

АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ СХЕМ СТРУМЕНЕВИХ ЗАХОПЛЮВАЛЬНО-ОРІЄНТУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ

Савків В.Б., Бігус В.В., Савків Г.В.,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

В статті представлений аналіз конструктивних схем безконтактних струменевих захоплювально-орієнтуючих пристроїв, що забезпечують необхідну для виробництва кутову орієнтацію циліндричних об'єктів маніпулювання. Запропоновано базові формули для розрахунку сили в'язкого тертя потоку повітря до поверхні об'єктів маніпулювання та крутного моменту, що забезпечує необхідну кутову орієнтацію об'єктів. Наведено графік для визначення коефіцієнта в'язкого тертя потоку повітря до поверхні об'єктів.

Ключові слова: безконтактний захоплювальний пристрій, сопло, аеродинамічний ефект.

Постановка проблеми. Струменеві захоплювально-орієнтуючі пристрої створюють ряд додаткових можливостей і переваг над існуючими методами захоплення та орієнтації: безконтактне притягування та утримування об'єктів; кутову орієнтацію об'єктів; точне позиціонування об'єктів для подальшої обробки; надійність роботи [1, 2]. Однак важливою проблемою постає відсутність конструктивних схем, за якими безпосередньо можна було б розробляти пристрої, для безконтактного маніпулювання та орієнтації циліндричних об'єктів [3, 4].

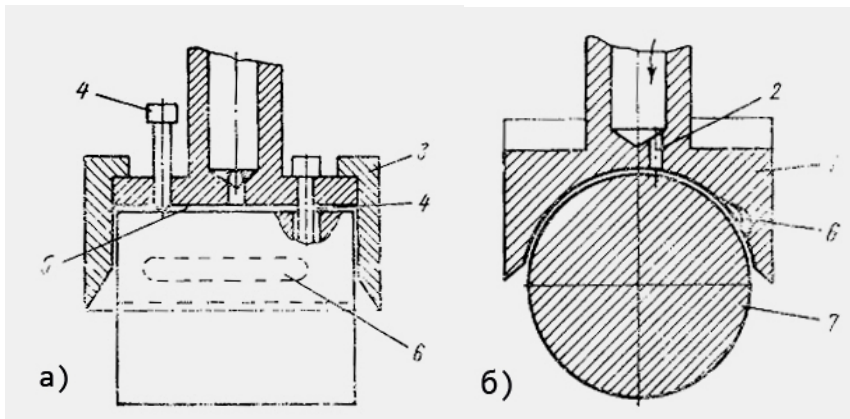


Рисунок 1 – Струменевий захоплювач для транспортування та орієнтації виробів: а) поздовжній розріз; б) поперечний розріз

Аналіз результатів досліджень. Із проведеного аналізу конструкцій захоплювально-орієнтуючих пристроїв для циліндричних деталей типовим прикладом є струменевий захоплювач поданий на рис. 1 [5]. Він містить корпус з отвором для підведення стиснутого повітря і змонтовані на корпусі фіксатори 4. З метою забезпечення кутової орієнтації, шляхом обертання захопленої деталі навколо власної осі, отвір для підведення стиснутого повітря розміщений концентрично до зони руху деталі. На робочій поверхні захоплювача виконана впадина, яка не з'єднана з отвором підводу стиснутого повітря. Недоліком даної конструкції є наявність постійного механічного

контакту фіксаторів 4 з деталлю 6, можливість перекосів та заклинювання деталей.

Мета роботи. Запропонувати конструктивні схеми захоплювально-орієнтуючих пристроїв з можливістю позиціонування над і під циліндричним об'єктом маніпулювання. Показати вплив основних параметрів газового потоку на силу в'язкого тертя повітря до поверхні об'єктів маніпулювання та крутний момент, що забезпечує необхідну кутову орієнтацію об'єктів.

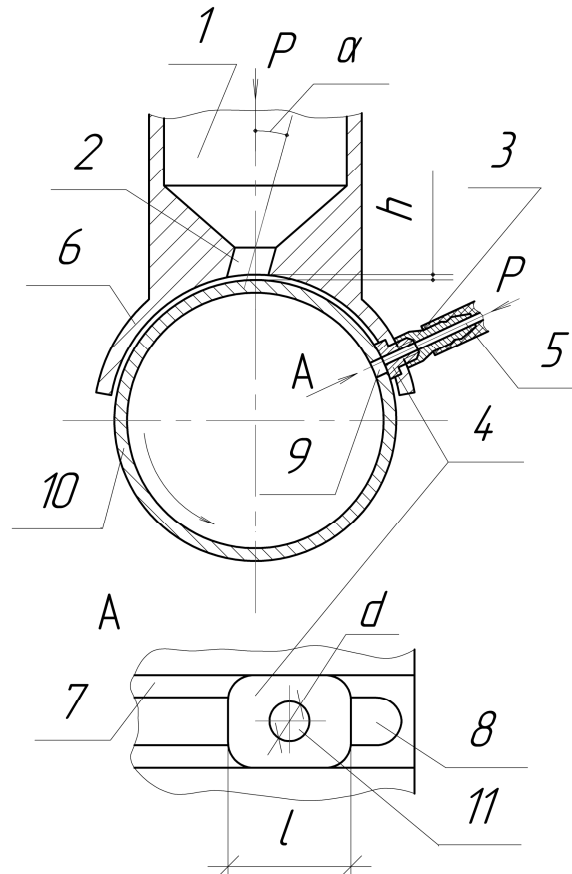


Рисунок 2 – Струменевий захоплювально-орієнтуючий пристрій із позиціонуванням над деталлю

Основна частина. Для забезпечення безконтактного утримування та кутової орієнтації об'єктів маніпулювання, авторами запропоновано ряд конструктивних схем захоплювально-орієнтуючих пристроїв. Основні типові конструктивні схеми представлені на рис. 2, 3, 4. Зокрема на рис. 2 показаний струменевий пристрій, який поєднує функції захоплення і орієнтації об'єктів типу «втулки з наскрізними отворами». Пристрій містить камеру 1, що виконана в корпусі 6, і призначена для нагнітання стиснутого повітря в силове сопло 2, поздовжній паз 7 на боковій поверхні захоплювальної частини, необхідний для забезпечення переміщення орієнтуючої втулки-сопла 4 вздовж зони захоплення. В тілі втулки 4 виконано отвір 11 діаметром $d = (0,5..1)$ мм і нарізано різьбу для з'єднання із штуцером 3, через який по каналу 5 подається стиснуте повітря.

В процесі роботи пристрою передбачається його попереднє позиціонування над об'єктом. Стиснуте повітря від пневмомагістралі

одночасно поступає в камеру 1 і подається в канал 5. Через отвір 11 у втулці 4 і сопло 2 стиснуте повітря витікає в навколишнє середовище. За рахунок зростання швидкості потоку між поверхнями захоплювального пристрою і об'єкта 10 створюється зона пониженого тиску, що зумовлює виникнення аеродинамічного ефекту, під дією якого об'єкт 10 притягнеться до корпусу 6. При цьому, із зменшенням відстані між поверхнями захоплювача та об'єкта до величини $h < 0,05$ мм, між цими поверхнями утворюється пружна пневматична подушка. Під дією сил в'язкого тертя, що спричинені витікаючим з сопла 2, орієнтованого під кутом $\alpha = (5..15)^\circ$, струменя повітря, об'єкту 10 передається крутний момент, який приводить до його провертання навколо власної осі. У момент, коли отвори 9 і 11 співпадуть, пневматична подушка зникне, так як витікаючий із отвору 11 у втулці 4 струмінь повітря вільно пройде через отвір 9 у об'єкті 10. В результаті, об'єкт 10 притягнеться до втулки 4 і зафіксується у зорієнтованому положенні за рахунок сил тертя. Слід відзначити, що осі отворів 2 і 9 не повинні лежати в одній площині. Від зміщень втулки в осьовому напрямку у конструкції передбачено бокові упори (ролики).

На рис. 3 показаний струменевий пристрій, який також поєднує функції захоплення і орієнтації об'єктів типу «втулки з наскрізними отворами», але відрізняється від попереднього пристрою способом позиціонування відносно об'єкта захоплення. Пристрій містить корпус 3, камери 5 і 7, що з'єднані між собою трубою 4 для нагнітання стиснутого повітря в сопло 2 і отвір 9, поздовжній паз 6 на боковій поверхні захоплюючої частини та поздовжній паз 16 для забезпечення переміщення втулки 10 вздовж зони захоплення. В тілі втулки 10 виконано отвір 9 діаметром $d = (0,5..1)$ мм і нарізано різьбу для з'єднання із камерою 5, через яку по каналу 15 подається стиснуте повітря.

Принцип роботи даного захоплювально-орієнтуючого пристрою аналогічний попередньому. Слід відзначити, що осі отворів 2 і 9 не повинні лежати в одній площині. За допомогою зміни положення гвинта 14 можна змінювати позицію захоплення об'єктів. Для сталених деталей може бути використано наступний пристрій. На рис. 4 показаний струменевий пристрій, який поєднує функції захоплення і орієнтації об'єктів типу тіла обертання, що може бути використаний не тільки для деталей із наскрізними отворами, але також з іншими асиметричними елементами. Пристрій містить корпус 3, камеру 1 для нагнітання стиснутого повітря в сопло 2, поздовжній паз 7 на боковій поверхні захоплюючої частини для забезпечення переміщення втулки-електромагніта 4 вздовж зони захоплення. В тілі втулки нарізано різьбу для з'єднання із фотоелементом 10, через який подається сигнал на ввімкнення електромагніта 4, а також вмонтовано джерело концентрованого світлового потоку 5.

В процесі роботи пристрою передбачається його попереднє позиціонування над об'єктом. Стиснуте повітря поступає в камеру 1, звідти подається в сопло 2. Із зменшенням відстані h , між поверхнею захоплення і об'єктом 9 утворюється пружна пневматична подушка і одночасно

активується схема керування електромагнітом 4 через фотоелемент 10 завдяки попаданню на нього відбитого від поверхні об'єкта 9 концентрованого світлового потоку (рис. 5). Під дією сил в'язкого тертя відбувається провертання об'єкта навколо власної осі. У момент, коли проміжок між джерелом світлового потоку 5 і фотоелементом 10 та отвір 8 співпадуть, оптичний сигнал на фотоелементі 10 зникне, тому що світловий потік із джерела 5 пройде крізь отвір 8 і не відіб'ється на фотоелемент 10. Спрацює електромагніт 4, який притягне до себе об'єкт 9 і зафіксує в даному положенні. Після цього можна припинити подачу стиснутого повітря в камеру 1. Даний принцип орієнтації можна використати і для випадку позиціонування під деталлю.

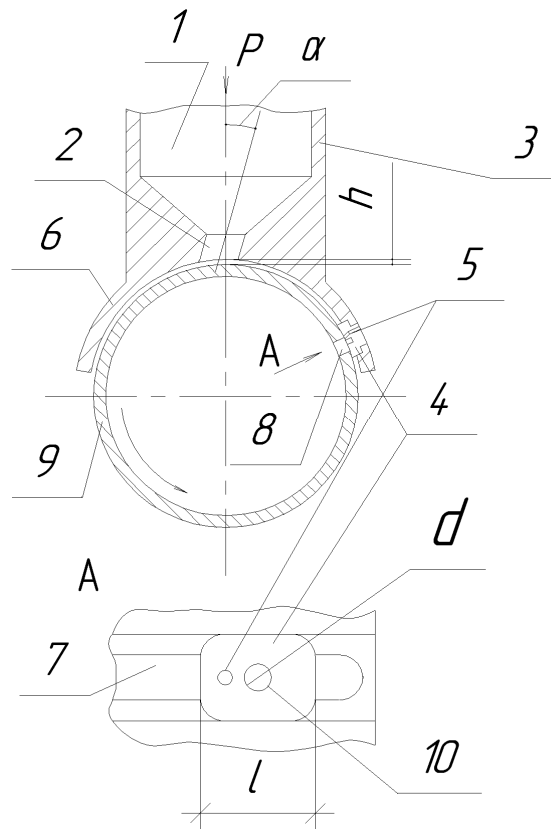


Рисунок 4 – Струменевий захоплювально-орієнтуючий пристрій із оптичною системою і електромагнітом

Силу тертя потоку повітря до поверхні об'єкта маніпулювання слід обчислювати за формулою [6]:

$$F_m = C_D \cdot \frac{1}{2} \rho v^2 S, \quad (1)$$

де C_D – коефіцієнт в'язкого тертя, який залежить від числа Рейнольдса та шорсткості поверхні об'єкта маніпулювання; ρ – густина потоку повітря; v – середня швидкість потоку повітря; S – площа активної поверхні об'єкта маніпулювання.

На рис. 6 показано графік зміни коефіцієнта C_D залежно від значення числа Рейнольдса [7].

Для розрахунку крутного моменту можна використати таке рівняння [6]:

$$M = C_D \cdot \frac{1}{2} \rho v^2 S R, \quad (2)$$

де R – зовнішній радіус об’єкта маніпулювання.

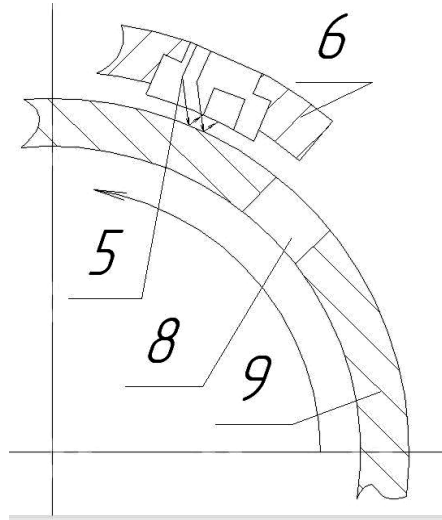


Рисунок 5 – Зона електромагніту і фотоелемента в збільшеному масштабі

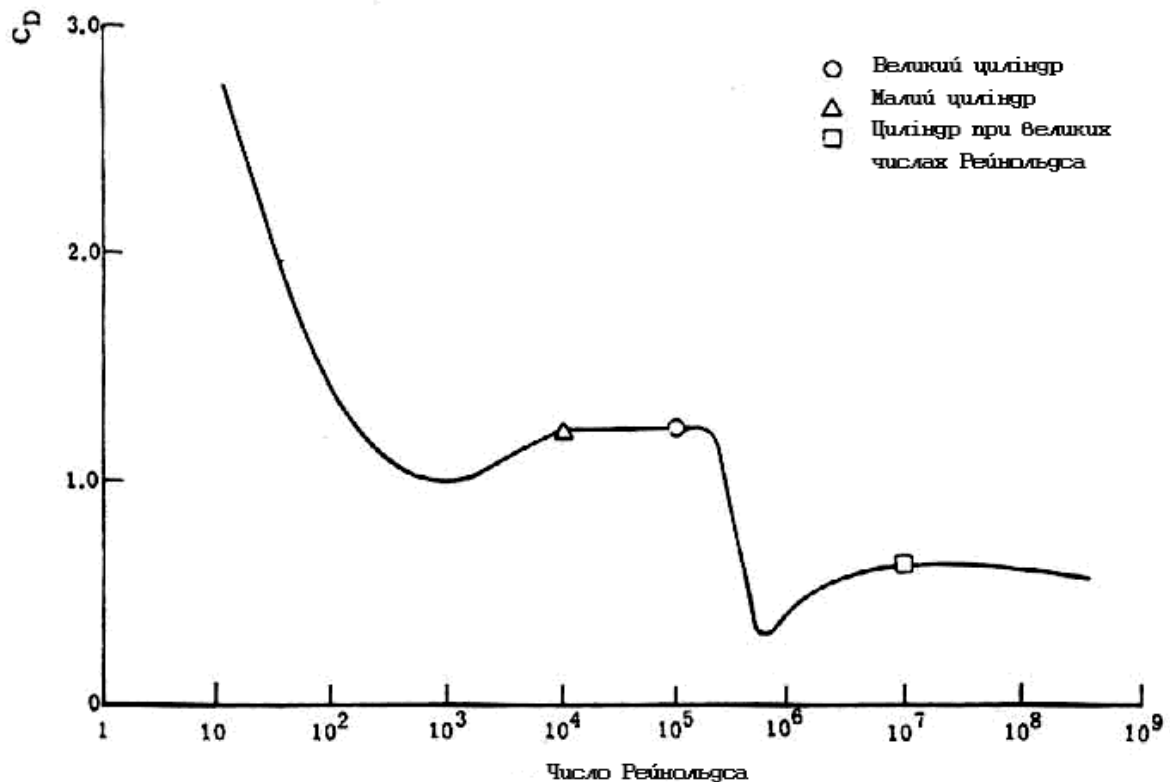


Рисунок 6 – Значення коефіцієнта в’язкого тертя залежно від числа Рейнольдса

Висновки. Запропоновано конструктивні схеми захоплювально-орієнтуєчих пристроїв з можливістю позиціонування над і під циліндричним об’єктом маніпулювання. Дані пристрої мають невисоку собівартість

виготовлення і забезпечують довговічність роботи при дотриманні високої точності позиціонування. Показано вплив основних параметрів газового потоку на силу в'язкого тертя повітря до поверхні об'єктів маніпулювання та крутний момент, що забезпечує необхідну кутову орієнтацію об'єктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. D. Biegelsen, W. Jackson, A. Berlin and P. Cheung Air jet arrays for precision positional control of flexible media // Proc. International Conference on Micromechatronics for Information and Precision Equipment, Tokyo, Japan, 1997. – Vol. 97-207. – pp. 631-634.
2. A. Berlin, D. Biegelsen, P. Cheung, M. Fromherz, D. Goldberg, W. Jackson, E. Panides, B. Preas, J. Reich and L. Swartz Paper Transport using Modulated Air Jet Arrays // Proceedings of NIP15 : The International Conference on Digital Printing Technologies, October 1999.
3. D. Biegelsen, E. Panides, L. Swartz, W. Jackson, A. Berlin, Characterization of Shear Stress Field Induced by Obliquely Impinging Airjets // Proceedings of the Symposium on Micro-Mechanical Systems, ASME International Mechanical Engineering Congress and Exhibition, Nashville, TN, to be published, 1999.
4. M. Shikida, K. Sato, S. Tanaka, Y. Kawamura and Y. Fujisaki, Electrostatically-actuated gas valve with large conductance // Technical Digest, The 7th International Conference on Solid-State Sensors and Actuators, Yokohama, Japan, 1993. – pp. 771-773.
5. Авт. Свід. СРСР № 548409, М. Кл². В23Q7/04. – Бюл. № 8, 28.02.77.
6. Дейч М. Е. Техническая газодинамика / М. Е. Дейч – М. : Энергия, 1974. – 592 с.
7. Дмитриев В. Н. Основы пневмоавтоматики / В. Н. Дмитриев, В. Г. Градецкий. – М. : Машиностроение, 1973. – 360 с.

Савкив В.Б., Бигус В.В., Савкив Г.В. АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ СТРУЙНЫХ ЗАХВАТЫВАЮЩЕ-ОРИЕНТИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

В статье представлен анализ конструктивных схем бесконтактных струйных захватывающе-ориентирующих устройств, обеспечивающих необходимую для производства угловую ориентацию цилиндрических объектов манипулирования. Предложены базовые формулы для расчета силы вязкого трения потока воздуха к поверхности объектов манипулирования и крутящего момента, что обеспечивает необходимую угловую ориентацию объектов. Приведен график для определения коэффициента вязкого трения потока воздуха к поверхности объектов.

Ключевые слова: бесконтактное захватывающее устройство, сопло, аэродинамический эффект.

Savkiv V.B, Bihus V.V, Savkiv G.V. ANALYSIS OF CONSTRUCTION DIAGRAMS OF IMPINGEMENT JET GRIPPING-HANDLING DEVICES

Analysis of construction diagrams of contactless impingement jet gripping-handling devices ensuring the necessary angle orientation of cylinder manipulation objects is given. Fundamental formulas for calculating the force of viscous friction of the air flow to the surface of manipulated objects and the rotational moment to ensure the necessary angle orientation of objects are proposed. The diagram for defining the performance factor of viscous friction of air flow to object surfaces is presented.

Keywords: contactless gripping device, nozzle, aerodynamic effect.