

УДК 621.865.8

Володимир Савків<sup>1</sup>, к. т. н., доц., Роман Михайлишин<sup>1</sup>, Франтішек Духон<sup>2</sup>, к. т. н., проф.

<sup>1</sup>Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

<sup>2</sup>Словацький технічний університет в Братиславі

## ВИЗНАЧЕННЯ СИЛОВИХ ТА ВИТРАТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТРУМИННО-ВАКУУМНОГО ЗАХОПЛЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

Volodymyr Savkiv, Ph.D., Assoc. Prof., Roman Mykhailyshyn, Frantisek Duchon, Ph.D., Prof.

### DETERMINATION OF LIFTING AND FLOW CHARACTERISTICS OF BERNOULLI-VACUUM GRIPPING DEVICE

При розв'язанні проблем автоматизації завантаження та розвантаження оброблюваних деталей на окремих верстатах і автоматичних лініях набувають широкого застосування безконтактні пневматичні захоплювальні пристрої (ЗП). Вони відрізняються високою надійністю та довговічністю роботи, низькою собівартістю виготовлення, можливістю безконтактного захоплення та утримування заготовок та деталей незалежно від їх матеріалу, механічних характеристик, структури поверхневого шару та температури.

Безконтактні пневматичні захоплювачі промислових роботів і маніпуляторів володіють низкою переваг. Однак в цьому напрямку немає детальних теоретичних і експериментальних досліджень, які дозволили б створити конструкції захоплювачів більшої вантажопідймальності, надійності в роботі та високої швидкодії. Аналіз наукових публікацій [1] показує, що питанням удосконалення конструкцій безконтактних пневматичних захоплювачів, з метою забезпечення високих експлуатаційних характеристик, приділяється недостатньо уваги. Останню обставину підтверджує також аналіз конструкцій та характеристик струминних захоплювальних пристроїв (СЗП), котрі виготовляють відомі закордонні корпорації (Bosh Rexroth, Schmalz, SMC Pneumatics, Festo). Розробкою струминно-вакуумних захоплювальних пристроїв, у яких суміщено принцип Бернуллі із захоплювачами вакуумного типу, займається корпорація "Mechatronic systemtechnik" [2].

У порівнянні з вакуумними, струминні захоплювачі відрізняються високою надійністю, довговічністю роботи, точністю базування об'єктів, а також високими динамічними характеристиками. До недоліків даних пристроїв можна віднести порівняно низькі силові характеристики.

Запропонований вакуумно-струминний захоплювальний пристрій [3] для плоских об'єктів маніпулювання (рис. 1, 2) у порівнянні із струминним захоплювачем аналогічних витратних характеристик, має в 2.5-4 рази вищу вантажопідйомність. Крім цього в даному пристрої відсутні недоліки характерні для вакуумних захоплювачів.

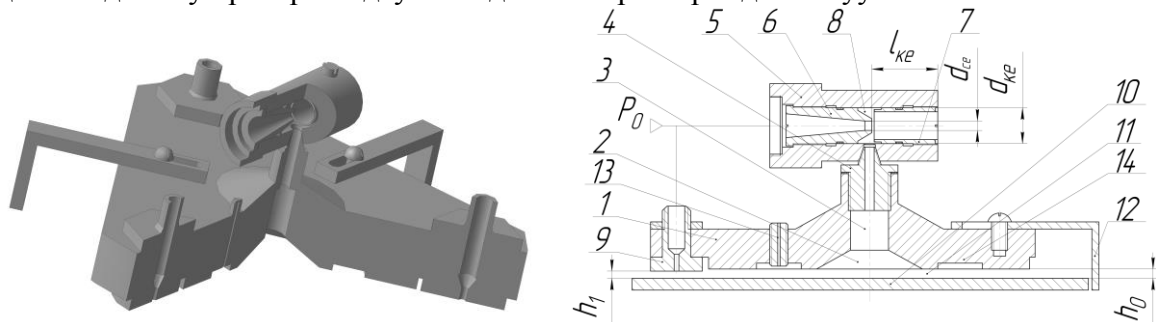
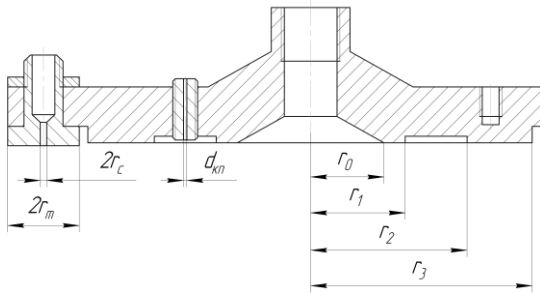


Рис. 1. Загальний вигляд струминно-вакуумного захоплювального пристрою

Визначення сумарна масова витрата повітря, що засмоктується з атмосфери через капілярний дросель 13 у кільцеву порожнину 14 та витрата трьох струминних захоплювальних пристроїв, можна визначити за формулою:



$$G_{\Sigma} = \frac{\pi h_0^3 p_1^2}{12 \mu_0 R T_a \ln(r_1/r_0)}$$

$$\cdot \left[ \frac{\frac{p_a^2}{p_1^2} \left( \frac{h_0^3}{3 \ln(r_3/r_2)} + \frac{d_{kn}^4}{64b} \right) + \frac{h_0^3}{3 \ln(r_1/r_0)}}{\frac{h_0^3}{3 \ln(r_3/r_2)} + \frac{d_{kn}^4}{64b} + \frac{h_0^3}{3 \ln(r_1/r_0)}} - 1 \right], \quad (1)$$

Рис. 2. Конструкція та геометричні параметри жорсткого присосу де  $d_{kn}$ ,  $b$  – діаметр та довжина капілярного дроселя,  $\mu_0 = 1,71 \cdot 10^{-5} + 4,94 \cdot 10^{-8} t$  [кг/(с·м)] – коефіцієнт динамічної в'язкості повітря,  $R = 287,14$  Дж/(кг·°К) – газова стала для повітря,  $T_a$  – абсолютна температура потоку повітря в змішувальній камері ежектора, яка приблизно рівна температурі оточуючого середовища,  $p_1$  – абсолютний тиск створюваний ежектором в порожнині 2,  $p_2$  – абсолютний тиск у порожнині 14,  $p_a$  – атмосферний тиск,  $r_0$ ,  $r_1$ ,  $r_2$ ,  $r_3$  – радіуси торцевої поверхні присосу.

Сумарна сила (Рис. 3.), що виникає від дії на ОМ різниці атмосферного тиску й абсолютного тиску в зоні навпроти присосу 1 ( $0 < r < r_3$ ) та трьох СЗП:

$$F = 3F_{СЗП} + \pi r_0^2 (p_a - p_1) + \pi (r_2^2 - r_1^2) (p_a - p_2) + 2\pi \int_{r_0}^{r_1} \left( p_a - \sqrt{p_2^2 - \frac{p_2^2 - p_1^2}{\ln \frac{r_1}{r_0}} \ln \frac{r_1}{r}} \right) r dr + 2\pi \int_{r_2}^{r_3} \left( p_a - \sqrt{p_a^2 - \frac{p_a^2 - p_2^2}{\ln \frac{r_3}{r_2}} \ln \frac{r_3}{r}} \right) r dr. \quad (2)$$

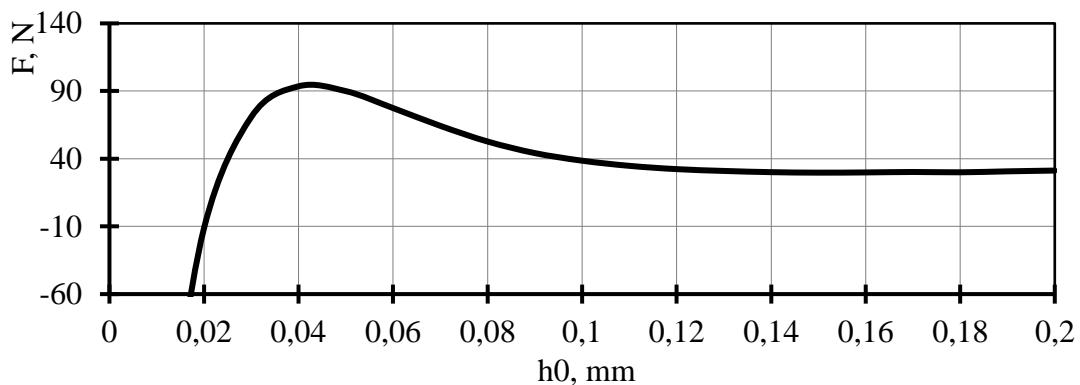


Рис. 3. Графік залежності піднімальної сили струминно-вакуумного захоплювача від величини радіального зазору  $h_0$

### Література

- Babur O. Evaluation of handling results of various materials using a non-contact end-effector. / O. Babur, E. Fehmi, F. Fehim // Industrial Robot: An International Journal. – 2003. – № 30(4). – P. 363–369.
- Офіційний веб сайт фірми Mechatronic systemtechnik gmbh [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.mechatronic.at/technology/end-effectors.html>
- Justification of Design and Parameters of Bernoulli-Vacuum Gripping Device / V. Savkiv, R. Mykhailyshyn, F. Duchon, O. Fendo // International Journal of Advanced Robotic Systems. – 2017. – DOI: 1729881417741740.