

КАРМАЛІТА А. К.

Хмельницький національний університет
<https://orcid.org/0000-0003-4397-2988>
e-mail: akarmalita89@gmail.com

ПУНДИК С. І.

Хмельницький національний університет
<https://orcid.org/0000-0001-5832-5527>
e-mail: sera88p@gmail.com

ДРАПАК Г. М.

Хмельницький національний університет
<https://orcid.org/0000-0002-4908-0887>
e-mail: g_drapak@i.ua

МЕЛЬНИК В. І.

Хмельницький національний університет
<https://orcid.org/0000-0002-1173-4638>
e-mail: oks81mik@i.ua

АНАЛІЗ МЕХАНІЧНИХ СПОСОБІВ КОНТРОЛЮ ПОЛОЖЕННЯ ПЛОСКИХ ДЕТАЛЕЙ ВЗУТТЯ ПО ВЛАСТИВОСТЯХ ПОВЕРХОНЬ

У статті розглянуто способи вирішення проблеми орієнтації плоских деталей з різними властивостями поверхонь, які поступають на робочу позицію технологічного устаткування. Для правильної установки деталей на технологічну обробку потрібно виявити їх положення і, у випадку неправильного, переорієнтувати. Для цього запропоновано пристрої для контролю положення за фрикційними властивостями та асиметрією топографії поверхонь, а також їх конструктивні розрахунки.

Ключові слова: фрикційні властивості, топографія, валки, струмені повітря.

Anatolii KARMALITA, Serhii PUNDYK, Georgy DRAPAK, Vasilii MELNIK
Khmelnytsky National University

ANALYSIS OF MECHANICAL METHODS OF CONTROLLING THE POSITION OF FLAT SHOE PARTS BY SURFACE PROPERTIES

The article considers ways to solve the problem of orientation of flat parts with different properties of surfaces that come to the working position of technological equipment. Mechanical methods of controlling the position of flat parts of footwear on the properties of surfaces are based on the use of asymmetry of their frictional properties or the magnitude of surface irregularities. In some cases, in the process of position control with the help of devices that implement these methods, it is possible to simultaneously transport the part to the working position of the process equipment or to the position of reorientation. Frictional properties of surfaces of any materials are characterized by the coefficient of friction, which depends on the elastic properties of the material, surface roughness, specific load and many other parameters that characterize the molecular interaction of surfaces in the contact zone. Most shoe materials have different frictional properties of the front and back surfaces. This provides the ability to automatically orient parts made of such materials on the basis of "front side - reverse side" using the differences in the frictional properties of the surfaces of the part. The use of rolls as sensors to control the position of flat shoe parts on the frictional properties of surfaces and simultaneous transportation of parts from the control position to the loading or reorientation position greatly simplifies the control operation, increases productivity and reliability of control devices. For correct installation of details on technological processing it is necessary to reveal their position and, in case of incorrect, to reorient. For this purpose, devices for position control on frictional properties and asymmetry of surface topography, as well as their design calculations are proposed.

Key words: frictional properties, topography, rolls, air jets.

Постановка проблеми у загальному вигляді

та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Механічні способи контролю положення плоских деталей взуття по властивостях поверхонь засновані на використанні асиметрії їх фрикційних властивостей або величини нерівностей поверхонь. В окремому випадку в процесі контролю положення за допомогою пристроїв, що реалізують ці способи, можливо одночасне транспортування деталі на робочу позицію технологічного устаткування або на позицію переорієнтування.

Дослідженню фрикційних властивостей матеріалів, які застосовуються для деталей взуття, присвячено кілька робіт [1]. Аналізуючи їх, можна зробити висновок про те, що більшість взуттєвих матеріалів мають різні фрикційні властивості лицьової і виворітної поверхонь. Це передбачає можливість автоматичного орієнтування деталей з таких матеріалів за ознакою "лицьова сторона - виворітна сторона" з використанням відмінності фрикційних властивостей поверхонь деталі.

Виклад основного матеріалу

1. Контроль положення плоских деталей взуття по фрикційних властивостях поверхонь

Фрикційні властивості поверхонь будь-яких матеріалів характеризуються коефіцієнтом тертя, який залежить від пружних властивостей матеріалу, шорсткостей поверхонь, питомого навантаження і багатьох інших параметрів, що характеризують молекулярну взаємодію поверхонь у зоні контакту.

На рис.1 зображена схема контролю положення плоских деталей взуття по фрикційних властивостях поверхонь за допомогою двох фрикційних валків [2].

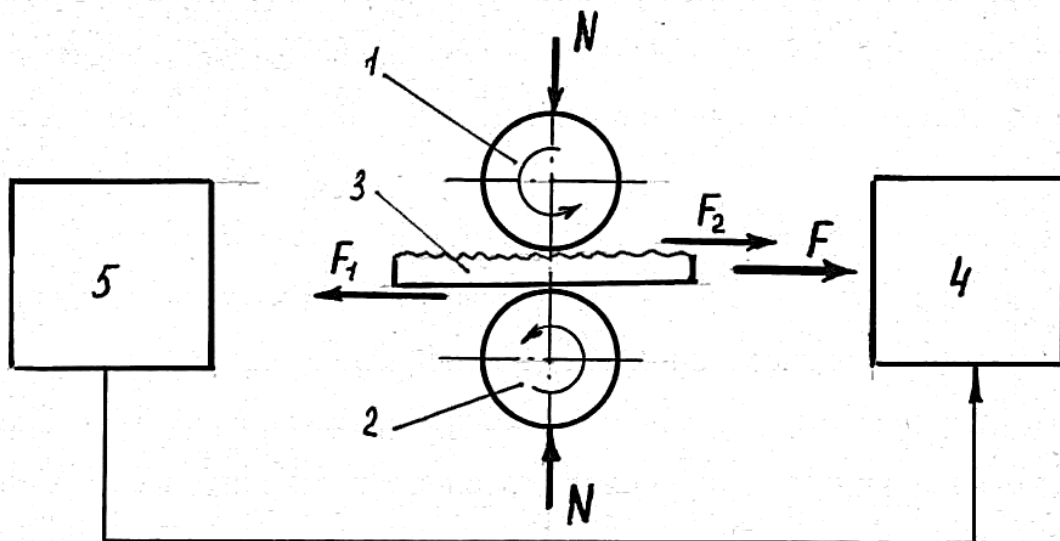


Рис.1. Схема контролю положення плоских деталей взуття по фрикційних властивостях поверхонь

На схемі представлені однакові валки 1 і 2, контрольована деталь 3, позиція завантаження 4 і позиція переорієнтування 5.

Контроль здійснюється в такий спосіб. Плоску деталь, що має асиметрію фрикційних властивостей поверхонь, поміщують між контролюючими валками з однакового матеріалу, що мають однакову шорсткість поверхонь, однаковий діаметр і обертаються в одну сторону. Потім валки притискають до протилежних поверхонь деталі. При цьому, якщо фрикційні властивості поверхонь деталі будуть різними, то, відповідно, будуть різними по величині і сили тертя F_1 і F_2 між деталлю й валками. У результаті деталь буде переміщатися тим валком, який контактує з поверхнею з більшою силою тертя.

Таким чином, у процесі контролю положення деталей переміщується з позиції контролю на позицію завантаження в технологічне обладнання або на позицію переорієнтування залежно від її вихідного положення.

При цьому зусилля переміщення деталі, у випадку $F_2 > F_1$

$$F = F_2 + F_1 = N(f_2 - f_1) \quad (1)$$

де N - зусилля притиснення валків,

f_1, f_2 - коефіцієнти тертя між валками й поверхнями деталі.

Головними факторами, за інших рівних умов, що впливають на ефективність контролю даним способом, є матеріал валків і зусилля притиснення валків.

Розрахунки пристроїв для контролю, що реалізують цей спосіб, не викликає більших труднощів, тому що фрикційні властивості взуттєвих матеріалів, а також матеріалів для валків досить повно вивчені.

Застосування валків як датчиків контролю положення плоских деталей взуття по фрикційних властивостях поверхонь і одночасного транспортування деталей з позиції контролю на позицію завантаження або переорієнтації значно спрощує операцію контролю, підвищує продуктивність і надійність контролюючих пристроїв.

2. Контроль положення плоских деталей взуття по асиметрії топографії поверхонь

Багато натуральних і штучних матеріалів, які використовуються у взуттєвому виробництві, крім інших відмінностей, мають різні нерівності (різну топографію), а також різну ворсистість на лицьовій і виворітній поверхнях, які можуть бути природними, створюватися штучно з декоративною або іншою спеціальною метою в процесі обробки [1].

Відмінність полягає у величині нерівностей і ворсу, їх розташуванню на поверхнях, а також у їхніх пружних властивостях.

Це створює можливість здійснити контроль положення плоских деталей взуття по властивостях поверхонь за допомогою способів, заснованих на використанні зазначених ознак.

2.1 Контроль положення плоских деталей взуття за допомогою струменів повітря

На рис.2 зображена схема контролю положення плоских деталей взуття по асиметрії нерівностей і ворсистості поверхонь за допомогою струменів повітря [3].

На схемі представлено дві пневматичні камери 1, встановлені на платформі 2, що мають патрубки 3 для приєднання до системи подачі стисненого повітря. У стінці кожної камери, зверненої до протилежної камери (яку далі будемо називати несучою поверхнею камери), виконані рівномірно розподілені по всій її поверхні отвори (сопла) 4, осі яких розташовані під однаковим кутом до поверхні стінки. При цьому осі отворів однієї камери паралельні осям отворів іншої камери і суми площ отворів у стінках камер рівні між собою.

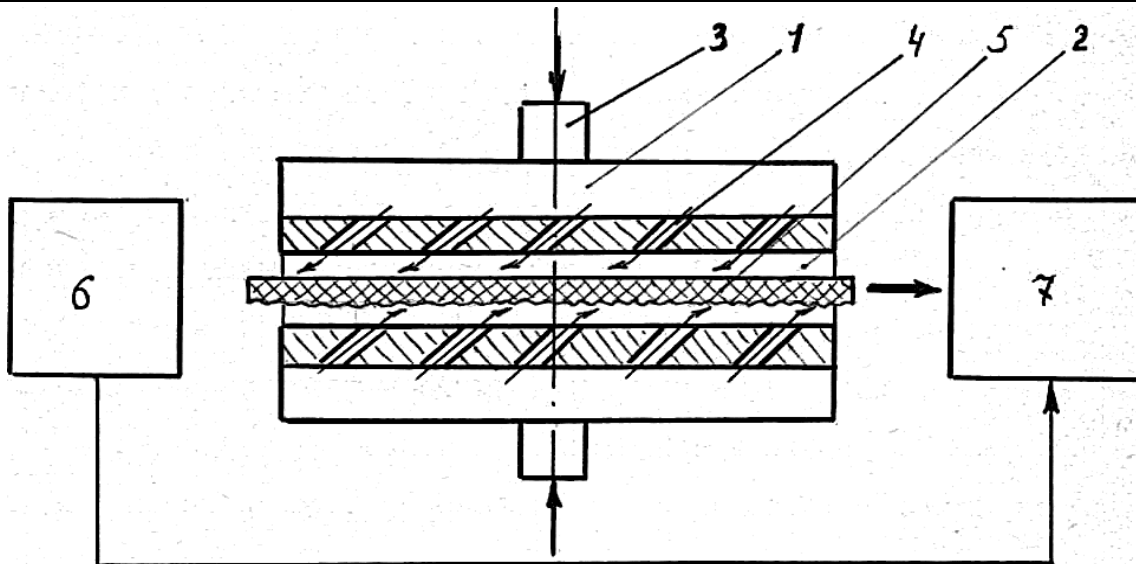


Рис.2. Схема контролю положення плоских деталей взуття по асиметрії шорсткості поверхонь за допомогою струменів повітря

Усі зазначені вимоги для розташування і розмірів отворів необхідні для створення рівнозначних умов впливу струменів повітря на протилежні поверхні деталі 5.

Контроль здійснюється в такий спосіб. Підлягаюча контролю деталь 5 встановлюється своїм найменшим розміром (ребром) на платформі 2 між двома камерами 1. Стиснене повітря через патрубки 3 подається в камери й виходить звідти через отвори 4, діючи на поверхні деталі.

Схема дії складових сил від впливу повітряного струменя на плоску деталь у початковий момент контролю, коли деталь перекриває всі сопла, показана на рис.3.

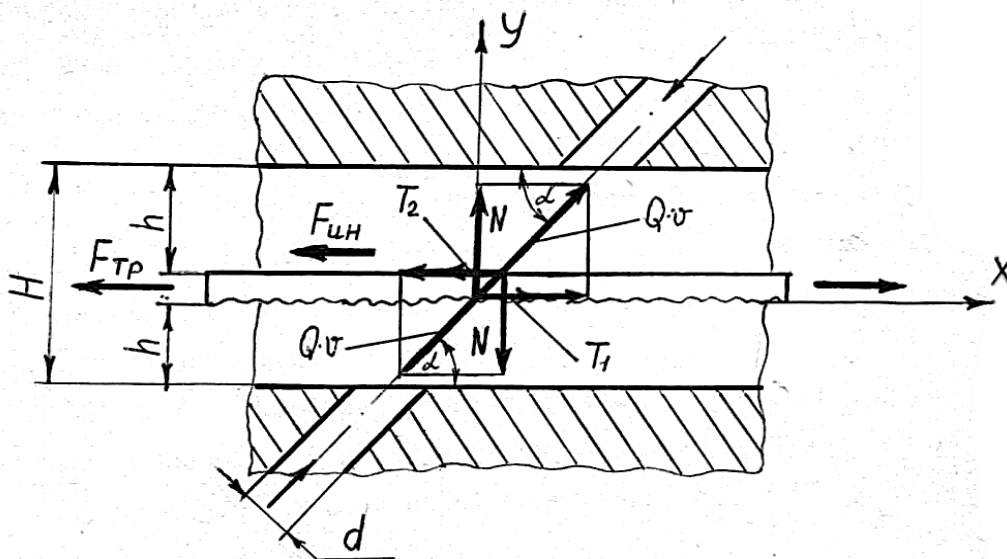


Рис.3. Схема сил, що діють на плоску деталь у процесі контролю положення по властивостях поверхонь за допомогою струменів повітря сторуни в різних кількостях

Якщо струмінь повітря діє на деталь і спрямований під деяким кутом α до її поверхні, то силу дії її можна розкласти на дві складові: у напрямку нормалі до поверхні деталі N і уздовж її поверхні T . Тут слід помітити, що при зустрічі струменя повітря з поверхнею деталі під кутом $\alpha \neq 90^\circ$ повітря розтікається по поверхні деталі в усі

Кількість стікаючого в тому чи іншому напрямку повітря залежить від багатьох факторів і, насамперед від кута нахилу сопла α , зазору h між поверхнею деталі і несучою поверхнею камери і величини нерівностей поверхні. Тому силу T слід розглядати як результуючу сил, однакових по природі з нею і спрямованих у різні сторони. Сила T виконує роль рушійної сили в напрямку транспортування.

Сила N сприяє створенню зазору h між деталлю й несучою поверхнею камери.

Застосовуючи закон про кількість руху, сили N і T можна визначити з виразів:

$$N_1 = N_2 = Q \cdot \rho \cdot \sin \alpha \tag{2}$$

$$T_1 = C_1 \cdot Q \cdot \rho \cdot \cos \alpha \tag{3}$$

$$T_2 = C_2 \cdot Q \cdot \rho \cdot \cos \alpha \tag{4}$$

де Q - секундна масова витрата повітря,

ϑ - швидкість повітря,

C_1, C_2 - коефіцієнти, що характеризують нерівності поверхонь деталі.

Позначаючи $C = C_1 - C_2$ - коефіцієнт, що характеризує різницю топографічної характеристики поверхонь деталі, одержимо рівняння руху деталі в процесі контролю (рис.3):

$$cQ\vartheta \cos \alpha - F_{mp} = m\ddot{x}$$

де m - маса деталі;

F_{mp} - сила тертя між деталлю і поверхнею основи пристрою для контролю.

Силами тертя поверхонь деталі об повітряну подушку можна знехтувати, тому що вони на два порядки менше чим сили тертя поверхні деталі об поверхню основи з будь-якого антифрикційного матеріалу.

Аналізуючи формули 2, 3, 4 можна висловити деякі міркування відносно теоретичного обґрунтування області оптимального кута нахилу сопла α . Зі зменшенням кута α збільшується сила T і одночасно зменшується сила N , збільшуються також габарити пристрою. Тому кут α необхідно брати як можна меншим з урахуванням величини сили N , яка повинна бути достатньою для втримання деталі у вертикальному положенні, щоб виключити її торкання несучих поверхонь камер.

При теоретичному обґрунтуванні оптимального діаметра сопла d і відстані між несучими поверхнями камер H необхідно враховувати умову бездросельного витікання повітря в системі "сопло-заслонка" [4]:

$$h \geq 0,25d$$

З іншого боку, зменшення діаметра сопла d за умови збереження сумарної площі сопел несучих поверхонь камер, веде до збільшення кількості сопел, а отже, зменшенню кроку між ними. Ця обставина повинна забезпечити більш рівномірне поле тиску в системі "несуча поверхня камери-деталь", що має істотне значення для м'яких деталей.

Рекомендується довжину сопла (товщину стінки камери) брати зі співвідношення:

$$l = d$$

При цій умові струмінь повітря на виході із сопла заповнює весь перетин. Більшу довжину брати не рекомендується, тому що до місцевих опорів у входу в сопло додаються втрати на тертя в каналі сопла.

Зі схеми сил (рисунк.3) зусилля переміщення в початковий його момент можна записати у вигляді:

$$T > F_{mp} + F_{in} \quad (5)$$

або:

$$cQ\vartheta \cos \alpha > mgf + \frac{d^2 x}{dt^2} m \quad (6)$$

де F_{in} - сила інерції,

F_{mp} - сила тертя між деталлю і поверхнею платформи,

f - коефіцієнт тертя,

m - маса деталі,

$\frac{d^2 x}{dt^2}$ - прискорення.

Силами тертя поверхонь деталі об повітряну подушку можна зневажити, тому що вони на два порядки менше сили тертя поверхні деталі об поверхню платформи з будь-якого антифрикційного матеріалу [5].

Експериментально були визначені коефіцієнти C , що характеризують відмінність у топографічних характеристиках поверхонь деяких деталей взуття з найпоширеніших матеріалів.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

1. Промислові роботи займають все більшу частку в технічному оснащенні підприємств легкої промисловості. Більша частина з них це не адаптивні програмні роботи, які працюють по жорсткій програмі. Менша частина це адаптивні роботи, які мають сенсорні захвати. Якщо для програмних роботів необхідне обов'язкове впорядкування середовища об'єктів обробки то для адаптивних потрібні сенсорні захвати, які будуть розпізнавати положення тих же об'єктів. Як в першому так і в другому випадку необхідно створити системи для контролю положення об'єктів роботизації.

2. Задачі орієнтування включають в себе елементи проблеми розпізнавання об'єктів, а саме розпізнавання положення об'єктів по відношенню до робочих органів технологічних машин чи захватів промислових роботів

3. Більшість плоских деталей взуття мають асиметрію фрикційних властивостей і величини нерівності поверхонь, що забезпечило можливість створення механічних способів контролю положення за властивостями поверхонь, які відрізняються простотою конструкції і надійністю в роботі.

Література

1. Коновал В. П., Гаркавенко С. С. Довідник взуттєвика: Київ: Лібра, 2005, С. 80–98.
2. Способ контроля положения плоских деталей обуви по фрикционным свойствам поверхности: пат. 3411335 СССР: МПК А43D 1/00. №1057000; заявл. 1982.03.18; опубл. 1983.11.30, 2 с.
3. Способ подачи деталей обуви с различной шероховатостью поверхности на технологическую обработку: пат. 3411334 СССР: МПК А43D 111/00. №1063378; заявл. 1982.03.18; опубл. 1983.12.30, 3 с.
4. Брюханов, О. Н., Коробко В. И., Мелик-Аракелян А. Т. Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики : учебн. Москва, ИНФРА-М, 2005. 254 с.
5. Закалов, О. В., Закалов І. О. Основи тертя і зношування в машинах : навч. посіб. Тернопіль, Видавництво ТНТУ ім. І.Пулля, 2011. 322 с.

References

1. Konoval V. P., Harkavenko S. S. Dovidnyk vzuttievyka: Kyiv: Libra, 2005, S. 80–98.
2. Sposob kontrolya polozheniya ploskih detalej obuvi po frikcionnym svojstvam poveryhnosti: pat. 3411335 SSSR: MPK A43D 1/00. №1057000; zayavl. 1982.03.18; opubl. 1983.11.30, 2 s.
3. Sposob podachi detalej obuvi s razlichnoj sherohovatostyu poveryhnosti na tehnologicheskuyu obrabotku: pat. 3411334 SSSR: MPK A43D 111/00. №1063378; zayavl. 1982.03.18; opubl. 1983.12.30, 3 s.
4. Bryuhanov, O. N., Korobko V. I., Melik-Arakelyan A. T. Osnovy gidravliki, teplotehniki i aerodinamiki : uchebn. Moskva, INFRA-M, 2005. 254 s.
5. Zakalov, O. V., Zakalov I. O. Osnovy tertia i znoshuvannia v mashynakh : navch. posib. Ternopil, Vydavnytstvo TNTU im. I.Puliua, 2011. 322 s.