

## СПРОЩЕНА МОДЕЛЬ НАВАНТАЖЕННЯ ДЛЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ НОЖИЦЬ ПРОКАТНОГО СТАНУ

Охримюк Є.Б., бакалавр, Пижов В.М., к.т.н., доц.

НТУУ «КПІ», кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

**Мета роботи.** Для вирішення деяких задач електроприводу, таких як вибір електродвигуна або дослідження динамічних процесів в електромеханічній системі, необхідно мати модель навантаження. Для окремих промислових механізмів, наприклад, ножиць прокатних станів, створення математичної моделі навантаження викликає труднощі, пов'язані з тим, що процес різання безпосередньо пов'язаний із пластичною деформацією металу [1]. Проблема полягає у тому, що зусилля різання металу неможливо визначити аналітичним шляхом, а діаграми зусиль визначаються експериментально. Метою роботи є отримання спрощеної математичної моделі моменту навантаження електроприводу ножиць прокатного стану.

**Матеріали і результати досліджень.** В якості прикладу використаємо діаграму статичного моменту (рис.1) на приводному валу ножиць, отриману експериментально у [2].

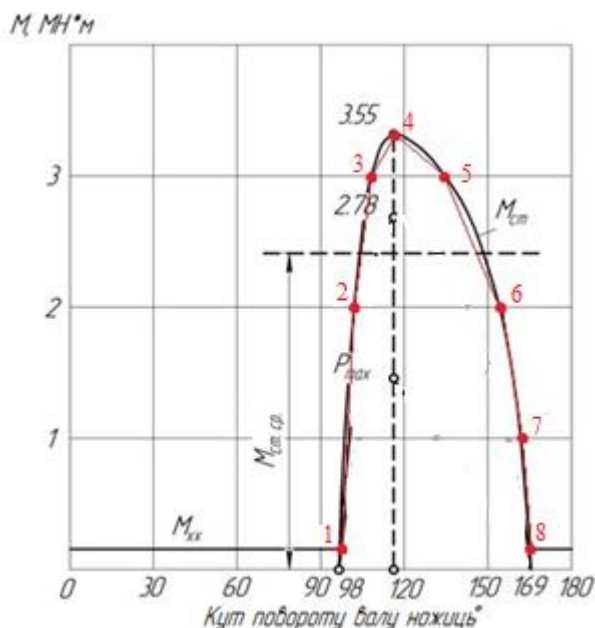


Рисунок 1 – Діаграма моменту навантаження на приводному валу ножиць

потім сумарний середній статичний момент  $M_{с.ср.Σ}$  для всього циклу навантаження:

Як видно з рис. 1, діаграма статичних моментів має складну форму, що не піддається аналітичному опису. Тому необхідно створити спрощену математичну модель моменту навантаження. Для цього позначимо на діаграмі ключові точки т.1 – т.8, і визначимо їх координати: т.1 (98°; 0.17MN·м), т.2 (102.5°; 2 MN·м), т.3 (107.5°; 3 MN·м), т.4 (116°; 3.55 MN·м), т.5 (135°; 3 MN·м), т.6 (155°; 2 MN·м), т.7 (162.2°; 1 MN·м), т.8 (169°; 0.17MN·м).

Замінімо експериментальну діаграму моменту навантаження декількома лінійними ділянками. Для кожного лінійного відрізка можна визначити середні значення  $M_{ci}$ , а

$$M_{c.cер\Sigma} = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{M_i + M_{i+1}}{2} \cdot \Delta\gamma_i \right)}{\gamma_\Sigma},$$

де  $n$  – кількість ділянок, на які розбито криву;  $M_i$  та  $M_{i+1}$  – моменти у ключових точках на початку та кінці ділянки;  $\Delta\gamma_i$  – кут повороту вала на  $i$ -ділянці,  $\gamma_\Sigma$  – кут повороту вала за весь цикл навантаження.

Отримане значення  $M_{c.cер\Sigma}$  може бути використано для розрахунку потужності двигуна та його вибору.

На основі рис. 1 статичний момент  $M_c$  описуватиметься наступною системою рівнянь:

$$\left\{ \begin{array}{ll} M_c = 0.17 & \text{МНм при } \gamma \in [0, 98^\circ); \\ M_c = 0.407\gamma - 39.716 & \text{МНм при } \gamma \in [98^\circ, 102.5^\circ); \\ M_c = 0.2\gamma - 18.5 & \text{МНм при } \gamma \in [102.5^\circ, 107.5^\circ); \\ M_c = 0.064\gamma - 3.96 & \text{МНм при } \gamma \in [107.5^\circ, 116^\circ); \\ M_c = -0.029\gamma + 6.91 & \text{МНм при } \gamma \in [116^\circ, 135^\circ); \\ M_c = -0.05\gamma + 9.75 & \text{МНм при } \gamma \in [135^\circ, 155^\circ); \\ M_c = -0.139\gamma + 23.53 & \text{МНм при } \gamma \in [155^\circ, 162.5^\circ); \\ M_c = -0.122 + 20.8\gamma & \text{МНм при } \gamma \in [162.5^\circ, 169^\circ); \\ M_c = 0.17 & \text{МНм при } \gamma \in [169^\circ, 180^\circ]. \end{array} \right.$$

де  $\gamma$  – кут повороту вала механізму ножиць.

Відповідна модель навантаження, побудована у середовищі Simulink програми MATLAB, наведена на рис. 2.

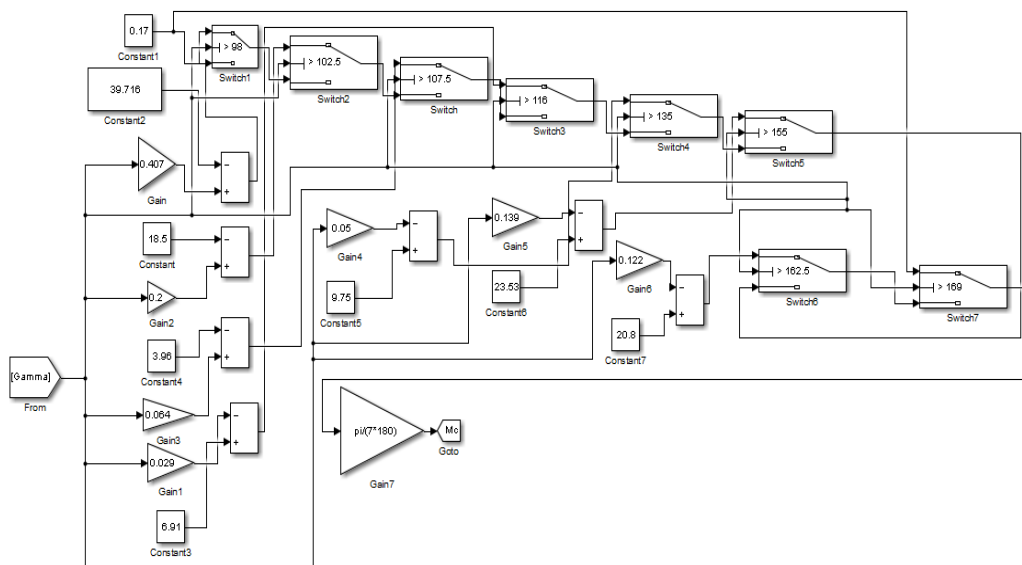


Рисунок 2 – Спрощена модель моменту навантаження ножиць

Ножиці працюють у повторно-короткочасному режимі, швидкість обертання їх вала не є сталою величиною, тому модель, показана на рис. 2, потребує подачі на вхід моделі кутового положення вала ножиці  $\gamma$ , яке в свою чергу обчислюється в математичній моделі всієї електромеханічної системи.

При моделюванні електромеханічної системи отримуємо графік моменту навантаження, наведений на рис. 3.

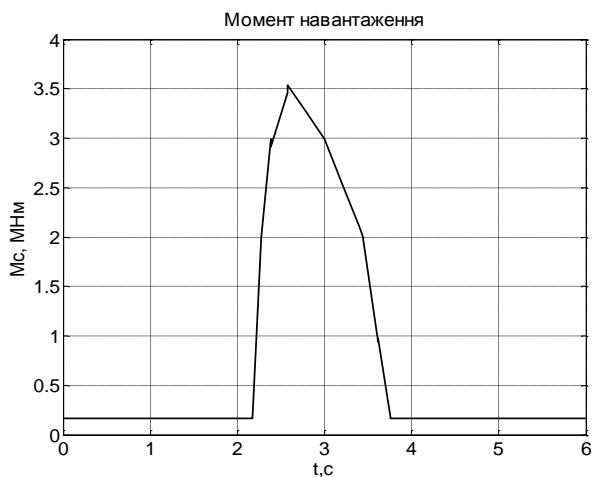


Рисунок 3 – Графік моменту навантаження

**Висновки.** У роботі було отримано зручну спрощену модель навантаження, яка може бути використана у подальшому як для розрахунку необхідної потужності двигуна, так і для дослідження динамічних властивостей електропривода ножиць прокатного стану.

#### Перелік посилань

1. Целиков А. И. Механизмы прокатных станов / А. И. Целиков. – М.: Машгиз, 1946. – 272 с.
2. Королев А. А. Конструкция и расчет машин и механизмов прокатных цехов/ А. А. Королев. – М.: Металлургия, 1985 – 376 с.