

## САР ПРОДУКТИВНОСТІ ЕКСТРУДЕРА З ВИКОРИСТАННЯМ ВЕКТОРНО-КЕРОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА

Смілянець Є.С., студент, Халімовський О.М., к.т.н., доц.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

**Вступ.** В процесі екструзії внаслідок відхилення властивостей матеріалу гранулята від заданих (відповідно до технічних вимог), при сталій швидкості обертання шнека екструдера змінюється його продуктивність. Стабілізацію продуктивності можна забезпечити за рахунок керування швидкістю обертання шнека екструдера [1].

**Мета роботи.** Враховуючи зв'язок швидкості обертання шнека екструдера з параметрами екструзійної установки, необхідно розробити систему автоматичного регулювання (САР) його продуктивності.

**Матеріали і результати досліджень.** При розробці САР було встановлено залежність продуктивності екструзійної установки від швидкості виходу матеріалу та тиску в робочій зоні вихідної головки екструдера, що в подальшому визначило структуру САР та вихідну величину системи. Функціональна схема САР наведена на рисунку 1, де  $v_3(t)$  – завдання швидкості виходу екструдату;  $e(t)$  – помилка відпрацювання завдання;  $u(t)$  – завдання швидкості ВЕП;  $\omega_1(t)$  – швидкість обертання двигуна;  $\omega_2(t)$  – швидкість обертання шнека;  $P(t)$  – тиск у вихідній головці екструдера.

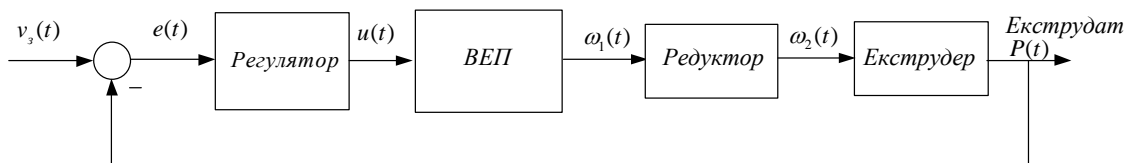


Рисунок 1 – Функціональна схема САК екструдера

САР екструдера представляє собою одноконтурну систему керування тиском. В якості електроприводу системи обрано векторно-керований електропривод (ВЕП). Для приводу шнека екструдера використовується асинхронний двигун з номінальною потужністю 45 [кВт] та синхронною частотою обертання 1500 [об/хв]. При розробці математичного опису системи було прийнято, що температура розплаву є незмінною.

САР регулювання швидкості екструдера має забезпечувати плавне регулювання частоти обертання черв'яка і стабільність вибраного швидкісного режиму [1].

Для спрощення процедури синтезу САР перехідна характеристика системи векторного керування АД була апроксимована аперіодичною ланкою 1-го порядку. Графіки перехідних процесів синтезованої (крива 1) та апроксимованої САК (крива 2) представлені на рисунку 2.

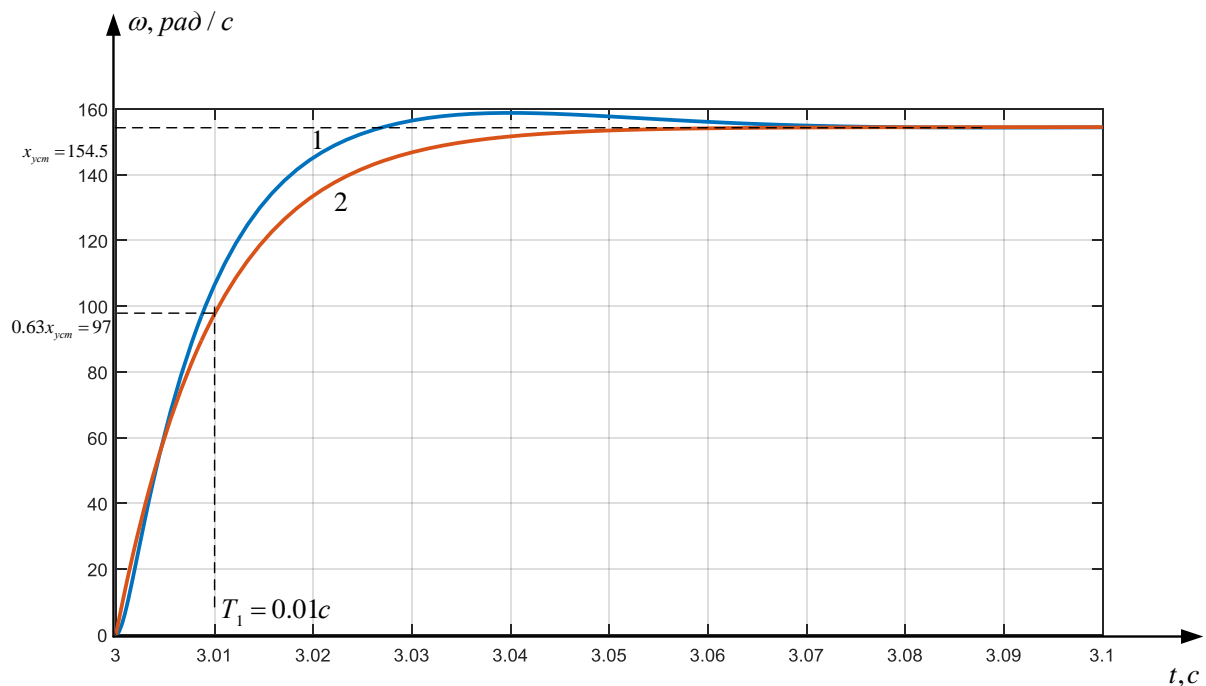


Рисунок 2 – Характеристики перехідних процесів: системи керування ВЕП при відпрацюванні ступінчатого завдання швидкості

Передатна функція системи керування ВЕП після апроксимації представлена у вигляді

$$W_{САК}(p) = \frac{K_1}{T_1 p + 1}$$

де:  $K_1 = 15.4$  – коефіцієнт передачі ЕП;  $T_1 = 0.01c$  – стала часу ЕП.

Технологічний процес руху матеріалу визначається деяким часом його проходження по каналу екструдера від моменту завантаження гранулятом до виходу переробленої сировини. Виходячи з описаного технологічного процесу передатна функція екструдера описується ланкою чистого запізнення  $e^{-\tau p}$ .

Відповідно до [2] ланку чистого запізнення можна апроксимувати аперіодичною ланкою 1-го порядку. Тоді передатна функція екструдера має наступний вигляд

$$W_{ЕКC}(p) = \frac{K_2}{T_2 p + 1},$$

де  $K_2$  – коефіцієнт передачі екструдера;  $T_2 = \tau = 0.05c$  – стала часу екструдера, яка визначається часом чистого запізнення. Коефіцієнт передачі екструдера та стала часу екструдера розраховуються відповідно до вимог технологічного процесу.

Спрощена структурна схема САР зображена на рисунку 3, де об'єкт керування представлено послідовним з'єднанням 2 аперіодичних ланок;  $K_5 = K_2 K_4$ ;  $K_4$  – коефіцієнт, що відображає залежність між швидкістю виходу

матеріалу та тиском у вихідній головці екструдера;  $K_p$  – коефіцієнт зворотного зв'язку за тиском. При аперіодичному налаштуванні контуру тиску САР було отримано ПІД регулятор.

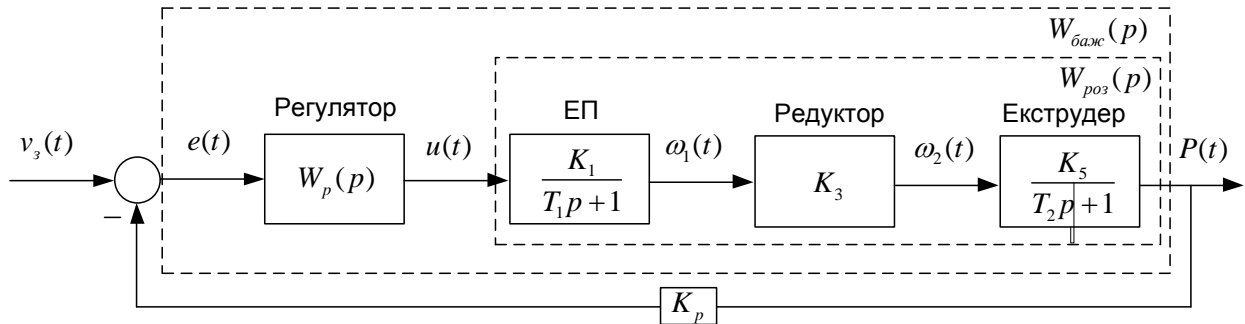


Рисунок 3 – Спрощена структурна схема САР екструдера

У разі підтримання стабільної швидкості виходу матеріалу продуктивність екструдера також залишається сталою. Результати моделювання перехідного процесу швидкості виходу матеріалу при пуску для стрибка завдання та перехідного процесу САР при накиданні навантаження на 4-й секунді представлено на рисунку 4.

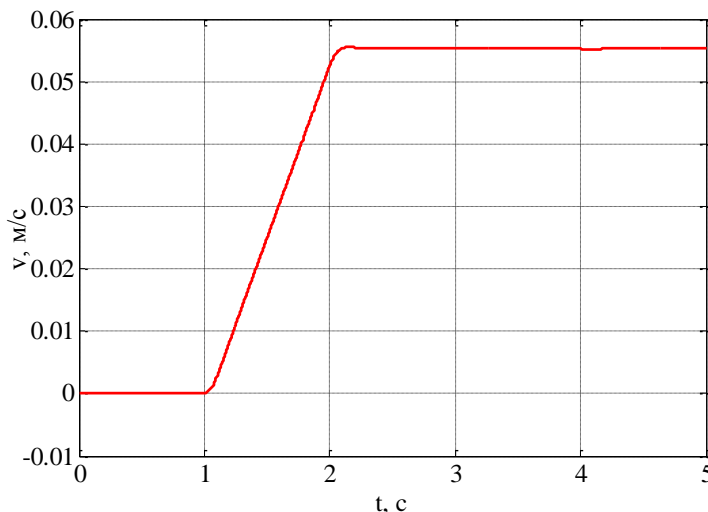


Рисунок 4 – Перехідні процеси САР стабілізації продуктивності екструдера

**Висновки.** В результаті розробки САР продуктивності екструдера було визначено її структуру. Виконано синтез САР для аперіодичного налаштування контуру тиску та моделювання перехідних процесів. Аналіз результатів моделювання перехідних процесів системи підтверджують її працездатність. Використання САР у технологічному процесі екструзії може забезпечити вихідну сировину необхідними властивостями шляхом стабілізації продуктивності екструдера.

#### Перелік посилань

1. Основи проектування одночерв'ячних екструдерів: навч. посіб./ І.О. Мікульонок, О.Л. Сокольський, В.І. Сівецький, Л.Б. Радченко. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 200 с.
2. Попович М.Г. Теорія автоматичного керування / М.Г. Попович, О.В. Ковальчук. К.:Либідь, 2007.– 656 с.