

ПАРАМЕТРИЧНИЙ ГЕНЕРАТОР ІМПУЛЬСІВ ТИСКУ ПІДВИЩЕНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ З РЕГУЛЬОВАНИМ ТИСКОМ ЗАКРИТТЯ

Конструктивна схема параметричного генератора імпульсів тиску (ГІТ) підвищеної продуктивності з регульованим тиском «закриття» p_2 і суміщеним запірним елементом 2 (першого ступеня герметизації ГІТ) в одній деталі з прорізною пружиною 2.1 (ПП 2.1) зображена на рисунку 1 [1]. Запірний елемент 2 першого ступеня герметизації та втулка-клапан 3 другого ступеня герметизації параметричного ГІТ взаємодіють по широких фасках з сідлом 1, яке фіксується в корпусі 15 ГІТ гільзою 9, закріпленою в осьовому напрямку накидною гайкою 13, яка нагвинчується на циліндричний виступ корпусу 15 та контриться контргайкою 14.

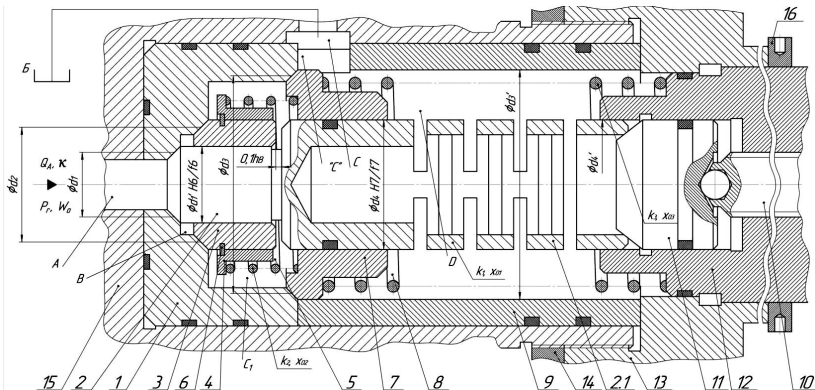


Рисунок 1 – Конструктивна схема параметричного генератора імпульсів тиску підвищеної продуктивності з регульованим тиском «закриття» p_2

З метою зменшення об'єму проміжної порожнини В, герметизуючі фаски сідла першого та другого ступенів герметизації ГТ розташовані в одній косій площині. Запірний елемент 2 має ступінчасту форму (клапанна частина). На діаметрі $\varnothing d'_1$ Н6/ф6 розташована втулка-клапана 3, яка притискається своєю конічною притертою фаскою (другий ступінь герметизації ГТ) до сідла 1 через втулку 4, розрізна пружина кільця 6 витою пружиною 5 жорсткістю k_2 . Попередня деформація x_{02} пружини 5 забезпечується під час збирання ГТ. Призначення пружини 5 – створити для попередньої герметизації втулки-клапана 3 початковий контактний тиск [2–4]

$$p_k = k_2 \cdot x_{02} / A_2 = k_2 \cdot x_{02} / (0,25\pi d_2^2) \approx 1,27k_2 \cdot x_{02} d_2^{-2}, \quad (1)$$

де $A_2 = \pi d_2^2 / 4 \approx 0,785d_2^2$ – середня площа поперечного перерізу герметизуючої фаски втулки-клапана 3.

На діаметрі $\varnothing d_4$ Н7/ф7 клапанної частини запірного елемента 2 розташовано запірний елемент 7 переливного клапана, що регулює тиск «закриття» p_2 ГТ. По діаметру d'_3 запірний елемент 7 переливного клапана додатково спрягається з наскрізним отвором гільзи 9, наприклад за посадкою Н8/ф8 (або Н9/ф9). ПП 2.1 в робочій частині має зовнішній діаметр рівний d_4 , а діаметр опорного кільця (права частина ПП 2.1 за кресленником) діаметром $d'_4 > d_4$ за ковзною посадкою, наприклад $\varnothing d'_4$ Н7/ф7 спрягається з більшим діаметром ступінчастої розточки в порожнистому гвинті 12. В розточці отвору меншого діаметра порожнистого гвинта 12 розміщено натискний плунжер 11, який конічним лівим торцем (за кресленником) контактує з конічним осьовим отвором опорного кільця ПП 2.1. В правий торець (за кресленником) натискного плунжера 11 впирається завальцованою кулькою регульовальний гвинт 10, за допомогою якого змінюється попередня деформація x_{01} ПП 2.1 жорсткістю k_1 . Порожнистий гвинт контрється контргайкою для регульовального гвинта 10.

Рівень тиску «закриття» p_2 ГТ регулюється пружиною 8 жорсткістю k_3 за рахунок зміни попередньої деформації x_{03} пружини 8 за допомогою порожнистого гвинта 12 [2–4]:

$$p_2 = k_3 \cdot x_{03} / A_3 = k_3 \cdot x_{03} / (0,25\pi d_3^2) \approx 1,27k_3 \cdot x_{03} \cdot d_3^{-2}, \quad (2)$$

де $A_3 = \pi d_3^2 / 4 \approx 0,785 \cdot d_3^2$ – середня площа поперечно перерізу герметизуючої фаски запірного елемента 7 переливного клапана.

Оскільки пружина 5 впирається в торець запірного елемента 7 переливного клапана, то $k_3 > k_2$. Напірна порожнина А ГТТ приєднується до гідро лінії подачі робочої рідини (енергоносія) від гідронасосної станції живлення ГТТ (на рисунок 1 умовно не показана). Зливна порожнина С ГТТ сполучається з гідробаком гідронасосної станції. C_1 – проміжна зливна порожнина ГТТ є передклапанною порожниною переливного клапана ГТТ. Порожнина D розміщена ПП 2.1 вільно сполучена чотирма пазами «с» в гільзі 9 зі зливною порожниною С, причому сумарна площа прохідного перерізу пазів «с» більше (або є рівною) площі прохідного перерізу зливної гідролінії гідронасосної станції живлення ГТТ. Сідло 1, запірний елемент 2 по діаметру d_4 , гільза 9 та порожнистий гвинт 12 ущільнюються гумовими кільцями круглого перерізу (на рисунок 1 умовно не позначені позиціями).

Упродовж зростання тиску енергоносія до рівня «відкриття» ГТТ [2–4]

$$p_1 = k_1 \cdot x_{01} / A_1 = k_1 \cdot x_{01} / (0,25\pi d_1^2) \approx 1,27k_1 \cdot x_{01} \cdot d_1^{-2}, \quad (3)$$

де $\dot{u}_q = \pi^2 / 4 \approx 0,785 \cdot \pi^2$ – середня площа поперечного перерізу запірного елемента 2 першого ступеня герметизації ГТТ (переріз по середньому діаметрі герметизуючої фаски запірного елемента 2), герметичність ГТТ порушується і напірна порожнина А сполучається з проміжною В. Під тиском p_1 енергоносій діє на середню площу A_2 втулки-клапана 3 ($A_2 > A_1$), яка швидко переміщується в зазорі $0,1h_b$ і разом із запірним елементом 2, здійснює робочий хід на величину h_b . Енергоносій під тиском p_1 діє на запірний елемент 7 переливного клапана, відкриває його, що спричиняє зниження тиску в порожнині C_1 до рівня тиску «закриття» p_2 ГТТ, налаштованого деформацією пружини 6 (див. залежність (2)).

Зменшення тиску енергоносія до рівня p_2 спричиняє зворотний хід запірного елемента 2 та втулки-клапана 3. Рівень тиску «закриття» p_2 також можна визначити через параметри ПП 2.1 та хід запірних елементів ГТТ:

$$p_2 \leq k_1(x_{01} + h_e) / A_2 = k_1(x_{01} + h_e) / (0,25\pi d_2^2) \approx 1,27k_1 \cdot x_{01} \cdot d_2^{-2}. \quad (4)$$

Порівнюючи (2) та (4), можна встановити, що оскільки $k_1 > k_3$ і $A_3 > A_2$, то $x_{03} > (x_{01} + h_e)$.

Після повернення запірною елемента 2 та втулки-клапана 3 в початкове положення робочий цикл ГТТ повторюється.

Послідуючим етапом дослідження запропонованої конструктивної схеми є розробка на основі структурно-розрахункової схеми пристрою динамічної (фізичної) та математичної моделей привода і обґрунтування на основі їх аналізу та дослідження методики розрахунку і проектування.

Список використаних джерел:

1. Параметричний генератор імпульсів тиску підвищеної продуктивності з регульованим тиском закриття: пат. 160794 У, Україна, F15B21/00, / (Україна). Заявл. 10.04.2025; – Опубл. 08.10.2025, Бюл. №41 /2025, 09.10.2025 р.

2. Іскович-Лотоцький Р.Д., Обертюх Р.Р., Архипчук М.Р. Генератори імпульсів тиску для керування гідроімпульсними приводами вібраційних та віброударних технологічних машин: монографія – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2008. – 171 с.

3. Обертюх, Р. Р., Слабкий, А. В., Поліщук, О. В., & Ганпанцурова, О. С. (2022). Гідроімпульсні малогабаритні вібратори на базі прорізних пружин. Вісник машинобудування та транспорту, 15(1), 124–130. <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2022-15-1-124-130>

4. Обертюх Р. Р., Слабкий А.В., Андрухов С.Р., Кудраш В.О. Параметричні однокаскадні генератори імпульсів тиску підвищеної пропускної здатності. Віснику машинобудування та транспорту – №1, 2019. – С. 40–48.