

*Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра технологій та автоматизації машинобудування*

*Деревенко Ольга Олександрівна
спеціальність 8.05050201 – Технології машинобудування*

**УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ
ГІДРОПРИВОДОМ ОПОРНО-ПОВОРОТНОГО
ПРИСТРОЮ РЕЙКОВОГО ТИПУ**

Керівник – к.т.н., доцент Петров О.В.

ВНТУ 2015

Мета і задачі дослідження

Метою роботи є підвищення ККД системи керування гідروприводом опорно-поворотного пристрою рейкового типу.

Об'єкт дослідження – робочі процеси в гідроприводі чутливому до зміни навантаження.

Предмет дослідження – гідропривод чутливий до зміни навантаження.

Для досягнення поставленої мети сформульовані такі завдання:

- провести огляд стану проблеми зменшення втрат потужності у гідроприводі та сформулювати вимоги до гідроприводу опорно-поворотного пристрою;
- дослідити відому схему гідроприводу опорно-поворотного пристрою та запропонувати її удосконалення;
- розробити розрахункові схеми та математичні моделі відомої та удосконаленої схем гідроприводів опорно-поворотного пристрою;
- на основі математичного моделювання провести порівняльний аналіз значень ККД системи керування гідроприводів на базі відомої та удосконаленої схем;
- провести орієнтований розрахунок економічної доцільності удосконалення відомої схеми 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 будівництві; б) в транспортуванні вантажів; в) в якості евакуатора

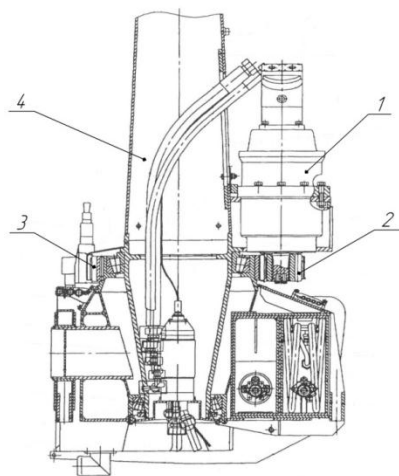


Рисунок 2 – Опорно-поворотний пристрій на основі гідромотора та циліндричної передачі.

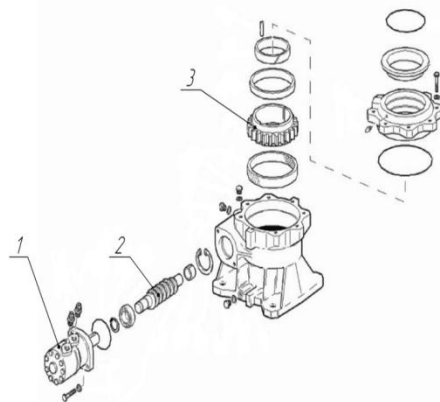


Рисунок 3 – Опорно-поворотний пристрій на основі гідромотора та черв'ячної передачі.

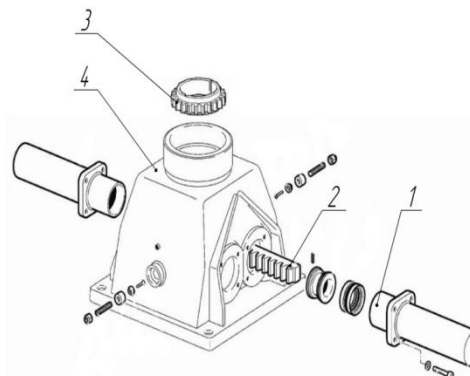


Рисунок 4 – Опорно-поворотний пристрій на основі двох гідроциліндрів та рейкової пари.

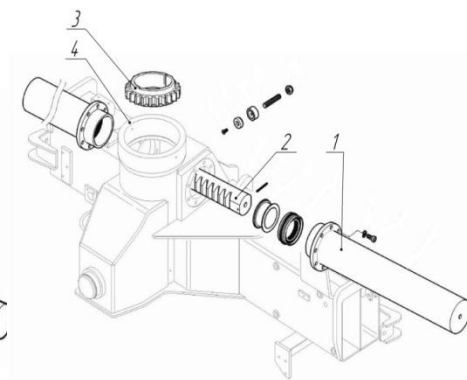


Рисунок 5 – Опорно-поворотний пристрій на основі гідроциліндра та рейки

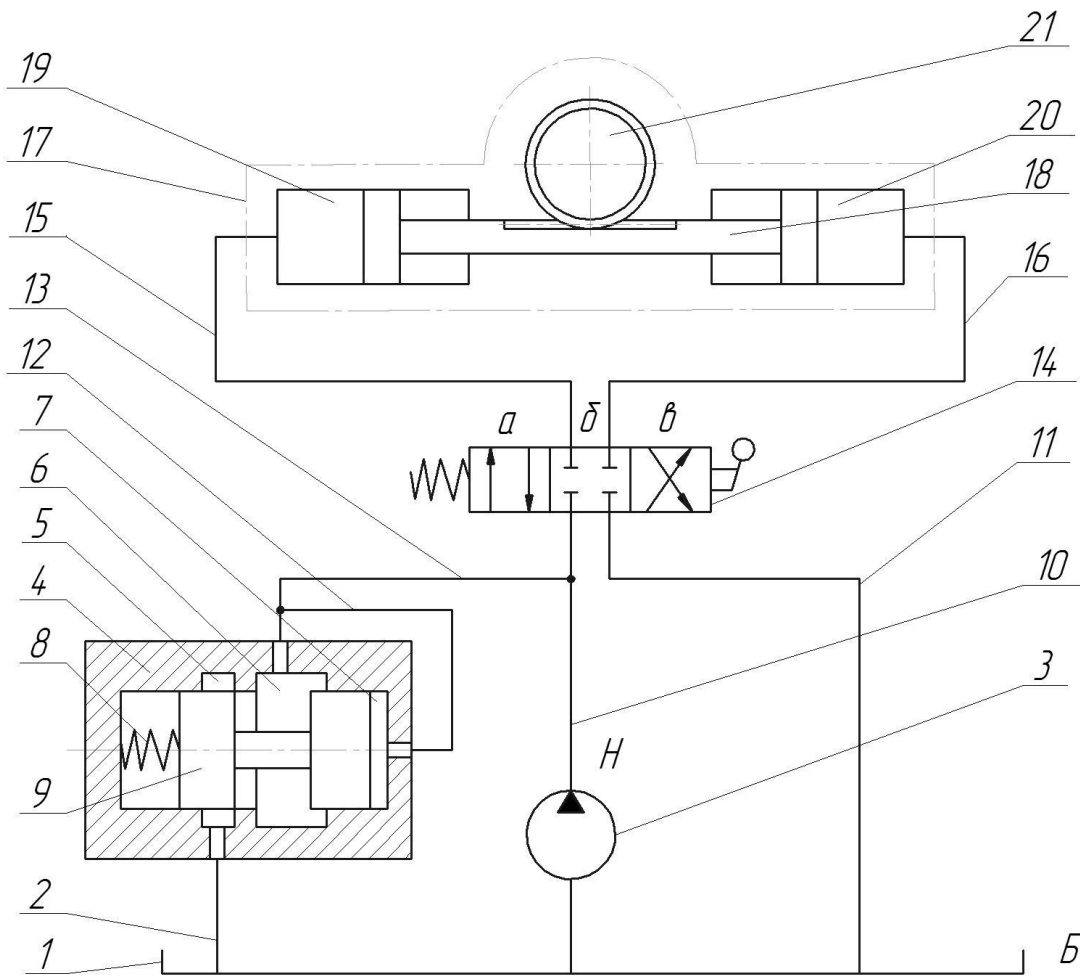


Рисунок 1 – Схема гідроприводу опорно-поворотного пристрою

- 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 – робочі гідролінії;
 17 – опорно-поворотний пристрій;
 18 – шток-рейка;
 19, 20 – гідроциліндри;
 21 – колона.

Відома схема гідроприводу опорно-поворотного пристрою

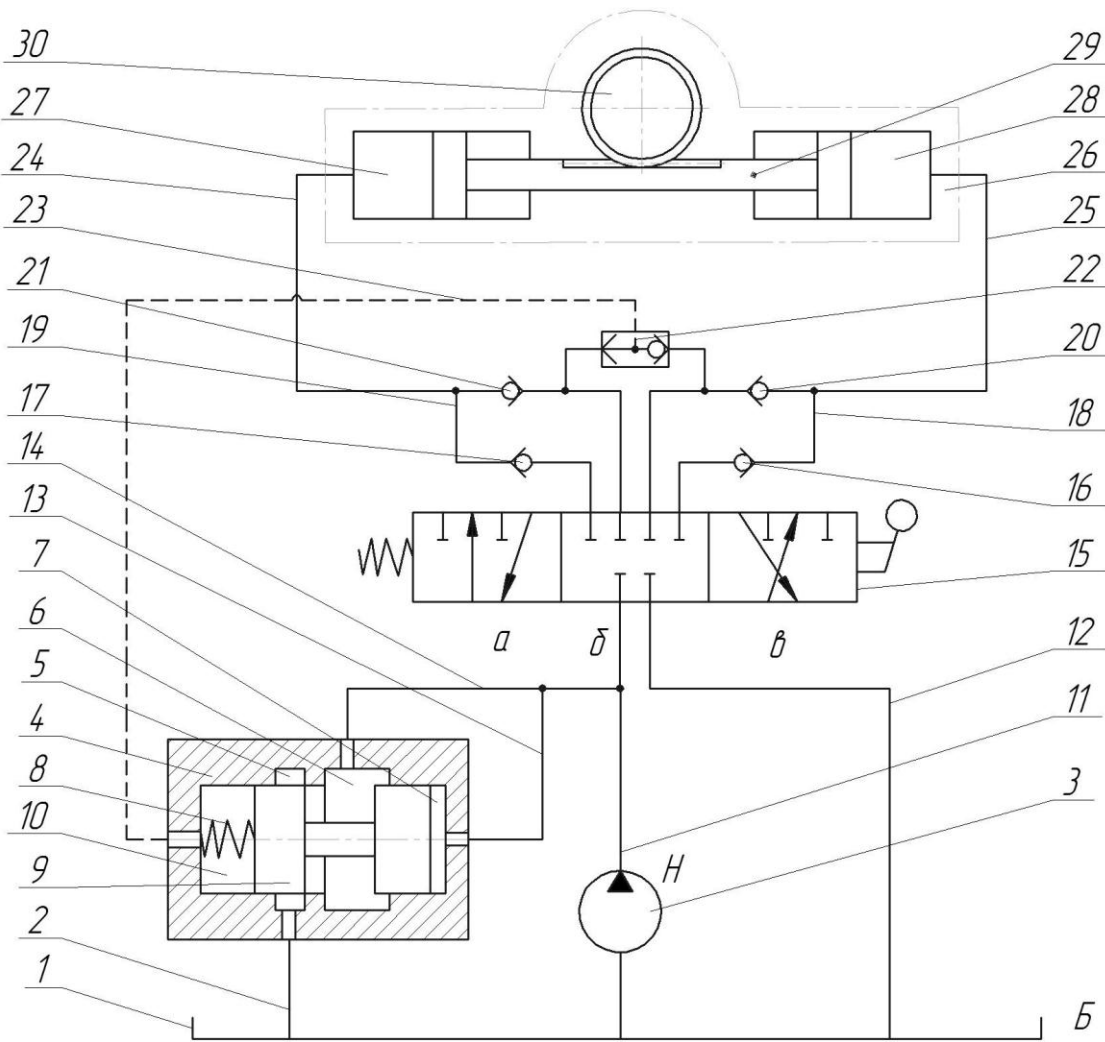
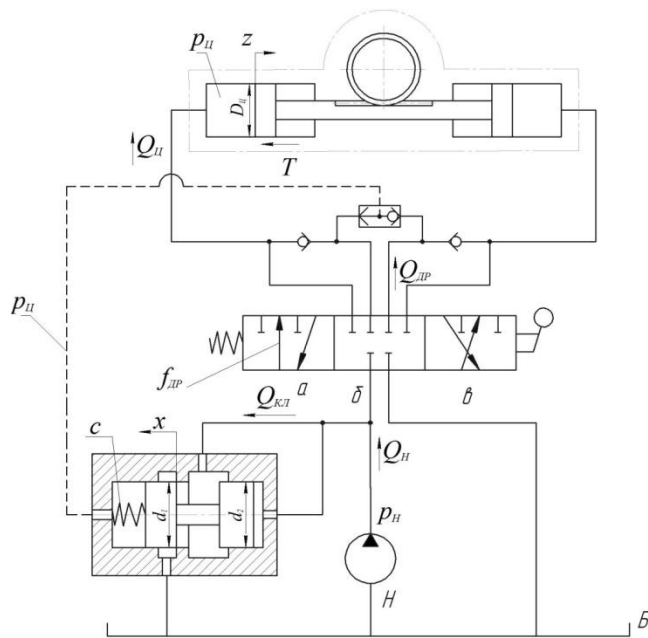


Рисунок 1 – Удосконалена схема
гідроприводу опорно-поворотного пристрою

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



$$\left\{ \begin{aligned} \frac{dp_H}{dt} &= \frac{Q_H}{\beta \cdot W_H} - \frac{\mu \cdot f_{ДР} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (p_H - p_{II})}{\rho}}}{\beta \cdot W_H} + \frac{\mu \cdot \pi \cdot dx \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot p_H}{\rho}}}{\beta \cdot W_H} \\ \frac{dp_{II}}{dt} &= \frac{\mu \cdot f_{ДР} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (p_H - p_{II})}{\rho}}}{\beta \cdot W_{II}} - \frac{dz}{dt} \cdot \frac{\pi \cdot D_{II}^2}{4 \cdot \beta \cdot W_{II}} - \frac{dx}{dt} \cdot \frac{\pi \cdot d_x^2}{4 \cdot \beta \cdot W_{II}} \\ \frac{dz}{dt} &= \frac{p_{II} \cdot \pi \cdot D_{II}^2}{4} - \frac{T}{b_{II}} - \frac{T_{ТР}}{b_{II}} \\ \frac{d^2x}{dt^2} &= \frac{p_H \cdot \pi \cdot d^2}{4 \cdot C \cdot (H + x) \cdot m} - \frac{p_{II} \cdot \pi \cdot d_1^2}{4 \cdot C \cdot (H + x) \cdot m} \end{aligned} \right.$$

Рисунок 1 – Розрахункова схема гідроприводу чутливого до навантаження

Припущення, за яких складена математична модель::

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.

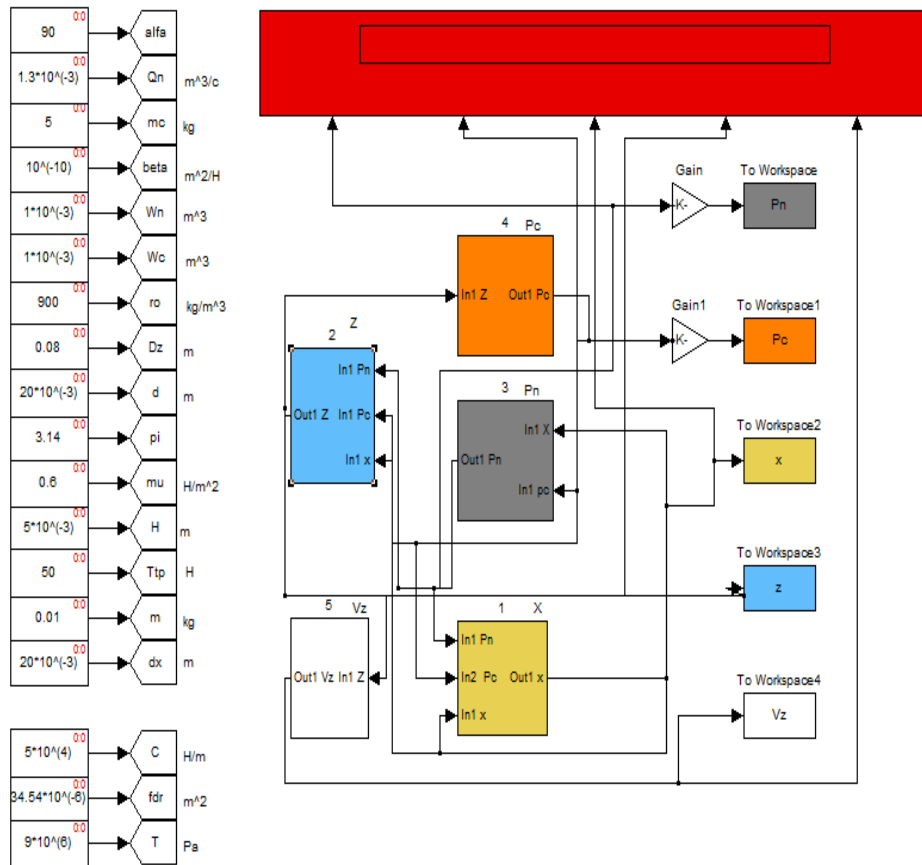


Рисунок 1 – Блок-схема розв'язання математичної моделі удосконаленого гідроприводу в середовищі Matlab R2009a

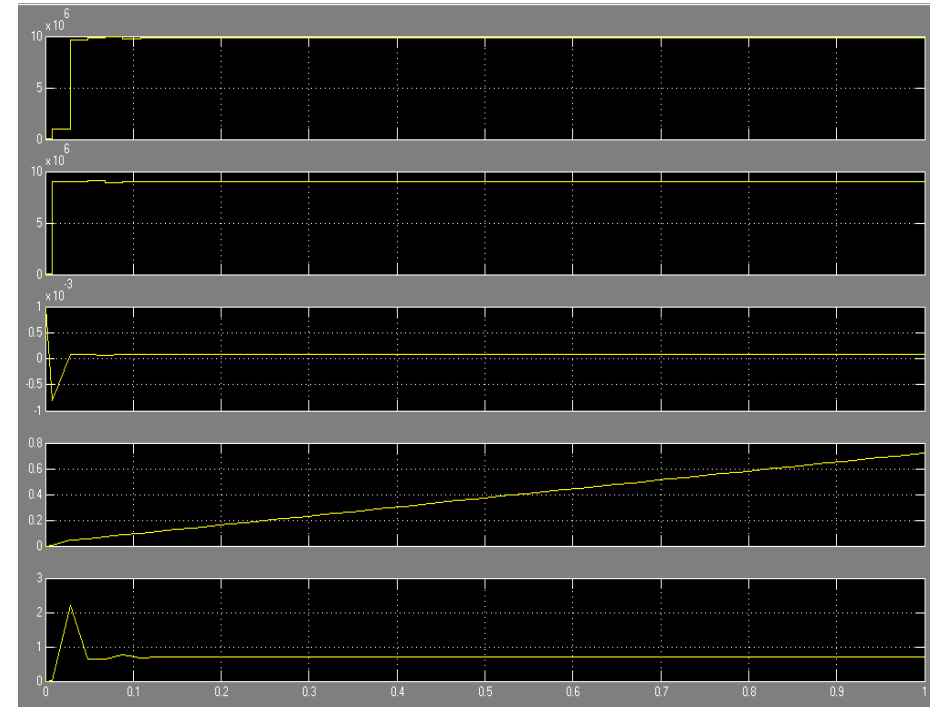


Рисунок 2 – Графіки перехідних процесів

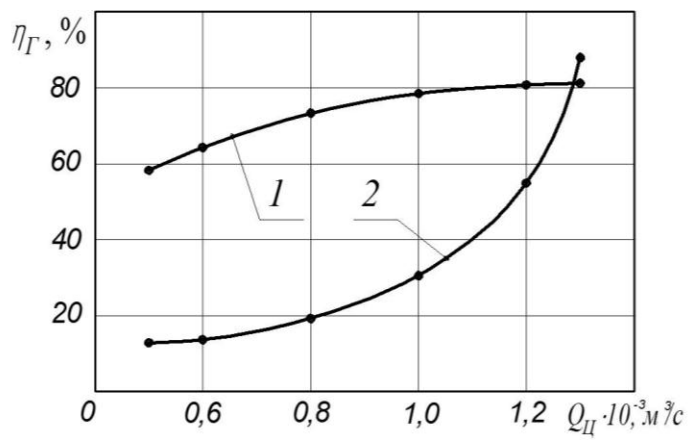


Рисунок 1 – ККД системи керування гідроприводом при $p_{Ц} = 3$ МПа під час зміни витрати гідродвигуна $Q_{Ц}$

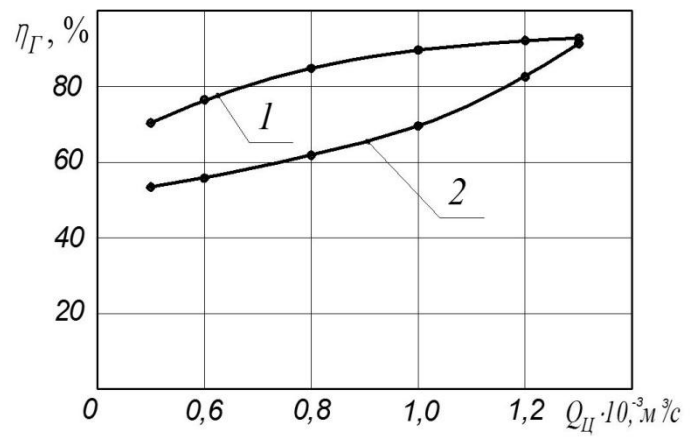


Рисунок 2 – ККД системи керування гідроприводом при $p_{Ц} = 24$ МПа під час зміни витрати гідродвигуна $Q_{Ц}$

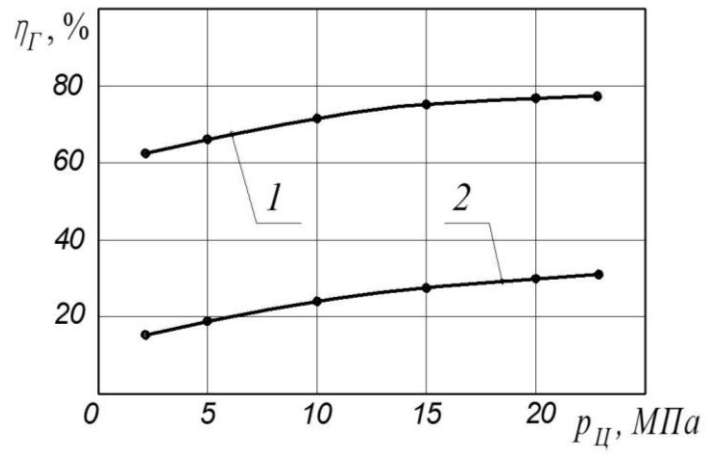


Рисунок 3 – ККД системи керування гідроприводом при $Q_{Ц} = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ під час зміни витрати тиску на гідродвигуні

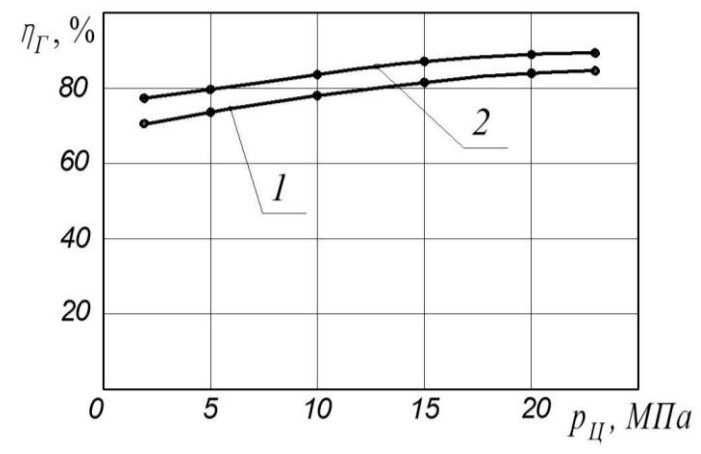


Рисунок 4 – ККД системи керування гідроприводом при $Q_{Ц} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ під час зміни витрати тиску на гідродвигуні



Рисунок 1 - Автомобіль КрАЗ М19. 2R

Прогноз економічного ефекту від впровадження удосконаленого гідроприводу для крано-маніпуляторної установки:

$E_1 = 6170,3$ грн – вартість витраченого пального за 1 рік роботи удосконаленого гідроприводу;

$E_2 = 3557$ грн – вартість витраченого пального за 1 рік роботи традиційного гідроприводу;

Розрахований економічний ефект:

$$E_{\text{ЕФ}} = E_1 - E_2 = 6170,3 - 3557 = 2613,3 \text{ грн.}$$

Отже, застосування розробленої схеми гідроприводу чутливого до навантаження, для вдосконалення гідроприводу КМУ КрАЗ М19.2R, є економічно обґрунтованим.

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 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 рейкового типу з параметрами номінальної витрати 100 л/хв, номінального тиску 20 МПа та зрівноважувальним перепадом тиску $\Delta p = 1$ МПа .
2. Розроблена схема гідроприводу опорно-поворотного пристрою рейкового типу, що забезпечує в режимі регулювання витрати гідродвигуна підвищення ККД системи керування гідроприводом на 2...51% у порівнянні із гідроприводом постійної витрати.

ВИСНОВКИ

1. В результаті огляду та аналізу літературних джерел за темою дослідження, запропоновано рекомендації щодо ефективної конструкції опорно-поворотного пристрою та визначено можливість зменшення втрат потужності у гідроприводі опорно-поворотного пристрою за рахунок застосування системи чутливої до зміни навантаження.
2. Удосконалено відому схему гідроприводу опорно-поворотного пристрою за рахунок введення до її системи керування елементів, що забезпечують мінімізацію втрат потужності під час роботи гідроприводу в режимі регулювання витрати гідродвигуна.
3. Розроблено розрахункові схеми та математичні моделі відомої та удосконаленої схем гідроприводів, в результаті чого було визначено, що удосконалена схема гідроприводу чутливого до зміни навантаження, у порівнянні з гідроприводом постійної витрати, забезпечує збільшення ККД системи керування гідроприводом на 2...51%.
4. Проведено економічний розрахунок продуктивності роботи відомої та удосконаленої схем гідроприводів опорно-поворотного пристрою та визначено, що удосконалена схема забезпечує економію витрат пального під час роботи, що у грошовому еквіваленті становить 2613,3 грн на рік.
5. Проаналізовано стан охорони праці та безпеки життєдіяльності, що дозволяє забезпечити безпечні умови праці на робочому місці проведення досліджень гідроприводу опорно-поворотного пристрою рейкового типу та впровадження отриманих результатів.