

ГІДРОІМПУЛЬСНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВІБРОСВЕРДЛІННЯ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Сучасні тенденції машинобудування вимагають впровадження у виробництво методів і засобів які забезпечують підвищення надійності деталей та виробів в цілому, а також зменшення собівартості продукції. Надійність деталей машин в першу чергу залежить від їх міцності, зносостійкості, вібростійкості, теплостійкості тощо.

Ключові слова: вібрації, генератор імпульсів тиску, гідролінія, деформація, золотник.

Abstract

Current trends require engineering application to production methods and tools are on-lation improve the reliability of parts and products in general, and reducing production costs. Reliability of machine parts primarily depends on their strength, durability, vibrostiykosti, teplos-tykosti more.

Keywords: vibration, pressure pulse generator, hydraulic line, valve.

Вступ

Одним із способів підвищення оброблюваності отворів є вібросвердління. Застосовується для механічної обробки отворів в деталях, що виготовляється з важкооброблюваних матеріалів, наприклад, нержавіючої сталі, титанових сплавів тощо. Під час обробки таких матеріалів утворюється, як правило, так звана «зливна» стружка, яка може бути причиною травмування верстатника і важко піддається утилізації і транспортуванню.

Метою роботи є розробка конструкції пристрою для вібросвердління, з вибором широкого діапазону частот

Результати дослідження

Гідроімпульсний пристрій для вібросвердління складається з двох основних блоків – ГПТ та силової ланки у вигляді тонкостінної втулки-державки 2 (див. рис 1). який містить штуцера для підводу 13 та відводу 14 робочої рідини, однокаскадний генератор імпульсів тиску клапаного типу у вигляді гідроциліндра, який містить корпус 1 квадратного перерізу, втулку 8, в якій розміщена кулька 4 оберта на циліндричний штовхач 5, а циліндричний штовхач 5, через виту пружину 6, обертий на штовхач опорний 7, який обертий на законтрений регулювальний гвинт 10, гайкою 11 та розташований в кришці 9, яка зоконтрена гайкою 12 і містить силову ланку, яка закріплена за допомогою шпильок 16, загвинчених в корпус генератора імпульсів тиску, крім того містить кришку 3, втулку- державку 2, на якій нанесено гвинтову нарізку, в якій розміщені кульки 15 а на її торці розміщений конус морзе для закріплення інструмента.

Пристрій працює наступним чином. Запірний елемент ГПТ – кулька 4 контактує зі своєю розточкою за двома поверхнями відповідно за діаметрами d_1 та d_2 . Поверхня контакту по діаметру d_1 за суттю є сідлом для кульки 4 (контактна герметизація), а спряження кульки за діаметром d_2 виконано за ходовою посадкою не нижче сьомого квалітету точності, таким чином, що лінія контакту кульки 4 і поверхні розточки розташована на відстані додатного перекриття від краю розточки.

Робочий хід кульки та її направлення в процесі відкриття ГПТ забезпечується розточкою в втулці 8, у стінках якої для безперешкодного проходження енергоносія профрезеровані наскрізні пази прямокутного перерізу. Місця з'єднання кришки 3 та втулки-державки 2 з корпусом 1 ГПТ ущільнено гумовим кільцем круглого перерізу, та закріплені за допомогою шпильок 16. Кулька 4 навантажена через циліндричний штовхач 5 пружиною 6 регулятора тиску «відкриття» ГПТ. Зміна поперечної деформації пружини 6 здійснюється за допомогою опорного штовхача 7, який взаємодіє з гвинтом 10, що розташований в кришці 9. Кришка 9 та гвинт 10 контряться відповідно гайками 11 та 12.

Гідроімпульсний пристрій для вібросвердління складається з двох основних блоків – ГПТ та силової ланки у вигляді тонкостінної втулки-державки 2 (див. фіг 1), який містить штуцера для підводу 13 та відводу 14 робочої рідини, однокаскадний генератор імпульсів тиску клапаного типу у вигляді гідроциліндра, який містить корпус 1 квадратного перерізу, втулку 8, в якій розміщена кулька 4 обперта на циліндричний штовхач 5, а циліндричний штовхач 5, через виту пружину 6, обпертий на штовхач опорний 7, який обпертий на законтрений регулювальний гвинт 10, гайкою 11 та розташований в кришці 9, яка зоконтрена гайкою 12 і містить силову ланку, яка закріплена за допомогою шпильок 16, загвинчених в корпус генератора імпульсів тиску, крім того містить кришку 3, втулку- державку 2, на якій нанесено гвинтову нарізку, в якій розміщені кульки 15 а на її торці розміщений конус морзе для закріплення інструмента.

Пристрій працює наступним чином. Запірний елемент ГПТ – кулька 4 контактує зі своєю розточкою за двома поверхнями відповідно за діаметрами d_1 та d_2 . Поверхня контакту по діаметру d_1 за суттю є сідлом для кульки 4 (контактна герметизація), а спряження кульки за діаметром d_2 виконано за ходовою посадкою не нижче сьомого квалітету точності, таким чином, що лінія контакту кульки 4 і поверхні розточки розташована на відстані додатного перекриття від краю розточки.

Робочий хід кульки та її направлення в процесі відкриття ГПТ забезпечується розточкою в втулці 8, у стінках якої для безперешкодного проходження енергоносія профрезеровані наскрізні пази прямокутного перерізу. Місця з'єднання кришки 3 та втулки-державки 2 з корпусом 1 ГПТ ущільнено гумовим кільцем круглого перерізу, та закріплені за допомогою шпильок 16. Кулька 4 навантажена через циліндричний штовхач 5 пружиною 6 регулятора тиску «відкриття» ГПТ. Зміна поперечної деформації пружини 6 здійснюється за допомогою опорного штовхача 7, який взаємодіє з гвинтом 10, що розташований в кришці 9. Кришка 9 та гвинт 10 контряться відповідно гайками 11 та 12.

Також гумовими кільцями круглого перерізу ущільнені штуцери підводу 13 та відводу 14 робочої рідини, втулка 8 і штовхач опорний 7 регулятора тиску «відкриття» ГТТ (на схемі не позначені позиціями).

Енергоносій через штуцер 13 підводиться в напірну порожнину А (див . фіг. 1) , в процесі зростання тиску в цій порожнині відбувається повздовжня деформація втулки-державки 2, яку можна оцінити за простою залежністю:

$$\delta = \frac{\pi d_c^2}{4} \cdot p_r / k_1 \quad (1)$$

де d_c – робоча площа розточки втулки-державки ; p_r – робочий тиск ; k_1 – жорсткість втулки-державки.

За досягнення в напірній порожнині А тиску $p_r = p_1$, тут $(p_1 = 4k_2 \cdot y_{01} / \pi d_1^2)$ – тиск «відкриття» ГТТ, кулька 4 відривається від сідла і енергоносій під тиском p_1 діє на всю площу

кульки $f_2 = \frac{\pi d_2^2}{4} \approx 0,785 \cdot d_2^2$ (напірна порожнина А сполучається з проміжною порожниною В),

що викликає швидке переміщення кульки 4 на шляху її прямого ходу $h_k = h_o + h_e$ (h_e – від'ємне перекриття), в наслідок чого порожнини А і В з'єднуються зі зливною порожниною С. Тиск в гідросистемі пристрою зменшується і за його величини $p_2 \leq k_2(y_{01} + h_k) / f_2$ (де p_2 – тиск «закриття» ГТТ) кулька 4 переміщується у вихідне положення, тим самим відділяючи напірну порожнину А від зливної гідролінії . В момент зменшення тиску до рівня p_2 силова ланка під дією сили своєї пружності здійснює зворотній хід, в результаті чого відбувається переривання процесу різання. Далі цикл повторюється.

Розрахункова схема силової ланки у вигляді тонкостінної втулки з нанесеною на її зовнішню поверхню стрічковою нарізкою в якій розміщені кульки 15 .

Принцип роботи втулки-державки 2 полягає в пружній деформації її тонкостінної частини, яка має гвинтовий характер через нанесену на її поверхню стрічкову нарізку з великим кроком P_t та розміщення кульок 15 для зменшення тертя. Зростання тиску в порожнині А до рівня p_1 спричиняє видовження втулки 2 та закручування її перерізу на певний кут.

Лінійну та кутову деформацію втулки можна наближено оцінити за законом Гука:

$$\Delta l_{max} = \frac{F_{a\ max} \cdot l_0}{(E \cdot A)}, \quad (2)$$

$$\varphi_{max} = \frac{T_{max} \cdot l_0}{(G \cdot I_p)}, \quad (3)$$

де $F_{a\ max} = 0,785 p_1 \cdot d_B^2$ – максимальна осьова сила, що розтягує втулку (без врахування осьової сили різання, наприклад під час свердління); l_0 – довжина тонкостінної частини втулки 2; E – модуль пружності матеріалу втулки; $A = 0,785(d_3^2 - d_B^2)$ – площа поперечного перерізу

втулки; $\pi/4 \approx 0,785$; d_3, d_B – діаметральні розміри тонкостінної частини втулки 2; $T_{max} = F_{a\ max} \cdot tg(\gamma) \cdot 0,5 \cdot 0,5(d_3 + d_B)$ – крутний момент, що діє на втулку 2; G – модуль зсуву матеріалу втулки; $I_p = \frac{\pi \bar{d}_H^4}{32} \left(1 - \frac{d_B}{\bar{d}_H}\right)$ – полярний усереднений момент інерції перерізу тонкостінної частини втулки 2; $\bar{d}_H = 0,5(d_H + d_3)$; $tg(\gamma) = P_t / (\pi \bar{d}_H)$ – кут підйому гвинтової лінії нарізки.

При зменшенні тиску в порожнині А до рівня p_2 , лінійну та кутову деформації втулки 2 можна оцінити за такими залежностями як (2) та (4.3), але за осьової сили $F_{a\ min} = 0,785 p_2 \cdot d_B^2$ та моменту $T_{min} = 0,5 \cdot F_{a\ min} \cdot tg(\gamma) \cdot \bar{d}_H$.

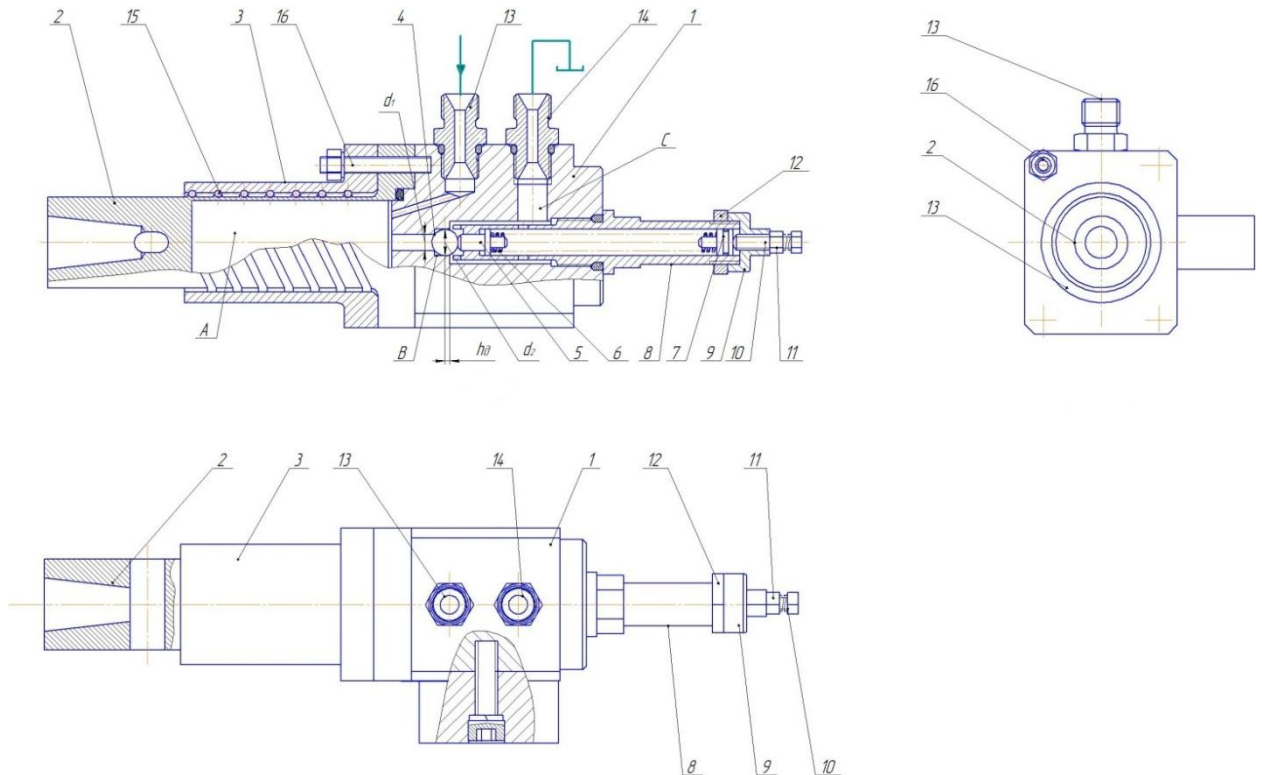


Рис 1 – Гідроімпульсний пристрій для віброствердління

Робота гідроімпульсного пристрою для віброствердління.

- 1) Рідина під тиском із гідронасоса через золотник 13 надходить в напірну порожнину А при досягненні достатнього тиску в напірні порожнині А кулька 8 відривається від сідла в наслідок чого порожнини А і В з'єднуються зі зливною порожниною С. Тиск в гідросистемі пристрою зменшується
- 2) регульований генератор імпульсів тиску, створює імпульси рідини, які деформують стінки втулки державки та викликають вібрації, які потрібні для роботи пристрою
- 3) регулюється гвинтом 10 який через штовхач 7 діє на пружину 8, чим змінюють силу притискання кульки тим самим змінюючи режим роботи пристрою.

Висновки

При роботі гідроімпульсного пристрою для віброствердління отворів з вбудованим генератором імпульсів тиску відбувається деформаційне зміцнення, що призводить до підвищення зносостійкості та ресурсу.

Список використаної літератури

1. Обертюх Р. Р., Слабкий А.В. Пристрої для віброточіння на базі гідроімпульсного привода. Монографія. – Вінниця: ВНТУ – Вінниця, 2015р.–164 с.
2. Одинцов Л. Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием. Справочник. – М.: Машиностроение, 1987, 328 с., ил.

Музичук Святослав Дмитрович — студент групи ІМ-13Б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

Обертюх Роман Романович – проф.. к.т.н викладач кафедри металорізальних верстатів та обладнання автоматизованих виробництв, Вінницький національний технічний університет

Андрій Валентинович Слабкий — канд. техн. наук, старший викладач кафедри металорізальних верстатів та обладнання автоматизованих виробництв, Вінницький національний технічний університет

Науковий керівник: *Андрій Валентинович Слабкий* — канд. техн. наук, Вінницький національний технічний університет, старший викладач кафедри металорізальних верстатів та обладнання автоматизованих виробництв. *Обертюх Роман Романович* – проф.. к.т.н викладач кафедри металорізальних верстатів та обладнання автоматизованих виробництв, Вінницький національний технічний університет

Muzychuk Svyatoslav D.– Department of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Slabkiy Andrey V. – Cand. Sc. (Eng.), Vinnytsia National Technical University, Senior lecturer of department of machine tools and automated production equipment

Obertiukh Roman R. - Cand. Sc. (Eng.), Vinnytsia National Technical University, Senior lecturer of department of machine tools and automated production equipment