62.83.52:62.503.56

ОПТИМАЛЬНАЯ ПО БЫСТРОДЕЙСТВИЮ ДИАГРАММА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ПРЕЦИЗИОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТОЯННОГО ТОКА С УПРУГИМ ВАЛОПРОВОДОМ С ОГРАНИЧЕНИЕМ ПЯТОЙ ПРОИЗВОДНОЙ СКОРОСТИ

–––––––

TIME-OPTIMAL DIAGRAM OF MOVEMENT OF EXECUTIVE BODY OF THE DIRECT CURRENT DRIVE WITH ELASTIC SHAFTING WITH CONSTRAIN OF THE FIFTH DERIVATIVE OF THE SPEED

Добробаба Юрий Петрович
профессор кафедры электроснабжения
промышленных предприятий,
Кубанский государственный
технологический университет

Кошкин Гордей Анатольевич
начальник цеха низковольтных комплектных устройств,
Кубанский государственный
технологический университет
Gordey_koshkin@yandex.ru

Громницкий Евгений Евгеньевич
студент,
Кубанский государственный
технологический университет
Johngrom686@yandex.ru

Аннотация. Представлена оптимальная по быстродействию диаграмма перемещения исполнительного органа прецизионного электропривода постоянного тока с упругим валопроводом с ограничением пятой производной скорости. Разработано математическое обеспечение для определения параметров оптимальной по быстродействию диаграммы перемещения исполнительного органа прецизионного электропривода постоянного тока с упругим валопроводом с ограничением пятой производной скорости. Для оптимальной по быстродействию диаграммы перемещения исполнительного органа прецизионного электропривода постоянного тока с упругим валопроводом с ограничением пятой производной скорости определена область существования. Построены зависимости контролируемых координат прецизионного электропривода постоянного тока с упругим валопроводом от времени при отработке оптимальной по быстродействию диаграммы с ограничением пятой производной скорости.

Ключевые слова: упругий валопровод, оптимальное по быстродействию перемещение исполнительного органа прецизионного электропривода, ограничение пятой производной скорости.

Dobrobaba Yuriy Petrovich
Professor of department of power supply
industrial enterprises,
Kuban state technological university

Koshkin Gordey Anatolyevich
Foreman of low-voltage complete devices,
Kuban state technological university
Gordey_koshkin@yandex.ru

Gromnitskiy Evgeniy Evgenyevich
Student,
Kuban state technological university
Johngrom686@yandex.ru

Annotation. The time-optimal diagram of movement of executive body of the precision electric DC drive with the elastic shafting with constrain of the fifth derivative of the speed is presented. The software to determine the parameters of the time-optimal diagram of movement of executive body of the precision electric DC drive with the elastic shafting with constrain of the fifth derivative of the speed has been developed. For the time-optimal diagram of the movement of the executive body of the precision electric DC drive with the elastic shafting with constrain of the fifth derivative of the speed the existence field has been determined. The dependences of the controlled coordinate precision DC drive with the elastic shafting in the process of running the optimal-time diagram with constrain of the fifth derivative of the speed.

Keywords: elastic shafting, the time optimal diagram of movement of executive body of the electric drive, constrain of the fifth deriviate of the speed.

На рисунке 1 представлена оптимальная по быстродействию диаграмма перемещения исполнительного органа прецизионного электропривода постоянного тока с упругим валопроводом с ограничением пятой производной скорости, состоящая из двадцати двух этапов. Длительность первого, третьего, четвертого, восьмого, девятого, одиннадцатого, двенадцатого, четырнадцатого, пятнадцатого, девятнадцатого, двадцатого и двадцать второго этапов равна t_1; длительность второго, пятого, шестого, седьмого, десятого, тринадцатого, шестнадцатого, семнадцатого, восемнадцатого и двадцать первого этапов равна $2t_1$. На нечетных этапах пятая производная угловой скорости исполнительного органа электропривода $\omega_2^{(5)}$ равна максимальному значению $\omega_{max}^{(5)}$; на четных этапах пятая производная угловой

скорости исполнительного органа электропривода $\omega_2^{(5)}$ равна максимальному значению со знаком «минус» $-\omega_{max}^{(5)}$. В моменты времени $t_1, 7t_1, 11t_1, 13t_1, 19t_1, 21t_1, 25t_1$ и $31t_1$ четвертая производная угловой скорости исполнительного органа электропривода $\omega_2^{(4)}$ достигает максимального значения $\omega_{max}^{(4)}$; в моменты времени $3t_1, 5t_1, 9t_1, 15t_1, 17t_1, 23t_1, 27t_1$ и $29t_1$ четвертая производная угловой скорости исполнительного органа электропривода $\omega_2^{(4)}$ достигает максимального значения со знаком «минус» $-\omega_{max}^{(4)}$. В моменты времени $2t_1, 14t_1, 22t_1$ и $26t_1$ третья производная угловой скорости исполнительного органа электропривода $\omega_2^{(3)}$ достигает максимального значения $\omega_{max}^{(3)}$; в моменты времени $6t_1, 10t_1, 18t_1$ и $30t_1$ третья производная угловой скорости исполнительного органа электропривода $\omega_2^{(3)}$ достигает максимального значения со знаком «минус» $-\omega_{max}^{(3)}$. В момент времени $4t_1$ и $28t_1$ вторая производная угловой скорости исполнительного органа электропривода $\omega_2^{(2)}$ достигает максимального значения $\omega_{max}^{(3)}$; в момент времени $12t_1$ и $20t_1$ вторая производная угловой скорости исполнительного органа электропривода $\omega_2^{(2)}$ достигает максимального значения со знаком «минус» $-\omega_{max}^{(2)}$. В момент времени $8t_1$ первая производная угловой скорости исполнительного органа электропривода $\omega_2^{(1)}$ достигает максимального значения $\omega_{max}^{(1)}$; в момент времени $24t_1$ первая производная угловой скорости исполнительного органа электропривода $\omega_2^{(1)}$ достигает максимального значения со знаком «минус» $-\omega_{max}^{(1)}$. В момент времени $16t_1$ угловая скорость исполнительного органа электропривода ω_2 достигает максимального значения ω_{max}. За время цикла $T_Ц = 32t_1$ угол поворота исполнительного органа прецизионного электропривода φ_2 увеличивается от начального значения угла поворота $\varphi_{нач}$ до конечного значения $\varphi_{кон}$.

Для оптимальной по быстродействию диаграммы перемещения исполнительного органа прецизионного электропривода постоянного тока с упругим валопроводом с ограничением пятой производной скорости справедливы следующие соотношения:

$$t_1 = \sqrt[6]{\frac{\varphi_{кон} - \varphi_{нач}}{1024\varphi_{max}^{(5)}}}\ ; \tag{1}$$

$$T_Ц = 32 \cdot \sqrt[6]{\frac{\varphi_{кон} - \varphi_{нач}}{1024\varphi_{max}^{(5)}}}\ ; \tag{2}$$

$$\varphi_{max}^{(4)} = \frac{1}{2} \cdot \sqrt[6]{\frac{1}{16} \cdot (\varphi_{кон} - \varphi_{нач}) \cdot \left[\omega_{max}^{(5)}\right]^5}\ ; \tag{3}$$

$$\varphi_{max}^{(3)} = \frac{1}{8} \cdot \sqrt[6]{\frac{1}{2} \cdot (\varphi_{кон} - \varphi_{нач}) \cdot \left[\omega_{max}^{(5)}\right]^2}\ ; \tag{4}$$

$$\varphi_{max}^{(2)} = \frac{1}{16} \cdot \sqrt{(\varphi_{кон} - \varphi_{нач}) \cdot \omega_{max}^{(5)}}\ ; \tag{5}$$

$$\varphi_{max}^{(1)} = \frac{1}{8} \cdot \sqrt[3]{\frac{1}{4}(\varphi_{кон} - \varphi_{нач})^2 \cdot \omega_{max}^{(5)}}\ ; \tag{6}$$

$$\varphi_{max} = \frac{1}{4} \cdot \sqrt[6]{\frac{1}{4}(\varphi_{кон} - \varphi_{нач})^5 \cdot \omega_{max}^{(5)}}\ . \tag{7}$$

Если максимальное значение первой производной угловой скорости исполнительного органа электропривода $\omega_2^{(1)}$ равно первому максимально допустимому значению первой производной угловой скорости исполнительного органа электропривода $\omega_{доп.1}^{(1)}$, то угол поворота исполнительного органа электропривода $(\varphi_{кон} - \varphi_{нач})$ равен первому граничному значению $\varphi_{гр.1}$.

Область существования оптимальной по быстродействию диаграммы перемещения исполнительного органа прецизионного электропривода постоянного тока с упругим валопроводом с ограничением пятой производной скорости:

$$\left(\varphi_{кон} - \varphi_{нач}\right) \le \varphi_{гр.1}, \tag{8}$$

где

$$\varphi_{гр.1} = \omega^{(1)}_{доп.1} \cdot \sqrt{2048 \cdot \frac{\omega^{(1)}_{доп.1}}{\omega^{(5)}_{max}}}\ ; \tag{9}$$

$$\omega^{(1)}_{доп.1} = \frac{C_M I_{доп} - M_{со}}{J}\ , \tag{10}$$

где C_M – коэффициент пропорциональности между током якорной цепи электродвигателя и его моментом, $B \cdot c$; $I_{доп}$ – максимально допустимое значение тока якорной цепи, А; $M_{со}$ – момент сопротивления электропривода, $H \cdot м$; J – момент инерции электропривода, кг · м^2.

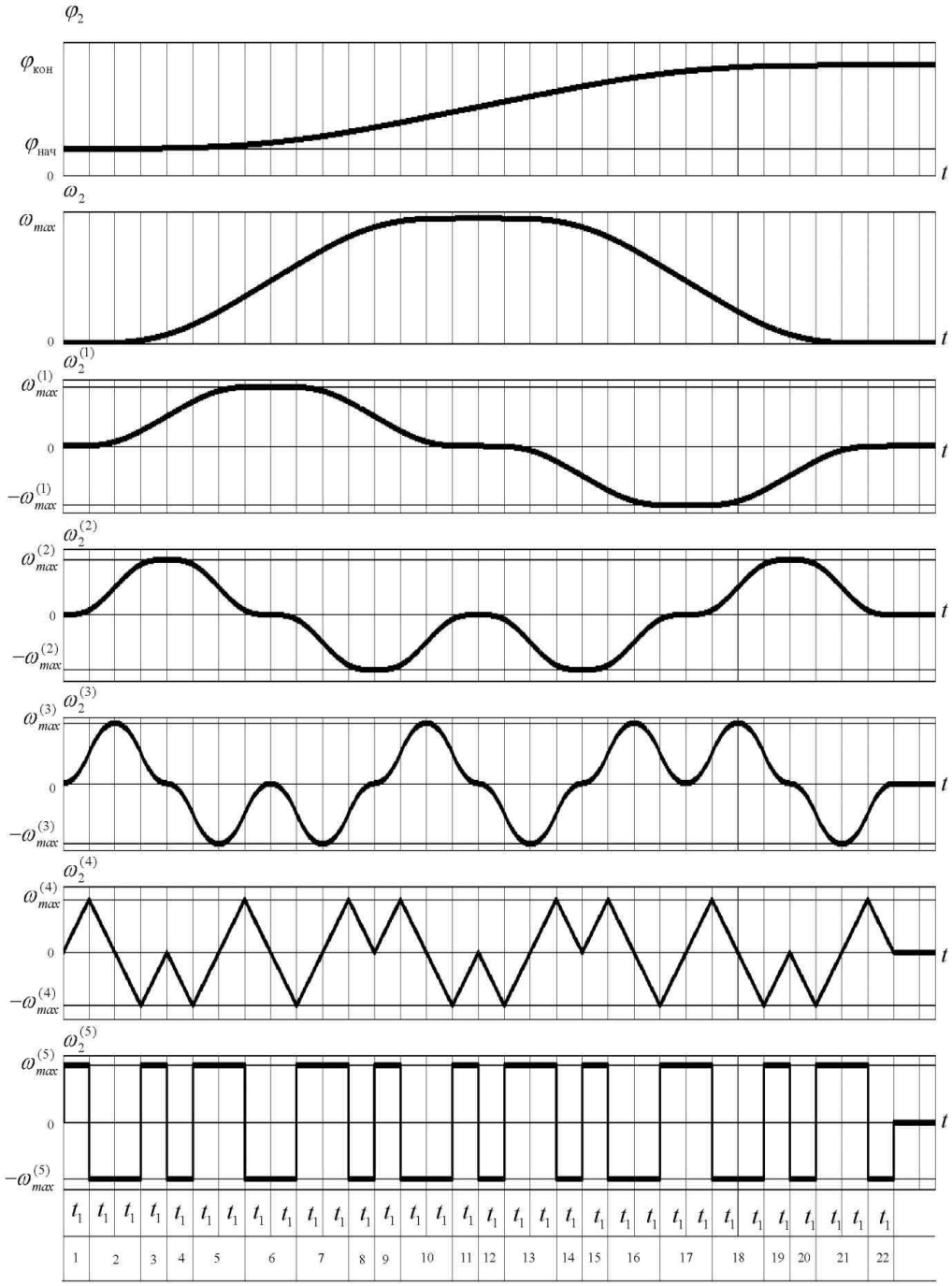

Рисунок 1 – Оптимальная по быстродействию диаграмма перемещения исполнительного органа прецизионного электропривода постоянного тока с ограничением пятой производной скорости

Выводы

Разработана оптимальная по быстродействию диаграмма перемещения исполнительного органа прецизионного электропривода постоянного тока с упругим валопроводом с ограничением пятой производной скорости. Диаграмма состоит из двадцати двух этапов.

Определены параметры оптимальной по быстродействию диаграммы перемещения исполнительного органа прецизионного электропривода постоянного тока с упругим валопроводом с ограничением пятой производной скорости.

Установлена область существования оптимальной по быстродействию диаграммы перемещения исполнительного органа прецизионного электропривода постоянного тока с упругим валопроводом с ограничением пятой производной скорости.

Литература:

1. Добробаба Ю.П., Кошкин Г.А., Добробаба С.В. Шестнадцать видов рациональных диаграмм перемещения электроприводов с упругим валопроводом // материалы третьей межвузовой научной конференции «Электромеханические преобразователи электроэнергии». – Краснодар. 2004. – Т. 1. – С. 84–86.

Literature:

1. Dobrobab Yu.P., Koshkin G.A., Dobrobab S.V. Sixteen types of rational charts of movement of electric drives with the elastic shaft line // materials of the third mezhvuzovy scientific conference «Electromechanical Converters of the Electric Power». – Krasnodar, 2004. – Vol. 1. – P. 84–86.