

ПІДГОТОВКА ДО ВИКОНАННЯ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЗА МЕТОДОМ ІДЕНТИФІКАЦІЇ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОДНОГО КЛАСУ ЛІНІЙНИХ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ ЗІ ЗМІННИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено розрахунок згідно приведеного методу ідентифікації математичної моделі одного класу лінійних динамічних систем зі змінними параметрами електроприводу підйомного крану, шляхом підстановки реальних фізичних показників системи.

Ключові слова: рівняння динаміки, моделювання, електропривод, крановий механізм.

Abstract

The calculation according to the given method of identification of a mathematical model of one class of linear dynamic systems with variable parameters of the electric drive of a crane is carried out, by substituting real physical indicators of the system.

Keywords: dynamics equation, simulation, electric drive, crane mechanism..

Вступ

В опублікованих раніше публікаціях наведено [1, 2, 3], що не врахування змінності в часі приведенного моменту інерції та моменту навантаження при роботі кранового механізму вносить суттєву похибку при розрахунку його оптимального керування.

Основна частина

Вирішенням даної задачі запропоновано використання загального рівняння динаміки у вигляді

$$\frac{d(J\omega)}{dt} = J(t) \frac{d\omega}{dt} + \omega(t) \frac{dJ}{dt} = M_{ed} - M_w(t) = \Delta M(t)$$

в якому враховуються дані зміни. Приведений в роботі [3] метод ідентифікації даної моделі в якому з підстановкою символічних значень параметрів системи, отримано її розв'язок

$$\omega = \frac{(b_\omega^2 - \Delta_\omega) \left(e^{\sqrt{\frac{4\Delta_\omega}{\Delta_t} \arctg \frac{2a_t \sqrt{\Delta_t} t}{\Delta_t + b_t^2 + 2a_t b_t t}} - 1} \right)}{2a_\omega \left(b_\omega (1 - e^{\sqrt{\frac{4\Delta_\omega}{\Delta_t} \arctg \frac{2a_t \sqrt{\Delta_t} t}{\Delta_t + b_t^2 + 2a_t b_t t}}}) + \sqrt{-\Delta_\omega} (1 + e^{\sqrt{\frac{4\Delta_\omega}{\Delta_t} \arctg \frac{2a_t \sqrt{\Delta_t} t}{\Delta_t + b_t^2 + 2a_t b_t t}}}) \right)}$$

що, дозволяє виконувати числовий розрахунок параметрів системи при довільному виборі її складових.

Для моделювання роботи кранового механізму в ППП Mathcad був виконаний запропонований метод ідентифікації для розрахунку необхідних для моделювання значень. Фрагмент виконання даної математичної моделі приведено на рис. 1

$$\begin{aligned}
a_t &:= \frac{c_{2*}}{2} \\
b_t &:= -c_{1*} \\
c_t &:= J_{0*} \\
\Delta_t &:= 4 \cdot a_t \cdot c_t - b_t^2 \\
a_w &:= -M_p \cdot k_2 \\
b_w &:= M_p \cdot k_1 \\
c_w &:= M_p - M_w(t_4) \\
\Delta_w &:= 4 \cdot a_w \cdot c_w - b_w^2 \\
w(t) &:= \frac{(b_w^2 - \Delta_w) \left(e^{\sqrt{-\frac{4 \cdot \Delta_w}{\Delta_t}} \cdot \operatorname{atan}\left(\frac{2 \cdot a_t \cdot \sqrt{\Delta_t} \cdot t}{\Delta_t + b_t^2 + 2 \cdot a_t \cdot b_t \cdot t}\right)} - 1 \right)}{2 \cdot a_w \cdot \left(b_w \cdot \left(1 - e^{\sqrt{-\frac{4 \cdot \Delta_w}{\Delta_t}} \cdot \operatorname{atan}\left(\frac{2 \cdot a_t \cdot \sqrt{\Delta_t} \cdot t}{\Delta_t + b_t^2 + 2 \cdot a_t \cdot b_t \cdot t}\right)} \right) + \sqrt{-\Delta_w} \cdot \left(1 + e^{\sqrt{-\frac{4 \cdot \Delta_w}{\Delta_t}} \cdot \operatorname{atan}\left(\frac{2 \cdot a_t \cdot \sqrt{\Delta_t} \cdot t}{\Delta_t + b_t^2 + 2 \cdot a_t \cdot b_t \cdot t}\right)} \right) \right)}
\end{aligned}$$

Рис. 1 – Фрагмент розрахунку математичної моделі в ППП Mathcad

Висновки

Виконана математична модель дозволить отримати значення системи для її подальшого моделювання в ППП Matlab з використанням ПП Simulink. А можливість зміни початкових параметрів дозволить оптимізувати процес розрахунку та дати змогу зосередитись на процесі моделювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Mokin B. I. Synthesis of mathematical models for one class of electromechanical systems with variable parameters. Electrical and Computer Engineering (UKRCON) [Text] / B. I. Mokin, O. B. Mokin, O. M. Kryvonis // 2017 IEEE First Ukraine Conference on(YSF-2017). -2017. -DOI:10.1109/UKRCON.2017.8100504.
2. Б. І. Мокін, О. Б. Мокін, та О. М. Кривоніс, «Моделювання режимів роботи системи керування електроприводом підйомного крану з врахуванням змін в часі моменту інерції махових мас.» на XIV Міжнародній конференції «Контроль і управління в складних системах (КУСС-2018)». Тези доповідей, Вінниця, 2018, с. 14.
3. Б. І. Мокін, О. Б. Мокін, та О. М. Кривоніс, «Метод ідентифікації математичної моделі одного класу лінійних динамічних систем зі змінними параметрами.» Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2018. № 6, с. 62-86.

Борис Іванович Мокін — академік НАПН України, д-р техн. наук, професор, професор кафедри відновлювальної енергетики та транспортних електричних систем і комплексів, професор кафедри системного аналізу, комп'ютерного моніторингу та інженерної графіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail borys.mokin@gmail.com;

Мокін Олександр Борисович — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри відновлювальної енергетики та транспортних електричних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, email:abmokin@gmail.com;

Кривоніс Олександр Михайлович — аспірант кафедри відновлювальної енергетики та транспортних електричних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kryvonis.ol@gmail.com.

Mokin I. Borys — Academician of NAPS of Ukraine, Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Chair of Renewable Energy and Transport Electrical Systems and Complexes, Professor of the Chair of Systems Analysis, Computer Monitoring and Engineering Graphics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: borys.mokin@gmail.com;

Mokin B. Oleksandr — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Renewable Energy and Transport Electrical Systems and Complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: abmokin@gmail.com;

Kryvonis M. Oleksandr — post-graduate student of the Chair of Renewable Energy and Transport Electrical Systems and Complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kryvonis.ol@gmail.com.