ-18-1к, що є хорошим результатом, так як потужність зросла на 6 кВт, а габаритні характеристики залишились без змін і ККД близьке до значень прототипу.

**Висновки.** При модернізації синхронного стартер-генератора СГ-22-1К питання виникають тільки під час проектування ротору, так як в роторі було проведено найбільше змін. При впровадженні всіх змін потужність вдалось збільшити на 27% без зміни габаритних характеристик СГ прототипу, що є дуже позитивним результатом.

#### Перелік посилань

1. Морозов А. Г. Розрахунок електричних машин постійного струму // Навчальний посібник для електротехнічних спеціальностей. – 224 с.