

УДК 629.423.24

АНАЛІЗ РЕЖИМІВ РОБОТИ МОДЕРНІЗОВАНОЇ ТЯГОВОЇ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ АВТОНОМНОГО ЛОКОМОТИВА

Д. О. Кулагін, П. Д. Андрієнко, Д. С. Андрієнко

Запорізький національний технічний університет

вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, 69063, Україна. E-mail: nemix123@rambler.ru, andrpd@ukr.net

Досліджено роботу тягової електропередачі на основі модернізованої системи автоматичного керування для режимів розгону, усталеного руху та гальмування дизель-потягу за моментом опору, що залежить від швидкості руху, та обмеженні за коефіцієнтом зчеплення колісної пари з рейками. Проведено математичне моделювання та проаналізовано отримані перехідні процеси.

Ключові слова: тягова електропередача, перетворювач частоти, дизель-потяг, система керування.

АНАЛИЗ РЕЖИМОВ РАБОТЫ МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ ТЯГОВОЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ АВТОНОМНОГО ЛОКОМОТИВА

Д. А. Кулагин, П. Д. Андриенко, Д. С. Андриенко

Запорожский национальный технический университет

ул. Жуковского, 64, г. Запорожье, 69063, Украина. E-mail: nemix123@rambler.ru, andrpd@ukr.net

Исследована работа тяговой электропередачи на основе модернизированной системы автоматического управления для режимов разгона, установившегося движения и торможения дизель-поезда при моменте сопротивления, зависящем от скорости движения, и ограничении по коэффициенту сцепления колесной пары с рельсами. Проведено математическое моделирование и проанализированы полученные переходные процессы.

Ключевые слова: тяговая электропередача, преобразователь частоты, дизель-поезд, система управления.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Проведена робота з модернізації тягової електропередачі дизель-потягів ДЕЛ-02 [1] ставить питання всебічного аналізу режимів роботи автономного локомотива для визначення показників його роботи та можливості подальшої модернізації.

Метою роботи є дослідження режимів роботи тягової передачі для дизель-потягу з тяговою електропередачею змінного струму.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Розглянемо роботу тягової електропередачі на основі модернізованої [1] системи автоматичного керування (САК) для наступних характерних режимів руху дизель-потягу: розгін, усталений рух та гальмування на рівній ділянці шляху за моментом опору, залежним від швидкості руху та обмеженим за коефіцієнтом зчеплення колісної пари з рейками.

Зусилля тяги та гальмування рухомого складу, що реалізуються тяговими двигунами дизель-потягу, обмежені в основному зчепленням коліс з рейками [2]. Тому для моторвагонних потягів, на яких живлення тягового двигуна відбувається через перетворювач частоти (ПЧ), слід контролювати значення коефіцієнта зчеплення. За наявності швидкодіючих САК необхідно підтримувати значення сили тяги такою, що відповідає максимальному коефіцієнту зчеплення. Принцип керування ПЧ, який реалізується САК, обирався за умови, що залежність коефіцієнта зчеплення від швидкості ковзання враховує випадкові коливання. Постійне значення сили тяги зазвичай обирають за мінімумом випадкової величини коефіцієнта зчеплення. У цьому випадку вірогідність зриву зчеплення складає 2–3 % у звичайних умовах, що забезпечує нормальну частоту спрацювання протибоксувальних пристроїв.

Недовикористання коефіцієнта зчеплення можна виключити за підтримки САК ковзання на рівні, що відповідає в кожний конкретний момент часу максимальному значенню коефіцієнта зчеплення ψ_ϵ .

Рекомендована універсальна формула коефіцієнта зчеплення має вигляд:

$$\psi_\epsilon = \frac{30}{100 + v}, \quad (1)$$

де v – швидкість руху дизель-потягу.

Розподіл коефіцієнта зчеплення (у відносних одиницях, в.о.) від швидкості руху дизель-потягу надано у графіку (рис. 1).

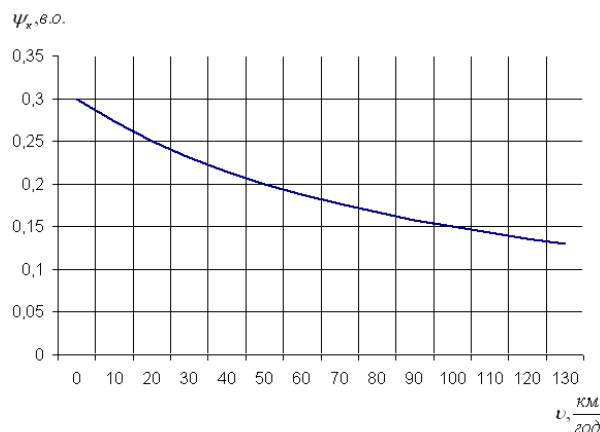


Рисунок 1 – Залежність максимального коефіцієнта зчеплення від швидкості руху дизель-потягу

Швидкість руху дизель-потягу пов'яжемо з частотою обертання ротора двигуна ω_2 наступним виразом:

$$v = \omega_3 R_\epsilon = \frac{\omega_2 R_\epsilon}{i_p}, \quad (2)$$

де R_ϵ – радіус колеса; i_p – передаточне число редуктора.

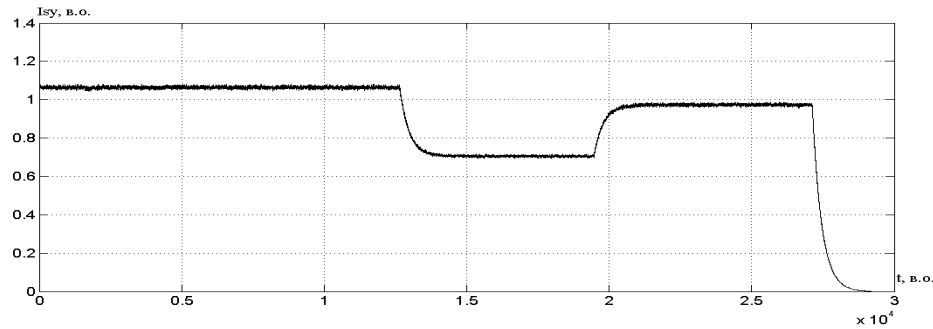


Рисунок 2 – перехідний процес активної складової струму при русі дизель-потягу по рівній ділянці шляху

Тяговий момент M на основі відомого значення активної складової струму i_{sy} можна визначити як

$$M = \frac{3}{2} k_r \psi_r z i_{sy}. \quad (3)$$

Також на основі значення ковзання та активної потужності, що споживається двигуном, тяговий момент знаходиться:

$$M = \frac{P}{\omega_2 s_\psi}, \quad (4)$$

де P – активна потужність, що споживається.

Тоді за (3) та (4) маємо

$$\omega_2 = \frac{2P}{3k_r \psi_r z i_{sy} s_\psi}. \quad (5)$$

Тобто, як видно з (5), контроль активної складової струму при керуванні модулем вектора потокозчеплення ψ_r та ковзанням тягового двигуна s_ψ дозволяє безпосередньо контролювати максимальне значення коефіцієнта зчеплення колісної пари з рейками.

Значення сили тяги визначається:

$$F_O = \psi_\varepsilon Q, \quad (6)$$

де F_O – значення сили тяги колісної пари; Q – осьове навантаження на одну колісну пару.

Робота дотичної сили тяги, що утворюється при взаємодії рухомих коліс дизель-потягу з рейками, більшою частиною витрачається на подолання зовнішніх сил, що створюють опір руху дизель-потягу.

ANALYSIS OF THE CONDITIONS OF ELECTRIC TRACTION MODERNIZED AUTONOMOUS LOCOMOTIVES

D. Kulagin, P. Andrienko, D. Andrienko

Zaporizhzhya National Technical University

vul. Zhukovskoho, 64, Zaporizhzhya, 69063, Ukraine. E-mail: nemix123@rambler.ru, andrpd@ukr.net

The operation of the traction power transfer on the basis of a modernized system of automatic control mode for acceleration, deceleration and steady motion of diesel trains at the moment of resistance, depending on the speed of movement and restriction on the coefficient of adhesion wheelset with rails. Mathematical modeling and analyze the transients.

Key words: tractive power transmission, frequency converter, diesel-locomotive, control system.

REFERENCES

1. Andrienko P., Kulagin D., Kachur O. Comparative analysis of regulatory control system of traction current frequency-controlled electric diesel trains DEL-02 // *Electrical machinery and electrical equipment*. – 2010. – № 75. – PP. 32–36. [in Ukrainian]
2. Alekseev A. E. *Traction electrical machines and converters*. – L.: Energiya, 1967. – 432 p. [in Russian]

Згідно з дослідженнями, для дизель-потягів, аналогічним до яких є ДЕЛ-02, результуюча сила опору руху визначається виразом

$$w_o = 1,1 + 0,012|v| + 0,000678v^2. \quad (7)$$

Проаналізуємо перехідні характеристики і процеси роботи тягової електропередачі.

На рис. 2 показано перехідний процес активної складової струму для розгону та гальмування дизель-потягу з модернізованою САК рівною ділянкою шляху.

ВИСНОВКИ. Аналіз рис. 2 свідчить, що використання модернізованої САК дозволило:

- збільшити заповнення графіка перехідного процесу активної складової струму, що свідчить про зменшення часу затримки та реакції модернізованої САК на сигнал завдання від машиніста;
- зменшити пульсації активної складової струму.

ЛІТЕРАТУРА

1. Андрієнко П.Д., Кулагін Д.О., Качур О.С. Порівняльний аналіз регуляторів системи керування струмом тягового частотно-керованого електропривода дизель-поїзда ДЕЛ-02 // *Електромашинобудування та електрообладнання*. – 2010. – № 75. – С. 32–36.
2. Алексеев А. Е. Тяговые электрические машины и преобразователи. – Л.: Энергия, 1967. – 432 с.

Стаття надійшла 23.07.2012.

Рекомендовано до друку
д.т.н., проф. Сінчуком О.М.