

УДК 621.865

Я. Проць, канд. техн. наук; Т. Гуцайлюк

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ЗАХОПЛЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ РОБОТІВ ДЛЯ ПОШТУЧНОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

У статті проведено аналіз існуючих конструкцій захоплювальних пристроїв вакуумного типу, що використовуються на сьогодні в харчовій промисловості. На підставі проведеного аналізу запропоновано використання конструкції захоплювачів струменевого типу з розвинутою поверхнею торця та щілинного типу. Запропоновано методику аналітичного розрахунку оптимальних параметрів захоплювачів. Дано практичні рекомендації щодо вибору конструктивних і технологічних параметрів струменевих захоплювачів.

Ключові слова: захоплюючий пристрій, струменевий захоплювач, насадка, пружина, сопло, стиснуте повітря.

Y. Prots, T. Hutsaylyuk

ANALYZE CONSTRUCTION GRIPPING DEVICES ROBOTS FOR INDIVIDUAL LOADING OBJECTS FOOD INDUSTRY

In the article presented the analysis of obtain constructions is gripping devices on a vacuum type, that used for today in food industry. On the basis of this analyze the use of construction of gripping devices of fluid type is proposed with the developed surface of butt end and slot type. Method of analytical calculation of optimum parameters of gripping devices was proposed. Practical recommendation about change construction and technological parameters fluids grips were proposed.

Key words: gripping devices, fluid grips, nozzle, spring, jet, compressed air.

Постановка проблеми. Автоматизація технологічного обладнання харчового виробництва займає особливе місце при обслуговуванні виробничих процесів і є однією із найбільш складних задач. У зв'язку із інтенсивним впровадженням промислових роботів у різних галузях народного господарства, це стосується і харчової промисловості, сьогодні ведуться розробки нових, більш досконалих конструкцій завантажувально-розвантажувальних пристроїв і особливо тих, які розміщені на вході або виході виробничих конвеєрів.

Аналіз останніх результатів досліджень. Загальна методика проектування конструктивних параметрів завантажувально-транспортних пристроїв на основі використання механічних, вакуумних, магнітних, пневматичних, затискних та ін. елементів достатньо висвітлена в працях Волчкевича Я.І., Дашенко А.І., Козирева Ю.Г., Клусова І.А., Спыну Г.А. та ін. [1,2,3,4]. Одним із перспективних напрямків рішення проблем транспортно-завантажувальних операцій харчового виробництва є використання струменевої техніки, яка, виключаючи прямий контакт виробу та захоплювача, забезпечує широкий діапазон зусиль та швидкостей переміщення виробів різної густини та маси як в упаковці, так і без. Питанням розробки струменевих пристроїв присвячені праці Козловського М.А., Пікнера М.Я., Савківа В.Б. [5,6,7] та ін., але напрям висвітлено недостатньо і сьогодні вимагаються відповідні рекомендації щодо методів проектування як спеціального високопродуктивного технологічного обладнання, так і його оснащення.

Мета роботи. Засоби автоматизації завантажувально-розвантажувальних операцій включають основні елементи таких робіт, як приведення готової продукції в транспортабельний стан (упаковка, вкладання в тару, пакетування та інше) або

підготовка напівфабрикатів для встановлення їх на транспортний конвеєр. Для цього необхідно сформулювати аргументовані техніко-експлуатаційні вимоги до захоплюючих засобів, які призначені для захоплення-утримування об'єктів маніпулювання харчового виробництва в певному положенні. Основними кваліфікаційними ознаками самих об'єктів є: фізичний стан, форма, ознаки симетрії, рухомість та орієнтація в момент захоплення. За фізичним станом вони можуть бути твердими, крихкими, жорсткими, нагрітими, забрудненими твердою або рідкою фазами та інше. Отже захоплюючі пристрої цього напрямку повинні забезпечувати надійне захоплення і утримування об'єктів виробництва, стабільність базування, недопустимість їх ушкодження або руйнування, тому обґрунтування та уточнення конструктивних і технологічних їх параметрів і є метою даної роботи.

Реалізація результатів досліджень. Значна група відповідних галузей характеризується також виготовленням продукції із різноманітного матеріалу. Це виробництва консервні, хлібопекарні, кондитерські, парфумерні та інші. Тут особливо складні процеси автоматизації контролю готових виробів та укладки її в тару чи контейнери для відправки на склад, тому захоплюючі пристрої повинні забезпечувати можливість захоплення та утримування об'єктів у широкому діапазоні маси, розмірів і форми.

Утримуюче-транспортуючі захоплювачі забезпечують силову дію на об'єкт завдяки використанню різноманітних фізичних ефектів. Найбільш поширеними на харчових об'єктах є вакуумні, струменево-ежекційні пристрої. Зустрічаються також механічні, електростатичного притягання, захоплювачі з липкими накладками та інші. Однак вакуумні, придатні тільки для плоских і рівних поверхонь різних матеріалів, забезпечують обмежену силу протягування, мають знижену точність базування за рахунок еластичності присосок, вимагають часу на створення вакууму та знищення залишкових елементарних частинок матеріалу між поверхнями захоплюючого механізму та об'єкту. До загального недоліку вакуумних пристроїв слід віднести низьку надійність закріплення замаслених заготовок через недостатньо щільне прилягання захоплюючої частини до поверхні об'єкту. Крім цього, надійність утримування порівняно ніжних харчових виробів, які до цього ж мають неплоску поверхню, приводить до часткової або повної втрати вакууму, зменшення максимальної швидкості переміщення, що значно знижує продуктивність.

У вакуумних пристроїв захоплююча частина виконана із гумового кільця розміром зовнішніх параметрів утримуючих об'єктів, а компенсаційна частина - механічно підпружинена. На рис. 1 представлено три варіанти відомих вакуумних захоплювачів [2], з яких перший (рис. 1а) укомплектований щупом із клапаном, що запобігає зменшенню розрідження у системі при відсутності виробу під цим захоплювачем. Однак при нещільному стику об'єкта із захоплювачем виникає можливість руйнування щупом поверхні об'єкта, і через втрату присмоктуючої сили об'єкт не утримується захоплювачем. На рис.1б другий варіант захоплювача, в якого захоплююча частина виконана з одним гофром, а компенсаційна - підпружинена. Тут також є можливість розкриття стику й утворення щілини між поверхнею об'єкта і захоплюючою частиною, в результаті виникає зменшення розрідження і відхилення заготовки.

На рис. 1в показано третій варіант вакуумного захоплювача (а.с. №185035). У його корпусі 1 встановлені поршень 2 із підпружиненим 3 штоком 4, на якому закріплений еластичний захоплювач 5. Над штоком в корпусі розміщені клапани 6 і 7, де на клапані 6, виконаному у виді конічної пустотілої пробки, закріплена мембрана 8. Через отвір 9 пристрій з'єднується з вакуумною системою.

При виконанні процесу захоплення еластичний захоплювач опускають і притискають до поверхні виробу. При цьому поршень витісняє в атмосферу через клапан 7 повітря з надпоршневої порожнини корпусу.

У міру опускання пристрою пружина щільно притискає еластичний захоплювач до поверхні виробу, а з крайньої нижньої точки пристрій піднімають у первісне положення. При цьому надпоршнева порожнина збільшується і в ній утвориться розрідження, в результаті якого клапан 6 з мембраною опускається, з'єднуючи через отвір надпоршневую порожнину еластичного захоплювача з вакуумною системою. Виріб притягується до захоплювача і може бути транспортованим, для його звільнення пристрій відключають від системи вакууму. У випадку нещільного прилягання пристрою до поверхні виробу в надпоршневій порожнині не створюється необхідне розрідження і пристрій не діє.

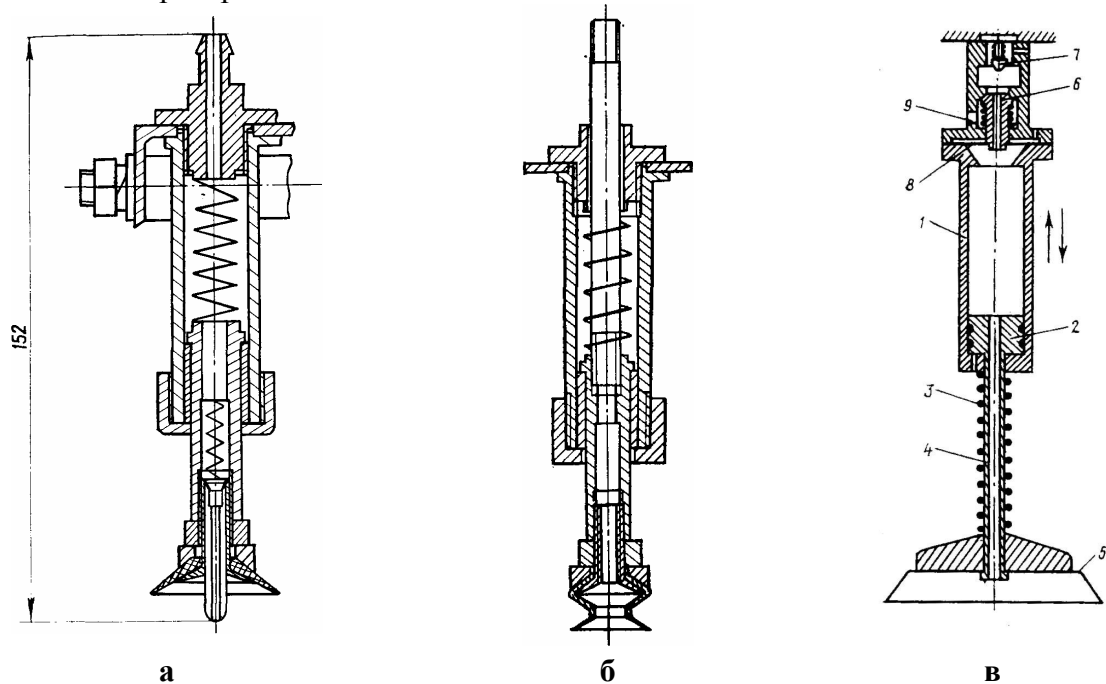


Рисунок 1 - Вакуумні захоплювачі для об'єктів харчового виробництва

На рис. 2 представлений вакуумний захоплювач по а.с. 1024275А, розрідження в якому здійснюється за рахунок подачі стиснутого повітря та ежекції ним повітря з центральної камери. Цей захоплювач, призначений для плоских об'єктів, має корпус 1 із центральним отвором 2 для підведення стиснутого повітря до сопла 3 і далі до пазів 4, утворених на торці корпусу.

Сопло утворене виконаною в корпусі 2 плавною криволінійною поверхнею 5 та виконаною на диску 7 плавною криволінійною поверхнею 6. Диск 7 закріплений в корпусі за допомогою шпильки 8 і гайки 9.

Профіль криволінійних поверхонь 5 і 6 обраний таким, що забезпечує плавне зменшення поперечного перерізу сопла від центрального отвору до пазів, розгін струменів повітря до великих швидкостей і рух їх уздовж пазів і торцевої поверхні корпусу. При цьому глибина пазів вибирається з розрахунку пропуску мінімальної кількості повітря у випадку захоплення та щільно притиснутої деталі до торця корпусу.

У диску 7 виконана камера 10, що каналами 11 з'єднана із соплом. При цьому канали розташовані в нижній частині диска, де швидкість струменів повітря в соплі максимальна. Диск 7 може бути виконаний із твердої гуми, що забезпечує надійне утримання деталі при великих швидкостях прискорених маніпулювань, оскільки гума має високий коефіцієнт тертя.

У шпильці є отвір 12 для підведення повітря до сопла. Вона призначена для кріплення диска до корпусу і регулювання положення поверхонь 5 і 6 відносно один одного і відповідно для регулювання швидкості повітря в соплі і сили притиску деталі 13 до корпусу і диска. Одночасно шпилька забезпечує зміну положення торця диска щодо торця корпусу, тобто дозволяє регулювати зазор між поверхнею деталі і дном пазів і швидкість руху повітря в цьому зазорі. При великій швидкості руху повітря в

цьому зазорі забезпечується надійна герметизація камери і більш надійна робота захоплювача.

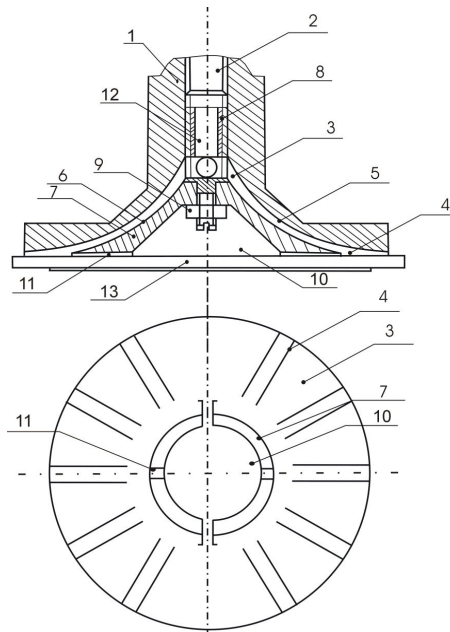


Рисунок 2 - Вакуумний захоплювач (а.с. №1024275А)

Захоплювач працює в такий спосіб. При подачі стиснутого повітря в отвір 2 він в подальшому отвором 12 попадає в сопло, де струмені повітря розганяються до великої швидкості. Рух цих струменів уздовж сопла до пазів і торцевої поверхні корпусу створює розрідження у камері 10. У результаті цього виникає притискне впливаюче на об'єкт зусилля, яке захоплює й утримує його, притискаючи до корпусу 1 чи диска 7 в залежності від відносного положення їхніх торців

Піднімальну силу N , що розвивається вакуумним захоплювачем, визначають за формулою:

$$N = (p_a - p_1) \cdot S, \quad (1)$$

де: p_a —тиск навколишнього середовища (атмосферний); p_1 — абсолютний тиск всередині порожнини захоплювача, рівний різниці між тиском навколишнього середовища і розрідженням у порожнині захоплювача; S — площа робочої частини в місці контакту захоплювача з виробом; формула для розрахунку має вигляд:

$$S = \frac{\pi \cdot (D - b)^2}{4}, \quad (2)$$

де: D — діаметр зовнішнього краю захоплювальної частини; b — ширина ущільнюючого паса.

Для утримання виробу при підйомі повинна бути виконана умова:

$$N \geq (mg + m \cdot a_{1max} + W_{II} + Q_3 - A) \cdot K, \quad (3)$$

де: g - прискорення вільного падіння; a_{1max} - прискорення при підйомі; Q_3 - сила пружності захоплювача; m - маса виробу; W_{II} - сила опору повітря; A — сила адгезії виробу з захоплювачем; K - коефіцієнт запасу, $K=5—10$.

При виборі вакуумного захоплювача необхідно подбати, щоб не відбулася втрата товарного виду виробу під впливом зусилля відриву, що виникає від різниці між атмосферним і абсолютним тисками в порожнині захоплювача та діє протягом визначеного часу. Під втратою товарного виду виробу розуміють незворотні зміни

форми виробу чи його поверхні внаслідок утворення тріщин, витріскування поверхні виробу і т.п.

Сьогодні в харчовій промисловості починають успішно використовуватися механізми завантаження та транспортування, які базуються на використанні струменя стиснутого повітря [5,6]. Через багатосторонній характер силової дії повітряного потоку на тверде тіло, як реактивною силою, транспортуючою силою, силою в'язкого тертя та ін., струменеві елементи мають перевагу перед відомими захоплювачами при рішенні задач автоматичного завантаження, транспортування, орієнтування штучних об'єктів різного формату, матеріалу, ваги та ін.

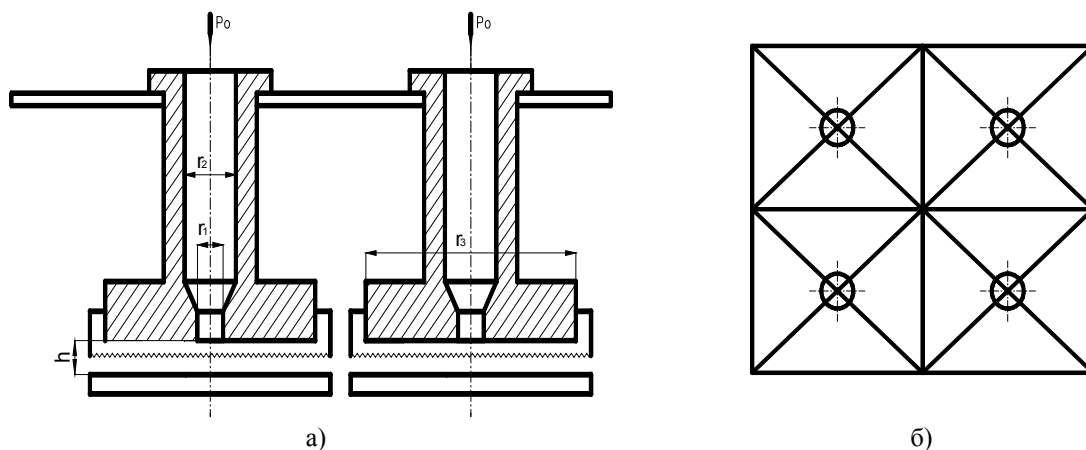


Рисунок 3 - Схема струменевого захоплювача "сопло з плоским торцем"

Великий інтерес для харчової промисловості представляють конструктивні розробки і дослідження СЗП у вигляді сопла з розвинутою поверхнею торця (рис. 3), аеродинамічний ефект присмоктування яких використовується при завантаженні штучних заготовок з базовою плоскою поверхнею та невеликої ваги.

У роботі [5] визначені силові параметри та інші характеристики захоплювачів, зокрема визначена сила присмоктування F_∞ для нескінченно великого радіуса торця r_3 та для $r_1 \leq 0,5\text{ мм}$, яка при $\frac{P_a}{P_0} > 0,53$ має вигляд:

$$F_\infty = \frac{8\pi P_0^2 \mu_2 n}{f^2 P_a (n-1)} \left[\left(\frac{P_a}{P_0} \right)^{\frac{2}{n}} - \left(\frac{P_a}{P_0} \right)^{\frac{2}{n-1}} \right] \left(\frac{f r_1}{2h} + 1 \right), \quad (4)$$

а при $\frac{P_a}{P_0} < 0,53$:

$$F_\infty = \frac{8\pi P_a h^2 \mu_2 n^2}{f^2 (0,53)^2 (n^2 - 1)} \left(\frac{2}{n+1} \right)^{\frac{2}{n-1}} \left(\frac{f r_1}{2h} + 1 \right), \quad (5)$$

де μ_2 – коефіцієнт витрат повітря через кільцеву щілину h ; n – показник адіабати, f – коефіцієнт гідравлічного тертя; h – висота повітряної подушки між торцями елемента та захопленої заготовки; r_1 , r_2 , r_3 – радіуси, відповідно сопла, камери подачі повітря, захоплювача в цілому.

Аналіз теоретичних і експериментальних досліджень показує, що струменевий захоплювач з вертикальним напрямком струменя можна використовувати при завантаженні об'єктів масою до 3,5Н. Збільшення вантажопідйомності можна досягнути шляхом використання декількох захоплювачів одночасно (рис. 3б) або виконанням на торці захоплювача декількох отворів, як показано на рис. 4а, б.

Вплив параметрів двох сусідніх струменів один на другого може бути незначним, якщо встановити між центровою відстань $A_1 = A_2 = 15\text{--}20\text{ мм}$.

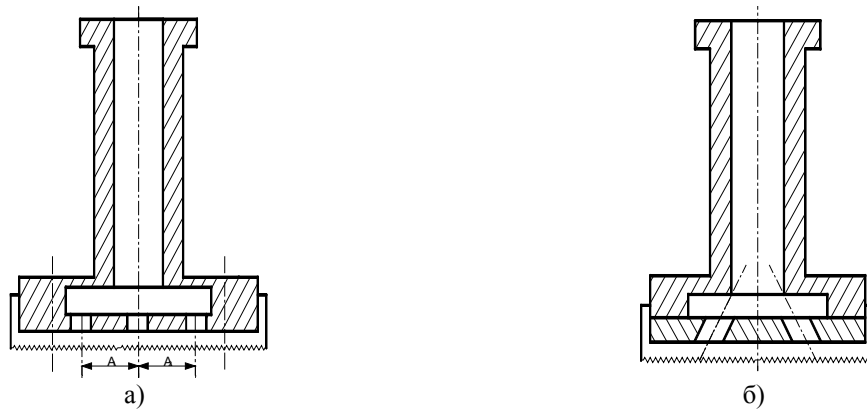


Рисунок 4- Схеми струменевих захоплювачів
а)-з вертикальним напрямом струменів; б)-напряом струменя під кутом α

Для більш надійного закріплення харчових об'єктів у процесі захоплення та транспортування, зменшення руйнівних пошкоджень струменем повітря базової поверхні об'єкта на торці захоплювачів виконані циліндричні виступи висотою товщини повітряної подушки або кріплення на цій висоті спеціальної харчової решітки, як показано на рис. 3 та 4.

В результаті досліджень встановлено якісне зростання зусилля силових характеристик, струменевого захоплювача, що розглядається, з допомогою виконання на його торці буртика радіусом r_l і висотою Δh , яка перевищує товщину повітряної подушки рівної 0,06-0,09.

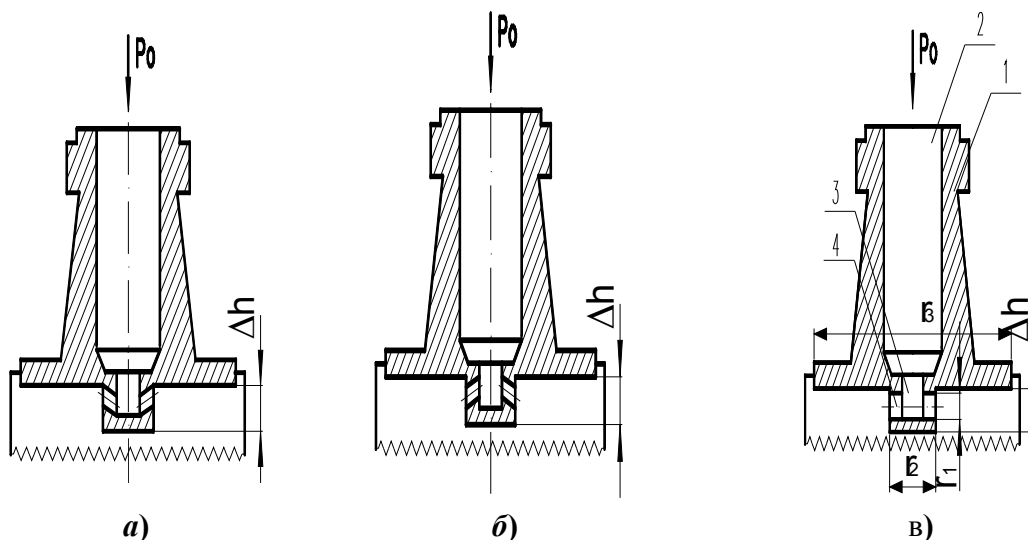


Рисунок 5- Конструктивні схеми струменевих захоплювачів з циліндричним буртиком на торці:
а, б – з вертикальним або кутовим напрямом струменя повітря ;
в - з горизонтальним напрямом струменя повітря

Захоплювач може бути використаний як для об'єктів з плоскою поверхнею захоплення, так і для об'єктів, що мають центральний отвір діаметром більшим діаметра буртика.

Розрахункова схема струменевого захоплювача із струменем повітря паралельним площині заготовки, показана на рис. 5б. У цьому випадку реактивна сила струменя $R_{стр}$ рівна нулю, а на зусилля захоплювача впливає тільки реактивна сила повітряної подушки R_n кільцевого суцільного потоку в зазорі Δh_i . Захоплювач містить корпус 1, на торці якого виконаний буртик радіусом r_{01} і висотою $\Delta h'$, а на утворюючій поверхні буртика є з'єднані з джерелом стиснутого повітря радіальні отвори-сопла 4 з осями, паралельними площинам торця корпуса і об'єкта притягування.

Максимальна кількість отворів-сопел і їх діаметр залежать від розхідних і

конструктивних параметрів захоплювача, а висота буртика $\Delta h'$ вибирається експериментально в залежності від діаметра сопла в кожному конкретному випадку.

Діаметр буртика $2r_2$, як показують експерименти, може бути рівним $2r_2=20 \div 30$ мм при діаметрі захоплювача $2r_3=80 \div 100$ мм, тобто ефективність захоплювача залежить від оптимального відношення між діаметрами, яке знаходиться в межах $3 \div 4$.

Дослідження показали, що максимальна відстань h'_{max} , з якої об'єкт захоплення піддається присмоктуючій дії, не перевищує величини $H_{max} \leq 25$ мм. Із збільшенням маси об'єкта G_3 відстань H_{max} зменшується до значення $H_{max} \geq h'$, тобто до висоти буртика, в якому виконані отвори-сопла (рис. 5а).

Аналогічно до методики розрахунку роботи, діюча на заготовку сила визначається з рівняння :

$$F = F_{np} - R_{cmp}, \quad (6)$$

де : F_{np} - сила, яка виникає в результаті статичного тиску в зазорі h_{il} .

Для захоплювачів даного типу із соплом радіусом $r_l=2$ мм формула для розрахунку присмоктуючої сили F_{np} , що діє на поверхню захоплюючого об'єкту, має вигляд:

$$F_{np} = \frac{2\pi(P_0 - P_a) \left[\ln \frac{p}{r_l} - \frac{r_3^2 - r_l^2}{2r_3^2} - \frac{f}{2h} \left(r_3 - r_l - \frac{r_3^2 - r_l^2}{2r_3} \right)^2 - \frac{4h^2}{r_l^2} \right]}{\frac{1}{r_3^2} + \frac{2flh^2}{r_l^5} + \frac{f}{2h} \left(\frac{1}{r_l} - \frac{1}{r_3} \right)}, \quad (7)$$

де P_0, P_a – відповідно тиск живлення та атмосферний; r_3, r_l – відповідно радіус торця та сопла; l – довжина сопла;

R_{cmp} - реактивна сила струменя, яка визначається за формулою:

$$R_{cmp} = \frac{Q_m^2}{\pi r_c \rho}. \quad (8)$$

При захопленні з горизонтальним витіканням (рис. 5в) ефективність досягається при $h_2=\Delta h$.

Умова рівноваги притягнутого до торця даного типу захоплювача об'єкта під дією сили F_{np} , складовою частиною якої є сила F_l , від швидкісного напору повітряного струменя на ділянці протікання від r_2 до деякого радіуса r_{0l} із швидкістю, рівною місцевій швидкості звуку, та сила F_r від натиску потоку в інтервалі радіусів r_{0l} і периферії r_3 , а також реактивна сила R_n повітряної подушки має вигляд:

$$F_{np} = F_l + F_r - R_n \gg G_{zag}, \quad (9)$$

де G_{zag} -вага об'єкту захоплення.

Величиною реактивної сили подушки R_n через її маленькі значення можна знехтувати, тоді в результаті обчислень, згідно з [7], формула 9 набуде вигляду:

$$F_{np} = \frac{N\pi}{12} \rho a \left[V_{kp}^2 \left(\frac{P_a}{P_o} \right)^{1/n} r_2 (r_{0l} - r_2) + V_o^2 r_{0l}^2 \ln \frac{r_3}{r_{0l}} \right], \quad (10)$$

де N-число отворів сопл.

У результаті обчислень на рис. 6 представлена розрахункова графічна залежність сили присмоктування F_{np} від вхідного тиску P_i при різних діаметрах $2r_l$ отворів-сопл, причому суцільними лініями показано розрахункова, а пунктирною – відповідно експериментальна залежності. У розрахунках прийнято $p_a = 1,225$ кг/м³, $n=1,4$, $r_2=8,0$ мм, $N = 4$, $r_l= 0,5$ мм, $N=4$, $r_{cl}= 1,5$ мм, $r_{c2}=1,0$ мм, $r_{c3}=1,5$ мм.

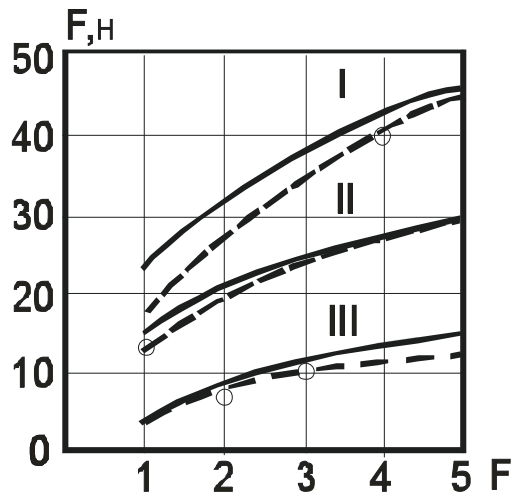


Рисунок 6- Залежність сили присмоктування від підвідного тиску P_n для захоплювачів з конструктивними параметрами отворів-сопел $2r_c=1, 2, 3$ м, $2r_2=16$ мм

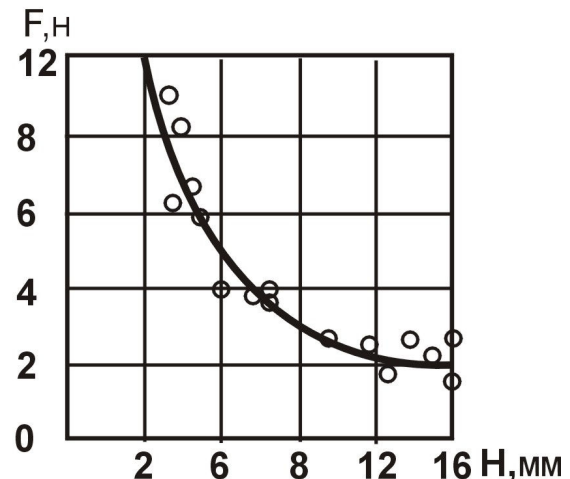


Рисунок 7- Закон зміни сили присмоктування струменевого захоплювача із паралельними до торця заготовки газовими потоками

Порівняння залежностей показує можливість застосування теоретичних висновків для інженерного розрахунку даних захоплювачів.

Тут пунктирні – експериментальні, а суцільні лінії – розрахункові при $N=4$, $2r_2=16$ мм.

Притягнута до торця захоплювача заготовка займає неорієнтоване положення, якщо величина повітряної подушки h перевищує висоту бортика Δh . У цьому випадку заготовка плаває на повітряній подушці, і її орієнтацію треба проводити по краях захоплювача. Якщо $h \leq \Delta h$, заготовка силами тертя в торці буртика утримується від повороту і переноситься захоплювачем в попередньо орієнтованому положенні.

Закон зміни сили присмоктування струменевого захоплювача із паралельними до торця заготовки газовими потоками представлений на рис.7. Експерименти проведені із захоплювачем з отворами $\varnothing=1$ мм, діаметром буртика $\varnothing=16$ мм.

При горизонтальному закінченні висота буртика Δh негативно впливає на ефективність присмоктуючої дії. Вона залежить від розмірів отворів-сопел, набагато перевищує товщину повітряної подушки, що утворилася в зазорі між площинами торця і заготовки, і при зміні умов течії змінює схему розподілу швидкостей і тиску в зазорі h .

Струмінь повітря, що витікає з отвору-сопла в зазорі h , між двома паралельними поверхнями розповсюджується у вигляді конуса вершиною, розташованою по осі сопла в центрі радіусом r_1 . Тому розміщення двох сусідніх сопел повинне бути таким, щоб точка сходження двох потоків знаходилася якнайдалі від сопла або за межею діаметра торця захоплювача.

Експериментальними дослідженнями встановлено, що розташування за утворюючий буртика максимальній кількості отворів сопел певного діаметра сприяє появі розрідження P_p в зоні торця буртика радіусом r_a . Проте збільшення кількості і розмірів сопел приводить до збільшення розмірів буртика, що відповідно зменшує розрідження, що з'явилося, а також негативно позначається на витратних і силових характеристиках пристроїв в цілому.

Відмінним елементом групи ежекційних СЗП є наявність у площині їх торця кільцевої щілини (а.с.№800092). Силкові характеристики цих захоплювачів перевищують характеристики попередніх, тому застосовуються для захоплення виробів більшою масою.

Конструктивно СЗП цієї групи являють собою корпус 1 (рис. 8). у якому встановлена конічна вставка 2, яка утворює на торці захоплювача кільцеву щілину 3. В процесі витікання із щілини кільцевий конічний повітряний струмінь, який

заломлюється до поверхні попередньо підведеної до торця захоплювача заготовки 4, протікає в зазорі між торцем корпусу 1 і заготовкою 4 у вигляді плоского радіального потоку, викликаючи за рахунок ежекції ефект присмоктування. Ефективність даного струменевого елемента залежить від формоутворення щілинних розмірів. У даному випадку напрям потоку формується криволінійною поверхнею вставки 2, а внутрішня поверхня корпусу 1 не впливає на процес формування.

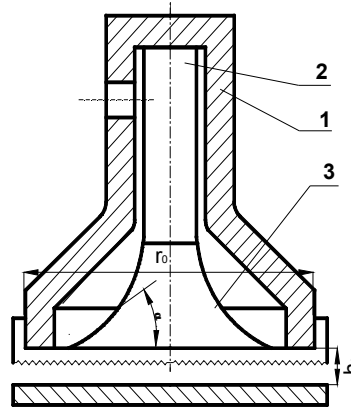


Рисунок 8- Конструктивна схема струменевого ежекційного захоплювача за плоску поверхню

Виведено формулу для розрахунку присмоктуючої сили ежекційних СЗП, яка має такий вигляд:

$$F = \frac{\pi \mu^2 h_2^2 P^2 n}{2 h_1^2 \rho_a R T} \left(\frac{2}{n+1} \right)^{\frac{n+1}{n-1}} \left(r_0^2 + 2 r_0^2 \ln \frac{r_1}{r_0} - 2 r_0 h_2 \cos \frac{\alpha}{2} \right), \quad (11)$$

де μ – коефіцієнт витрат повітря через кільцеву конічну щілину; h_1 – товщина конічної щілини, виміряна в нормальному до її стінок напрямі; h_2 – товщина радіального зазору між торцями корпусу та заготовки; r_0 , r_1 – відповідно радіус торця конічної вставки та торця корпусу захоплювача; α – кут нахилу щілини; n – показник адіабати; ρ_a , T – відповідно густина і температура оточуючого середовища; R – газова стала.

Ефективність СЗП залежить від співвідношення між розмірами h_1 і h_2 . На основі експериментальних досліджень відношення h_1/h_2 при $\alpha < 15^\circ$, вхідному тиску $P < 0,8$ МПа і нормальних умовах оптимальне в межах від 3 до 4, а зазор h_2 рівним 0,08...0,15 мм.

В результаті аналізу ряду залежностей пропонується формула для розрахунку оптимального значення радіуса торця захоплювача

$$r_1 = r_0 V_0 \sqrt{\frac{\rho_a}{0,01 P_a}}, \quad (12)$$

де V_0 – швидкість потоку повітря на виході із щілини 3.

В залежності від розмірів об'єкта маніпулювання та його ваги розміри конічної щілини можна зменшити, а ефективність використання захоплювачів з конічною щілиною вигідна при збільшенні їх числа. В цьому випадку їх розміщення можливе, як показано на рис. 9.

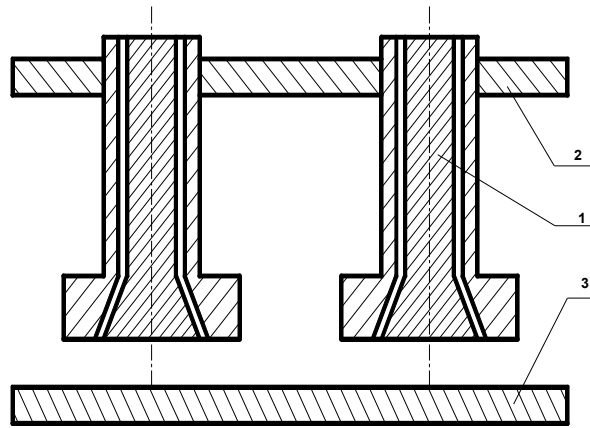


Рисунок 9- Розміщення соплових елементів над об'єктом маніпулювання.

1 – сопло; 2 – планка; 3 – заготовка

Висновки

Із аналізу сучасного стану і практики створення автоматичних завантажувально-розвантажувальних пристроїв та їх окремих елементів можна зробити наступні висновки:

- створення транспортно-завантажувальних механізмів з високою експлуатаційною надійністю і продуктивністю, з широкою універсальністю і точністю позиціонування для харчової промисловості - актуальна проблема;
- розв'язання завдань зі створення високо надійних пристроїв автоматичних засобів завантаження або окремих їх механізмів ставить такі проблеми, як створення принципово нових видів їх робочих органів;
- захоплювачі автоматичних механізмів, побудовані на базі струменевої техніки, володіють багатьма перевагами, але в цьому напрямку немає детальних теоретичних і експериментальних досліджень, які дозволили б створити конструкції захоплювачів для застосування у технологічних лініях харчової промисловості та забезпечували надійність у роботі.

Тому дослідження з метою розробки нових конструкцій СЗП з високими статичними та динамічними характеристиками, довговічністю, надійністю, низькою собівартістю і економічністю мають практичний інтерес. Крім цього, розроблені СЗП при своїй конструктивній простоті дозволяють: захоплення крихких, гнучких, нежорстких, нагрітих, забруднених, з покриттями та інших ОМ; поєднання в одному пристрої функцій захоплення, орієнтації і контролю ОМ; саморегулювання в залежності від ваги ОМ силових і витратних характеристик.

Література

1. Ладанюк А.П., Трегуб В.Г., Цюцюра В.Д. Автоматизація технологічних процесів і виробництва харчової промисловості.-К.: Аграрна освіта, 2001. - 244с.
2. Соколов В.А. Основы автоматизации технологических процессов пищевых производств.- М.:Машиностроение, 1983.-264с.
3. Цейтлин Г.Е., Хархота А.Г. Применение роботов в пищевой промышленности. - К.: Урожай, 1988. - 179с.
4. Спыну Г.А. Промышленные роботы, конструирование и применение.- К.: Высшая школа, 1991. - 331с.
5. Козловський М.А. Присасывающее действие струи, обтекающей пластинку.-Приборостроение. Респ. межвд.сб., 1966, вып.4.
6. Пикнер М.Я. Исследование аэродинамического эффекта при струйных захватах питателей.- Известия вузов, Машиностроение, 1968.№10.- С.164-169.
7. Проць Я.И.,Савкив В.Б. Газодинамический анализ струйных захватов плоских заготовок. Оптимизация производственных процессов. Вып.1.-Севастополь: Издательство СевГТУ, 1999. - С.63-68.

Одержано 01.12.2008 р.