

*Список використаних джерел*

1. Agrawal A. Comparison of Various Configurations of Hybrid Active Filter With Three Different Control Strategies [Text] / A. Agrawal // International Journal of Engineering Research & Technology. 2014. – V. 3. – Issue 5. – P. 1672-1678.

2. Rajashekarl B. Cascaded H-Bridge Multilevel Inverter with a New Selective Harmonic Mitigation Technique to Meet Grid Codes Under Non-Equal Dc Link Voltages with Power Quality Enhancement [Text] / B.Rajashekarl, T.Praveen Kumar, R.Ramesh.

// IJRSET Vol. 3, Issue 9, September 2014. – P. 15857 – 15863.

3. Ягуп, В. Г. Модель активного фильтра для трехфазной электрической системы с несимметричной нагрузкой и управлением по оптимизационному алгоритму [Текст] / В.Г. Ягуп, Е.В. Ягуп // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. – 2015. – Вип. 3(31). – С. 103-109.

4. Ягуп, Е. В. Моделирование системы электроснабжения с активным фильтром, управляемым по оптимизационному алгоритму [Текст] / Е.В. Ягуп // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2016. – Вып. 8(79), Т. 1. – С. 52-58.

УДК 621.311

*О. Д. Супрун, О. С. Ушкалов*

**РОЗРОБКА РЕЗЕРВНОГО ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ ТЯГОВОЇ ПІДСТАНЦІЇ**

*О. D. Suprun, O. S. Ushkalob*

**THE DEVELOPMENT OF A BACKUP POWER SUPPLY TRACTION SUBSTATION**

Розвиток залізничного транспорту, зростання швидкостей руху обумовлюють безперервне вдосконалення пристроїв сигналізації, централізації і блокування (СЦБ) забезпечуючи безпеку перевізного процесу і збільшення пропускної і провізної спроможності залізниць. Пристрої СЦБ як споживачі електричної енергії першої категорії повинні отримувати живлення від двох взаємно резервованих джерел живлення [2]. У теперішній час на тягових підстанціях розпочато установлення ДГА потужністю 100 кВт у модульному виконанні, які за необхідності можуть забезпечувати живлення пристроїв СЦБ, а також власних потреб тягових підстанцій. На тягових підстанціях напруга на ВЛ СЦБ подається через підвищуючий трансформатор СЦБ від шин 0,4 кВ трансформатора власних потреб підстанції. Можливості

вдосконалення систем електропостачання власних потреб тягових підстанцій ще не вичерпані [1, 3].

Метою дослідження є впровадження на тягових підстанціях новітніх джерел безперебійного живлення ВЛ СЦБ на основі суміщених електричних машин. Запропонована установка (рисунок) дає змогу, на відміну від відомих, забезпечити якість напруги, яка потрібна на шинах живлення ВЛ СЦБ у динамічних режимах роботи електричної машини при коливаннях та відключеннях напруги мережного вводу, а також при різних аномальних явищах у тяговій мережі за рахунок відсутності гальванічного зв'язку між мережею та шинами живлення ВЛ СЦБ. Для зменшення часу перехідного процесу від режиму чергування до режиму резервного живлення наразі перебувають на стадії розроблення суміщені електричні

машини з використанням роторів зі збільшеними масо-габаритними показниками, які є за рахунок енергії, що запасена в них, стартерами для запуску дизеля. Наявність у магнітопроводі суміщеної електричної машини різнополосних полів

потребує уточнення умов вибору електромагнітних навантажень, особливо в тій частині розрахунку, яка пов'язана з розподілом навантажень між обмотками, що працюють на різних частотах.

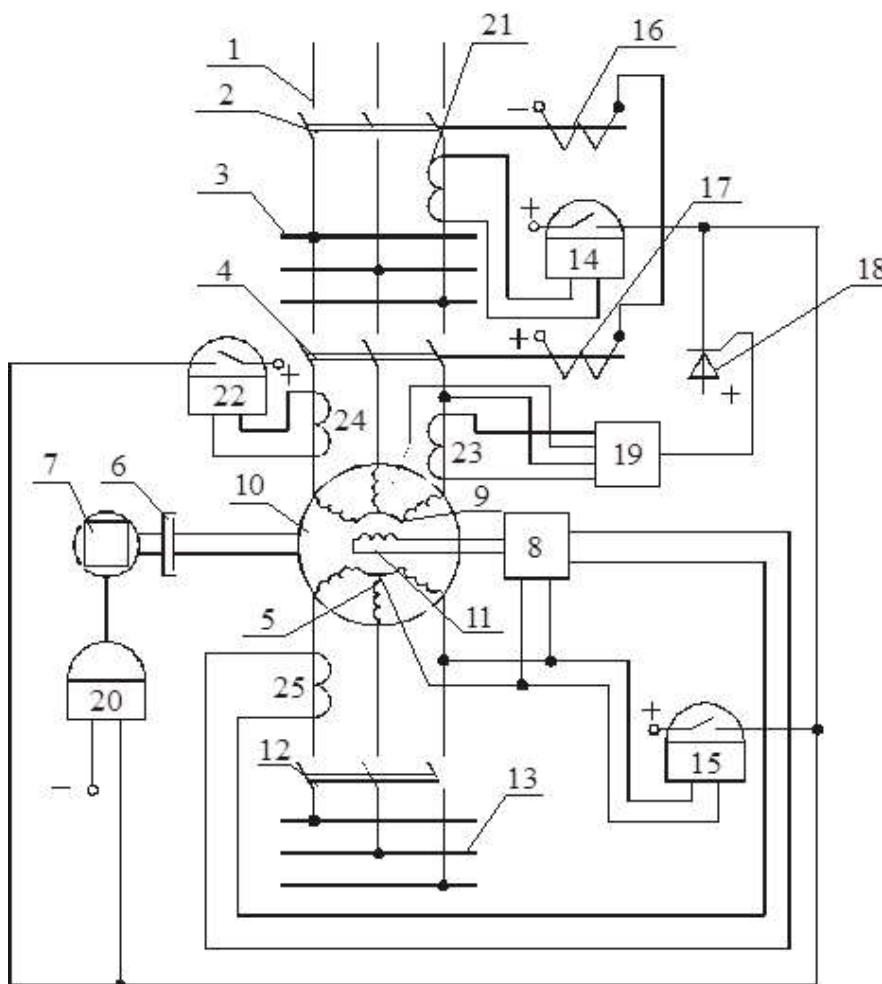


Рис. Структурна схема резервного джерела живлення ВЛ СЦБ

У запропонованій методиці по ходу розрахунку суміщеної електричної машини потрібно визначити її основні розміри при заданих значеннях активної потужності та частоти, необхідно уяснити основні параметри суміщених електричних машин. До таких параметрів належать: струм  $I$ , напруга  $U$ , потужність  $P$ , кількість витків обмотки  $w$ , частота  $f$ , індуктивність обмотки  $L$ , активний опір  $R$ , магнітна

проникність матеріалу магнітопроводу  $\mu$ , маса  $M$ , деякий характерний розмір  $D$  (діаметр  $D$ , довжина  $l$ , повітряний зазор  $\delta$ ), температура  $\Theta$ , коефіцієнт тепловіддачі  $K_T$ , теплоємність  $C$ . Для встановлення зв'язків між основними параметрами використаємо елементи теорії розмірності. Як основні (незалежні) одиниці оберемо такі:  $I, f, \mu, \Theta, D$ . Тоді отримаємо таку систему рівнянь

$$\begin{cases} [I] = [I]^1 \cdot [T]^0 \cdot [M]^0 \cdot [\Theta]^0 \cdot [D]^0; \\ [f] = [I]^0 \cdot [T]^{-1} \cdot [M]^0 \cdot [\Theta]^0 \cdot [D]^0; \\ [\mu] = [I]^0 \cdot [T]^{-2} \cdot [M]^1 \cdot [\Theta]^0 \cdot [D]^0; \\ [\Theta] = [I]^0 \cdot [T]^0 \cdot [M]^0 \cdot [\Theta]^{-1} \cdot [D]^0; \\ [D] = [I]^0 \cdot [T]^0 \cdot [M]^0 \cdot [\Theta]^0 \cdot [D]^1. \end{cases} \quad (1)$$

Системі рівнянь (1) відповідає такий визначник

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} = -1 \neq 0. \quad (2)$$

Установимо зв'язки параметрів суміщеної електричної машини з основними одиницями, тобто встановимо критерії подібності. Перший з них  $\pi_1$  отримаємо таким чином

$$\pi_1 = \frac{[D]^2 \cdot [M]^1 \cdot [T]^{-3} \cdot [I]^2}{[I]^{\alpha_1} \cdot [T]^{-\beta_1} \cdot [T]^{-2\gamma_1} \cdot [M]^{\gamma_1} \cdot [\Theta]^{\xi_1} \cdot [D]^{\varphi_1}}. \quad (3)$$

При виводі другого критерію подібності  $\pi_2$  використаємо таке співвідношення

$$\pi_2 = \frac{[D]^2 \cdot [M]^1 \cdot [T]^{-3} \cdot [I]}{[I]^{\alpha_2} \cdot [T]^{-\beta_2} \cdot [T]^{-2\gamma_2} \cdot [M]^{\gamma_2} \cdot [\Theta]^{\xi_2} \cdot [D]^{\varphi_2}}. \quad (4)$$

Третій критерій  $\pi_3$  визначимо таким чином

$$\pi_3 = \frac{[L]}{[I]^{\alpha_3} \cdot [f]^{\beta_3} \cdot [\mu]^{\gamma_3} \cdot [\Theta]^{\xi_3} \cdot [D]^{\varphi_3}} = \frac{L \cdot I^2}{\mu \cdot D^2}. \quad (5)$$

Для четвертого  $\pi_4$ , п'ятого  $\pi_5$ , шостого  $\pi_6$  критеріїв отримаємо

$$\pi_4 = \frac{[R]}{[I]^{\alpha_4} \cdot [f]^{\beta_4} \cdot [\mu]^{\gamma_4} \cdot [\Theta]^{\xi_4} \cdot [D]^{\varphi_4}} = \frac{R \cdot I^2}{f \cdot \mu \cdot D^2}; \quad (6)$$

$$\pi_5 = \frac{[K_T]}{[I]^{\alpha_5} \cdot [f]^{\beta_5} \cdot [\mu]^{\gamma_5} \cdot [\Theta]^{\xi_5} \cdot [D]^{\varphi_5}} = \frac{K_T \cdot \Theta}{f \cdot \mu}; \quad (7)$$

$$\pi_6 = \frac{[C]}{[I]^{\alpha_6} \cdot [f]^{\beta_6} \cdot [\mu]^{\gamma_6} \cdot [\Theta]^{\xi_6} \cdot [D]^{\varphi_6}} = \frac{C \cdot \Theta}{f^2 \cdot D^2}. \quad (8)$$

Знайдені критерії в розробленій методиці дають змогу здійснити вибір електромагнітних навантажень запропонованої суміщеної електричної машини.

#### *Список використаних джерел*

1. Долдин, В. М. Электроснабжение не-тяговых потребителей железнодорожного транспорта. Устройство, обслуживание, ремонт [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. М. Долдин. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2010. – 304 с. – Режим доступа: <http://lokomotivref.ru/p0040.htm>.

2. The DTT device: Power supplies and electrical distribution system [Text] / A. Lampasi [et al.] // Fusion Engineering and Design. – 2017, January.

3. Offset-Free Model Predictive Control for Output Voltage Regulation of Three-Phase Inverter for Uninterruptible Power Supply Applications [Text] / Seok-Kyoon Kim, Chang Reung Park, Young Il Lee // IFAC Proceedings Volumes. – 2014. – Vol. 47. – P. 11129-11134.

4. Integrated modelling of variable renewable energy-based power supply in Europe [Text] / H. C. Gils [et al.] // Energy. – 2017, January. – Vol. 123. – P. 173-188.

УДК 629.4.014

*М. М. Одегов*

### **АНАЛІЗ ВПЛИВУ РЕМОНТНИХ ДОПУСКІВ ТА ЇХ СУКУПНОСТЕЙ НА ВИТРАТИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ У ПРИВОДАХ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ПРИМІСЬКОГО СПОЛУЧЕННЯ**

*М. М. Odegov*

### **ANALYSIS OF THE IMPACT OF TOLERANCES AND REPAIR THEIR POPULATIONS TO ELECTRIC POWER CONSUMPTION IN THE ELECTRIC VEHICLE DRIVES DC COMMUTER**

Основні напрямки підвищення ефективності експлуатації електропоїздів приміського сполучення постійного струму є зменшення витрат електричної енергії [1]. Значний внесок у дослідження впливу факторів на втрати електричної енергії зроблено І. П. Ісаєвим, який визначив два напрями визначення впливу факторів відхилення тягових електродвигунів електровозів від номінальних значень. Перший стверджує, що необхідно досліджувати велику партію двигунів. Цей напрям не зовсім відповідає створенню тягової моделі рухомого складу, тому обрано методику досліджень впливовості допусків, що найбільше впливають на

відхилення магнітного потоку від номінального значення. Для кількісного оцінювання впливу допусків визначено значення часткових коефіцієнтів магнітних опорів тягових двигунів 1ДТ.003 від номінального режиму (табл. 1).

Отриманий результат перерахунку ТЕД дає змогу зробити висновок, що вплив допусків на виготовлення остова, якоря та полюсів є незначним у порівнянні з впливом допусків на геометричні розміри зібців якоря та повітряного зазора. Цей перерахунок підтверджує висновки [1], зроблені для електровозів, тобто у двигунах меншої потужності зберігає порядок впливовості.