

<https://doi.org/10.30857/2786-5371.2024.1.5>

УДК 685.34.05

КАРМАЛІТА А. К., ПУНДИК С. І.

Хмельницький національний університет, Україна

СПОСОБИ КОНТРОЛЮ ПОЛОЖЕННЯ ПЛОСКИХ ДЕТАЛЕЙ ВЗУТТЯ ЗА АСИМЕТРІЄЮ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОВЕРХОНЬ

Мета. Системний пошук раціональних та ефективних рішень по створенню пристроїв для контролю положення та орієнтації плоских деталей взуття за асиметрією поверхонь для організації середовища роботи промислових роботів.

Методика. У роботі використано метод системного, теоретичного та порівняльного аналізів. Теоретичні дослідження ґрунтуються на базових положеннях фізики та технології виробництва легкої промисловості.

Результати. Встановлено, що процес орієнтування об'єктів роботизації один із елементів упорядкування середовища, завдання орієнтування включає елементи контролю положення. Тому контроль положення об'єктів роботизації є невід'ємною частиною упорядкування середовища.

Для орієнтації плоских деталей взуття, поряд з контролем положення деталей за геометричними ознаками, необхідний контроль їхнього положення за асиметрією властивостей поверхонь. Існуючі в приладобудуванні та машинобудуванні прилади для контролю положення плоских деталей по асиметрії властивостей поверхонь неможливо застосувати для більшості плоских деталей взуття, оскільки властивості поверхонь цих деталей мають свою специфіку. Досліджені раніше способи контролю положення взуттєвих деталей по асиметрії властивостей поверхонь складні та ненадійні в роботі, оскільки всі вони є багатоступневими системами, в яких сигнал, отриманий від датчиків контролю, перш ніж дати команду виконавчому механізму, повинен пройти велику трасу через елемент, що порівнює, підсилювач, виконавчий елемент. Кожен із цих ступенів є складним пристроєм і збій у роботі одного з них призводить до порушення працездатності всієї системи.

Тому необхідно створити нові, більш досконалі та надійні способи контролю, провести їх дослідження, спрямовані на одержання чітких рекомендацій та типових методик розрахунку контролюючих пристроїв.

Наукова новизна. Проведено системний аналіз способів контролю положення плоских деталей за асиметрією поверхонь в різних галузях промисловості, Запропоновано класифікацію способів контролю положення плоских деталей в залежності від їх фізико механічних властивостей. Встановлено, що існуючі способи є малоефективними для плоских деталей взуття і є потреба створити нові, більш досконалі та надійні способи контролю.

Практична значимість. Одержані результати досліджень можуть бути використані при проектуванні пристроїв для контролю положення та орієнтації плоских деталей взуття при їх автоматичній подачі на технологічну обробку.

Ключові слова: плоскі деталі; контроль положення; асиметрія поверхонь; автоматичне орієнтування; взуття.

Вступ. 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.

Автоматичне орієнтування плоских деталей у загальному випадку є більш важким завданням, ніж орієнтування деталей форми тіл обертання. Відбувається це тому, що плоскі деталі можуть мати більше різних положень [1, 2].

Автоматичне орієнтування плоских деталей взуття ускладнюється ще рядом причин: невеликою жорсткістю деталей, складністю конфігурації, неточністю розмірів, асиметрією властивостей поверхонь, великою кількістю типорозмірів, парністю деталей і т.д.

Постановка завдання. Необхідність контролю положення плоских деталей взуття по асиметрії властивостей поверхонь в основному обумовлена двома причинами:

1. Наявністю різної фактури, шорсткості та ворсистості лицьової та виворітної сторін деталей.

2. Парністю деталей взуття, тобто наявністю дзеркальних лівої та правої деталей, що виключає заміну контролю за асиметрією властивостей поверхонь відомими способами контролю за геометричними ознаками.

Для підтвердження цього розглянемо приклад, коли необхідно подати шкіряну підошву на позицію технологічної обробки (ТО) носком вперед і бахтарм'яною стороною вгору (рис. 1).

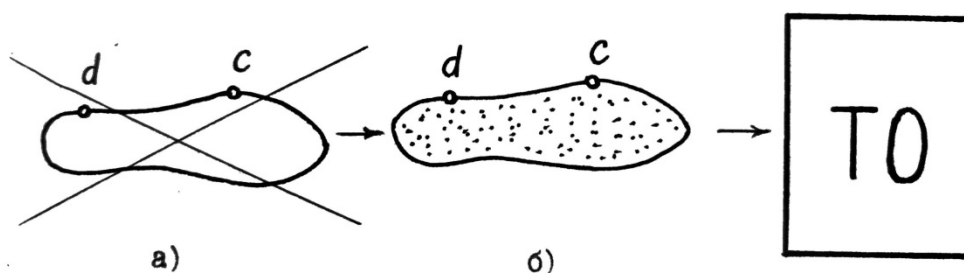


Рис. 1. Можливі положення парних деталей

На рис. 1, б показано ліву підошву, яка зорієнтована за геометричними ознаками відомими способами [3, 4] і положення якої відповідає поставленому завданню (бахтарм'яною стороною вгору).

На рис. 1, а показана права підошва тієї ж пари взуття, положення якої за геометричними ознаками аналогічне положенню лівої підошви, оскільки положення контрольних точок d і c збігається. Але при цьому не виконана друга вимога завдання, оскільки підошва знаходиться в положенні «бахтарм'яною стороною вниз».

Результати дослідження. У приладобудуванні та машинобудуванні зустрічаються плоскі деталі, що мають в основному два типи асиметрії властивостей поверхонь:

1. Коли одна поверхня має діелектричні властивості, а протилежна металізована.
2. Коли одна поверхня гладка, а протилежна має регулярно розташовані на ній нерівності правильної геометричної форми, (отвори, виступи, виїмки, пази і т.д.). На рис. 2 показані приклади таких деталей: на рис. 2, а – плоска кругла керамічна пластинка, металізована з одного боку, що застосовується для виготовлення радіодеталей; на рис. 2, б – плоска деталь з паралельними прямокутними виступами на одній з поверхонь (наприклад, деталь корпусу інтегральної схеми).

У техніці існують пристрої контролю стану і орієнтування таких деталей [6, 7].

Враховуючи, що деталі взуття виготовляються переважно тільки з діелектричних матеріалів, крім металізованої з одного боку штучної шкіри, що застосовується для спеціального взуття, описаного в [6] пристрій можна застосувати лише в тому випадку, якщо на одну з поверхонь деталі взуття нанести металізовані мітки.

Деякі деталі взуття (наприклад, підошви та каблучки для спеціального взуття) мають рифлення правильної геометричної форми і для контролю їх положення та орієнтації можуть бути застосовані пристрої, подібні до описаних у [7].

Найбільш близькими та прийнятними для взуттєвого виробництва є відомі у техніці пристрої для контролю положення та орієнтування плоских деталей, описані в роботах [8, 9].

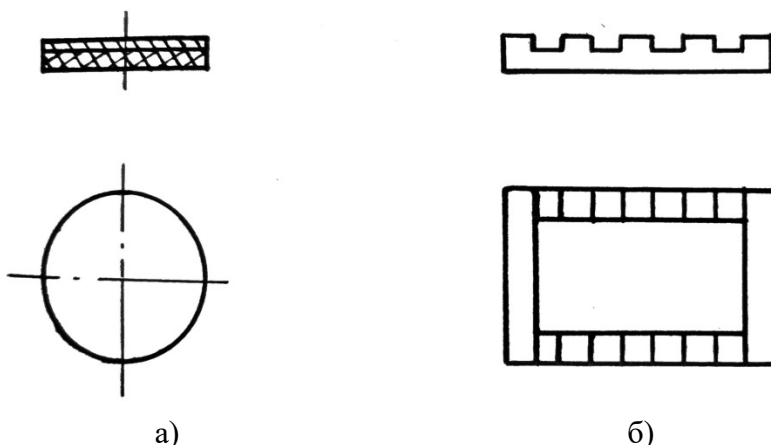


Рис. 2. Приклади деталей, що мають різні характеристики поверхонь, що застосовуються у приладобудуванні

На рис. 3 зображена схема пристрою для контролю положення та орієнтування плоских об'єктів роботизації (зокрема кахельних плиток) за фрикційними властивостями поверхонь.

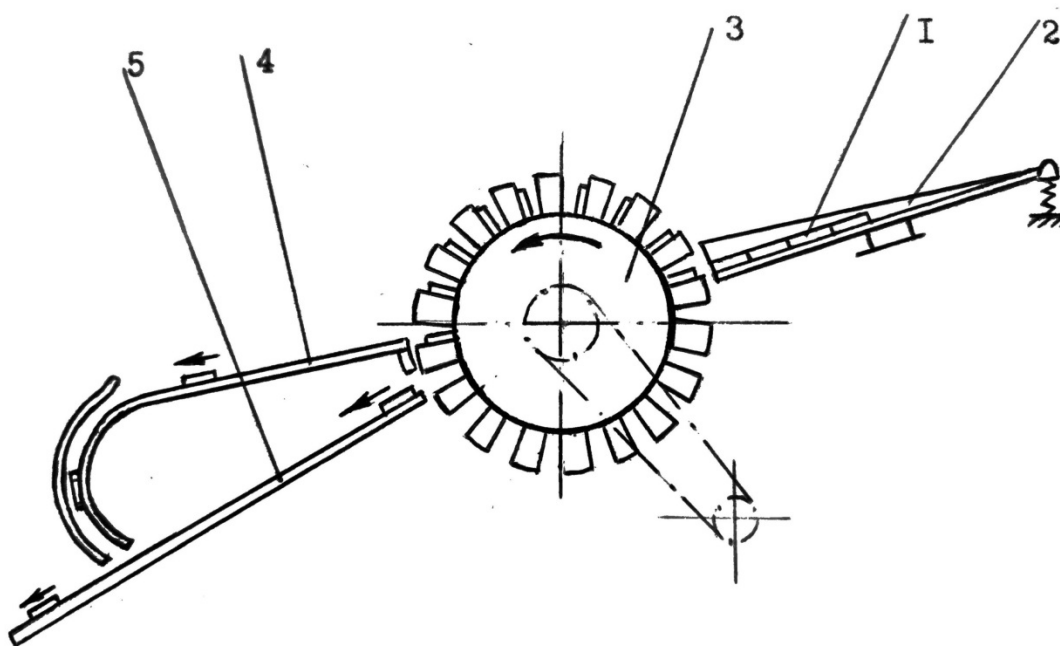


Рис. 3. Схема пристрою для контролю положення та орієнтування плоских деталей за фрикційними властивостями поверхонь

Плитка 1 переміщається по вібрлотку 2 і потрапляє в комірку барабана 3. Барабан повертається і переносить плитку на протилежну сторону. Залежно від кута нахилу стінки комірки барабана та горизонтальної площини та коефіцієнта тертя поверхні плитки об поверхню стінки комірки, плитка, ковзаючи по стінці, потрапляє в переорієнтовний лоток 4 або лоток 5 і далі переміщається в орієнтованому положенні.

Такий пристрій можна застосувати у взуттєвому виробництві за умови роботи з деталями, поверхні яких мають суттєву різницю та незначні коливання величини коефіцієнтів тертя протилежних сторін. В іншому випадку важке їх орієнтування та розрахунок положення лотків 1 та 2 відносно барабана. Крім того, деталі мають бути досить жорсткими.

На рис. 4 зображена схема пристрою для орієнтованої подачі деталей з різною шорсткістю поверхонь [9].

Деталі 1 з вібробункера 2 переміщуються по вібрлотку 3, якому є вікно 4. Механізм контролю положення складається з нескінченної стрічки, виконаної з полімерного матеріалу, що електризується (наприклад, поліуретану), що переміщається за допомогою великого шківів 6 і малого 7 над вікном вібрлотка. Під вікном є ролик 10, що обертається, який притискає деталі до нескінченної стрічки. Якщо деталі притиснуться до стрічки гладкою поверхнею, то вони утримуються на ній за рахунок ефекту вакуумно-молекулярного зчеплення, переносяться на лоток і скидаються в орієнтованому положенні у вібробункер. Правильно орієнтовані деталі переміщуються по вібрлотку в робочу зону промислового робота 9. Пристрій можна застосувати для контролю за положенням дрібних взуттєвих деталей, наприклад, прикрас зі штучних матеріалів з лакованою лицьовою поверхнею.

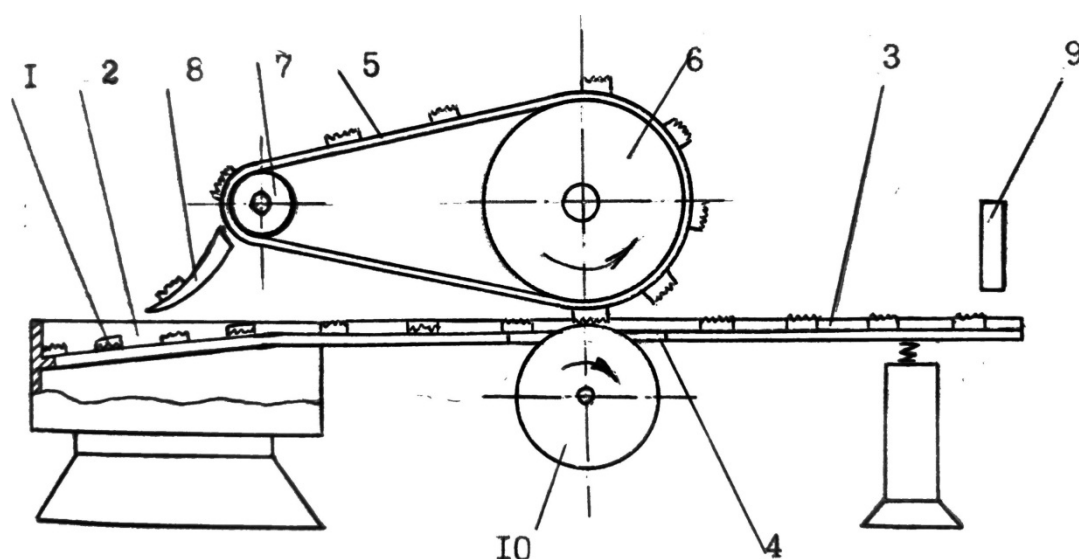


Рис. 4. Схема пристрою для орієнтованої подачі деталей із різною шорсткістю поверхонь

Нам відома лише одна робота [5], яка присвячена дослідженню деяких властивостей поверхонь взуттєвих деталей, а також деяких способів контролю положення деталей по асиметрії властивостей поверхонь.

У ній зазначається, що найбільш характерними властивостями поверхонь плоских взуттєвих деталей, які можуть бути використані при розпізнанні лицьового і виворітного шару, слід враховувати щільність, пружність, колір, профіль, фактуру, електропровідність, а також здатність деяких матеріалів створювати заряд статичної електрики при зіткненні з діелектриками.

У запропонованих способах контролю збирання інформації про фактичне положення деталі здійснюють чутливі елементи датчики, що реагують на ті чи інші характеристики деталей. Отриману інформацію контрольні органи (КО) перетворюють на сигнал, який потім передається на виконавчі органи сепаруючих, переорієнтовуючих або виконуючих операції іншого виду пристроїв. Таким чином, сигнал, що отримується контрольними органами, є керуючим для наступних органів, механізмів або пристроїв.

При автоматичному контролі положення деталі за властивостями поверхонь можуть використовуватися датчики, принцип дії яких залежить від матеріалу деталі, властивостей поверхонь та етапу технологічного процесу.

Якщо всі деталі мають різну фактуру, ворсистість або шорсткість поверхонь, то можуть бути використані електростатичний (рис. 5), термоелектричний (рис. 6) і фотоелектричний (рис. 7) способи.

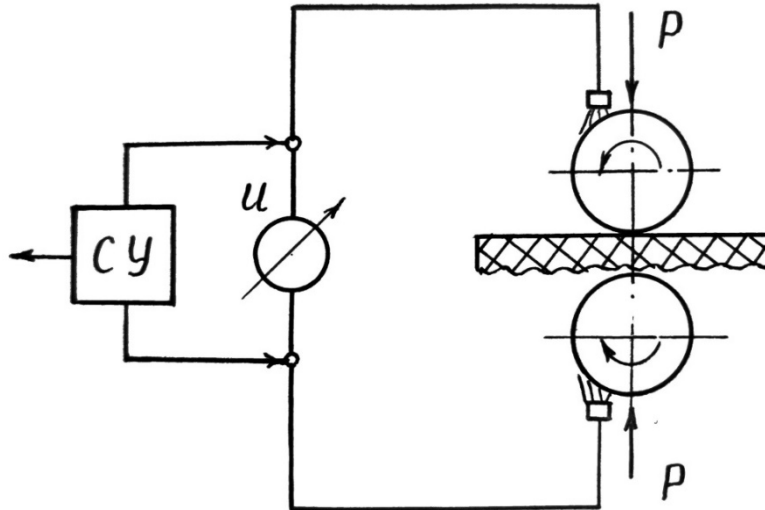


Рис. 5. Схема електростатичного способу контролю положення плоских деталей взуття за властивостями поверхонь

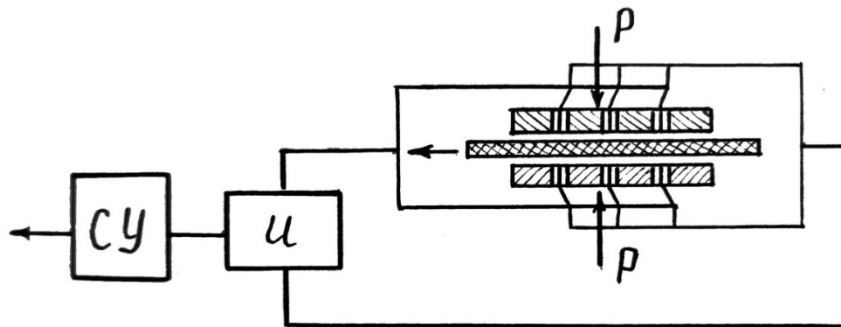


Рис. 6. Схема термоелектричного способу контролю за положенням плоских деталей взуття за властивостями поверхонь

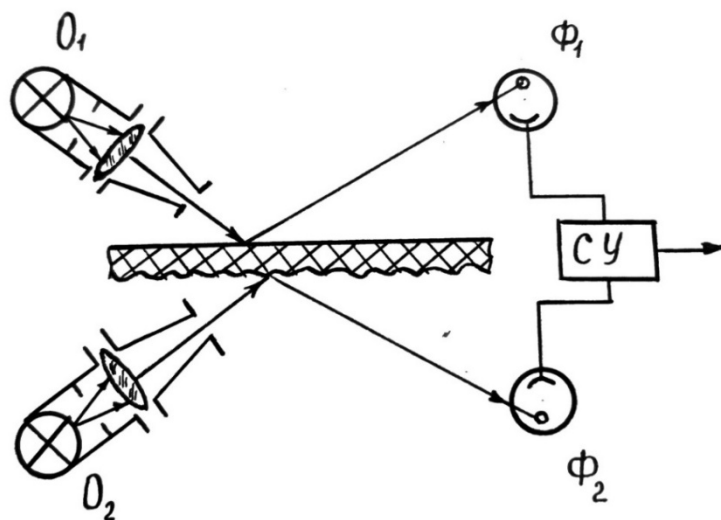


Рис. 7. Схема фотоелектричного способу контролю положення плоских деталей взуття за властивостями поверхонь

Коли контролю за асиметрією властивостей поверхонь підлягають деталі, що мають різну щільність сторін, а отже, різну опірність входженню в неї голки або кульки, можна використовувати індуктивний, індукційний, ємнісний, реостатний, електронний способи (рис. 8).

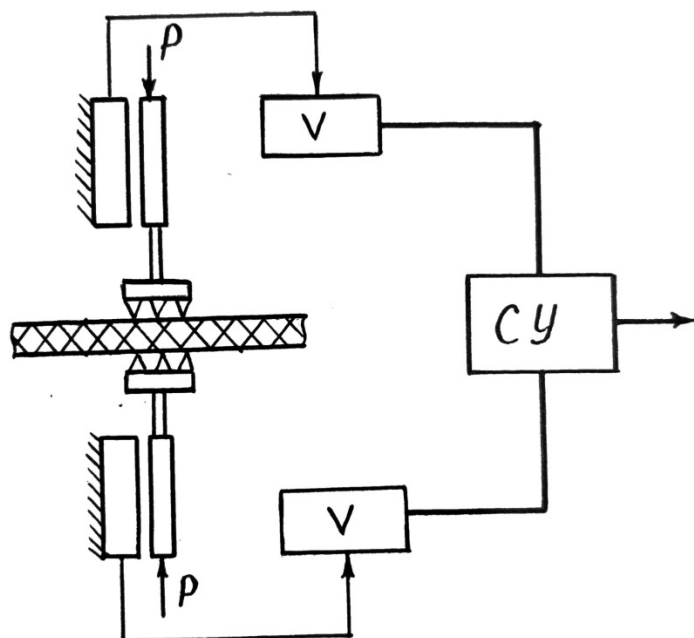


Рис. 8. Схема індуктивного способу контролю стану плоских деталей взуття за властивостями поверхонь

При контролі положення деталей, що володіють різною пружністю лицьового та виворітного шару, можна використовувати акустичний спосіб із застосуванням ультразвукових датчиків, оскільки такі поверхні по різному поглинають і відбивають звукові хвилі (рис. 9).

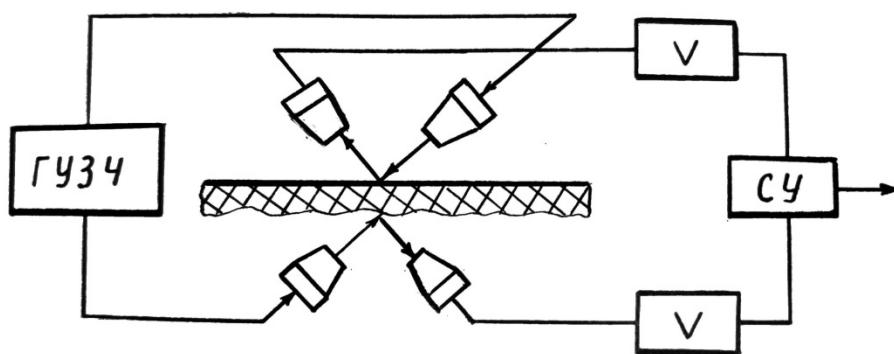


Рис. 9. Схема ультразвукового способу контролю положення плоских деталей взуття за властивостями поверхонь

Проведені в роботі [5] дослідження показали такі можливості використання омичних опорів поверхневих шарів деталі для контролю положення її за властивостями поверхонь.

В якості датчиків у цьому випадку використовувалися датчики спеціальної конструкції (рис. 10). Однак усі ці способи, описані в роботі [5] мають ряд недоліків.

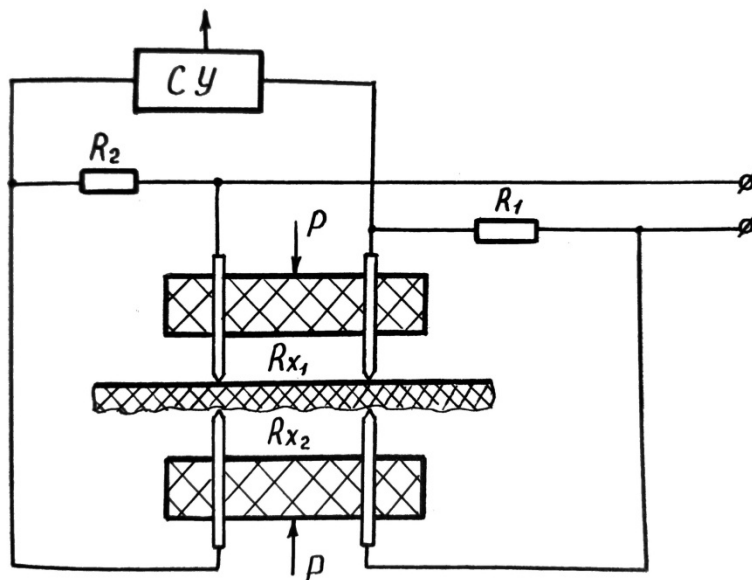


Рис. 10. Схема тензометричного способу контролю за положенням плоских деталей взуття за властивостями поверхонь

Електростатичний спосіб [10] придатний тільки для сухих волокнистих матеріалів – діелектриків. При реалізації термоелектричного способу має місце короткий термін служби датчиків, так як головки термопар в результаті тертя деталь швидко зношуються. Фотоелектричний спосіб важко реалізувати у виробничих умовах у зв'язку із запиленістю. При використанні акустичних датчиків важко виключити шкідливу дію ультразвукових хвиль на людину. Спосіб з використанням омичних датчиків придатний тільки для зволжених деталей, покритих клейовою плівкою або сухих з наявністю вологої клейової плівки.

Крім зазначених недоліків, усі вони мають також три загальні, значні недоліки:

- 1) висока вартість через використання складних і дорогих пристроїв;
- 2) складність в експлуатації, оскільки потрібні висококваліфіковані спеціалісти для їх налагодження та обслуговування;
- 3) недостатня надійність, оскільки сигнал, отриманий від датчиків контролю, повинен пройти велику трасу до виконавчого органу, через порівнювальну систему, підсилювач, виконавчий механізм, що ускладнює пристрій та знижує надійність способу, так як збої в роботі окремих елементів призводять до низької працездатності способу в цілому або, у деяких випадках, його повній відмові.

Механічні способи контролю положення плоских деталей взуття по властивостях поверхонь засновані на використанні асиметрії їх фрикційних властивостей або величини нерівностей поверхонь є більш простими та надійними. 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 [2].

Нами запропоновано спосіб контролю положення плоских деталей взуття за допомогою струменів повітря, на який отримано патент на винахід [11]. Для проектування пристроїв, які реалізують цей спосіб, необхідно виконати наукові дослідження з метою виявлення всіх факторів та параметрів, що впливають на процес контролю.

Висновки:

1. Процес орієнтування об'єктів роботизації одна із елементів упорядкування середовища; завдання орієнтування включає елементи контролю положення. Таким чином,

контроль за положенням об'єктів роботизації є невід'ємною частиною упорядкування середовища.

2. Для орієнтації плоских деталей взуття, поряд з контролем положення деталей за геометричними ознаками, необхідний контроль їхнього положення за асиметрією властивостей поверхонь.

3. Існуючі в приладобудуванні та машинобудуванні прилади для контролю положення плоских деталей по асиметрії властивостей поверхонь неможливо застосувати для більшості плоских деталей взуття, оскільки властивості поверхонь цих деталей мають свою специфіку.

4. Досліджені раніше способи контролю положення взуттєвих деталей по асиметрії властивостей поверхонь складні та ненадійні в роботі, оскільки всі вони є багатоступеневими системами, в яких сигнал, отриманий від датчиків контролю, перш ніж дати команду виконавчому механізму, повинен пройти велику трасу через елемент, що порівнює, підсилювач, виконавчий елемент. Кожен із цих ступенів є складним пристроєм і збій у роботі одного з них призводить до порушення працездатності всієї системи.

5. Необхідно створити нові, більш досконалі та надійні способи контролю, провести їх дослідження, спрямовані на одержання чітких рекомендацій та типових методик розрахунку контролюючих пристроїв.

References

Література

1. Muliar, Yu. I., Repinskyi, S. V. (2020). Avtomatyzatsiia vyrobnytstva v mashynobuduvanni: navchalnyi posibnyk [Automation of production in mechanical engineering: study guide]. Vinnytsia: VNTU. Part II. 123 p. [in Ukrainian].
1. Муляр Ю. І., Репінський С. В. Автоматизація виробництва в машинобудуванні: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2020. Частина II. 123 с.
2. Karmalita, A. K., Pundyk, S. I., Drapak, H. M., Melnyk, V. I. (2022). Analiz mekhanichnykh sposobiv kontroliu polozhennia ploskykh detalei vzuttia po vlastyivostyakh poverkhon [Analysis of mechanical methods of controlling the position of flat shoe parts by surface properties]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu = Bulletin of the Khmelnytskyi national university*, No. 3, P. 194–198 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2022-309-3-194-198>.
2. Кармаліта А. К., Пундик С. І., Драпак Г. М., Мельник В. І. Аналіз механічних способів контролю положення плоских деталей взуття по властивостях поверхонь. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2022. № 3. С. 194–198. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2022-309-3-194-198>.
3. Konoval, V. P., Harkavenko, S. S., Svistunova, L. T. (2010). Universalnyi dovidnyk vzuttievyka [A universal guide for a shoemaker]. Kyiv: Libra. 720 p. [in Ukrainian].
3. Коновал В. П., Гаркавенко С. С., Свістунова Л. Т. Універсальний довідник взуттєвика. К.: Лібра, 2010. 720 с.
4. Konoval, V. P., Svistunova, L. T., Oliinykova, V. V. (2003). Tekhnolohiia vzuttievoho vyrobnytstva: pidruchnyk dlia uchniv profesiino-tekhn. navchalnykh zakladiv [Technology of shoe production: a textbook for students of professional and technical. educational institutions]. Kyiv: Lybid. 368 p. [in Ukrainian].
4. Коновал В. П., Свістунова Л. Т., Олійникова В. В. Технологія взуттєвого виробництва: підручник для учнів професійно-технічних навчальних закладів. К.: Либідь, 2003. 368 с.
5. Semenikhina, L. F. (1972). Kontrol polozheniya detaley po svoystvam poverkhnostey: dissertatsiya kand. tekhn. nauk. [Control of the position of parts according to surface properties: Ph. D. dissertation technical sciences]. Kyiv. [in Russian].
5. Семенихина Л. Ф. Контроль положения деталей по свойствам поверхностей: диссертация канд. техн. наук. К., 1972.
6. A.s. 699582 SSSR, MPK H01G 13/00. Ustroystvo dlya sortirovki zagotovok radiodetaley [Device for sorting blanks of radio components]. A. D. Astakhov, I. N. Goltsov,
6. А.с. СРСР 699582, МПК H01G 13/00. Устройство для сортировки заготовок радиодеталей. А. Д. Астахов, И. Н. Гольцов, Г. С. Рычков, Э. А. Жилин (СССР).

- G. S. Rychkov, E. A. Zhilin. No. 2341555; заявл. 05.04.76; опубл. 05.04.76; опубл. 25.11.79, Вjul. No. 43 [in Russian]. № 2341555/18-21; заявл. 05.04.76; опубл. 25.11.79, Бюл. №43.
7. A.s. 999188 SSSR, MPK H05K 13/02. Ustroystvo dlya orientatsii detaley, preimushchestvenno ploskikh s parallel'nymi pryamougol'nymi vystupami na odnoy iz ploskostey [A device for orienting parts, predominantly flat with parallel rectangular protrusions on one of the planes]. V. N. Luzay. No. 3336668; заявл. 09.09.81; опубл. 23.02.83, Вjul. No. 7 [in Russian]. 7. А.с. СРСР 999188, МПК H05K 13/02. Устройство для ориентации деталей, преимущественно плоских с параллельными прямоугольными выступами на одной из плоскостей. В. Н. Лузай (СССР). № 3336668/18-21; заявл. 09.09.81; опубл. 23.02.83, Бюл. № 7.
8. A.s. 389998 SSSR, MPK B65G 47/24. Ustroystvo dlya orientatsii ploskikh izdeliy [Device for orienting flat products]. V. L. Kokotov, V. G. Letunovskiy. No. 1642860; заявл. 19.04.71; опубл. 11.07.73, Вjul. No. 30 [in Russian]. 8. А.с. СРСР 389998, МПК B65G 47/24. Устройство для ориентации плоских изделий. В. Л. Кокотов, В. Г. Летуновский (СССР). № 1642860/29-33; заявл. 19.04.71; опубл. 11.07.73, Бюл. №30.
9. A.s. 1048527 SSSR, MPK N01G 13/00. Ustroystvo dlya orientirovannoy podachi detaley [Device for oriented feeding of parts]. P. A. Shevinov, N. P. Balovnev. No. 3442681; заявл. 24.05.82; опубл. 15.10.83, Вjul. No. 28 [in Russian]. 9. А.с. СРСР 1048527, МПК N01G 13/00. Устройство для ориентированной подачи деталей. П. А. Шевинов, Н. П. Баловнев (СССР). № 3442681/18-21; заявл. 24.05.82; опубл. 15.10.83, Бюл. № 28.
10. Suslikov, L. M., Studeniak, I. P. (2016). Neruinivni metody kontroliu: navchalnyi posibnyk [Non-destructive control methods: a study guide]. Uzhhorod: UzhNU. 192 p. [in Ukrainian]. 10. Сусліков Л. М., Студеняк І. П. Неруйнівні методи контролю: навчальний посібник. Ужгород: УжНУ, 2016. 192 с.
11. Patent of Ukraine № 154403 UA, MPK V65N 3/08 (2006.01) Sposib oriientovanoi podachi na obrobku ploskykh detalei z riznoiu shorstkistiu poverkhon [The method of oriented feeding for processing flat parts with different surface roughness]. A. K. Karmalita, S. I. Pundyk. № 2023 02942; zaiavl. 16.06.2023; opub. 08.11.2023, Biul. № 1. 3 p. [in Ukrainian]. 11. Патент на корисну модель 154403 UA, МПК V65N 3/08 (2006.01) Спосіб орієнтованої подачі на обробку плоских деталей з різною шорсткістю поверхонь. А. К. Кармаліта, С. І. Пундик. № 2023 02942; заявл. 16.06.2023; опуб. 08.11.2023, Бюл. № 1. 3 с.

KARMALITA ANATOLII

Candidate of Sciences in Engineering (PhD), Associate Professor, Department of Machines and Apparatus, Electromechanical and Energy Systems, Khmelnytskyi National University, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-4397-2988>
E-mail: akarmalita89@gmail.com

PUNDYK SERHII

Department of Machines and Apparatus, Electromechanical and Energy Systems, Khmelnytskyi National University, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-5832-5527>
E-mail: sera88p@gmail.com

KARMALITA A. K., PUNDYK S. I.

Khmelnytskyi National University, Ukraine

METHODS OF CONTROLLING THE POSITION OF FLAT PARTS OF SHOE BY ASYMMETRY OF THE SURFACE PROPERTIES

Purpose. A systematic search for rational and effective solutions for the creation of devices for controlling the position and orientation of flat parts of shoes according to the asymmetry of the surfaces for the organization of the working environment of industrial robots.

Methodology. The method of systematic, theoretical and comparative analyzes was used in the work. Theoretical studies are based on the basic principles of physics and technology of light industry production.

Findings. It was established that the process of orienting robotic objects is one of the elements of environmental organization; the orientation task includes position control elements. Therefore, control of the position of robotics objects is an integral part of the organization of the environment.

For the orientation of flat shoe parts, along with the control of the position of the parts according to geometric features, it is necessary to control their position according to the asymmetry of the surface properties. The devices for controlling the position of flat parts based on the asymmetry of the surface properties existing in instrument and mechanical engineering cannot be applied to most of the flat parts of shoes, since the properties of the surfaces of these parts have their own specificity. The previously investigated methods of controlling the position of shoe parts by the asymmetry of the surface properties are complicated and unreliable in operation, since they are all multi-stage systems in which the signal received from the control sensors, before giving a command to the actuator, must pass a long route through the comparing element, amplifier, executive element. Each of these stages is a complex device, and a malfunction of one of them leads to a malfunction of the entire system.

Therefore, it is necessary to create new, more advanced and reliable methods of control, to conduct their research aimed at obtaining clear recommendations and typical methods of calculating control devices.

Originality. A systematic analysis of the methods of controlling the position of flat parts according to the asymmetry of surfaces in various industries was carried out. The classification of methods of controlling the position of flat parts depending on their physical and mechanical properties was proposed. It has been established that the existing methods are ineffective for flat shoe parts and there is a need to create new, more advanced and reliable control methods.

Practical value. The obtained research results can be used in the design of devices for controlling the position and orientation of flat parts of shoes during their automatic submission to technological processing.

Keywords: flat parts; position control; surface asymmetry; automatic orientation; shoes.