

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему:

МЕХАНОТРОННИЙ ПРИВОД ТЕХНОЛОГІЧНОЇ МАШИНИ З
СИСТЕМОЮ КЕРУВАННЯ НА ОСНОВІ ПРОГРАМОВАНОГО
КОНТРОЛЕРА

Виконав: студент 2 курсу, групи 1ПМ-17м

Ткачук Юрій Анатолійович

Керівник: д. т. н., завідувач кафедри ТАМ

Козлов Л. Г.

Мета та задачі роботи

Метою роботи проектування гідропривода з використанням регульованого насоса, з пропорційним змінення параметрів режимів роботи та контролера з системою датчиків.

Для досягнення поставленої мети потрібно виконати такі завдання:

- огляд існуючих гідроприводів;
- розробити варіанти нових схем механотронних приводів;
- розробити математичну модель механотронного гідропривода;
- провести дослідження стійкості механотронного гідропривода;
- провести дослідження впливу основних конструктивних параметрів регуляторів на динамічні характеристики механотронного гідропривода;
- провести дослідження по визначенню статичних характеристик;
- розрахувати та порівняти енергоефективність гідроприводів;
- провести економічне обґрунтування доцільності розробки;
- Провести аналіз умов праці та безпеки життєдіяльності в науково дослідній аудиторії.

Наукова новизна :

- вдосконалена математична модель механотронного гідророзподільника;
- знайти залежність, що характеризуватиме вплив основних конструктивних параметрів регуляторів на швидкодію механотронного гідропривода;
- знайти залежність, що характеризуватиме вплив основних конструктивних параметрів регуляторів на величину перерегулювання в механотронному гідроприводі.

Практичне значення: розроблено нову схему, на основі регульованих насосів та контролера.

Схема гідравлічної системи УРБ-2А-2

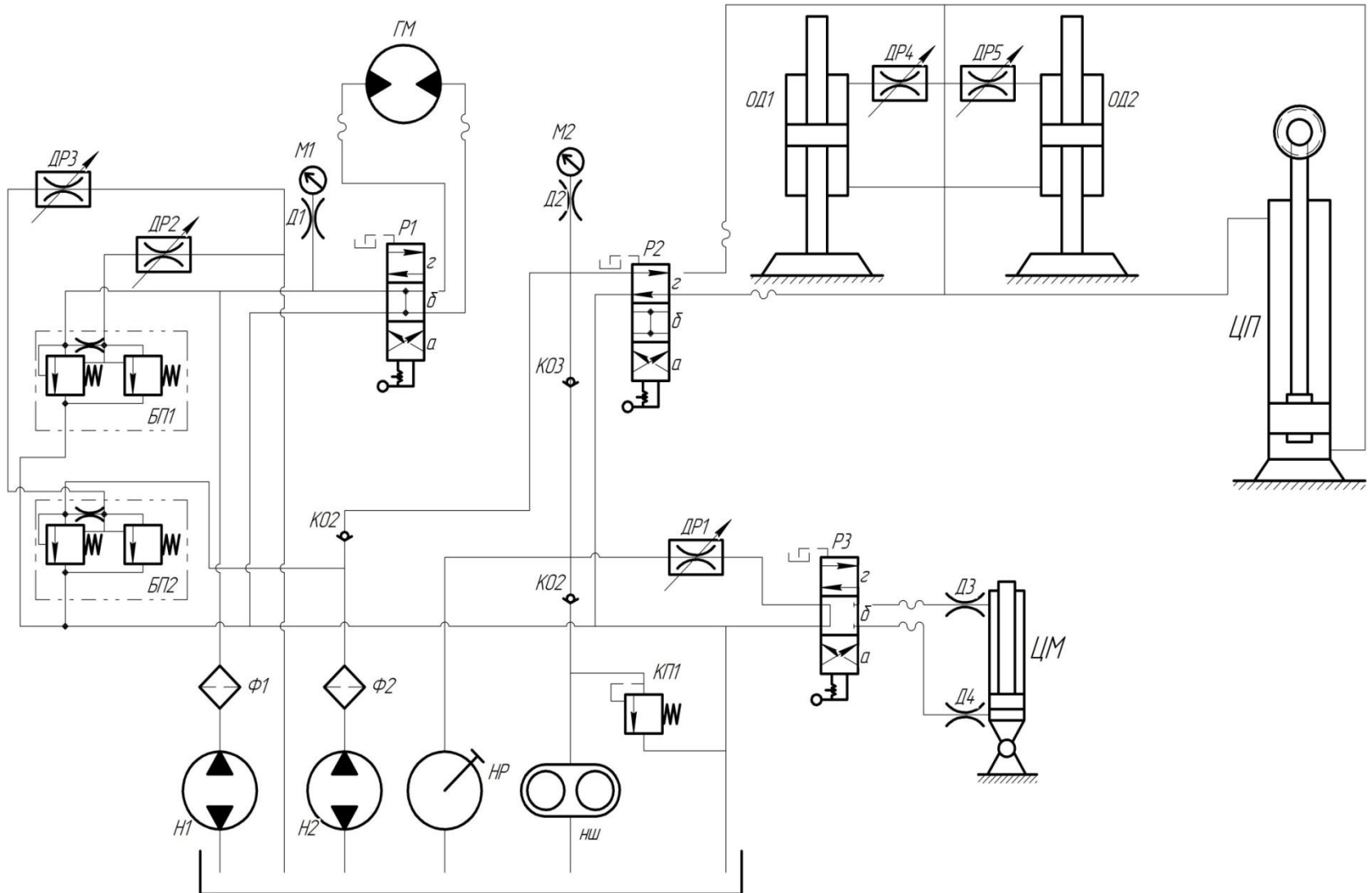
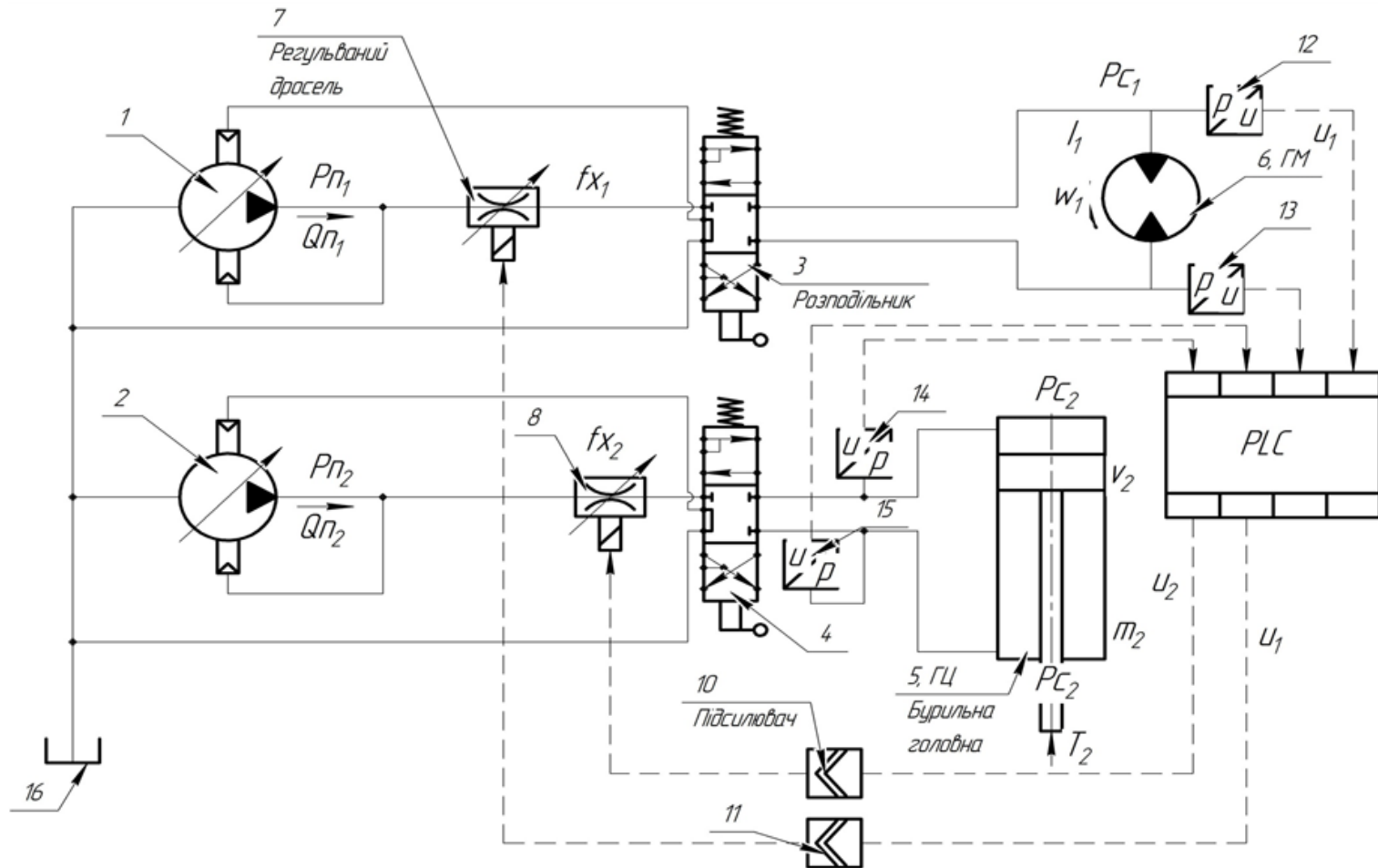


Схема розробленої гідравлічної системи



Математична модель

$$I \frac{d^2 \gamma}{dt^2} = p_{n1} f_5 l - p_e f_4 l - b_\gamma \frac{d\gamma}{dt} + M_c; \quad (2.1)$$

$$\mu f_e \sqrt{\frac{2|p_0 - p_e|}{\rho}} \text{sign}(p_0 - p_e) = \beta_p W_e \frac{dp_e}{dt} - f_4 \frac{d\gamma}{dt} l \cdot \cos \gamma; \quad (2.2)$$

$$F_7 d_8 k_1 n_t g \gamma = \mu \pi d_{x1} x_1 \sqrt{\frac{2|p_{n1} - p_e|}{\rho}} \text{sign}(p_{n1} - p_e) +$$

$$+ \mu \pi d_{y2} y_2 \sqrt{\frac{2|p_{n1} - p_{y2}|}{\rho}} \text{sign}(p_{n1} - p_{y2}) + \beta_p W_{n1} \frac{dp_{n1}}{dt} +$$

$$+ \mu k_{z2} \sqrt{\frac{2|p_{n1} - p_0|}{\rho}} \text{sign}(p_{n1} - p_0); \quad (2.3)$$

$$\mu k_{z2} \sqrt{\frac{2|p_{n1} - p_0|}{\rho}} \text{sign}(p_{n1} - p_0) = \mu f_e \sqrt{\frac{2|p_0 - p_e|}{\rho}} \text{sign}(p_0 - p_e) +$$

$$+ \mu f_0 \sqrt{\frac{2p_0}{\rho}} + \beta_p W_0 \frac{dp_0}{dt}; \quad (2.4)$$

$$\mu \pi d_{x1} x_1 \sqrt{\frac{2|p_{n1} - p_{c1}|}{\rho}} = q \omega_1 + \beta_n W_{c1} \frac{dp_{c1}}{dt}; \quad (2.5)$$

$$I_1 \frac{d\omega_1}{dt} = p_{c1} q - M_1 - b_M \omega_1; \quad (2.6)$$

$$\mu \pi d_{y2} y_2 \sqrt{\frac{2|p_{n1} - p_{y2}|}{\rho}} \text{sign}(p_{n1} - p_{y2}) = \mu \pi d_{x2} x_2 \sqrt{\frac{2|p_{y2} - p_{c2}|}{\rho}}$$

$$\cdot \text{sign}(p_{y2} - p_{c2}) + \beta_p W_{y2} \frac{dp_{y2}}{dt}; \quad (2.7)$$

$$\mu \pi d_{x2} x_2 \sqrt{\frac{2|p_{y2} - p_{c2}|}{\rho}} \text{sign}(p_{y2} - p_{c2}) = v_2 \frac{\pi d_{c2}^2}{4} + \beta_n W_{c2} \frac{dp_{c2}}{dt}; \quad (2.8)$$

$$m_c \frac{dv_2}{dt} = p_{c2} \frac{\pi d_{c2}^2}{4} - T_2 - b_c v_2; \quad (2.9)$$

$$p_{n1} \frac{\pi d_z^2}{4} = p_{c1} \frac{\pi d_z^2}{4} + c_z (z + H_z) + b_z \frac{dz}{dt}; \quad (2.10)$$

$$p_{y2} \frac{\pi d_y^2}{4} = p_{c2} \frac{\pi d_y^2}{4} + c_y (H_y - y_2) - b_y \frac{dy_2}{dt}; \quad (2.11)$$

$$p_{c1} k_4 k_c F_k(i_{p1}) = L_e \frac{di_{m1}}{dt} + i_{m1} R_e; \quad (2.12)$$

$$p_{c2} k_4 k_c F_k(i_{p2}) = L_e \frac{di_{m2}}{dt} + i_{m2} R_e; \quad (2.13)$$

$$(L_e \frac{di_{m1}}{dt} + i_{m1} R_e) k_m = x_1; \quad (2.14)$$

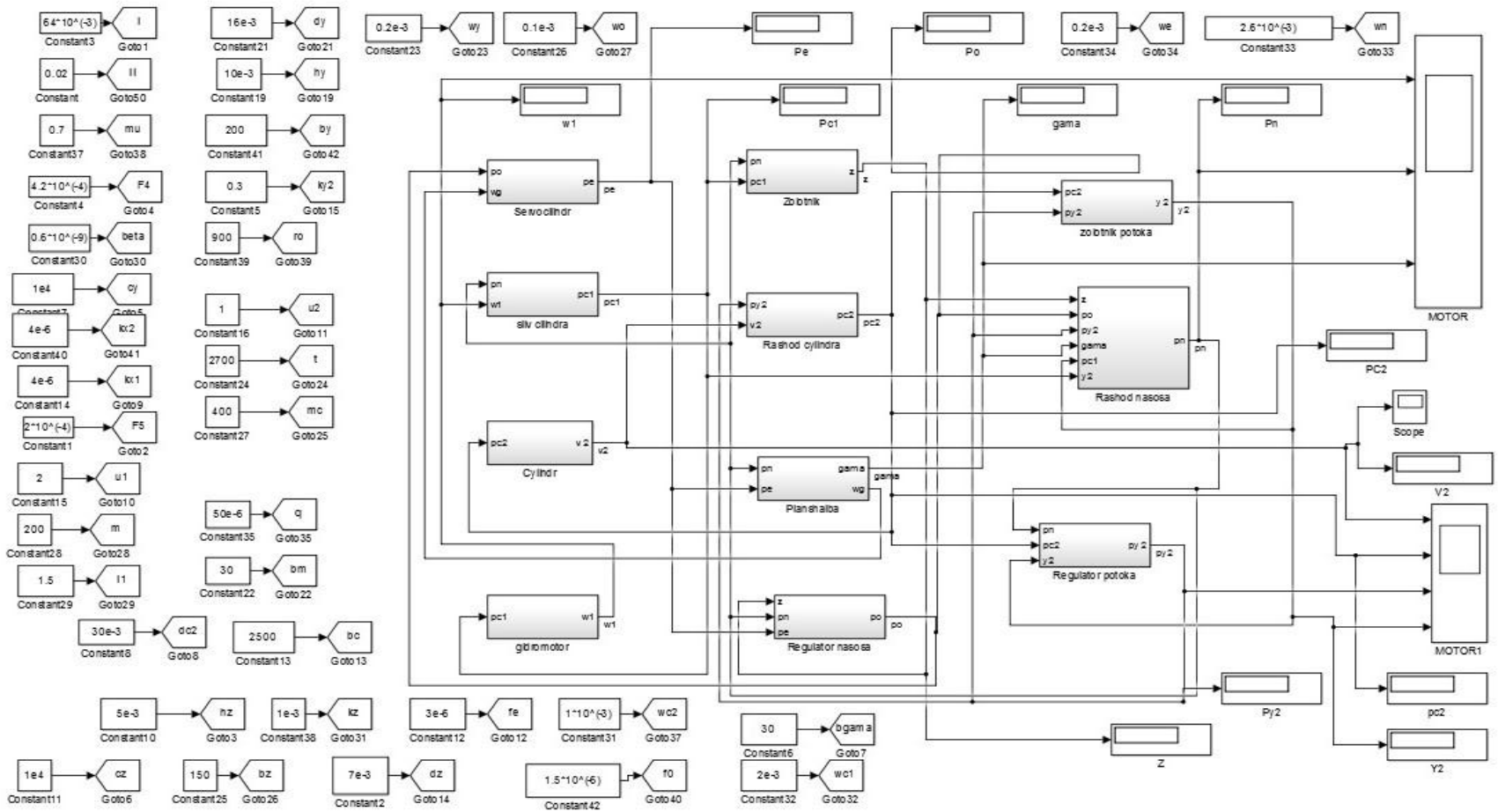
$$(L_e \frac{di_{m2}}{dt} + i_{m2} R_e) k_m = x_2; \quad (2.15)$$

$$M_c = m_0 + m_1 Q_{n1} + m_2 p_{n1} + m_3 Q_{n1}^2 + m_4 p_{n1}^2 + m_5 p_{n1} Q_{n1}; \quad (2.16)$$

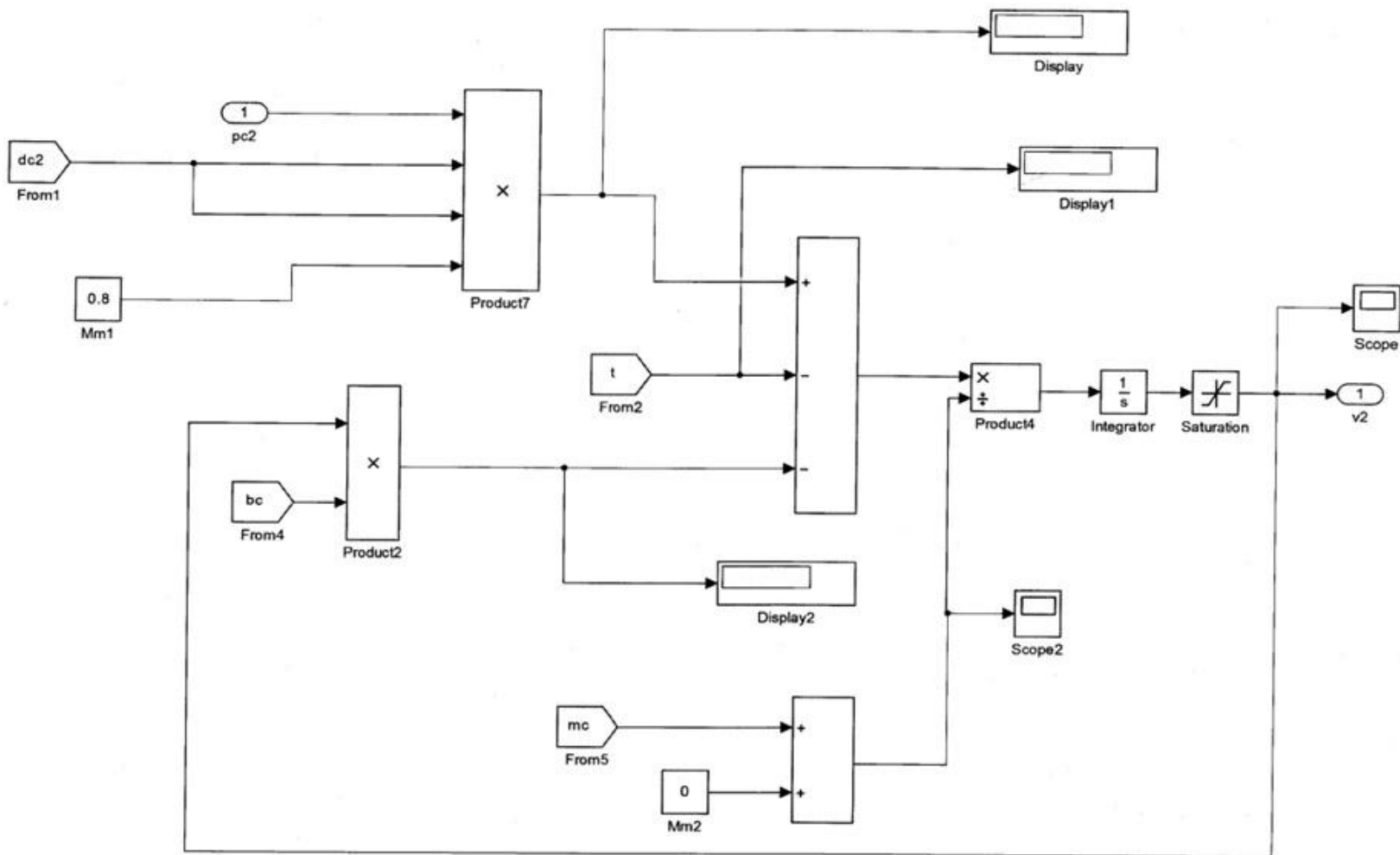
$$\beta_n = \frac{1}{E_p} + \frac{d_{mp}}{\delta_{mp} E_{mp}(p)}; \quad (2.17)$$

$$E_p = \frac{1}{\beta_p} = E_{p0} \frac{W_f/W_a + 1}{W_f/W_a + E_{p0} p_0/p^2}; \quad (2.18)$$

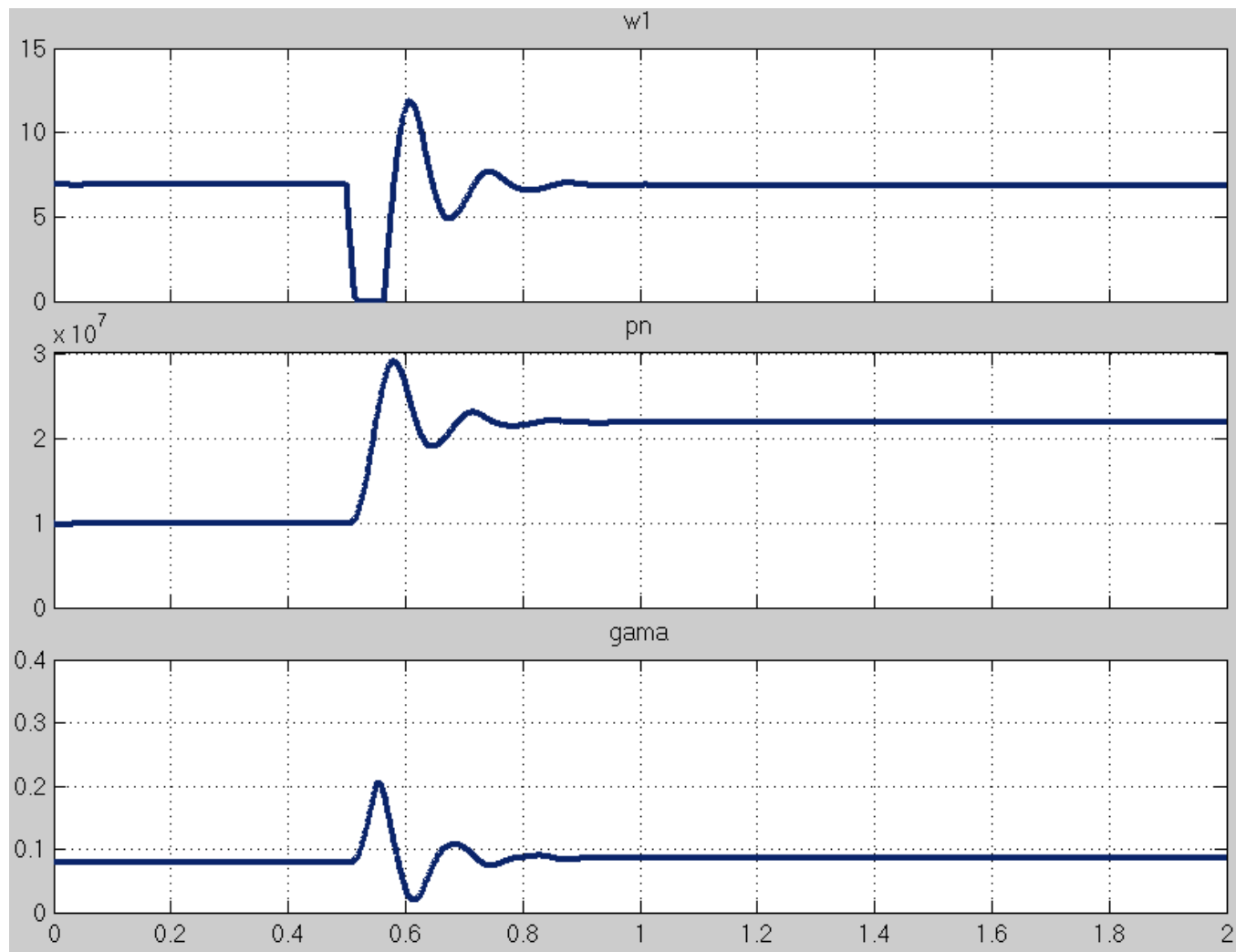
Блок-схема в середовищі MATLAB для розв'язання рівнянь математичної моделі



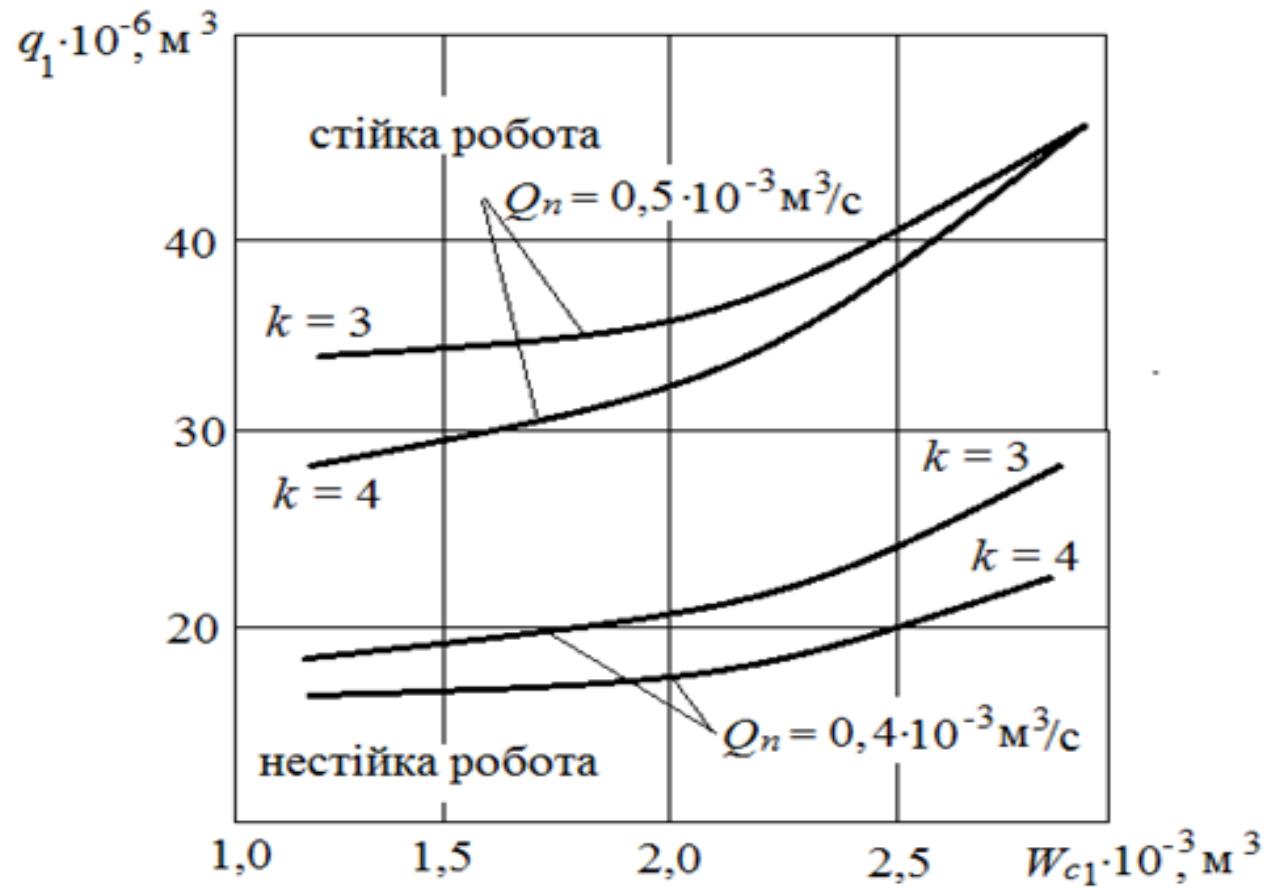
Блок-схема знаходження величини швидкість руху поршня гідроциліндра v_2



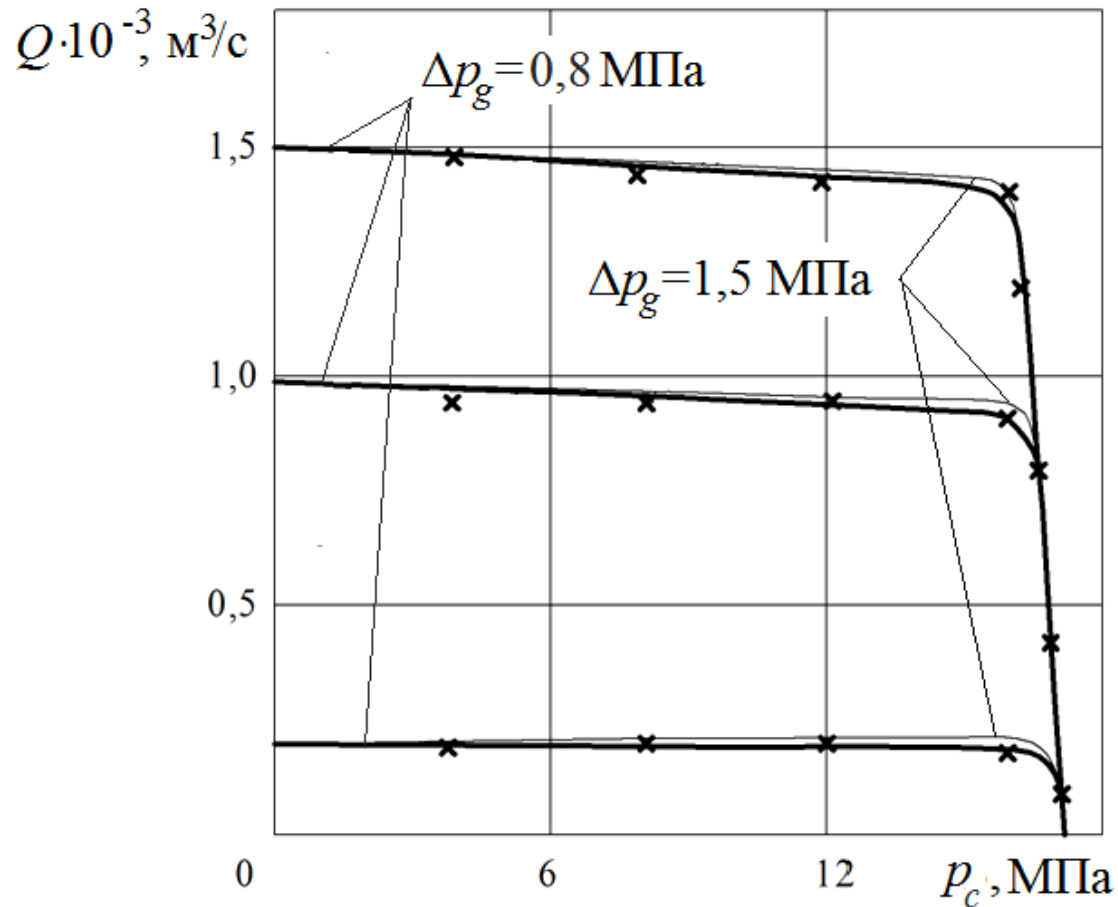
Характер перехідного процесу в механотронному приводі при ступінчастій зміні моменту навантаження на валу гідромотора



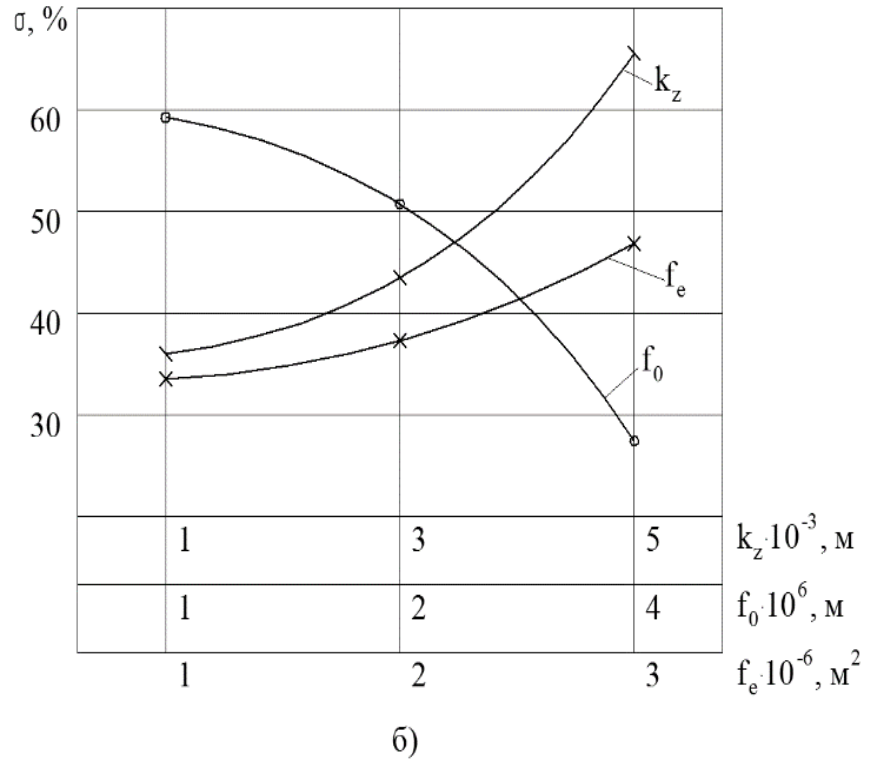
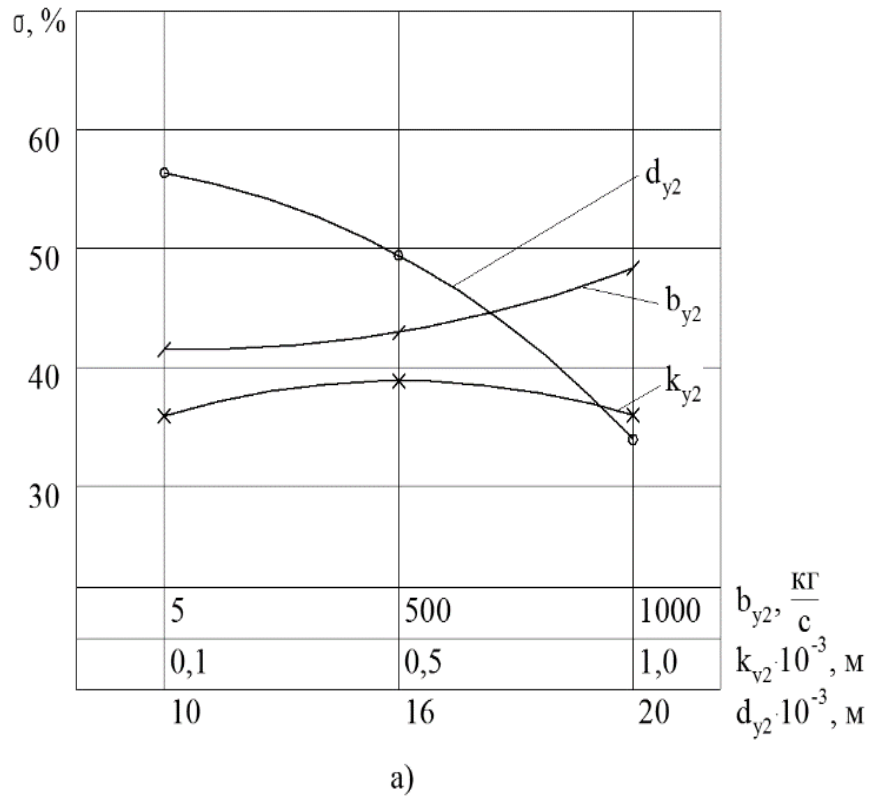
Вплив об'єму гідро лінії W_{c1} , робочого об'єму гідромотору q_1 та продуктивності насоса Q_n на коливальність в гідросистемі



Статичні характеристики механотронного привода



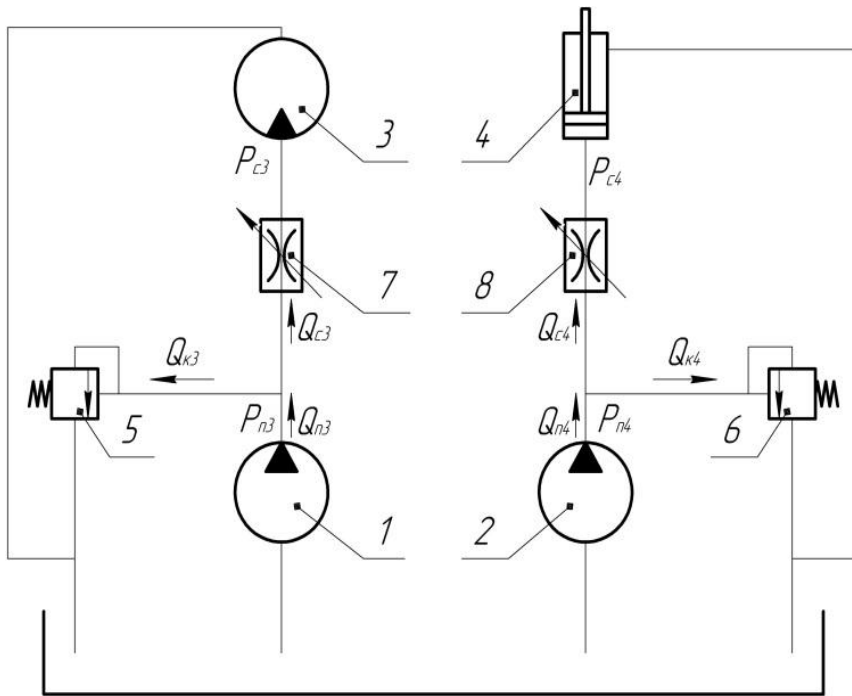
Вплив параметрів клапана а) та регулятора насоса б) на величину пере-регулювання в механотронного гідросистемі



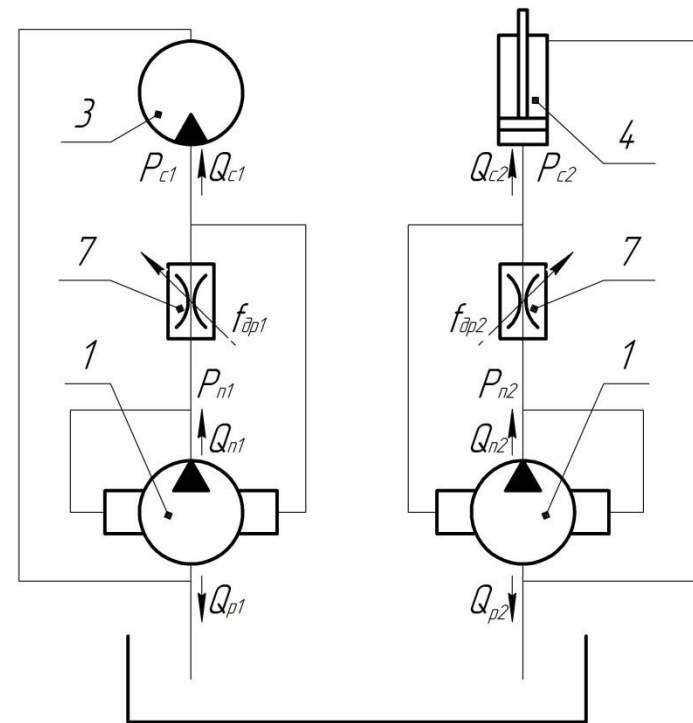
Схеми гідроприводів для розрахунку енергоефективності гідроприводів

-

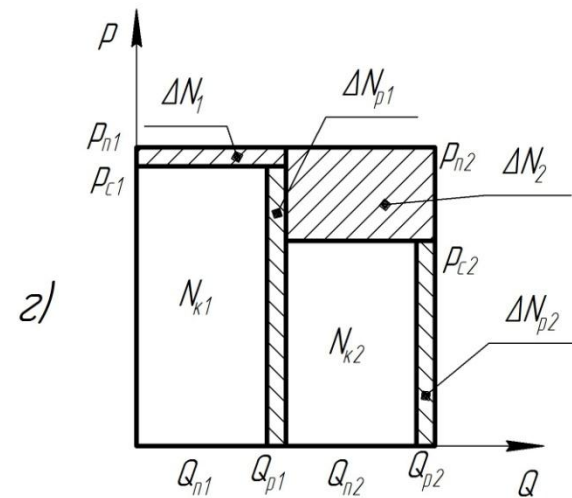
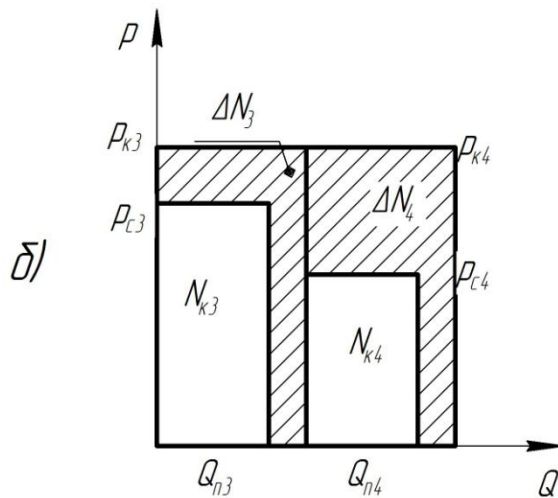
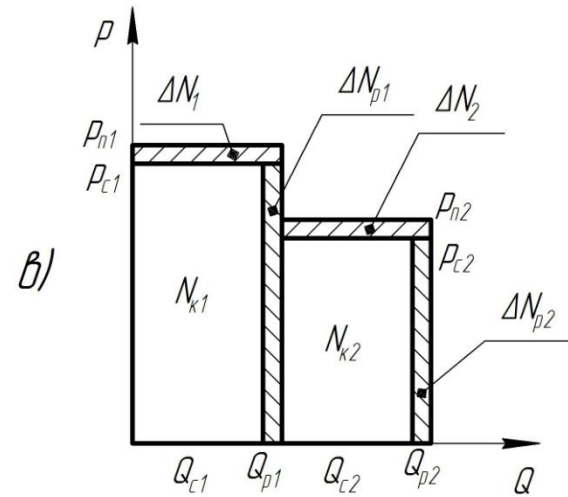
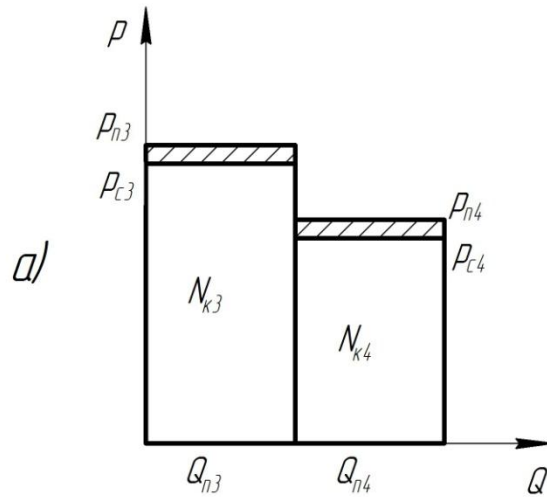
б)



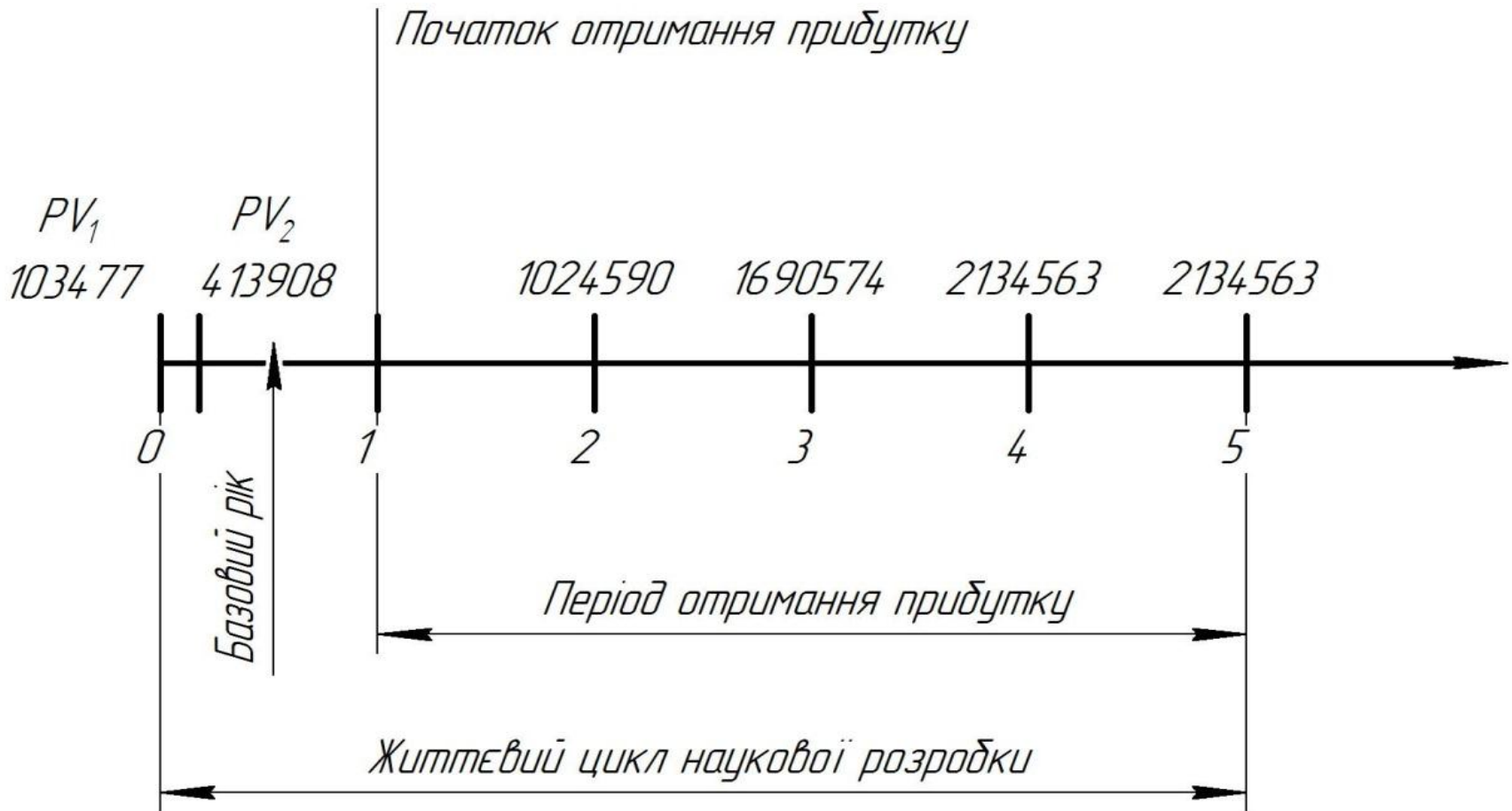
а)



Розрахунку витрат потужностей



ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ РОЗРОБКИ



Висновки

- Недоліки розглянутих схем можуть бути усунені за рахунок використання регульованих насосів, пропорційному регулюванню параметрів та контролерів з системою датчиків.
- Розроблена нові схеми гідропривода з одним і двома регульованим насосами та контролером. Була створена гідравлічна система з використанням контролера. На її основі складена математична модель механотронного привода.
- Змодельована робота контролера, складена блок-схема в середовищі MATLAB, на основі якої в ці жє програмі проведені дослідження таких характеристик як: стійкості, статичні та динамічні.
- Були наближено розраховані енергетичні характеристики механотронного привода. Та отримані приблизні коефіцієнти економічності непродуктивних втрат: в приводі головного руху – ; в приводі подачі – .
- При оцінці економічної ефективності наукового дослідження було визначено комерційний потенціал дослідження та розраховано частковий та наближено загальний кошторис капітальних витрат на розробку НДКР, створеної в результаті науково-технічної діяльності. та впровадження, а також оцінено економічну ефективність інноваційного рішення. За результатами всіх розрахунків було виявлено доцільність проведення даної наукової роботи оскільки вона є економічно доцільною.
- Було проведено аналіз умов праці, розглянуто організаційно технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи, гігієни праці та виробничої санітарії, також було розраховано параметри вентиляції, що дозволило створити безпечні умови праці.