

Обертюх Р. Р., Слабкий А. В., Марущак М. В.

ВІБРОУДАРНІ ГІДРОІМПУЛЬСНІ ПРИСТРОЇ ПІДВИЩЕНОЇ ШВИДКОДІЇ ДЛЯ ДЕФОРМАЦІЙНОГО ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

В статті приводиться огляд відомих конструкцій гідроімпульсних пристроїв для деформаційного зміцнення деталей машин. Розглядається недолік який впливає на швидкодію цих пристроїв. Пропонуються нові конструкції пристроїв, в яких збільшено швидкодію та енергію удару.

The article is given review of known structures hydraulic-pulse devices for strain hardening machine parts. We review flaw that affects the performance of these devices. We proposed a new design of devices that have increased the speed and impact energy.

ВСТУП

В результаті аналізу процесу роботи гідроімпульсних пристроїв з вбудованим генератором імпульсів тиску (ГІТ) для деформаційного зміцнення деталей [1 – 2] (див. рис. 1) було виявлено недолік, який зменшує швидкодію пристрою та корисну енергію удару. Як показав аналіз цим недоліком є недостатня площа поперечного перерізу зливної щілини під час відкриття запірної частини ГІТ (кульки) та сполучення напірної А і зливної С порожнин пристрою, внаслідок чого спад робочого тиску до тиску «закриття» ГІТ сповільнювався, що зменшувало кінетичну (корисну енергію удару) енергію поршня – ударника на шляху його зворотного руху.

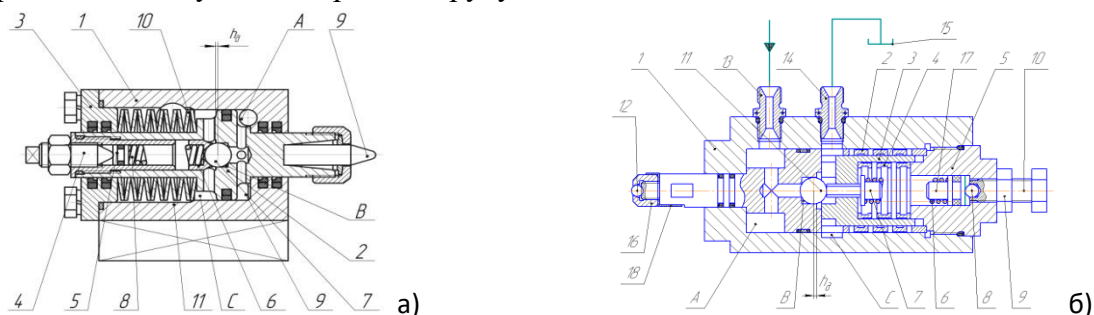


Рисунок 1 – Гідроімпульсні пристрої для деформаційного зміцнення деталей з силовою ланкою у вигляді пакету тарілчастих пружин а) та прорізної пружини б)

Обґрунтування впливу площі прохідного перерізу зливного гідроканалу на швидкодію гідроімпульсних пристроїв

Для обґрунтування впливу площі прохідного перерізу зливного гідроканалу на швидкодію гідроімпульсних пристроїв розглянемо спрощену схему (див рис 2) силової ланки гідроімпульсних пристроїв зображених на рис 1.

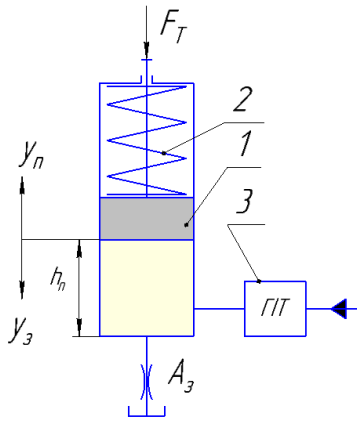


Рисунок 2 – Спрощена схема гідроімпульсних пристроїв для ППД

що враховує масу поршня та приєднаних до нього деталей.

Нехай швидкість потоку зливному отворі A_3 дорівнює середній швидкості \bar{V}_n , ще справедливо, в іншому випадку буде порушуватись умова нерозривності потоку. У цьому випадку середню витрату \bar{Q}_n рідини через переріз A_3 можна оцінити за формулою[3]:

$$Q_n = \bar{V}_n A_n, \quad (4)$$

де $A_n = \frac{\pi d_n^2}{4}$ – площа поперечного перерізу поршня 1.

Припустимо, що для турбулентного руху робочої рідини справедлива залежність[3]:

$$Q_n = \bar{\mu} A_3 \sqrt{2\bar{\Delta p} / \rho}, \quad (5)$$

де $\bar{\mu}$ – середній коефіцієнт витрати на перерізі A_3 ; $\bar{\Delta p}$ – середній перепад тиску на перерізі A_3 ; ρ – густина енергоносія.

Прирівняємо (4) та (5) і знаходимо перепад тиску $\bar{\Delta p}$:

$$\bar{\Delta p} = \frac{\bar{F}_T h_n \rho}{\bar{\mu}^2 m_{нзв}} \cdot \frac{A_n^2}{A_3^2} = \frac{B}{A_3^2}, \quad (6)$$

де $B = \frac{\bar{F}_T h_n \rho A_n^2}{\bar{\mu}^2 m_{нзв}} = const.$

Отже перепад тиску $\bar{\Delta p}$, який здійснює роботу, що зменшує кінетичну енергію поршня 1, обернено залежить від квадрата прощі A_3 , а це значить чим більша A_3 тим менший $\bar{\Delta p}$ та більша корисна енергія удару бійка пристрою.

Огляд нових конструкцій віброударних гідроімпульсних пристроїв підвищеної швидкодії для деформаційного зміцнення поверхонь деталей машин

Для збільшення зливної площі та усунення недоліку було розроблено ряд конструкцій пристроїв підвищеної швидкодії, зображених на рисунку 3.

Тут поршень 1 навантажений пружним елементом 2, який створює технологічне зусилля F_T , яке у процесі роботи пристрою змінюється від

$$F_T = k y_0 \quad (1)$$

$$\text{до } F_{Tmax} = k(y_0 + h_n), \quad (2)$$

де k, y_0 – жорсткість і попередня деформація пружного елемента 2; h_n – робочий хід поршня 1 [4].

Припустимо, що зворотний хід поршня 1 є рівно прискореним, тоді для середньої швидкості \bar{V}_n поршня, за умови, що початкова швидкість поршня $V_{0n} = 0$, справедлива залежність :

$$\bar{V}_n = \sqrt{2\bar{a}_n h} = \sqrt{2\bar{F}_T h_n / m_{нзв}}, \quad (3)$$

де $\bar{a}_n = \frac{\bar{F}_T}{m_{нзв}}$ – середнє прискорення поршня 1;

$\bar{F}_T = 0,5(F_{Tmin} + F_{Tmax}) = k(y_0 + 0,5h_n)$ – середня рушійна сила поршня; $m_{нзв}$ – зведена маса поршня,

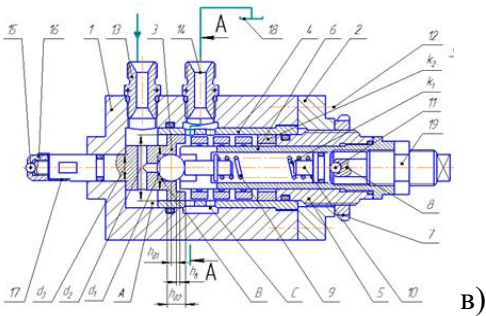
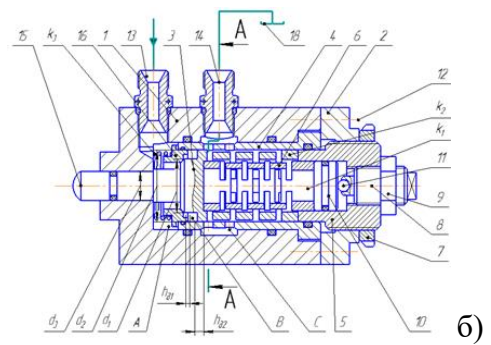
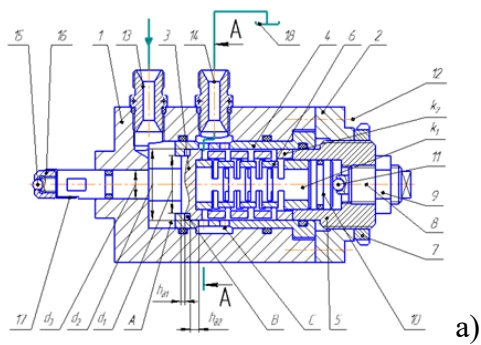


Рисунок 3 – Гідроімпульсні пристрої підвищеної швидкодії для деформаційного зміцнення деталей

На рисунку 3, а показана конструкція пристрою в якій запірним елементом ГТ є золотникова частина поршня – ударника 3, що значно збільшує площу зливної щілини за збереження габаритів пристрою[5].

На рисунку 3, б зображена конструкція пристрою з клапанно – золотниковим варіантом запірного елемента ГТ, з плаваючим сідлом 16, що підвищує технологічність пристрою порівняно з конструкцією показаною на рис 3 а [6].

На рисунку 3, в показана конструкція пристрою в якій синхронізовано відкриття запірного елемента ГТ (кульки) та золотникової частини поршня – ударника 3 [7].

Внаслідок збільшення в запропонованих конструкціях пристроїв площі поперечного перерізу зливної щілини ГТ досягається швидке зменшення тиску «закриття» ГТ до рівня зливного тиску, що збільшує швидкодію та енергію удару пристроїв.

ВИСНОВОК

1. В статті наведені відомі конструкції гідроімпульсних пристроїв для ППД та їх недолік, який зменшує енергію удару та швидкодію цих пристроїв.
2. Обґрунтовано вплив цього недоліку на роботу пристрою за допомогою спрощеної схеми силової ланки пристрою та аналізу простих математичних залежностей. Виявлено, що площа зливного гідроканалу досить суттєво впливає (квадратична залежність) на перепад тиску, який протидіє зворотному руху поршня – ударника і тим самим зменшує корисну енергію удару.
3. Представлено ряд нових конструкцій в яких різними конструктивними змінами досягнуто збільшення зливної площі і усунення недоліку попередніх конструкцій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пат. № 81039 Україна, МПК В24В 39/04. Гідроімпульсний віброударний пристрій для деформаційного зміцнення деталей / Обертюх Р.Р., Архипчук М.Р., Слабкий А.В., винахідники і власник Вінницький національний технічний університет. – у 2012 09805; заявл. 14.08.2012; опуб. 25.06.2013, Бюл. №12.
2. Пат. № 74369 Україна, МПК В24В 39/04. Гідроімпульсний віброударний пристрій для деформаційного зміцнення деталей / Обертюх Р.Р., Слабкий А.В., Архипчук М.Р., Чернійко В.В., винахідники і власник Вінницький національний технічний університет. – у 2012 04409; заявл. 09.04.2012; опуб. 25.10.2012, Бюл. №20.

3. Обертюх Р. Р. До питання інженерного розрахунку генераторів імпульсів тиску в рідині / Р. Р. Обертюх, Р. Д. Іскович – Лотоцький, Ю. В. Булига, Д. М. Климчук // Вибрації в техніці та технологіях. – 1998. №1(5). – С. 37–41.

4. Абрамов Е. И., Колесниченко К. А., Маслов В. Т. Элементы гидропривода: Справочник. — 2-е изд., перераб. и доп. — К.: Техника, 1977. — 320 с.

5. Пат. № 103585 Україна, МПК В24В 39/04. Гідроімпульсний віброударний пристрій для деформаційного зміцнення деталей / Обертюх Р.Р., Слабкий А.В., Марущак М.В., винахідники і власник Вінницький національний технічний університет. – u 2015 05463; заявл. 03.06.2015; опуб. 25.12.2015, Бюл. №24.

6. Пат. № 103682 Україна, МПК В24В 39/04. Гідроімпульсний віброударний пристрій для деформаційного зміцнення деталей / Обертюх Р.Р., Слабкий А.В., Марущак М.В., винахідники і власник Вінницький національний технічний університет. – u 2015 06247; заявл. 24.06.2015; опуб. 25.12.2015, Бюл. №24.

7. Пат. № 103684 Україна, МПК В24В 39/04. Гідроімпульсний віброударний пристрій для деформаційного зміцнення деталей / Обертюх Р.Р., Слабкий А.В., Марущак М.В., винахідники і власник Вінницький національний технічний університет. – u 2015 06254; заявл. 24.06.2015; опуб. 25.12.2015, Бюл. №24.