

МЕТОДИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ В ДОСЛІДЖЕННІ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ЕЛЕКТРОПРИВОДАХ ПРОМИСЛОВИХ МАШИН ТА МЕХАНІЗМІВ

Задорожня І.М., Натальченко А.

(Донбаська державна машинобудівна академія)

Вступ. Математичне моделювання динамічних режимів в електроприводах автоматизованих машин є одним з напрямів розвитку виробництва з метою збільшення об'ємів продукції, підвищення якості та зниження собівартості готової продукції.

Мета роботи. За допомогою пакетів прикладних програм можливе дослідження процесів електромеханічної взаємодії електричної та механічної підсистем у складі двомасової електромеханічної системи з двигуном постійного струму та системою підлеглого керування.

Матеріали дослідження. Для оцінки характеру перехідних процесів в електромеханічній системі було складено розрахункову схему на базі системи диференціальних рівнянь. Згідно розрахунковій було складено структурну схему. Подальше дослідження динаміки виконувалось за передаточною функцією за керуючим впливом, знаменник якої визначає демпфуючу властивості електроприводу. Вигляд коренів характеристичного рівняння залежить від параметрів механічної та електричної підсистем, а для виявлення закономірностей використовуємо нормовану форму запису параметрів [1]:

$$Q(p) = p^4 + K_B \gamma (\sqrt{\xi_{\Sigma}} K_t + \sqrt{\gamma} T_B \xi_M) p^3 + [4 \xi_{\Sigma} K_M \sqrt{\gamma} + K(1 - T_B)] p^2 + 2(\gamma \sqrt{K_B \xi_{\Sigma}} + \sqrt{\gamma} \xi_M) T_y p + 1, \quad (1)$$

де $K_B, \xi_{\Sigma}, \xi_M, \gamma$ – обобщенные показатели.

Згідно оптимальним параметрам [2] виконано розрахунок коренів характеристичного рівняння в середовищі пакета прикладних програм MathCAD за допомогою функції polyroots (V), де V – вектор коефіцієнтів полінома (рисунок 1) та побудовано перехідний процес в електромеханічній системі координати $y=f(t)$, форма якого визначається розташуванням коренів рівняння на площині.

$$\begin{aligned} \gamma &= 2 \quad \Omega_{12} = 9425 \quad T_t := 2 \cdot \frac{\sqrt{\gamma-1}}{\Omega_{12}} \quad T_c = 0.0212 \quad T_t := \frac{1}{2 \cdot \sqrt{\gamma-1} \cdot \Omega_{12}} \quad T_t = 5.305 \times 10^{-3} \\ \text{polyroots} \left(\begin{pmatrix} 1 \\ T_c \\ \frac{\gamma + T_c \cdot T_t \cdot \Omega_{12}^2}{\Omega_{12}^2} \\ T_c \\ \frac{T_c}{\Omega_{12}^2} \\ \frac{T_c \cdot T_t}{\Omega_{12}^2} \end{pmatrix} \right) &= \begin{pmatrix} -47.139 + 81.631i \\ -47.136 - 81.618i \\ -47.114 - 81.627i \\ -47.111 + 81.615i \end{pmatrix} \\ W(p) &:= \frac{\frac{1}{K_c}}{\frac{T_c \cdot T_t}{\Omega_{12}^2} p^4 + \frac{T_c}{\Omega_{12}^2} p^3 + \frac{\gamma + T_c \cdot T_t \cdot \Omega_{12}^2}{\Omega_{12}^2} p^2 + T_c \cdot p + 1} \\ H(s) &:= \frac{1 \cdot W(s)}{s} \end{aligned}$$

Рисунок 1 – Розрахунок характеристичного рівняння в середовищі пакету MathCAD

Отримані корені є комплексними та кратними, тобто в електромеханічній системі простежується максимальна електромеханічна взаємодія з граничним демпфірування пружних механічних коливань та мінімальною тривалістю перехідного процесу [3] (рисунок 2).

Дослідити динамічні режими більш детально можливо на математичній моделі, складеної у середовищі пакету MATLAB. Цей програмний продукт дозволяє використання в таких сферах як математика, розробка алгоритмів, обчислюваний експеримент, імітаційне моделювання, макетування, аналіз даних, візуалізація розрахунків, наукова інженерія, розробка графічного інтерфейсу.

$$H(s) \begin{array}{l} \text{invlaplace, s} \\ \text{simplify} \rightarrow 440.0 + 1398 \cdot \exp(-48.69 \cdot t) \cdot \cos(83.23 \cdot t) + \dots - 6260 \cdot \exp(-45.56 \cdot t) \cdot \sin(80.12 \cdot t) \\ \text{float, 4} \end{array}$$

$$h2(t) = 440.0 + 1398 \cdot \exp(-48.69 \cdot t) \cdot \cos(83.23 \cdot t) + \dots - 6260 \cdot \exp(-45.56 \cdot t) \cdot \sin(80.12 \cdot t)$$

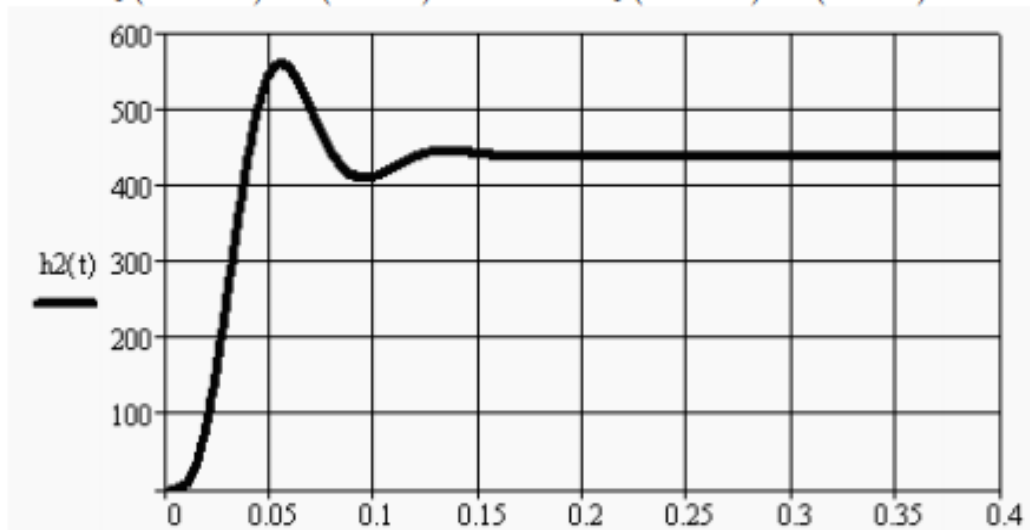


Рисунок 2 – Побудова перехідних процесів в середовищі пакету MathCAD

Додаток Simulink, як складова частина MATLAB, дозволяє проектувати, моделювати, тестувати системи електроприводу, аналізувати роботу системи вже на ранніх стадіях розробки проектів. Модель електроприводу постійного струму з системою підлеглого керування досліджуваної системи представлено на рисунку 3.

Схема моделі в термінах пакету Simulink представлена такими елементами як регулятор швидкості, що забезпечує підтримання швидкості з заданою точністю, регулятор струму у складі контуру струму, що лінеаризує нелінійні характеристики перетворювача за умов обмеження струму в межах заданих параметрів, перетворювач, двигун постійного струму, зворотні зв'язки. На моделі було змодельоване замкнутий цикл роботи електроприводу. За виглядом перехідних процесів (рисунок 4) можна зробити наступні висновки, що максимально можливе демпфірування пружних коливань з оптимальними динамічними показниками набувається за умов електромеханічної взаємодії.

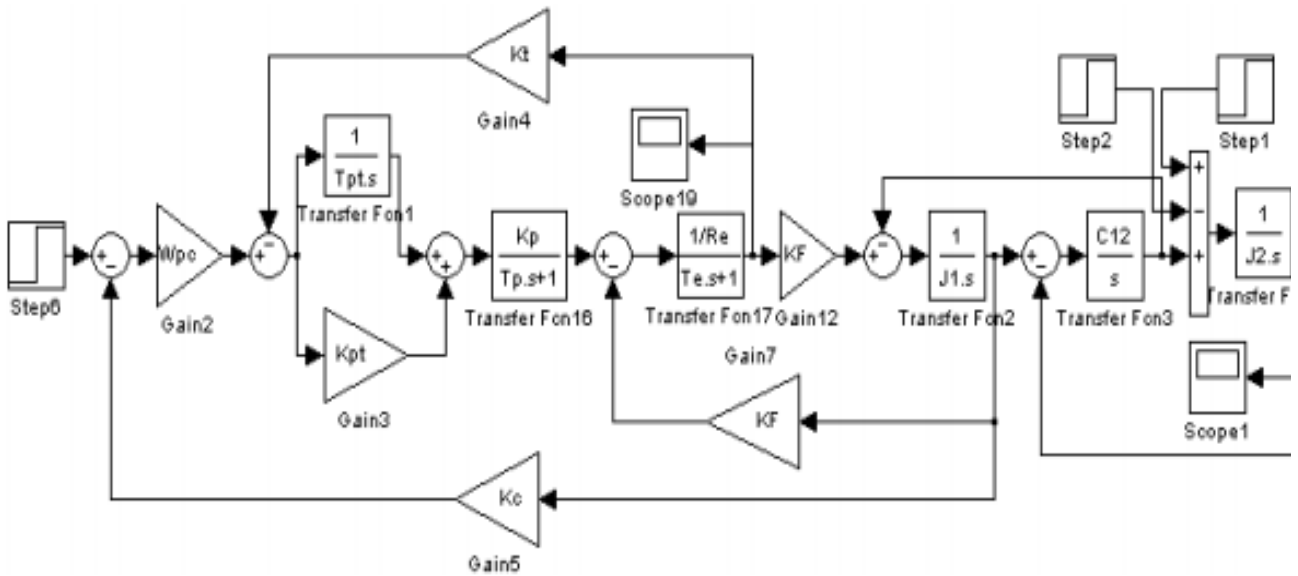


Рисунок 3 – Математична модель в середовищі MATLAB

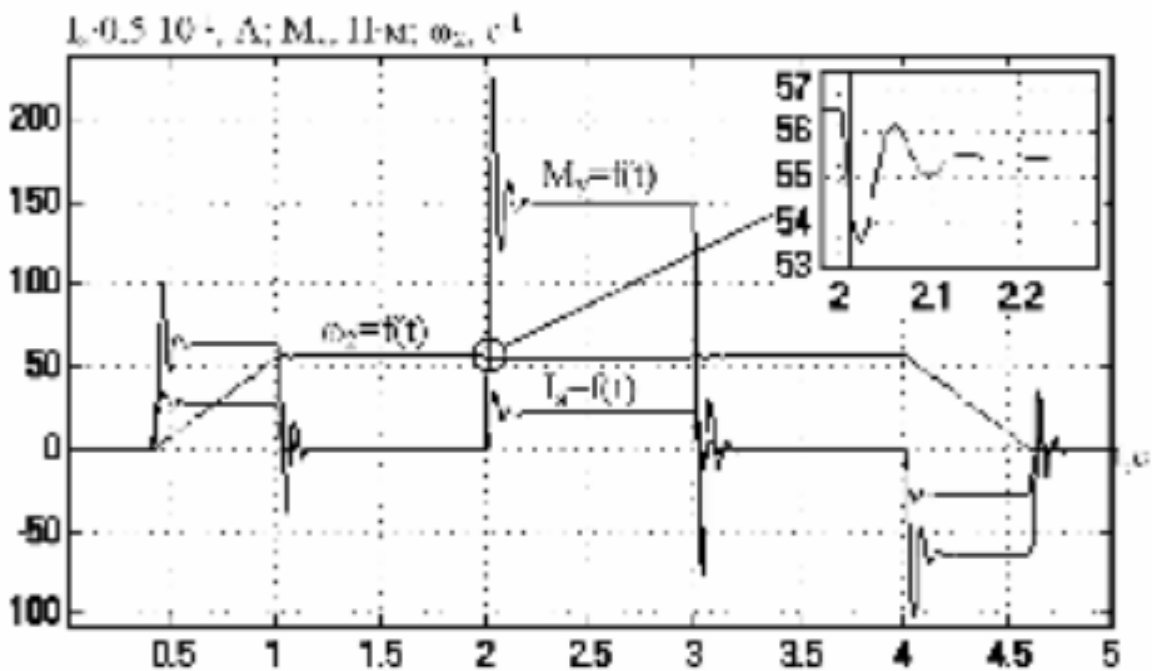


Рисунок 4 – Перехідні процеси в електромеханічній системі електроприводу

Згідно отриманим графікам можливо встановити важливі динамічні показники роботи електроприводу: логарифмічний декремент гасіння λ , ступінь стійкості η , коливальність μ , перерегулювання σ , час перехідного процесу t_p , коефіцієнт динамічності K_d . Вказані показники розраховано та результати зведено у таблицю 1.

Таблиця 1 – Динамічні показники якості системи електроприводу

Показники якості	λ	η	μ	$\sigma, \%$	t_p, c	K_d
Значення	5,06	34,4	1,24	42,8	0,18	1,42

Висновки. На основі пакетів прикладних програм MathCAD і MATLAB Simulink можна досліджувати електромеханічні процеси та оцінювати якісні показники роботи системи, можна прогнозувати поведінку системи, попереджаючи аварійні або критичні ситуації.

Перелік посилань

1. Задорожний Н.А. Оптимизация процессов преобразования энергии электромеханического взаимодействия в электроприводах с упругими связями / Н.А. Задорожний, И.Н. Задорожня // Тематический выпуск «Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика» научно-технического журнала «Электроинформ». – Львов: Экоинформ, 2009. – С 80-81.

2. Задорожний Н.А. Анализ условий предельной степени демпфирования колебаний в электромеханической системе с упругими связями / Н.А. Задорожний, И.Н. Задорожня // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». – Харків: НТУ «ХПІ», 2010. – Вип. 28. – С. 210 – 213.

3. Задорожний Н.А. Анализ демпфирующего действия электропривода с упругими механическими связями при астатическом регулировании / Н.А. Задорожний, И.Н. Задорожня // Електротехнічні та комп'ютерні системи. – Київ: Техніка, 2011. – Вип. 03 (79). – С. 101 – 104.