

УДК 685.312

Т.Г. ЛУКАНІНА, Д.А. МАКАТЬОРА

Київський національний університет технологій та дизайну

**ПЕРЕМІЩЕННЯ ТА ОРІЄНТУВАННЯ ВИРОБІВ ПНЕВМАТИЧНИМИ
ПРИСТРОЯМИ**

В роботі розглянуто можливість переміщення та зміни напрямку руху липких, фарбованих, таких, що легко деформуються, виробів за допомогою повітряних струменів пневматичними транспортними пристроями.

Ключові слова: пневматичний пристрій, транспортування, струмінь, тиск, швидкість.

Специфікою сучасної промисловості є великий асортимент виробів, що випускаються, і це вимагає створення універсального обладнання, яке легко переналагоджується. В Україні існує велика кількість робіт з проектування машин і машин-автоматів, що забезпечують зниження основного машинного часу, однак цього при сучасному рівні розвитку виробництва недостатньо [7, 8], тому слід враховувати, що до 80% робочого часу йде на виконання допоміжних операцій: взяти деталь, перенести, зорієнтувати, винести із зони обробки. Одним з основних шляхів збільшення продуктивності праці в промисловості є створення таких пристроїв, які дозволять, при порівняно невеликих витратах матеріальних засобів і часу, перетворити обладнання, яке використовується, в універсальне, що значно підвищить продуктивність праці, культуру виробництва і безпеку роботи. Застосування пристроїв транспортування і орієнтування виробів при подачі його до технологічних машин є важливим чинником часткової, комплексної та повної автоматизації виробничих процесів.

Постановка завдання

Серед множини транспортуючих засобів окреме місце займають пневматичні завантажувальні, орієнтуючі та транспортуючі пристрої, які здійснюють свої функції за допомогою повітряних струменів [1, 4]. Це дає можливість переміщати і орієнтувати липкі або пофарбовані вироби [6], такі, що мають високу відлущуваність поверхневого шару, намазані клеєм, виключаючи їх контакт з напрямними і транспортуючими поверхнями. Мета дослідження полягає у визначенні параметрів руху вищевказаних виробів у пневматичному каналі з можливістю зміни напрямку їх руху за допомогою стислого повітря.

Результати та їх обговорення

Розглянемо рух виробу в пневматичному пристрої зі змінною формою транспортуючого каналу, який має, на першому етапі транспортуванні прямолінійну траєкторію, а на другому – дугоподібну з радіусом округлення r . Причому транспортування виробів відбувається повітряними струменями, що витікають зі щілин в бокових стінках каналу. Зазначимо, вільний турбулентний струмінь, що витікає зі щілинного сопла (рис.1) [3, 4], має різні осьові швидкості на початковій ділянці струменя, де товщина повітряної просторової зони $h \leq h_H$ і на основній ділянці $h \geq h_H$ [2, 3]. Тоді

$$\frac{V_o}{V_{oc}} = \sqrt{0,3 + 0,14 \frac{x}{a_0}}, \quad (1)$$

де V_o – осьова швидкість струменя на початковій ділянці; V_{oc} – осьова швидкість потоку на основній ділянці струменя; x – довжина струменя, яка визначається як відстань від стінки каналу до бокової поверхні виробу; a_0 – ширина щілини.

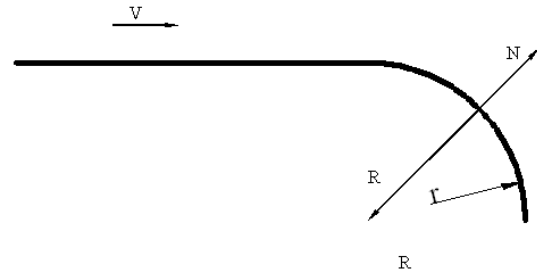
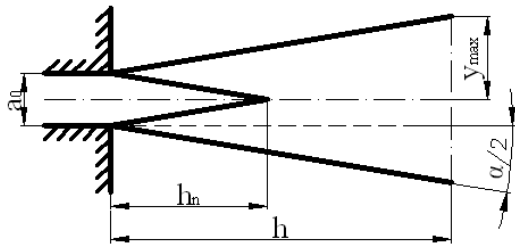


Рис. 1. Вільний турбулентний струмінь Рис.2. Криволінійна ділянка пневматичного пристрою

Швидкість повітряного потоку в будь якій точці струменя, приграничного шару, визначається рівнянням [9]:

$$U = U_{oc} \left[1 - \sqrt{\left(\frac{y}{y_{max}} \right)^3} \right]^2, \quad (2)$$

де y – відстань від осі струменя до будь якій точки на його основній ділянці; y_{max} – максимальна півширина струменя.

Максимальна півширина вільного турбулентного струменя з кутом розчину $\alpha = 17^{\circ}20'$ дорівнює y_{max} [2, 9].

Вважаємо, що тиск на бокову поверхню виробу дорівнює швидкісному натиску, та використавши рівняння (1) та (2), отримаємо:

$$y_{max} = \frac{a_0}{2} + x \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{a_0}{2} + 0,15 \cdot x, \quad (3)$$

$$P = \rho \frac{U^2}{2}, \quad (4)$$

де ρ – масова густина повітря.

$$P_{x,y} = \rho \frac{U_0^2}{2} \cdot \frac{\left[1 - \left(\frac{2y}{a_0 + 0,3x} \right)^{3/2} \right]^4}{0,3 + 0,14 \frac{x}{a_0}}. \quad (5)$$

Швидкісний натиск $P_0 = \rho \frac{U_0^2}{2}$ реалізується на початковій ділянці струменя.

На одиничну ділянку довжини виробу на площадці dy діє сила, що дорівнює

$$dF_{x,y} = P_{x,y} \cdot dy. \quad (6)$$

Сумарна сила тиску на бокову поверхню виробу дорівнює:

$$F = 2 \int_0^{yx} dF_{x,y} \cdot dy \quad (7)$$

або, з урахуванням (5),

$$F = \frac{2P_0}{0,3 + 0,14 \frac{x}{a_0}} \int_0^{yx} \left[1 - \left(\frac{2y}{a_0 + 0,3x} \right)^{3/2} \right]^4 \cdot dy. \quad (8)$$

Після розв'язання рівняння отримаємо:

$$F = C_1 + \frac{C_2}{C_3 + x}, \quad (9)$$

де $C_1 = 0,686P_0a_0$; $C_2 = 0,816P_0a_0$; $C_3 = 2,15a_0$.

Коли виріб змінює напрям руху на криволінійній ділянці каналу з радіусом кривизни r (рис. 2) аеродинамічний вплив струменів повітря, що витікає, напрямлений на подолання відцентрової сили, яка діє на виріб, і визначається як:

$$R = \frac{m \cdot v^2}{r} \quad (10)$$

де m – маса виробу; v – швидкість переміщення виробу на вході в криволінійну ділянку пневматичного пристрою.

Розглянемо виріб на границі початкової та основної ділянки струменя. Зусилля dF_n , яке діє на ділянку dn , що розташована на відстані x_n від осі щілини, дорівнює:

$$dF_n = \left(C_1 + \frac{C_2}{C_3 + x_n} \right) \cdot dn \quad (11)$$

Величину x_n визначаємо за наступних припущень: довжина виробу менше радіуса закруглення транспортуючого каналу, тому розглядаємо закруглення як пряму (рис.3); щілина для витoku стислого повітря по всій довжині виробу перпендикулярна до нього.

$$x_n = h_n + n \cdot \operatorname{tg}\beta; \quad (12)$$

де

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{r - \sqrt{r^2 - l^2}}{l};$$

$$l - \text{півширина виробу, і} \quad x_n = 5a_0 + n \cdot \left[\frac{r}{l} - \sqrt{\left(\frac{r}{l}\right)^2 - 1} \right]. \quad (13)$$

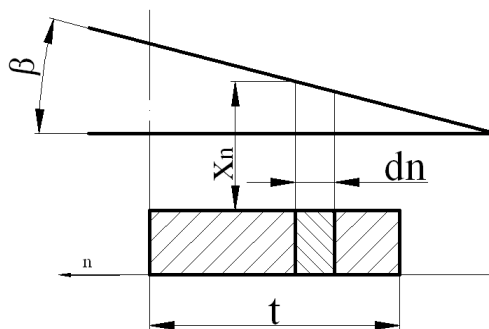


Рис. 3. Схема розташування виробу в каналі

Зусилля, яке діє на всю ділянку,

$$F = 2 \int_0^l \left(C_1 + \frac{C_2}{C_3 + x_n} \right) \cdot dn = 2 \int_0^l \left[C_1 + \frac{C_2}{7,15a_0 + n \frac{r}{l}} - \sqrt{\left(\frac{r}{l}\right)^2 - 1} \right] \cdot dn = 2 \int_0^l \left(C_1 + \frac{C_2}{C_4 + nC_5} \right) \cdot dn, \quad (14)$$

де $C_4 = 7,15a_0$, $C_5 = \frac{r}{l} - \sqrt{\left(\frac{r}{l}\right)^2 - 1}$.

Тоді,

$$F = 2 \left[\int_0^l C_1 dn + \int_0^l \frac{C_2}{C_4 + C_5 n} dn \right] = 2C_1 n \Big|_0^l + 2 \frac{C_2}{C_5} \int_0^l \frac{dn}{\frac{C_4}{C_5} + n} = 2C_1 l + 2 \frac{C_2}{C_5} \cdot \ln \left(\frac{C_4}{C_5} + n \right) \Big|_0^l = 2C_1 l + 2 \frac{C_2}{C_5} \cdot \ln \frac{\frac{C_4}{C_5} + l}{\frac{C_4}{C_5}} =$$

$$= 2 \left[C_1 l + \frac{C_2}{C_5} \ln \frac{C_4 + C_5 l}{C_4} \right]; \quad (15)$$

тобто

$$\frac{mv^2}{r} = 2 \left[C_1 l + \frac{C_2}{C_5} \ln \frac{C_4 + C_5 l}{C_4} \right]. \quad (16)$$

Підставляємо значення C_1, C_2, C_3, C_4, C_5 і отримуємо:

$$\frac{mv^2}{r} = 0,686P_0 a_0 l + \frac{0,816P_0 a_0^2}{\frac{r}{l} - \sqrt{\frac{r^2}{l^2} - 1}} \ln \frac{7,15a_0 + \left[\frac{r}{l} \sqrt{\left(\frac{r}{l}\right)^2 - 1} - l \right]}{7,15a_0} =$$

$$= 1,372P_0 a_0 l + \frac{1,632P_0 a_0^2 l}{r - \sqrt{r^2 - l^2}} \ln \frac{7,15a_0 + r - \sqrt{r^2 - l^2}}{7,15a_0}. \quad (17)$$

Звідси визначаємо швидкість v , з якою виріб повинен переміщатись по транспортній доріжці перед закругленням радіуса r :

$$v = \sqrt{1,372 \frac{P_0 a_0 l r}{m} \left(1 + \frac{1,19a_0}{r - \sqrt{r^2 - l^2}} \ln \frac{7,15a_0 + r - \sqrt{r^2 - l^2}}{7,15a_0} \right)}. \quad (18)$$

Висновки

Проведені дослідження дають змогу визначити таку швидкість виробу на прямолінійному відрізку транспортуючого засобу, щоб мати можливість змінити напрям його руху на необхідний радіус кривизни, виключаючи контакт з боковими напрямними поверхнями.

Список використаної літератури

1. В.К. Битюков, «Механизация и автоматизация производства», №4, 1967.
2. Л.А. Залмазон, Теория элементов пневматики, «Наука», 1969.
3. Луканіна Т.Г. Визначення тиску в повітряному прошарку при безконтактному транспортуванні тіл – Вісник Хмельницького університету – 2006 – № 4. – С. 54–57.
4. Луканіна Т.Г. Пристрій для безконтактного переміщення виробів – Вісник КНУТД. – 2008 – № 5. – С. 123-126.
5. Луканіна Т.Г. Визначення параметрів переміщення тіл за допомогою повітряних струменів – Вісник КНУТД. – 2009 – № 6. – С. 171–175.
6. Луканіна Т.Г. Координування тіл в процесі їх переміщення за допомогою повітряного потоку – Вісник КНУТД. – 2010 – № 1. – С. 181–186.

7. Серганов А.Г. Разработка и исследование пневматических устройств подачи и ориентации плоского полуфабриката на автоматизированном оборудовании кожевенно-обувного производства. автореф. дис. ... канд. техн. : 05.02.13 / А.Г. Серганов – М.: – 1984. – 22 с.

8. Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat
<http://www.dissercat.com/content/razrabotka-i-issledovanie-pnevmaticheskikh-ustroystv-podachi-i-orientatsii-ploskogo-polufabr#ixzz2Nu8lXeuA>

9. Шлихтинг Г.Н. Теория пограничного слоя. – М.: Наука, 1989.

Стаття надійшла до редакції 08.04.2013

Перемещение и ориентирование изделий пневматическими устройствами

Луканина Т.Г., Макатора Д.А.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

В работе рассмотрена возможность перемещения и изменения направления движения липких, неокрашенных, легко деформируются, изделий с помощью воздушных струй пневматическими транспортными устройствами.

Ключевые слова: пневматическое устройство, транспортирование, струя, давление, скорость.

Movement and articles orientuvannya pneumatic devices

T. Lukanina, D. Makatora

Kiev National University of Technologies and Design

We consider the possibility of moving and changing direction of sticky, unpainted, easily deformed, articles by air jets pneumatic transport devices.

Keywords: pneumatic device, transportation, jet pressure, speed.