

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СТАТИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ У СХЕМАХ СТЕНДІВ ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ ТЯГОВИХ ДВИГУНІВ ЛОКОМОТИВІВ

У статті наведений метод розрахунку параметрів статичних перетворювачів, якими пропонується замінити електромашинні лінійний генератор та вольтододаткову машину у схемі традиційного стенду для випробування тягових двигунів локомотивів.

В статье приводится метод расчета параметров статических преобразователей, которыми предлагается заменить электромашинный линейный генератор и вольтодобавочную машину в схеме традиционного стенда для испытания тяговых двигателей локомотивов.

In the article the method of static converters parameters calculation is resulted. It is proposed to replace the electromachine linear generator and balancing booster with static converters in the scheme of the traditional stand for test of locomotives traction engines.

Вступ

Відомо, що протягом останніх декількох десяти років для випробування тягових двигунів локомотивів застосовується система взаємного навантаження двигуна і генератора з вольтододатковою машиною (ВДМ) і лінійним генератором (ЛГ), яка забезпечує потрібні процеси регулювання. У «традиційній схемі», тобто тій, яка була зроблена декілька десяти років тому, для забезпечення потрібних процесів під час випробувань тягових двигунів застосовуються електричні обертальні машини. Але разом з цим сучасний стан напівпровідникової перетворювальної техніки дозволяє замінити електромеханічні перетворювачі статичними, тобто ВДМ та ЛГ відповідно на ВДП (вольтододатковий перетворювач) та ЛП (лінійний перетворювач). При цьому і зникає необхідність в приводних асинхронних двигунах, і підвищується коефіцієнт корисної дії установки, і зменшуєть-

ся шум, і т.д. Але при цьому виникає питання про визначення параметрів ВДП та ЛП.

Матеріали та результати досліджень

Розглянемо розрахунок параметрів універсального стенду взаємного навантаження для випробувань тягових двигунів як електровозів, так і тепловозів.

Основні пристрої, що входять у схему стенду, є так звані «лінійні генератори» – ЛГ і «вольтододаткові машини» – ВДМ, що компенсують відповідно втрати холостого ходу і електричні втрати.

У запропонованій схемі ці машини замінюються статичними перетворювачами, які у подальшому будуть позначені ВДП та ЛП.

Параметри двигунів, що випробовуються, наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Основні параметри двигунів, що випробовуються на стенді

Параметр Двигун	Годинна потужність, кВт	Напруга, В	Струм, А	Опір обмоток, при 20°C, Ом	ККД, %
AL4846dT	770	1500	545	0.0332 – як. 0.0232 – г.п. 0.0127 – д.п.	94.3
ЭД118	305	463/700	720/476	0.0135 – як. 0.0105 – г.п. 0.00821 – д.п.	91.6

У схемі стенду задіяні дві однакові машини, що випробуються. При цьому одна – М1 – працює у режимі двигуна, а інша – М2 – у режимі генератора, у коло якого послідовно підключено ВДП.

Параметри ВДП і ЛП можуть бути визначені, виходячи з наступних міркувань.

Рівняння балансу напруг для кіл двигуна М1 та генератора М2 має наступний вигляд:

– для лінійного генератора:

$$U_{\text{ЛП}} = E_1 + I_{\text{д}} \cdot (r_{\text{я}} + 2r_{\text{Г.п.}} + r_{\text{д.п.}}); \quad (1)$$

$$U_{\text{ЛП}} = E_2 + E_{\text{ВДП}} - I_{\text{Г}} \cdot (r_{\text{я}} + r_{\text{Г.п.}} + r_{\text{я.ВДМ}}), \quad (2)$$

де ЕРС машини М1: $E_1 < E_2 + E_{\text{ВДП}}$.

Для цього випадку E_2 та $E_{\text{ВДП}}$ – ЕРС машини М2 та ВДП відповідно;

$I_{\text{д}}$ та $I_{\text{Г}}$ – струми двигуна та генератора відповідно;

$r_{\text{я}}, r_{\text{Г.п.}}, r_{\text{д.п.}}$ – опори якоря, головних та додаткових полюсів.

Оскільки машини М1 та М2 однакові, обертаються з однаковими кутовими швидкостями, то можна вважати їх ЕРС рівними, тобто $E_1 = E_2$.

У цьому випадку, прирівнявши праві частини рівнянь (1) та (2), отримаємо вираз для напруги ВДП:

$$\begin{aligned} U_{\text{ВДП}} &= E_{\text{ВДП}} - I_{\text{Г}} \cdot r_{\text{я.ВДП}} = \\ &= I_{\text{д}} \cdot (r_{\text{я}} + r_{\text{Г.п.}} + r_{\text{д.п.}}) + I_{\text{Г}} \cdot (r_{\text{я}} + r_{\text{д.п.}}). \end{aligned} \quad (3)$$

Але струми обох ввімкнених послідовно машин М1 та М2 $I_{\text{д}} = I_{\text{Г}} = I$, тому, перетворивши рівняння (3), отримаємо:

$$U_{\text{ВДП}} = 2I \cdot (r_{\text{я}} + r_{\text{Г.п.}} + r_{\text{д.п.}}). \quad (4)$$

Помноживши обидві частини рівняння (4) на величину струму I , визначимо необхідну потужність ВДП.

$$P_{\text{ВДП}} = U_{\text{ВДП}} \cdot I = 2I^2 \cdot (r_{\text{я}} + r_{\text{Г.п.}} + r_{\text{д.п.}}). \quad (5)$$

Варто звернути увагу на необхідність, згідно з ГОСТ 2582-81, звести усі опори, що приведені у табл. 1, до температури 115 °С. Для цього значення опорів необхідно помножити на коефіцієнт 1.38.

З урахуванням вищезазначеного, згідно рівняння (5), напруга, потужність і струм ВДП набувають для тягових двигунів, що розглядаються, наступних значень, наведених у табл. 2.

Основні параметри ВДП

Параметр / Двигун	Напруга, В	Потужність, кВт	Струм, А
AL4846dT	104	57	550
ЭД118	64	46	720

Близькість наведених у табл. 2 параметрів для різних тягових двигунів дозволяє використовувати одну й ту саму ВДП, але з урахуванням необхідних за ГОСТ 2582-81 перевантажень за струмом, рівних подвійному часовому струму.

Таким чином, параметри ВДП у схемі стенда взаємного навантаження, що використовуються, повинні бути наступними:

$$\text{Напруга } U_{\text{ВДП}} = 208 \text{ В (220 В);}$$

$$\text{Струм } I_{\text{ВДП}} = 1440 \text{ А (1450 А);}$$

Варто оговорити, що дані параметри є максимальними і обраними з тих міркувань, що напівпровідникові прилади не припускають таких перевантажень за струмом, на відміну від використання електромеханічних перетворювачів.

Напруга ЛП визначається за рівнянням (1) у припущенні, що ЕРС $E_1 \approx 0.96 \cdot U = 1440 \text{ В}$ для двигуна AL4846dT. Тоді $U_{\text{ЛП}} = 1510 \text{ В}$.

Сумарні втрати у двигуні:

$$\sum p = \frac{P_2}{\eta} (1 - \eta) = \frac{770}{0.943} (1 - 0.943) = 46.5 \text{ кВт.} \quad (6)$$

Оскільки ВДП та ЛП компенсують усі втрати потужності машин М1 та М2, що випробовуються, потужність ЛП може бути визначена як різниця суми втрат в обох машинах і потужність ВДП з табл. 2.

Варто зазначити, що ЛП для двигуна AL4846dT повністю забезпечить також випробування двигуна ЭД118.

$$P_{\text{ЛП}} = 2 \sum p - P_{\text{ВДП}} = 2 \cdot 46.5 - 57 = 36 \text{ кВт,} \quad (7)$$

а струм

$$I_{\text{ЛП}} = \frac{P_{\text{ЛП}}}{U_{\text{ЛП}}} = \frac{36000}{1510} \cong 25 \text{ А.} \quad (8)$$

Визначені з рівнянь (7) та (8) величини для двигуна ЭД118 відповідно дорівнюють 10 кВт і 20 А при мінімальній нарузі на колекторі.

Згідно ГОСТ 2582-81, тягові двигуни повинні бути розраховані на напругу, встановлену для режиму електричного гальмування, тобто

на напругу 2000 В, яку варто прийняти за номінальну напругу ЛП. З урахуванням цього параметри ЛП повинні бути наступними:

Напруга: $U_{\text{ЛП}} = 2000 \text{ В}$;

Струм: $I_{\text{ЛП}} = 30 \text{ А}$;

Потужність: $P_{\text{ЛП}} = 60 \text{ кВт}$.

Примітка: ці параметри, як і параметри ВДП повинні бути уточнені з урахуванням правил ремонту.

Висновки

Запропонований спосіб визначення параметрів ВДП та ЛП може бути застосований при

визначенні параметрів стенду, призначеного для випробування двигунів будь-якого типу або декількох типів (універсальний стенд).

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Безрученко, В. М. Тягові електричні машини електрорухомого складу [Текст] / В. М. Безрученко, В. К. Варченко, В. В. Чумак. – Д.: Вид-во ДНУЗТ. 2003. – 252 с.
2. Гольдберг, О. Д. Испытания электрических машин [Текст] / О. Д. Гольдберг. – М.: Высш. шк., 1990. – 255 с.

Надійшла до редколегії 28.11.2008.