

*РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОЙ ПО БЫСТРОДЕЙСТВИЮ ДИАГРАММЫ ДЛЯ
МАЛЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА
ПРЕЦИЗИОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА
С УПРУГИМ ВАЛОПРОВОДОМ*

Ю.П. ДОБРОБАБА, И.Б. КУЗЬМИНА

*Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2;
электронная почта: curious_girl_23@mail.ru*

В статье разработана оптимальная по быстродействию диаграмма для малых перемещений исполнительного органа прецизионного электропривода переменного тока с упругим валопроводом. Для данной диаграммы определены параметры, область существования и зависимость длительности цикла от угла поворота исполнительного органа механизма.

Ключевые слова: оптимальная по быстродействию диаграмма, исполнительный орган, малые перемещения.

Статья [1] посвящена разработке оптимальной по быстродействию диаграммы для малых перемещений исполнительных органов электроприводов переменного тока с упругим валопроводом. Однако она разработана без учета электромагнитных постоянных времени ротора и статора электродвигателя. Ее использование приведет к возникновению ошибки при перемещении исполнительного органа электропривода. Это недопустимо при некоторых технологических процессах, где требуется не только точность позиционирования, но и строгое соблюдение заданной траектории перемещения исполнительного органа электропривода.

Поэтому разработка оптимальной по быстродействию диаграммы для малых перемещений исполнительного органа прецизионного электропривода переменного тока с упругим валопроводом, учитывающей электромагнитные постоянные времени ротора и статора, является актуальной задачей.

На рис. 1 представлена оптимальная по быстродействию диаграмма для малых перемещений исполнительного органа прецизионного электропривода переменного тока с упругим валопроводом, состоящая из двадцати двух этапов. На первом, третьем, пятом, седьмом, девятом, одиннадцатом, тринадцатом,

пятнадцатом, семнадцатом, девятнадцатом и двадцать первом этапах пятая производная угловой скорости исполнительного органа механизма равна максимально допустимому значению $\omega_{\text{доп}}^{(5)}$; на втором, четвертом, шестом, восьмом, десятом, двенадцатом, четырнадцатом, шестнадцатом, восемнадцатом, двадцатом и двадцать втором этапах пятая производная угловой скорости исполнительного органа механизма равна максимально допустимому значению со знаком «минус» $-\omega_{\text{доп}}^{(5)}$. 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 $2t_1$. В моменты времени $t_1, 7t_1, 11t_1, 13t_1, 19t_1, 21t_1, 25t_1, 31t_1$ четвертая производная угловой скорости исполнительного органа механизма достигает максимального значения $\omega_{\text{max}}^{(4)}$; в моменты времени $3t_1, 5t_1, 9t_1, 15t_1, 17t_1, 23t_1, 27t_1, 29t_1$ четвертая производная угловой скорости исполнительного органа механизма достигает максимального значения со знаком «минус» $-\omega_{\text{max}}^{(4)}$. В моменты времени $2t_1, 14t_1, 22t_1, 26t_1$ третья производная угловой скорости исполнительного органа механизма достигает максимального значения $\omega_{\text{max}}^{(3)}$; в моменты времени $6t_1, 10t_1, 18t_1, 30t_1$ третья производная угловой скорости исполнительного органа механизма достигает максимального значения со знаком «минус» $-\omega_{\text{max}}^{(3)}$. В моменты времени $4t_1, 28t_1$ вторая производная угловой скорости исполнительного органа механизма достигает максимального значения $\omega_{\text{max}}^{(2)}$; в моменты времени $12t_1, 20t_1$ вторая производная угловой скорости исполнительного органа механизма достигает максимального значения со знаком «минус» $-\omega_{\text{max}}^{(2)}$. В моменты времени $8t_1$ первая производная угловой скорости исполнительного органа механизма

достигает максимального значения $\omega_{\max}^{(1)}$; в моменты времени $24t_1$ первая производная угловой скорости исполнительного органа механизма достигает максимального значения со знаком «минус» $-\omega_{\max}^{(1)}$. В момент времени $16t_1$ угловая скорость исполнительного органа механизма достигает максимального значения ω_{\max} . За время цикла $T_{\text{ц}} = 32t_1$ исполнительный орган механизма перемещается от начального значения угла поворота $\varphi_{\text{нач}}$ до конечного значения угла поворота $\varphi_{\text{кон}}$.

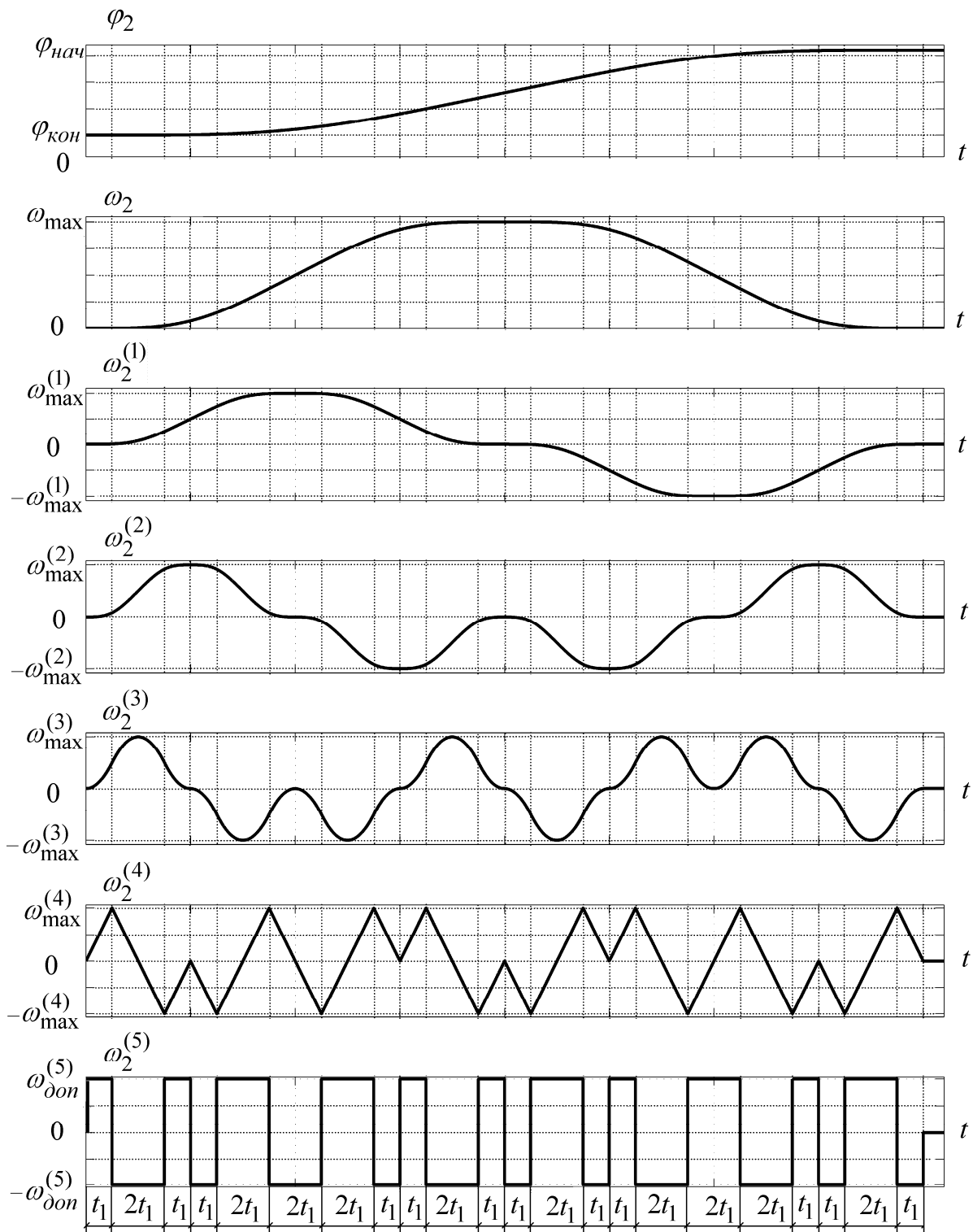


Рис. 1

Для оптимальной по быстродействию диаграммы при малых перемещениях исполнительного органа прецизионного электропривода переменного тока с упругим валопроводом справедливы следующие соотношения:

$$t_1 = \sqrt[6]{\frac{\varphi_{\text{кон}} - \varphi_{\text{нач}}}{1024\omega_{\text{доп}}^{(5)}}};$$

$$T_{\text{ц}} = 32 \cdot \sqrt[6]{\frac{\varphi_{\text{кон}} - \varphi_{\text{нач}}}{1024\omega_{\text{доп}}^{(5)}}};$$

$$\omega_{\text{max}}^{(4)} = \omega_{\text{доп}}^{(5)} \cdot t_1;$$

$$\omega_{\text{max}}^{(3)} = \omega_{\text{доп}}^{(5)} \cdot t_1^2;$$

$$\omega_{\text{max}}^{(2)} = 2\omega_{\text{доп}}^{(5)} \cdot t_1^3;$$

$$\omega_{\text{max}}^{(1)} = 8\omega_{\text{доп}}^{(5)} \cdot t_1^4;$$

$$\omega_{\text{max}} = 64\omega_{\text{доп}}^{(5)} \cdot t_1^5.$$

Оптимальная по быстродействию диаграмма для малых перемещений исполнительного органа прецизионного электропривода переменного тока с упругим валопроводом справедлива при выполнении условия:

$$(\varphi_{\text{кон}} - \varphi_{\text{нач}}) \leq \varphi_{\text{гр.1}},$$

где
$$\varphi_{\text{гр.1}} = 256 \cdot \frac{[\omega_{\text{доп}}^{(2)}]^2}{\omega_{\text{доп}}^{(5)}};$$

$\omega_{\text{доп}}^{(2)}$ – максимально допустимое значение второй производной угловой скорости исполнительного органа механизма, $\frac{\text{рад}}{\text{с}^3}$.

Координаты электропривода имели следующие ограничения:

$$\omega_{\text{доп}} = 160 \frac{\text{рад}}{\text{с}}; \quad \omega_{\text{доп}}^{(1)} = 80 \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}; \quad \omega_{\text{доп}}^{(2)} = 160 \frac{\text{рад}}{\text{с}^3}; \quad \omega_{\text{доп}}^{(5)} = 80000 \frac{\text{рад}}{\text{с}^6}.$$

Электропривод отработал угол поворота исполнительного органа механизма $(\varphi_{\text{кон}} - \varphi_{\text{нач}}) = 1,28 \text{ рад}$ за время $T_{\text{ц}} = 1,6 \text{ с}$. Остальные параметры диаграммы:

$$t_1 = 0,05 \text{ с}; \quad \omega_{\text{max}}^{(4)} = 4000 \frac{\text{рад}}{\text{с}^5}; \quad \omega_{\text{max}}^{(3)} = 200 \frac{\text{рад}}{\text{с}^4}; \quad \omega_{\text{max}}^{(2)} = 20 \frac{\text{рад}}{\text{с}^3};$$

$$\omega_{\text{max}}^{(1)} = 4 \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}; \quad \omega_{\text{max}} = 1,6 \frac{\text{рад}}{\text{с}}. \quad \text{Граничное значение угла поворота}$$

исполнительного органа механизма при таких ограничениях координат $\varphi_{гр.1} = 81,92 \text{ рад}$.

При радиусе приведения $r = 0,025 \text{ м}$ это соответствует следующим линейным скоростям и перемещениям исполнительного органа механизма.

Ограничения координат электропривода: $V_{доп} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $V_{доп}^{(1)} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; $V_{доп}^{(2)} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^3}$;

$V_{доп}^{(5)} = 2000 \frac{\text{м}}{\text{с}^6}$. Электропривод отработал перемещение исполнительного

органа механизма $(S_{кон} - S_{нач}) = 0,032 \text{ м}$ за время $T_{ц} = 1,6 \text{ с}$. Остальные

параметры диаграммы: $t_1 = 0,05 \text{ с}$; $V_{max}^{(4)} = 100 \frac{\text{м}}{\text{с}^5}$; $V_{max}^{(3)} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}^4}$; $V_{max}^{(2)} = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^3}$;

$V_{max}^{(1)} = 0,1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; $V_{max} = 0,04 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Граничное значение перемещения

исполнительного органа механизма при таких ограничениях координат $S_{гр.1} = 2,048 \text{ м}$.

На рис. 2 для электропривода с указанными выше параметрами представлена зависимость длительности цикла от угла поворота исполнительного органа механизма.

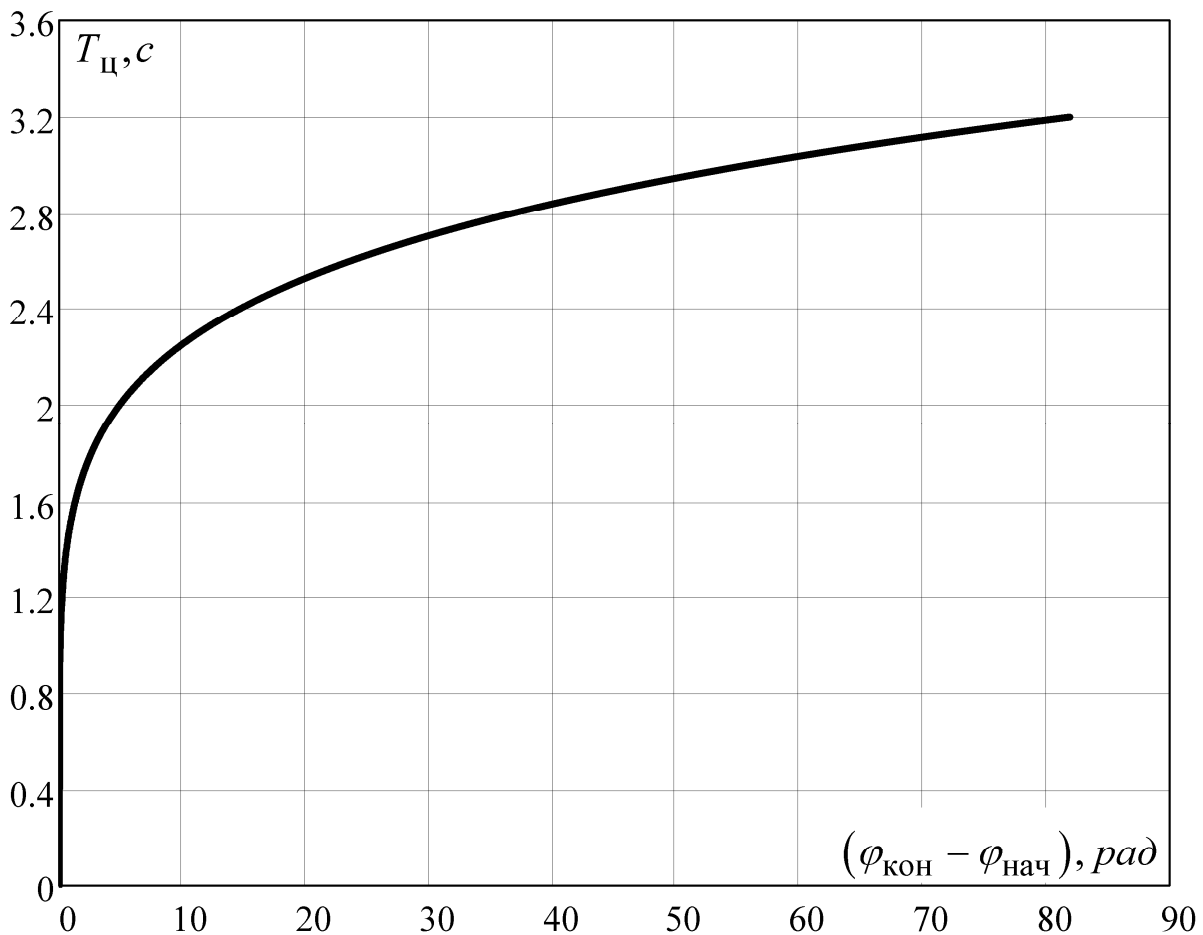


Рис. 2

ВЫВОДЫ

Разработана оптимальная по быстродействию диаграмма для малых перемещений исполнительного органа прецизионного электропривода переменного тока с упругим валопроводом. Определена ее область существования и зависимость длительности цикла от угла поворота исполнительного органа механизма.

Внедрение разработанной оптимальной по быстродействию диаграммы для малых перемещений исполнительного органа прецизионного электропривода переменного тока с упругим валопроводом без дополнительных капитальных затрат приведет к повышению точности движения исполнительных органов промышленных механизмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Добробаба Ю.П., Левченко Д.К.** Разработка оптимальной по быстродействию диаграммы для малых перемещений исполнительного органа электропривода переменного тока с упругим валопроводом // Научный журнал КубГАУ № 92(08), 2013. Ссылка на интернет-ресурс: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/67.pdf>.

Поступила 20.03.14 г.

REFERENCES

1. Dobrobaba Yu.P., Levchenko D.K., *Nauchniy zhurnal KubGAU*, № 92 (08), 2013. <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/67.pdf>.

Поступила 20.03.14 г.

DEVELOPMENT OPTIMUM SPEED DIAGRAM OF MOVING ACTUATING DEVICE OF PRECISION AC ELECTRIC DRIVE WITH ELASTIC SHAFTING

YU.P. DOBROBABA, I.B. KUZMINA

*Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072; e-mail: curious_girl_23@mail.ru*

In this article optimum speed diagram of moving actuating device of precision AC electric drive with elastic shafting is described. Parameters, conditions of existence and dependence of the duration of the cycle from the angle of rotation of actuating device are defined.

Key words: optimum speed of diagrams, electric drive actuator, small movement.