

УДК 621.865.8

Роман Михайлишин

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ БАЗУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ СТРУМИННОГО ЗАХОПЛЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ НА ЙОГО ВАНТАЖОПІДЙОМНІСТЬ

В даній роботі проведений аналіз впливу параметрів базуючих елементів струминного захоплювального пристрою на його вантажопідйомність.

Ключові слова: струминний захоплювальний пристрій, об'єкт маніпулювання, маніпулятор, базуючий елемент, промисловий робот.

Roman Mykhailiushyn

THE ANALYSIS INFLUENCE OF PARAMETERS BASING ELEMENTS BERNOLLI GRIPPING DEVICE ON ITS LIFTING FORCE

This paper analyzed the influence of parameters basing elements bernoulli gripping device and in its lifting capacity.

Keywords: bernoulli gripper device, manipulating object, manipulator, basing elements, industrial robot.

Часто при виборі струминних захоплювальних пристроїв (СЗП) [1-5] різних фірм для експлуатації на виробництві, або їх конструюванні забувають про важливість параметрів базуючих елементів. Тому виникає завдання дослідити вплив параметрів базуючих елементів струминного захоплювального пристрою на його вантажопідйомність. Вимоги до конструктивного виконання базуючих елементів на торці СЗП повинні попереджувати утворення вихрових зон при обтіканні їх потоком стисненого повітря (рис. 1).

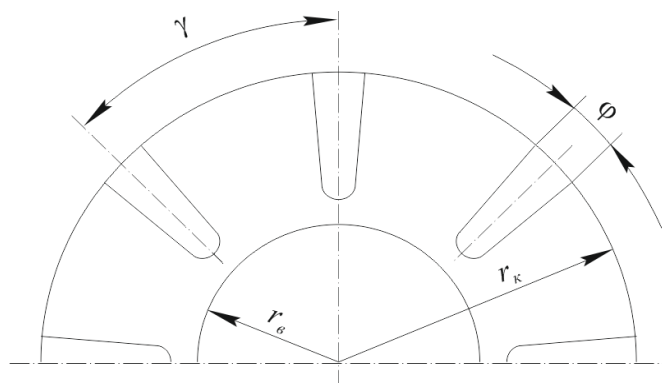


Рис. 1. Схема розташування базуючих елементів на торці СЗП

Базуючі елементи виконуються у вигляді кутівих секторів з величиною кута $\varphi \leq 10^\circ$. Кількість базуючих елементів обмежена, так як їх зростання приводить до зниження силових характеристик захоплювача. Якщо вихідна площа S_ϕ радіального проміжку зменшується при розташуванні базуючих елементів не більш як на 10% то силові характеристики захоплювача практично не змінюються. Враховуючи, що вихідна площа радіального проміжку при відсутності фрикційних накладок рівна $S_\phi = 2\pi r_\phi h$, а при їх присутності

$$S_{\phi n} = (2\pi - \varphi n) r_\phi h, \quad (1)$$

отримаємо залежність для розрахунку кількості n базуючих елементів з кутвою

величиною φ і висотою h

$$n \leq \frac{0.2\pi}{\varphi [\text{рад.}]} = \frac{36}{\varphi [\text{град.}]} \quad (2)$$

Даний метод проектування базуючих елементів використовує фірма Schmalz (рис. 2)[6].

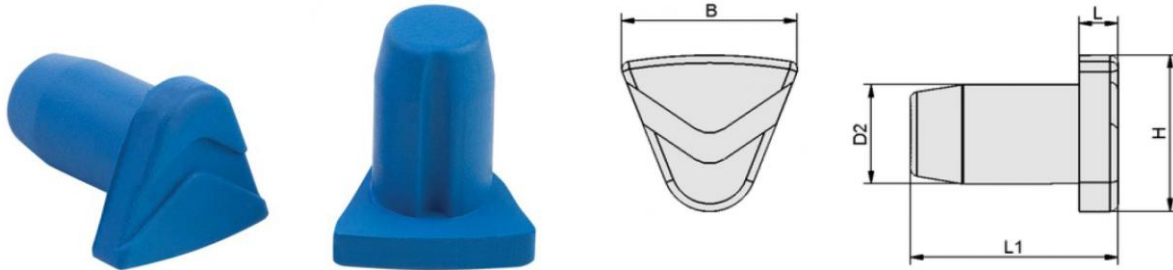


Рис. 2. Конструкція базуючих елементів фірми Schmalz для СЗП

Під час виконання транспортування об'єктів маніпулювання (ОМ) за допомогою СЗП використовуючи метод оптимізації орієнтації [7], одним з найважливіших факторів який впливає на мінімальну необхідну вантажопідймальність виявився коефіцієнт тертя об'єкта маніпулювання до базуючих елементів. Коефіцієнт тертя цілком залежить від параметрів базуючих елементів та ОМ. Його можна знайти експериментальним шляхом визначивши кут η між площиною контакту базуючих елементів і горизонтальною площиною, при якому починається проковзування ОМ. Тоді коефіцієнт тертя знайдемо з рівняння $f = \tan(\eta)$.

Для визначення впливу прискорення ОМ та коефіцієнта тертя на необхідну силу притягання використаємо формулу [7]:

$$F_{\text{притягання}} = m \left[g \left(\frac{\sin(\alpha)}{f} - \cos(\alpha) \right) - \omega^2 \left(\frac{E}{f} - \frac{H}{2} \right) + \varepsilon \left(\frac{H}{2f} + E \right) \right] - (Q_1 + Q_2 + F_{in}) \left(\frac{\cos(\alpha + \beta)}{f} + \sin(\alpha + \beta) \right) \quad (3)$$

Розглянемо випадок транспортування об'єкта маніпулювання по горизонтальній прямолінійній траєкторії. Також проводились експериментальні дослідження впливу прискорення на мінімально необхідну силу притягання (рис. 3) при наступних експериментальних параметрах: $A=0.6[\text{м}]$, $B=0.6[\text{м}]$, $H=0.01[\text{м}]$, $v=0.7[\text{м/с}]$, $d=0.05[\text{м}]$, $c=0.025[\text{м}]$, $\beta=0[\text{кг}]$, $m=1[\text{кг}]$, $\omega=0[\text{рад/с}]$, $\varepsilon=0[\text{рад/с}^2]$, $f=0.4$.

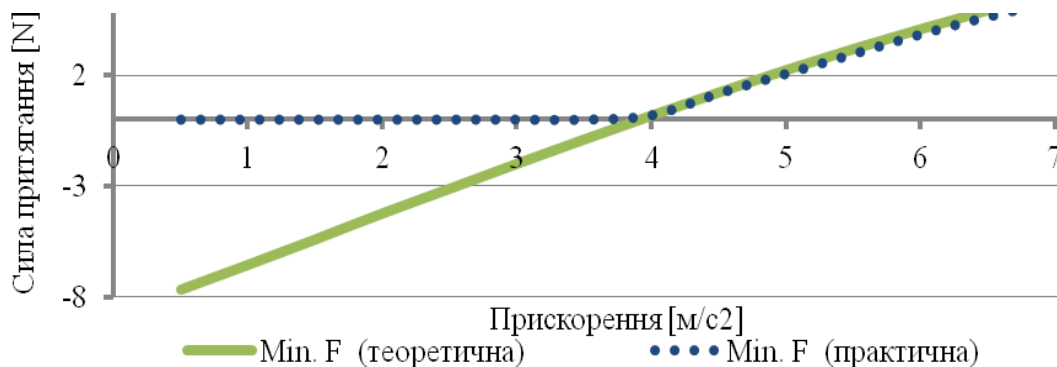


Рис. 3. Графік залежності мінімальної необхідної сили притягання від прискорення СЗП

Як видно з рисунку 3 для інтервалу прискорень від $0.5-4 \text{ [м/с}^2\text{]}$ можна помітити тенденцію при якій сила притягання для утримування ОМ на торці ЗП не потрібна. Ширина цього інтервалу, для якого буде зберігатись така тенденція, залежить від коефіцієнта тертя між базуючими елементами і об'єктом маніпулювання.

Результати розрахунків впливу коефіцієнта тертя на мінімальну необхідну силу притягання наведено на рисунку 4. Розрахунки проведені при наступних параметрах: $A=0.2\text{[м]}$, $B=0.2\text{[м]}$, $H=0.02\text{[м]}$, $v=0.7\text{[м/с]}$, $d=0.05\text{[м]}$, $c=0.025\text{[м]}$, $\beta=0\text{[кг]}$, $E=0\text{[м]}$, $m=0.2\text{[кг]}$, $\omega=0\text{[рад/с]}$, $\varepsilon=0\text{[рад/с}^2\text{]}$.

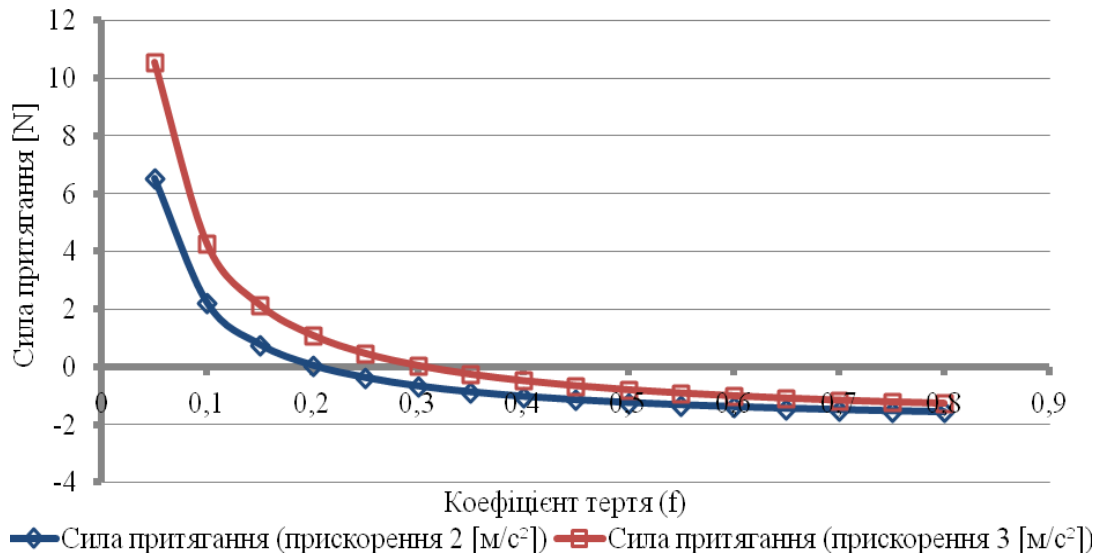


Рис. 4. Графік залежності необхідної сили притягання від коефіцієнта тертя

З рисунку 4 видно, що малі значення коефіцієнта тертя ($f \leq 0,15$) вимагають підвищення сили притягання, тобто зростання витрати стиснутого повітря. Очевидно, що необхідно забезпечувати якомога більший коефіцієнт тертя, з метою мінімізації сили притягання СЗП.

Література

1. Офіційний сайт фірми Bosch Rexroth [Електронний ресурс]– Режим доступу: <http://www.boschrexroth.com/pneumatics-catalog>
2. Офіційний сайт фірми Festo AG & Co [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.festo.com/net/sv_se/SupportPortal/default.aspx?cat=4564
3. Офіційний сайт фірми Schmalz [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.schmalz.com/en/vacuum-technology-for-automation/vacuum-components/special-grippers/floating-suction-cups/floating-suction-cups-sbs>
4. Офіційний сайт фірми SMC [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.smcworld.com/newproducts/en/xt661/>
5. Li Xin, Toshiharu Kagawa, Theoretical and experimental study of factors affecting the suction force of a Bernoulli gripper, Journal of Engineering Mechanics 140.9 (2014): 04014066.
6. Базуючі елементи фірми Schmalz [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.schmalz.com/en/10.01.01.12593>
7. Savkiv, V., Mykhailyshyn, R., Fendo, O., Mykhailyshyn, M. (2017). Orientation Modeling of Bernoulli Gripper Device with Off-Centered Masses of the Manipulating Object. Procedia Engineering, 187, pp.264-271.