

Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра технологій та автоматизації машинобудування

Несімко Олена Сергіївна

спеціальність 8.05050201 – Технології машинобудування

**УДОСКОНАЛЕННЯ ГІДРОПРИВОДУ
ОПОРНО-ПОВОРОТНОГО ПРИСТРОЮ
З ГІДРОДВИГУНОМ ОБЕРТАЛЬНОГО ТИПУ**

Керівник – к.т.н., доцент Петров О.В.

ВНТУ 2017

Мета і задачі дослідження

Метою роботи є мінімізація часу перехідного процесу та величини перерегулювання за тиском у гідроприводі опорно-поворотного пристрою з гідромотором .

Об'єкт дослідження – робочі процеси в гідроприводі опорно-поворотного пристрою з гідромотором .

Предмет дослідження – гідропривод опорно-поворотного пристрою з гідромотором.

Для досягнення поставленої мети сформульовані такі завдання:

- провести техніко-економічне обґрунтування необхідності удосконалення гідроприводу опорно-поворотного пристрою з гідромотором;
- описати відому схему гідроприводу опорно-поворотного пристрою з гідромотором та запропонувати її удосконалення;
- розробити розрахункові схеми та математичні моделі відомої та удосконаленої схем гідроприводів опорно-поворотного пристрою;
- на основі математичного моделювання перехідних процесів провести аналіз впливу параметрів гідроприводу на час перехідного процесу та величину перерегулювання за тиском;
- провести орієнтований розрахунок економічного ефекту від удосконалення гідроприводу;
- провести аналіз умов праці та безпеки життєдіяльності на робочому місці проектування та виготовлення елементів удосконаленого гідроприводу.



а)



б)



в)

Рисунок 1 – Використання КМУ: а) в лісовому господарстві; б) в транспортуванні вантажів; в) в якості евакуатора

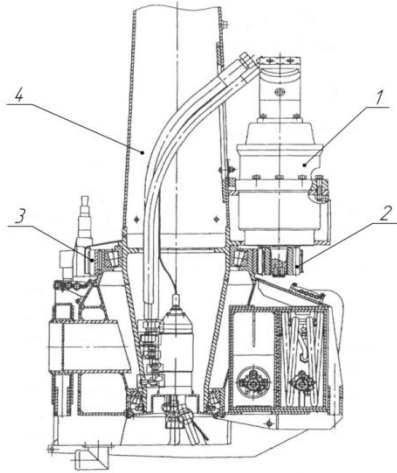


Рисунок 2 – Опорно-поворотний пристрій на основі гідромотора та циліндричної передачі

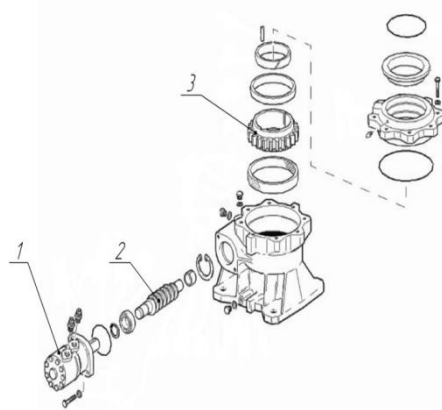


Рисунок 3 – Опорно-поворотний пристрій на основі гідромотора та черв'ячної передачі

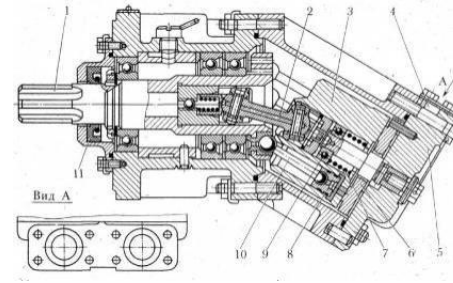


Рисунок 4 – Аксіально-поршневий гідромотор з похилим блоком

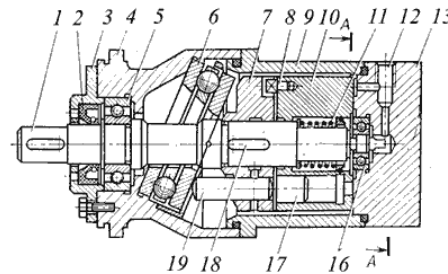


Рисунок 5 – Аксіально-поршневий гідромотор з похилим диском

Опорно-поворотні пристрої з гідромотором за їх елементи

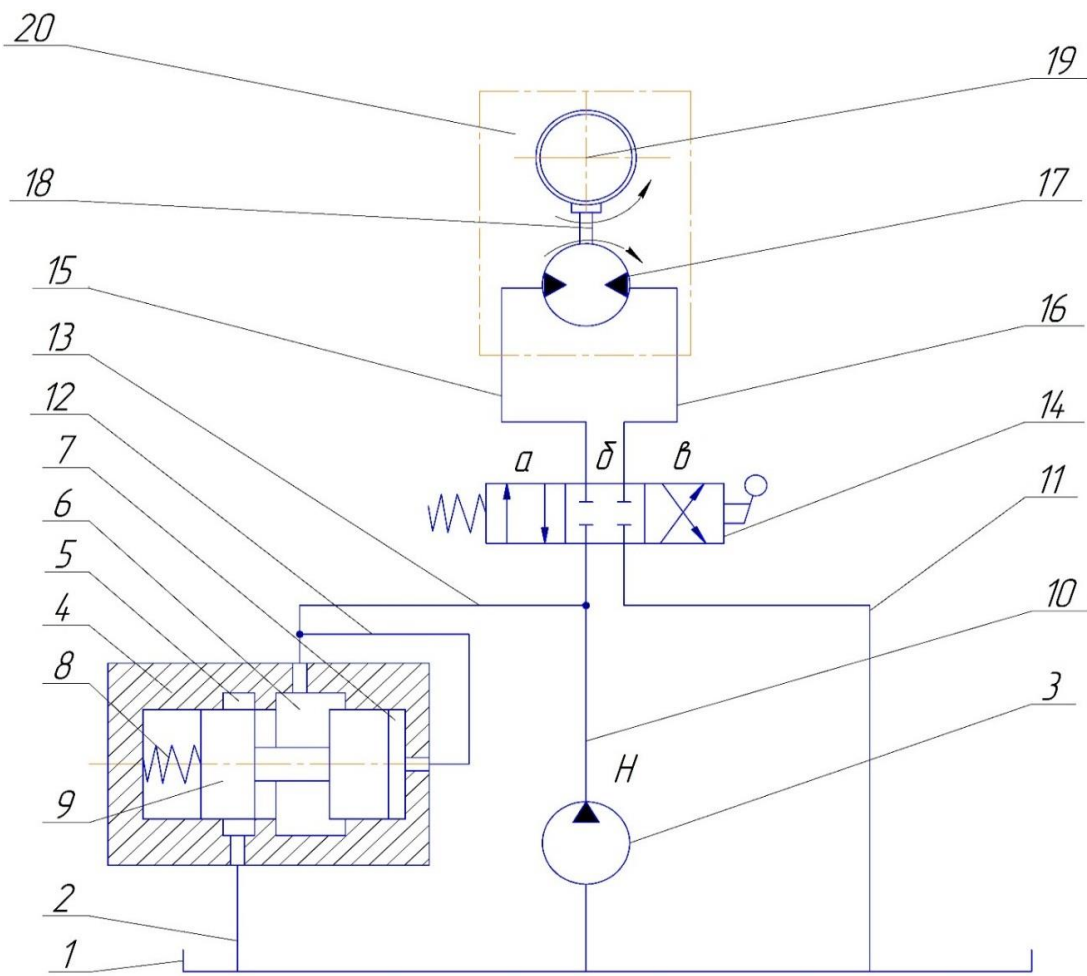
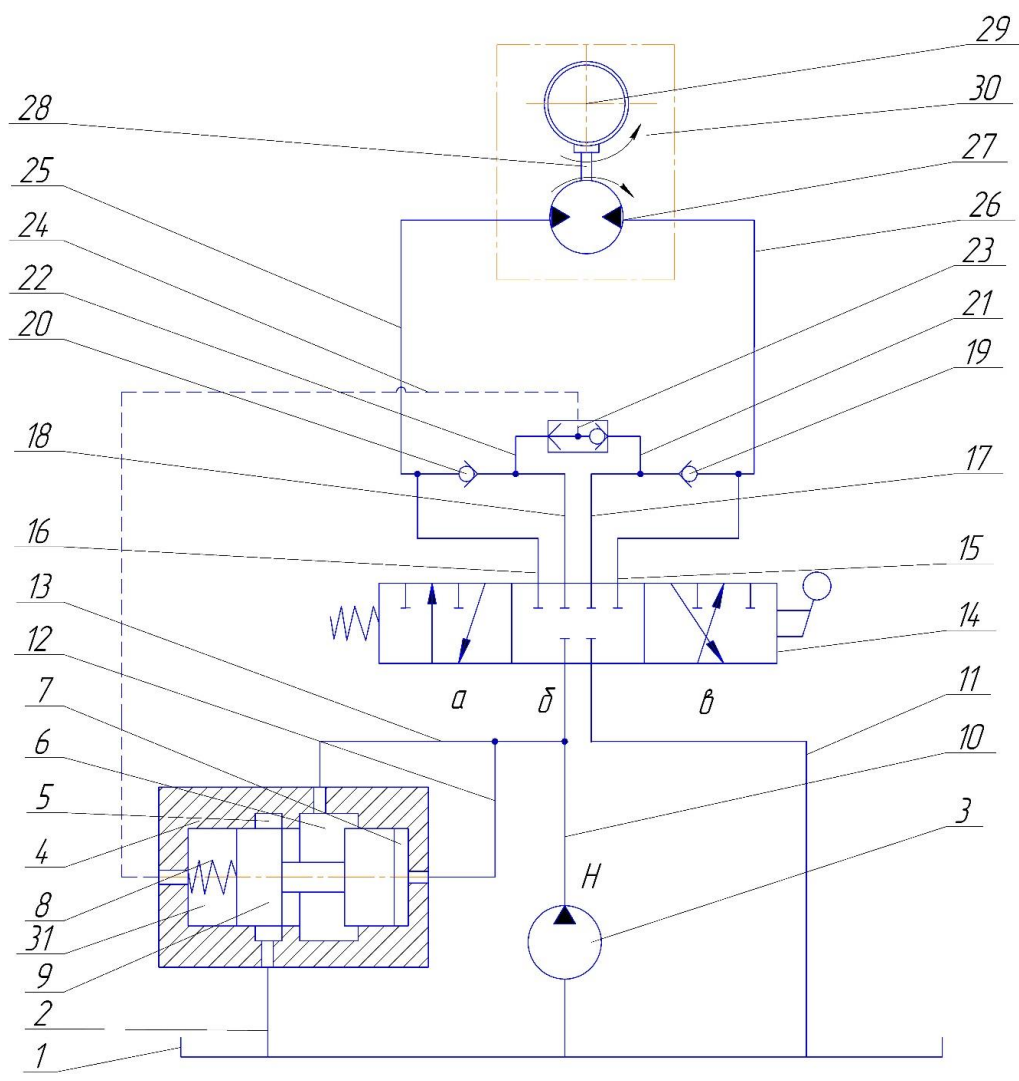


Рисунок 1 – Схема гідроприводу опорно-поворотного пристрою з гідродвигуном обертального типу

- 1 – гідробак;
 2, 11 – зливні гідролінії;
 3 – нерегульований гідронасос;
 4 – переливний клапан;
 5 – зливна камера;
 6 – нагнітальна камера;
 7 – допоміжна камера;
 8 – пружина;
 9 – золотник;
 10 – нагнітальна гідролінія;
 12 – додаткова гідролінія;
 13 – допоміжна гідролінія;
 14 – трьохпозиційний гідророзподільник;
 15, 16 – робочі гідролінії;
 17 – гідромотор;
 18 – циліндрична передача;
 19 – колона;
 20 – опорно-поворотний пристрій

Відома схема гідроприводу опорно-поворотного пристрою



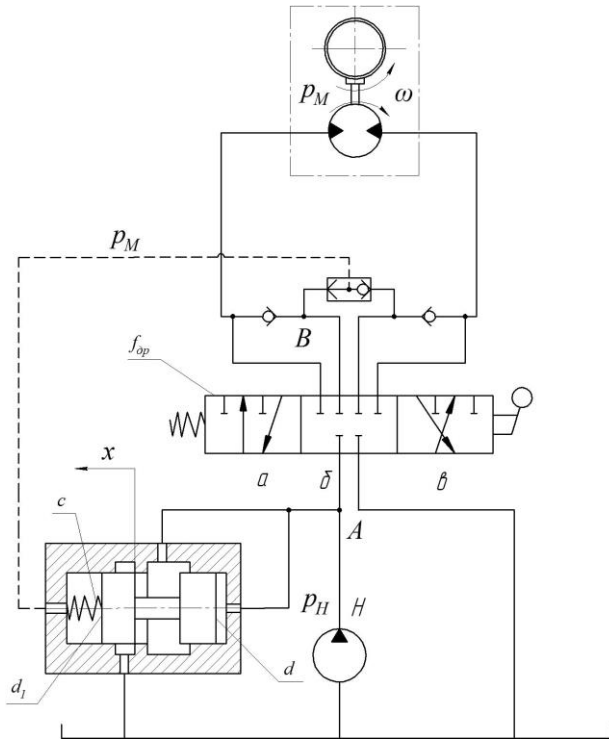
- 1 – гідробак;
- 2, 11 – зливні гідролінії;
- 3 – нерегульований гідронасос;
- 4 – переливний клапан;
- 5 – зливна камера;
- 6 – нагнітальна камера;
- 7 – допоміжна камера;
- 8 – пружина;
- 9 – золотник;
- 10 – нагнітальна гідролінія;
- 12 – додаткова гідролінія;
- 13 – допоміжна гідролінія;
- 14 – трьохпозиційний гідророзподільник;
- 15, 16, 17, 18, 21, 22 – гідролінії;
- 19, 20 – зворотні клапани;
- 23 – логічний клапан;
- 24 – лінія керування;
- 25, 26 – робочі гідролінії;
- 27 – гідромотор;
- 28 – циліндрична передача;
- 29 – колона;
- 30 – опорно-поворотний пристрій.

Рисунок 1 - Гідропривод опорно-поворотного пристрою (удосконалена схема)

Удосконалена схема гідроприводу опорно-поворотного пристрою

Для опису перехідних процесів, що протікають у гідроприводі, складено математичну модель за таких припущень:

1. Параметри елементів гідросистеми гідроприводу зосереджені.
2. Не врахована маса золотника запобіжно-переливного клапана.
3. Витоки в гідравлічній лінії та перетік рідини між порожнинами клапана відсутні.
4. Не врахована гідродинамічна сила та сила сухого тертя на золотнику запобіжно-переливного клапана.
5. Швидкість руху рідини набагато менша швидкості поширення звуку.
6. Рідина малостиснена.



$$Q_H = \mu \cdot f_{\text{ДР}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (p_H - p_M)}{\rho}} + \mu \cdot \pi \cdot d \cdot x \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot p_H}{\rho}} + \beta \cdot W_H \cdot \frac{dp_H}{dt} + \frac{\pi \cdot d_1}{4} \cdot \frac{dx}{dt}$$

$$\mu \cdot f_{\text{ДР}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (p_H - p_M)}{\rho}} = \omega_M \cdot q_M + \beta \cdot W_M \cdot \frac{dp_M}{dt}$$

$$\frac{q_M \cdot \eta_M \cdot (p_H - p_M)}{2 \cdot \pi} = J \cdot \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + M_T \cdot \text{sign} \frac{d\varphi}{dt} + k_{\text{БТ}} \cdot \frac{d\varphi}{dt}$$

$$p_M \cdot \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} + c \cdot (H + x) = p_H \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} + b \cdot \frac{dx}{dt}$$

Математична модель гідроприводу опорно-поворотного пристрою

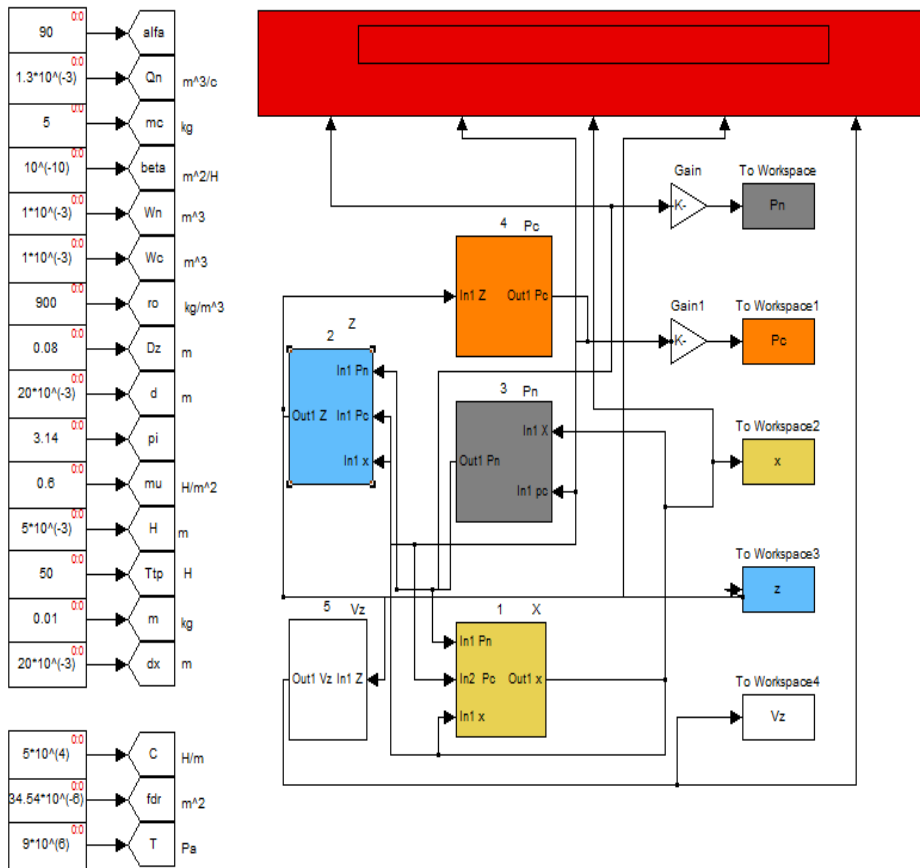


Рисунок 1 – Блок-схема розв'язання математичної моделі (для системи LS) в середовищі Matlab R2009a

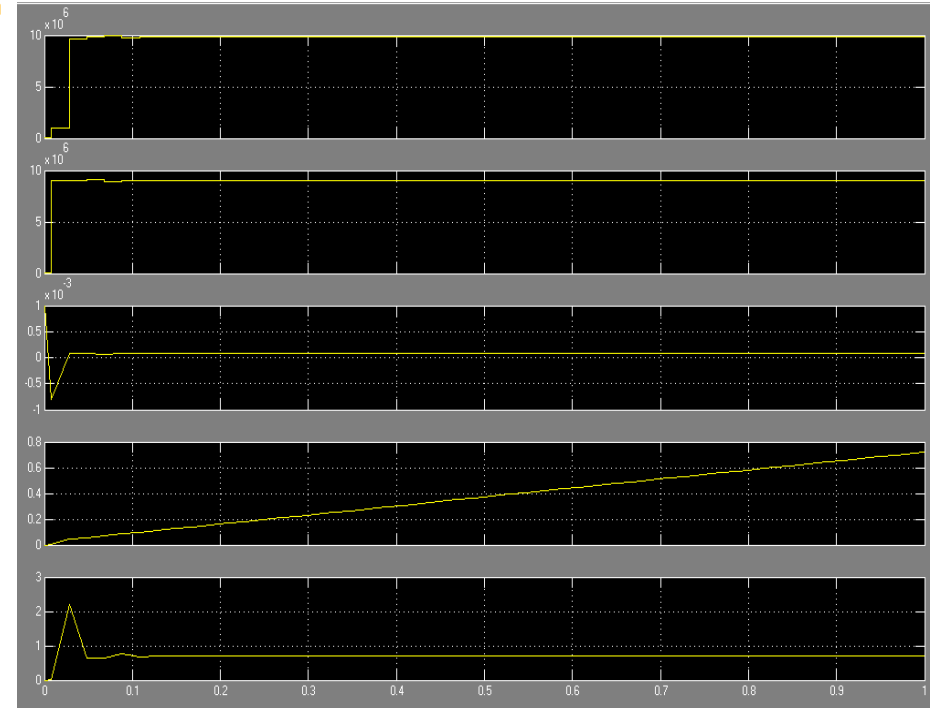


Рисунок 2 – Графіки перехідних процесів

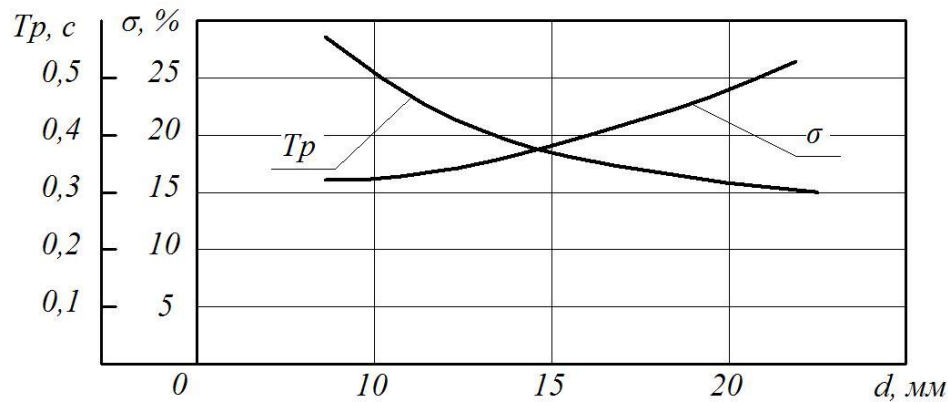


Рисунок 1 – Залежність динамічних характеристик від діаметра золотника переливного клапана d

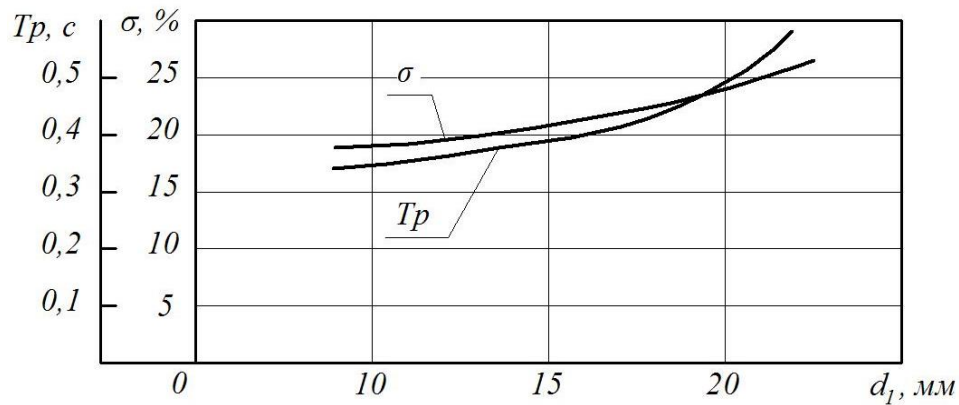


Рисунок 2 – Залежність динамічних характеристик від діаметра хвостовика золотника переливного клапана d_1

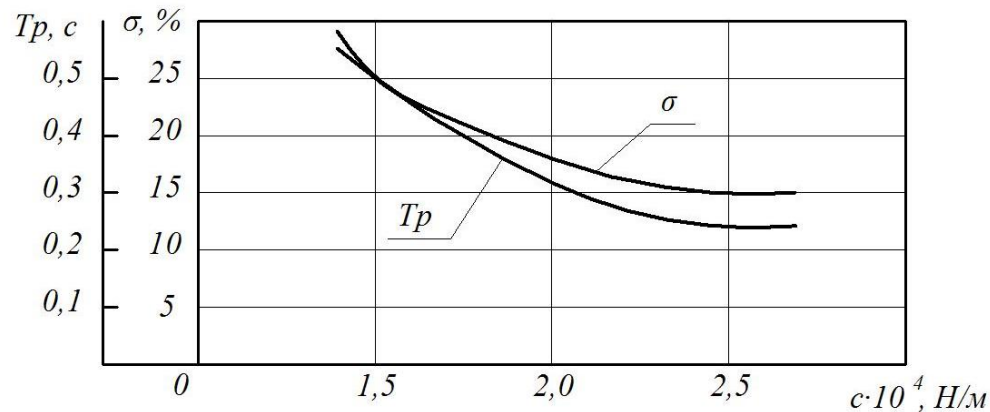


Рисунок 3 – Залежність динамічних характеристик від жорсткості пружини переливного клапана c

Економічні показники

Очікуваний річний економічний ефект, від впровадження гідроприводу чутливого до навантаження для однієї одиниці становить:

$$T_{ок}^C = \frac{K_C^{нов} - K_C^{баз}}{\Delta E_{ЕК}} \quad T_{ок}^C = \frac{26240 - 20400}{4144,14} = 1,41 \text{ років.}$$

Отже, застосування розробленої схеми гідроприводу чутливого до навантаження для вдосконалення гідроприводу є економічно обґрунтованим з терміном окупності 1,41 років.

Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

Забезпечено належний стан охорони праці та безпеки життєдіяльності, в результаті виконання наступних задач:

1. Аналіз умов праці;
2. Організаційно - технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи;
3. Організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії;
4. Оцінка стійкості роботи об'єкта господарювання в умовах радіоактивного забруднення;
5. Розрахунок режиму радіаційного захисту людей.

НАУКОВА НОВИЗНА

- розроблено математичні моделі гідроприводу опорно-поворотного пристрою з гідромотором для варіантів систем керування на основі постійної витрати гідронасоса та чутливої до зміни навантаження з насосом постійної продуктивності

ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

1. Удосконалено схему гідроприводу опорно-поворотного пристрою з гідромотором з параметрами номінальної витрати 100 л/хв, номінального тиску 20 МПа та зрівноважувальним перепадом тиску $\Delta p = 1,5$ МПа .

2. Розроблена схема гідроприводу опорно-поворотного пристрою з гідромотором, що забезпечує в режимі регулювання витрати гідродвигуна значення часу перехідного процесу T_p в межах 0,3..0,42 с та перерегулювання σ за тиском в межах 15..22 %.

ВИСНОВКИ

1. Проведено техніко-економічне обґрунтування необхідності удосконалення гідроприводу опорно-поворотного пристрою з гідромотором на аналізі відомих схем гідроприводів з гідромотором та розрахунків і порівняння техніко-економічних показників, що дозволило визначити термін окупності капітальних вкладень на удосконалення, який складає 0,5 років.
2. Розроблена схема гідроприводу опорно-поворотного пристрої з клапаном, чутливим до навантаження, що забезпечує роботу гідроприводу в режимах розвантаження гідронасоса та регулювання витрати гідродвигуна.
3. Розроблено розрахункову схему та математичну модель гідроприводу опорно-поворотного пристрою з гідромотором на основі клапана, чутливого до навантаження, що дозволяє проводити теоретичні дослідження робочих процесів у гідроприводі.
4. Проведено математичне моделювання робочих процесів у гідроприводі опорно-поворотного пристрою з гідромотором, що дозволило забезпечити у гідроприводі в режимі регулювання витрати гідродвигуна значення час перехідного процесу T_p в межах 0,3..0,42 с та перерегулювання σ за тиском в межах 15..22 % при значеннях конструктивних параметрів переливного клапана гідроприводу – жорсткості пружини золотника $c = (1,8..2,2) \cdot 10^4$ Н/м, діаметра золотника переливного клапана $d = 13..16$ мм та діаметра хвостовика золотника переливного клапана $d_1 = 13..15$ мм.
5. При оцінці економічної ефективності наукового дослідження було визначено та розраховано кошторис капітальних витрат на розробку інноваційного рішення, на його виробництво та впровадження, а також оцінено економічну ефективність інноваційного рішення.
Визначення капітальних витрат на розробку нового технічного рішення включало витрати на основну і додаткову заробітну плату розробників та робітників, амортизацію обладнання, витрати на електроенергію, матеріали і таке інше. В розрахунку економічної ефективності було виконано прогнозування загальних витрат на виконання та впровадження результатів наукової роботи, виконаний прогноз комерційного ефекту від реалізації результатів розробки та ефективності вкладених інвестицій і періоду їх окупності. За результатами всіх розрахунків виявлено, що термін окупності вкладених у реалізацію проекту інвестицій складе 1,41 років, що свідчить про те, що проведення даної наукової роботи є економічно доцільним.
6. Проведено аналіз умов праці, організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії і безпечної роботи, а також протипожежні заходи, що дозволило створити безпечні умови праці під час дослідження та удосконалення гідроприводу опорно-поворотного пристрою з гідромотором.