

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ БЛОКА ПРИВОДУ РОТОРНОГО МОДУЛЯ ГІДРОСТРУМІННОГО ОЧИЩЕННЯ ПОВЕРХОНЬ

Запропоновано нову конструкцію блоку приводу модуля гідрострумінного очищення циліндричних поверхонь та методику обчислення його параметрів.

Базовими модулями гідроочисних машин є модулі гідрострумінної обробки (МГО) поверхонь, що суттєво впливають як на конструктивні рішення інших функціональних модулів, так і структурно-функціональну схему машини в цілому [1].

У даній роботі розглянуто перспективну схему роторного МГО циліндричних поверхонь, в якому енергія струменя використовується для руйнування забруднень і забезпечення поступово-обертального переміщення МГО з регульованою швидкістю відносно очищуваної поверхні [2].

Роторний МГО (рис.1) складається з блока очисного контура (БОК) та блока його приводу (БПК). БОК містить радіальні колектори 7 з очисними 6 та реактивними 8 форсунками, змонтовані на корпусі 4, що з'єднує їх з блоком подачі очисної рідини (на рисунку не показаний) через канал опорної пустотілої стійки 1, спряженої з корпусом через плунжер 5.

БПК є шарикогвинтовим механізмом (ШГМ) нової конструкції, в якому замість замкненого ланцюга куль використані два пальці 3 з кульовою п'ятою, що змонтовані на голчастих підшипниках 8 (рис.2) в радіальних отворах маточини 2. Кулькові п'яти контактують із гвинтовою поверхнею нерухокої опорної стійки 1 і утворюють із нею кінематичну пару, яка завдяки обертотому рухові маточини (за рахунок реактивного моменту форсунок 8) надає їй і, відповідно, колекторам 7 додаткового поступального руху відносно очищуваної поверхні. Частота та напрямок обертання колекторів БОК змінюється регулюванням кута φ нахилу реактивних форсунок 8.

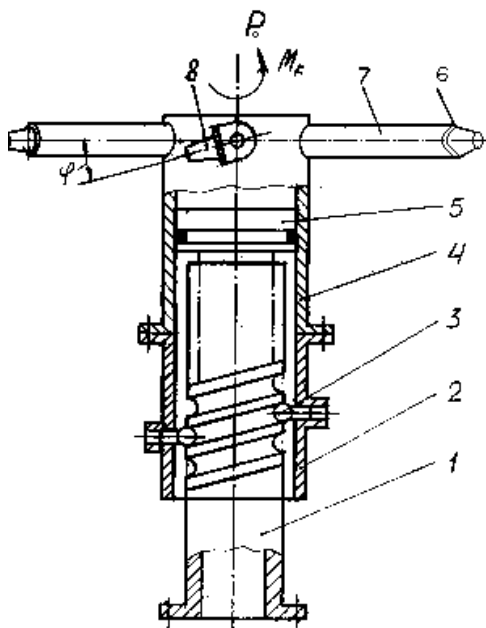


Рис.1.Схема роторного МГО циліндричних поверхонь.

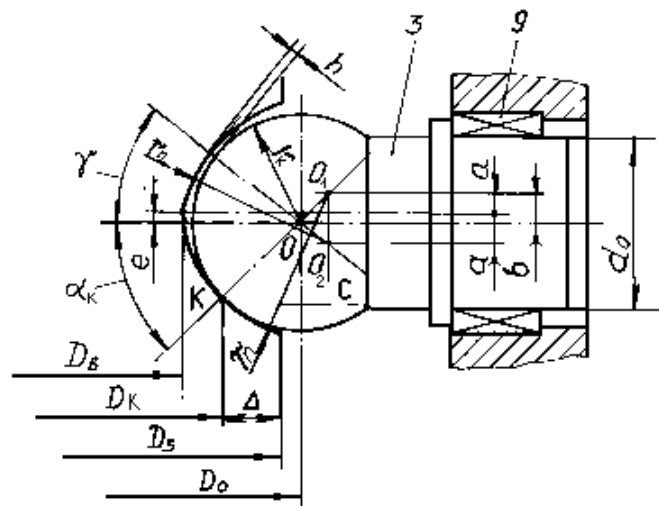


Рис.2. Схема взаємодії пальця ШГМ з гвинтовою поверхнею арочного профілю.

Відсутність у запропонованій конструкції ШГМ куль, каналів для їх рециркуляції, внутрішніх гвинтових поверхонь або кільцевих канавок на маточині, що замінює гайку, дозволяє значно спростити технологію виготовлення і складання та

збільшити експлуатаційну надійність БПК. Це особливо суттєво для вибору базової конструкції роторних МГО, що працюють в умовах контакту з рідиною, технологічними забрудненнями та при підвищених температурах.

Метою роботи є обґрунтування та визначення геометричних і кінематичних параметрів БПК базової конструкції роторного МГО.

Розгляньмо ШГМ з гвинтовою поверхнею аروحного профілю (рис.2). Вибір профілю зумовлений рядом його переваг перед трикутним та круглим, а саме: зменшується коефіцієнт тертя в зоні контакту, ідентичність профілів зменшує витрати на шліфувальний інструмент при їх обробці, зручність контролю параметрів [3].

1. Геометричні параметри ШГМ

Внутрішній діаметр гвинтової поверхні визначимо з умови міцності на стиск (розтяг):

$$D_b \geq \sqrt{4P_0 / \pi[\sigma]}, \quad (1)$$

де $[\sigma]$ - допусковий напруження на стиск (розтяг).

Згідно з рекомендаціями [4] діаметр кульової п'яти вибираємо в межах $d_k = (0,08 \dots 0,15) D_b$

Зміщення центрів радіуса кривизни аروحного профілю в нормальному перерізі відносно центра кульової п'яти визначаються з геометричних співвідношень:

$$c = (r_n - r_k) \cos \alpha_k; \quad (2)$$

$$b = a + e = (r_n - r_k) \sin \alpha_k; \quad (3)$$

$$a = [\sqrt{(r_n - r_k - h)^2 - c^2} + b] / 2, \quad (4)$$

де r_n, r_k - радіуси кульової п'яти та аروحного профілю;

α_k - кут контакту кульової п'яти з профілем;

h - щілина між кульовою п'ятою і неробочою частиною профілю, що вимірюється вздовж центральної лінії OO_2 .

Положення центральної лінії визначається кутом

$$\cos \gamma = c / (r_n - r_k - h) \quad (5)$$

При $h = 0$ $e = 0$ аروحний профіль з двоточкового контакту перетворюється на чотириточковий, при цьому

$$\alpha_k = \gamma = \arcsin a / (r_n - r_k) \quad (6)$$

Діаметр кола центрів кульових п'ят дорівнює

$$D_o = D_b + 2(r_n - (b/\sin \alpha_k)) \quad (7)$$

Діаметр кола точок (К) контакту залежить від кута α_k :

$$D_k = D_o - 2(r_n \cos \alpha_k - \text{ctg} \alpha_k) \quad (8)$$

Зовнішній діаметр гвинтової поверхні дорівнює

$$D_3 = D_o + 2\delta, \quad (9)$$

де $\delta = (0,3 \dots 0,35) d_k$ — конструктивний параметр [4].

2. Кінематичні параметри ШГМ

Крутний момент, який треба прикласти до пальця (маточини), щоб подолати осьову силу P_o , дорівнює:

$$M_k = M_1 + M_2, \quad (10)$$

де M_1 – момент тертя на поверхні пари кульова п'ята – гвинт;

M_2 – момент тертя в підшипниках опори пальця.

Складова M_1 залежить від осьової сили P_o та геометричних параметрів ШГМ і становить:

$$M_1 = P_o (D_o/2) \operatorname{tg} (\beta + \rho_k), \quad (11)$$

де β – кут підйому гвинтової лінії;

$\rho_k = \operatorname{arctg} (f_k/r_k)$ – приведений кут тертя кочення;

f_k – приведений коефіцієнт тертя кочення.

Складова M_2 для опори пальця, що змонтована на підшипниках кочення, наближено визначається [3]:

$$\text{для радіального підшипника } M'_2 = 0,5f_r q_r d_o; \quad (12)$$

$$\text{для упорного підшипника } M''_2 = 0,5f_a q_a d_o, \quad (13)$$

де f_r, f_a – приведені коефіцієнти тертя, віднесені до поверхні опори пальця;

q_r, q_a – відповідно радіальне та осьове навантаження на кульову п'яту пальця;

d_o – діаметр опори пальця.

Для наближених обчислень можна прийняти такі орієнтовні значення коефіцієнтів [4]:

радіальний підшипник – $f_r = 0,02 \dots 0,03$;

упорний підшипник – $f_a = 0,035 \dots 0,04$;

голчастий підшипник – $f_r = 0,07 \dots 0,08$.

З урахуванням (11), (12) залежність (10) виглядатиме так:

$$M_k = P_o (D_o/2) \operatorname{tg} (\beta + \rho_k) + 0,5f_r q_r d_o \quad (14)$$

Висновки. Запропоновані залежності (1)-(14) дозволяють визначити геометричні та кінематичні параметри ШГМ з пальцегвинтовою парою аrochenного профілю та обґрунтувати їх застосування для зменшення металомісткості і підвищення надійності блока приводу для базової конструкції роторного МГО поверхонь від технологічних забруднень.

A new design the block in a drive of the module of waterjet cleaning of surface and the calculation methods for its parameters.

Література

1. Нігора В.М. Графові моделі формування структур модульних конструкцій // Прикл.геом.та інж.графіка. – К., 1997. – Вип.61. – С.99-101.
2. Нігора В.Н. Пристрій для струминного очищення виробів / Пат.18965А Україна. Бюл. № 6, 1997.
3. Турпаев А.И. Винтовые механизмы и передачи. – М.: Машиностроение. 1982. – 223 с.
4. Беляев В.Г. Винтовые механизмы качения в станках с ЧПУ и роботах. – М.: Машиностроение. 1984. – 242 с.

Одержано 14.03.2000 р.