

- Хомяк, А.І. Марченко. – № u200812855; заявл. 03.11.2008, Бюл. № 8, 2009. – 2 с.  
 6. Детали машин / [Добровольский В.А. и др.]. – М. – К. : Машгиз, 1962. – 604 с.  
 7. Райко М.В. Расчет деталей и узлов машин / Райко М.В. – К. : Техніка, 1966. – 500 с.  
 8. Гузенков П.Г. Детали машин / Гузенков П.Г. – М. : Высшая школа, 1982. – 351 с.  
 9. Хомяк О.М. Передачи / О.М. Хомяк, Б.Ф. Піпа. – К. : КНУТД, 2003. – 167 с.

Надійшла 28.1.2011 р.

УДК 685.34.07

Г.М. ДРАПАК, П.С. МАЙДАН  
 Хмельницький національний університет

## СКЛАДАННЯ ЗАГОТОВОК ВЕРХУ ВЗУТТЯ ПРИ БАЗУВАННІ ДЕТАЛЕЙ З СИСТЕМОЮ ВІДЛІКУ КООРДИНАТ З КУТА ДЕТАЛІ

*В статті наводиться аналітичне дослідження точності процесу базування деталей при складанні заготовок верху взуття з розташуванням системи відліку координат в куті деталей. Проаналізовано фактори, які впливають на похибки розташування осей деталей. Запропоновано геометричні параметри за допомогою яких можливо характеризувати точність спряження деталей перед їх складанням у виріб*

*In this article is provided analytical research of accuracy of details basing process of assembling of shoe uppers with a system of reference coordinates of the detail corner. Factors which affecting on the error of location the details axis are analyzed. A geometrical parameters by which we can characterize the accuracy of conjugation the details before their assembling into a product*

Ключові слова: Заготовки верху взуття, деталі верху взуття, базування, орієнтування, координування.

Як відомо [1], основним фактором, який суттєво впливає на якість складання деталей верху взуття у заготовку є відсутність їх зміщень і перекосів в отриманих комплектах. Тому першим кроком в процесі складання деталей в заготовку верху взуття (ЗВВ) є обов'язкове виконання операції їх попереднього базування.

Усі існуючі способи базування деталей ЗВВ можна поділити за місцем розташування осей координат, відносно яких відбувається процес [2, 3]:

- з розташуванням осей координат в умовних центрах деталей;
- з розташуванням осей координат в умовних кутах деталей.

Перший спосіб розташування осей координат був всебічно досліджений в роботах провідних вітчизняних науковців (школи професора Піскорського Г. А. та професора Тонковиди Л. А.). Увага дослідників до цього методу виявилась через легкість його застосування в автоматизованих складальних лініях. Проте сьогодні, в складній економічній ситуації малі підприємства, на яких базується вітчизняна взуттєва промисловість, не можуть собі дозволити використовувати автоматизовані системи при складанні взуття. Користування цим способом при застосуванні на виробництві пристосувань для попередньої фіксації об'єктів, наприклад палет [4], призводить до зниження якості процесу через високу складність точного встановлення оператором деталей і базуючих елементів [5].

Другий спосіб базування з розташуванням осей координат в куті деталей перед їх скріпленням в ЗВВ не знайшов широкого застосування у взуттєвій галузі при масовому виробництві. Однак, як загалом відомо, використання засобів малої механізації суттєво покращує якість продукції, продуктивність праці та позитивно впливає на зниження собівартості продукції, що дуже важливо для малих підприємств. Тому створення умов для застосування на малих підприємствах палет або їх більш досконалих аналогів, на наш погляд, є надзвичайно актуальним. Адже саме цей спосіб, на наш погляд, дозволить суттєво покращити точність процесу і якість виробів при ручному режимі комплектування ЗВВ. Втім наукових досліджень присвячених вивченню цього способу базування деталей перед їх скріпленням в ЗВВ нам не відомо.

### Формулювання цілей статті (постановка завдання)

В даній роботі розглядається аналітична модель забезпечення якісного процесу базування елементів плоских багат шарових виробів. Зокрема досліджується точність процесу базування деталей при їх складанні у ЗВВ за умови розташування осей координат в протилежних кутах деталей, які складаються.

### Виклад основного матеріалу досліджень

На нашу думку, при дотримуванні міжцентрової віддалі  $A$  (рис. 1, 2) спосіб складання ЗВВ, яка комплектується, наприклад з трьох деталей за умови розташування початку відліку системи координат з їх кута можна реалізувати двома методами:

- перший (рис. 1), встановлення деталі 3 з початком відліку з правого кута деталі;
- другий метод (рис. 2), встановлення деталі 3 з початком відліку її з лівого кута.

Точність складання для даних методів буде характеризуватись точністю відстані між краями деталей, що накладаються,  $C \pm \Delta C$  та величиною накладання деталей на базову  $D \pm \Delta D$ , а також орієнтування деталей 2 та 3 щодо базової деталі, яке можна виразити через приріст похибки  $\Delta D$  на ширині деталей 2 та 3 ( $S_2$  та  $S_3$ ).

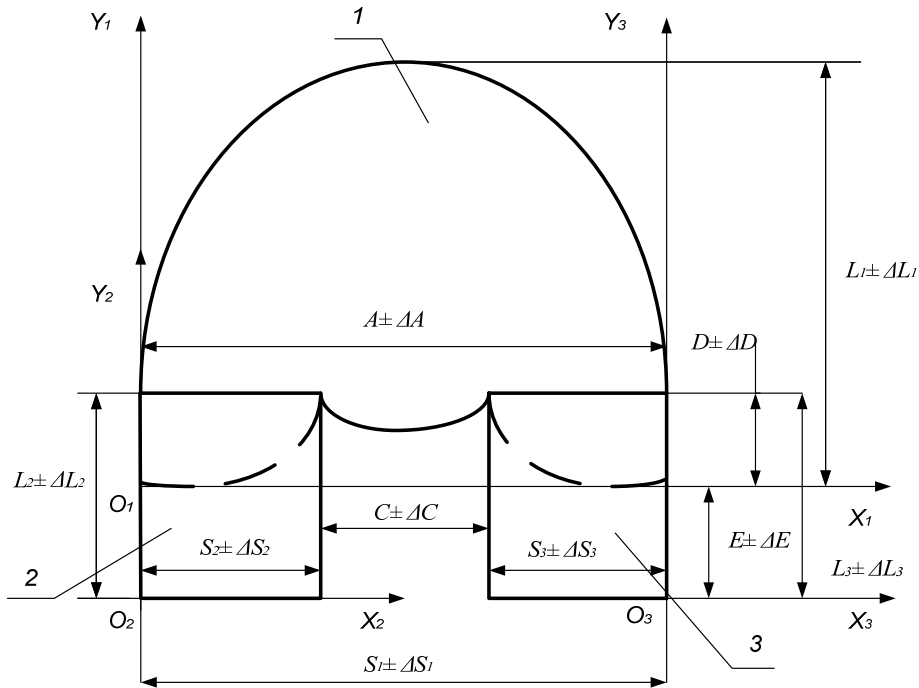


Рис. 1. Базування деталей верху взуття із системою відліку з кута деталі, відлік координат з правого кута третьої деталі: 1 – базова деталь; 2 – друга деталь; 3 – третя деталь.

Для першого методу одна з основних характеристик процесу базування, а саме відстань  $C$  між краями деталей, що накладаються аналітично буде визначатись залежністю:

$$C = A \pm \Delta S_1 - \cos \varphi_2 \times (S_2 \pm \Delta S_2) - \cos \varphi_3 \times (S_3 \pm \Delta S_3). \quad (1)$$

Похибка цієї відстані буде дорівнювати сумі похибок виготовлення деталей по ширині з урахування похибки орієнтації деталей:

$$\Delta C = \Delta S_1 + \cos \varphi_2 \times \Delta S_2 + \cos \varphi_3 \times \Delta S_3, \quad (2)$$

де  $\Delta S_1, \Delta S_2, \Delta S_3$  – похибки виготовлення деталей по ширині;  
 $\varphi_i$  – похибка орієнтації деталей.

Величина накладання  $D$  деталей на базу для обох варіантів способу базування із системою відліку координат з кута деталі, буде дорівнювати різниці довжини деталі  $L_i$ , що накладається та міжцентрової відстані  $E$ :

$$D = L_i \pm \Delta L_i - E \pm \Delta E, \quad (3)$$

де  $E$  – відстань між умовними центрами деталей  $O_1$  та  $O_2$ ,  $O_1$  та  $O_3$ ;  
 $\Delta E$  – похибка міжцентрової відстані між базовою деталлю та деталями 2 та 3;  
 $\Delta L_i$  – похибки виготовлення деталей по довжині;  
 $L_i$  – довжина деталей, що накладаються.

Похибка накладання деталей  $\Delta D$  для залежить від похибок орієнтування та координування деталей, які накладаються,  $\Delta \varphi_i, \Delta L_i$  відповідно:

$$\Delta D = \Delta \varphi_i, \quad (4)$$

де похибка орієнтування  $\Delta \varphi_i$  знаходиться за наступною формулою:

$$\Delta \varphi_i = \cos\left(\frac{\pi}{2} + \varphi_i\right) \times \Delta L_i. \quad (5)$$

Остаточний вигляд похибки величини накладання деталей  $D$

$$\Delta D = \cos\left(\frac{\pi}{2} + \varphi_i\right) \times \Delta L_i. \quad (6)$$

Розглянемо другий метод встановлення третьої деталі, з початком відліку з її лівого кута (рис. 2), при дотриманні міжцентрової відстані  $A$  [6].

Значення  $\Delta C$  буде дорівнювати похибці виготовлення по ширині 2-гої деталі:

$$\Delta C = \cos \varphi_2 \times \Delta S_2, \quad (7)$$

а розмір  $C$  становитиме:

$$C = A - \cos \varphi_2 \times (S_2 \pm \Delta S_2) = A - \cos \varphi_2 \times (S_2 \pm \Delta C). \quad (8)$$

Сумарна похибка спряження деталей ЗВВ визначається за наступною формулою:

$$\Delta \Sigma = \sqrt{\Delta C + \Delta D}. \quad (9)$$

Підставивши отримані значення у формулу (9) визначимо сумарні похибки спряження для обох методів базування деталей верху взуття із системою відліку з кута деталей.

Сумарна похибка спряження  $\Delta\Sigma_1$  деталей для базування з кута деталі при відліку координат з правого кута третьої деталі:

$$\Delta\Sigma_1 = \sqrt{\Delta S_1 + \cos \varphi_2 \times \Delta S_2 + \cos \varphi_3 \times \Delta S_3 + \cos\left(\frac{\pi}{2} + \varphi_1\right) \times \Delta L_1} \cdot \quad (10)$$

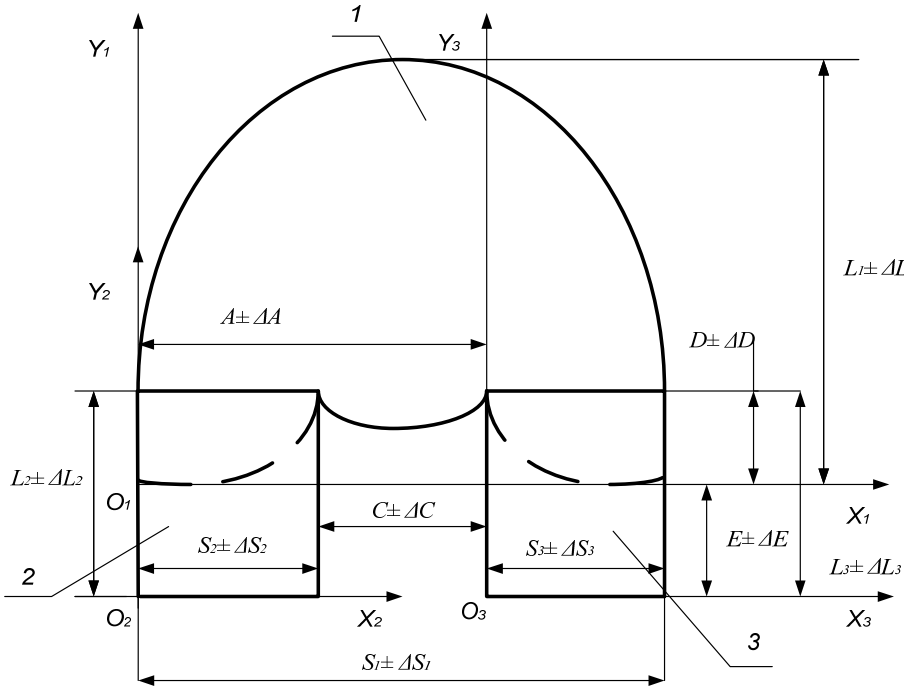


Рис. 2. Базування деталей вершу взуття із системою відліку з кута деталі, відлік координат з лівого кута деталі: 1 – базова деталь; 2 – друга деталь; 3 – третя деталь.

Сумарна похибка  $\Delta\Sigma_2$  при відліку координат з лівого кута третьої деталі:

$$\Delta\Sigma_2 = \sqrt{\cos \varphi_2 \times \Delta S_2 + \cos\left(\frac{\pi}{2} + \varphi_1\right) \times \Delta L_1} \cdot \quad (11)$$

Аналіз залежностей (10) та (11) дозволяє зробити висновок, що сумарна похибка спряження деталей комплекту в процесі їх базування буде залежати від похибок координування та орієнтування деталей, що накладаються. Для першого методу базування похибка координування буде дорівнювати сумі похибок міжцентрової відстані по осі X та похибок виготовлення деталей  $\Delta S_i$ , що накладаються. В той же час похибка координування другого - дорівнює похибці виготовлення лише однієї деталі  $\Delta S_2$ . Виходячи з цього можна стверджувати, що сумарна похибка спряження для другого методу буде меншою за сумарну похибку спряження для першого.

### Висновки

1. Сумарна похибка спряження  $\Delta\Sigma_1$  для першого методу базування деталей перевищує похибку  $\Delta\Sigma_2$  при використанні другого.
2. При обох методах базування точність процесу залежить від точності:
  - виготовлення кожної деталі;
  - їх взаємного розташування;
  - орієнтації деталей відносно обраних осей.
3. Однак переналаштування пристосування при використанні другого методу суттєво спрощується за рахунок сталості положення основних базових поверхонь і відповідного зменшення кількості змін положень базуючих елементів, що у свою чергу не вносить додаткових погрешностей при складанні ЗВВ.
4. Проведення досліджень точності процесу базування деталей при їх складанні у ЗВВ є важливим етапом створення умов для можливості застосування пристроїв малої механізації в умовах малих підприємств.

### Література

1. Тонковид Л. А. Автоматизация сборочных процессов в обувном производстве / Тонковид Л. А. – К. : Техніка, 1984. – 248 с.
2. Майдан П.С. Класифікація способів та методів попередньої фіксації плоских деталей вершу взуття перед їх з'єднанням у заготовку / П.С. Майдан, Г.М. Драпак // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2010. – № 3. – С. 90–95.

3. Майдан П.С. Вибір системи відліку координат деталей при складанні плоских виробів виготовлених з матеріалів, що легко деформуються : Праці Міжнар. конф [“Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины”], (Херсон, 27–28 жовтня 2009 р.) / П.С. Майдан, Г.М. Драпак // М-во освіти і науки України, Херсон. націон. техн. ун-т. – Херсон : ХНТУ АН України, – 2009. – С. 51–52.

4. Пат. 44619 України, МКВ<sup>7</sup> А 43 D 111/00. Палета для складання багатошарових плоских виробів / Майдан П. С.; Драпак Г. М.; Горященко С. Л.; заявник та власник Хмельницький нац. ун-т. – № 200904066 ; заявл. 27.04.2009 ; опубл. 12.10.2009, бюл. № 19.

5. Майдан П.С. Аналіз точності процесу базування деталей при складанні заготовок верху взуття / П.С. Майдан, Г.М. Драпак // Вісник КНУТД. – 2010. – № 5, том 1. – С. 84–89

6. Майдан П.С. Проектирование и разработка приспособления для автоматизированнии процесса сборки деталей верха обуви : Труды Междунар. конф [“Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности”], (Витебск, 18 ноября 2009 р.) / П.С. Майдан, Г.М. Драпак // М-во образования и науки Беларуси, Витебский гос. техн. ун-т – Часть 2 – Витебск : ВГТУ АН Беларуси, – 2009. – С. 110–113.

Надійшла 9.1.2011 р.

УДК 685.31.02

Т.П. РОМАНЕЦЬ

Хмельницький національний університет

## МЕТОДИКА ПРОЕКТУВАННЯ ВАКУУМНИХ ЗАХВАТНИХ ПРИСТРОЇВ

*В статті розглянуто найбільш важливі експлуатаційні показники вакуумних захватних пристроїв. Запропоновано методику розрахунку технологічних та геометричних параметрів пристроїв. Розроблено алгоритм прийняття рішень й проведення розрахунків.*

*The most important operating indexes of vacuum gripping devices are considered in the article. The methods of calculation of technological and geometrical parameters of devices are offered. There have been elaborated the algorithm of making decision and realization of calculations.*

Ключові слова: маніпулятор, захватний пристрій, вакуумний присос, методика проектування.

Переважає більшість операцій обробки та складання у взуттєвому виробництві є монотонними і протікають у шкідливому середовищі. Кількість типових допоміжних прийомів в одному технологічному процесі може досягати кількох десятків [1], що викликає потребу в їх автоматизації.

На відміну від захватних пристроїв, призначених для роботи з деталями одного-двох найменувань, до складальних схватів пред'являються вимоги високої універсальності, оскільки в цьому випадку необхідно маніпулювати усіма деталями складання, як базовими, так і кріпильними. Для складання вузлів, що мають п'ять-шість деталей, можливе використання одного універсального схвата. У випадку більшого числа типорозмірів деталей і комплектуючих частин, що входять у вузол, доцільно передбачити змінні схвати [2].

Одна з важливих особливостей взаємодії схвата, деталі й оснащення – необхідність компенсації неточностей їхнього взаємного розташування. У випадку наявності похибок взаємного розташування деталей, що з'єднуються, виникають небажані, а іноді й небезпечні навантаження, які сприймаються елементами маніпулятора деталлю й оснащенням. Зменшити ці навантаження й компенсувати похибку положення руки маніпулятора найбільш просто введенням у конструкцію пружних елементів. Їх можна встановити у місці кріплення схвата до руки маніпулятора, у механізмі приводу робочих органів та в робочих органах. В останньому випадку забезпечуються необхідна піддатливість і пристосовуваність до похибок форми деталі, тобто досягається рівномірний розподіл зусилля взаємодії по поверхні деталі.

Різноманітність принципів дії й велика кількість конструктивно-технологічних особливостей утрудняють чітку класифікацію захватних пристроїв за окремими ознаками в ієрархічній послідовності.

Для захватних пристроїв, як і для будь-яких інших, найбільш важливими є їх вихідні параметри (експлуатаційні показники). До них можна віднести наступні:

- номінальна сила захоплення – визначається як сила, з якою робочі органи взаємодіють з поверхнею об'єкта маніпулювання. Визначається, як правило, розрахунковим шляхом з урахуванням маси, прискорення, характеру взаємодії контактних поверхонь робочих органів з об'єктом маніпулювання;
- маса захватного пристрою, визначає інерційні сили, що діють на механізми маніпулятора, а також максимальну корисну масу об'єкта маніпулювання;
- час захоплення – час від подачі сигналу пристроєм керування на захоплення до моменту завершення процесу, тобто коли зусилля захоплення досягає сталого значення;
- час відпускання – час від подачі команди пристроєм керування на відпускання до моменту завершення процесу, тобто звільнення об'єкта від дії схвата. Час захоплення й час відпускання звичайно визначаються експериментально, їхній розрахунок дає, як правило, недостовірні результати, але ці показники важливі для побудови циклограми й визначення продуктивності робототехнологічного комплексу;
- середнє напруження на відмову й середній час відновлення після відмови, що характеризують надійність роботи захватного пристрою. Середнє напруження на відмову при нормальних експлуатаційних умовах має бути не меншим 2000 годин;