

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАЙДАН ПАВЛО СЕРГІЙОВИЧ



УДК 685.34.07: 658.52.011.56

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ АВТОМАТИЗОВАНОГО СКЛАДАННЯ  
ЗАГОТОВОК ВЕРХУ ВЗУТТЯ З ВИКОРИСТАННЯМ УНІВЕРСАЛЬНОГО  
ПРИСТОСУВАННЯ**

Спеціальність 05.18.18 – технологія взуття, шкіряних виробів і хутра

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

Хмельницький – 2013

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Хмельницькому національному університеті Міністерства освіти і науки України

**Науковий керівник:** кандидат технічних наук, доцент  
**Горященко Сергій Леонідович**, доцент кафедри машин та апаратів Хмельницького національного університету

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор  
**Гаркавенко Світлана Степанівна**, завідувач кафедри конструювання і технології виробів із шкіри Київського національного університету технологій та дизайну

кандидат технічних наук, доцент  
**Щуцька Ганна Володимирівна**, директор державного вищого навчального закладу "Київський коледж легкої промисловості"

Захист відбудеться “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 201\_\_ р. о \_\_\_\_\_ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 70.052.03 у Хмельницькому національному університеті за адресою: 29016, м. Хмельницький, вул. Інститутська, 11.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Хмельницького національного університету за адресою: 29016, м. Хмельницький, вул. Кам'янецька, 110.

Автореферат розісланий “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 201\_\_ р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради



О.М. Домбровська

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Взуттєва промисловість України працює в умовах жорсткої конкуренції, яка обумовлена появою на вітчизняному ринку потужних західних та східних виробників. На сьогодні у сфері виробництва взуття переважають малі та середні підприємства, які швидко орієнтуються на ринкову зміну моделей та асортименту.

Однією з умов підвищення конкурентоспроможності продукції є зниження її собівартості, що досягається застосуванням концепції автоматизації виробництва. Однак пряме використання автоматизованого обладнання, розрахованого на стабільний асортимент, не забезпечує мобільність асортименту і гнучкість технологічного процесу.

Одним із пріоритетних напрямків досліджень у взуттєвій галузі є розробка теорії автоматизованого складання плоских заготовок взуття. Задачі цього аспекту з позиції розгляду способів базування деталей при їх орієнтації вирішувались науковими школами професора Г.А. Піскорського та професора Л.А. Тонковида. Значний внесок в дослідження процесу складання заготовок верху взуття (ЗВВ) внесли науковці В.П. Нестеров, В.П. Либа, В.О. Фукін, Ю.А. Карагезян.

Ряд світових фірм таких як JUKI, SUN STAR та Orisol є провідними розробниками автоматизованих комплексів для взуттєвої галузі. Однак їхнє обладнання через високу вартість є нерентабельним для малих підприємств. В Білорусії на базі Вітебського державного технологічного університету створено низку напівавтоматів для автоматизованого складання ЗВВ. Проте їх використання обмежене через вузьку специфікацію касет, які призначені лише для однієї моделі взуття, що призводить до потреби виготовлення нових касет при сезонній зміні асортименту виробництва.

Численними дослідженнями встановлена недостатня обґрунтованість використання спеціальних засобів для фіксації деталей ЗВВ в паралельно-послідовних технологічних процесах їх складання. Існуючі конструкції палет обмежені розмірами деталей і модельними рішеннями, що призводить до підвищення затрат на підприємстві.

Перспективним вважається дослідження силової фіксації деталей в палеті для забезпечення якісного з'єднання деталей із різних матеріалів.

Тому, дослідження орієнтовані на удосконалення технологічного процесу автоматизованого складання ЗВВ на основі застосування універсального пристосування, яке при зміні асортименту продукції потребує мінімальної переналадки, є актуальними, в тому числі і для малих підприємств.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконувалась згідно затвердженої наукової програми діяльності Хмельницького національного університету “Наукові та практичні основи проектування автоматизованих систем та виробів у легкій промисловості” за напрямком “Наукові та практичні основи автоматизованого складання заготовок верху взуття”.

**Мета та задачі дослідження.** Метою роботи є підвищення конкурентоспроможності взуття на основі удосконалення технологічного процесу автоматизованого складання ЗВВ.

**Об'єкт досліджень** - технологічний процес складання ЗВВ.

**Предметом дослідження** є процес автоматизації складання ЗВВ за допомогою універсального пристосування.

У відповідності з метою було поставлено наступні задачі:

- проаналізувати існуючі конструкції та способи базування та фіксації деталей при виготовленні ЗВВ;
- аналітично дослідити принципові схеми процесів базування деталей для одержання ЗВВ;
- розробити математичні моделі процесу силової фіксації деталей;
- розробити конструкцію універсального пристосування для попередньої фіксації ЗВВ;
- виготовити універсальне пристосування для базування та фіксації ЗВВ, що в незначній мірі буде залежати від щосезонної зміни асортименту та фізико-механічних властивостей матеріалів легкої промисловості;
- провести експериментально-аналітичні дослідження процесу складання ЗВВ;
- розробити технологічний процес автоматизованого складання ЗВВ;
- провести оцінку якості із позиції конкурентоспроможності отриманого в запропонованому технологічному процесі виробу.

**Методи досліджень.** Завдання, що поставлені в даній роботі, вирішувались на основі сучасних математичних методів з використанням класичних положень теорії механіки, фізики, теорії планування експерименту, методах математичної статистики для обробки експериментальних даних. Створення віртуальних приладів і проведення досліджень з моделюванням роботи пристрою для фіксації виконано в програмному середовищі LabVIEW.

**Наукова новизна** одержаних результатів полягає у тому, що:

- вперше формалізовано класифікаційні критерії для опису трьох способів попередньої фіксації деталей верху взуття (ДВВ) з урахуванням геометрії поверхні фіксування;
- вперше встановлено аналітичні залежності точності спряження деталей при складанні ЗВВ від розташування центрів осей координат в базуючому пристосуванні;
- розроблена фізична модель процесу силової фіксації ЗВВ з урахуванням розподілу зусиль фіксації одно-, дво- та тришарових пакетів деталей;
- розроблена математична модель фіксації ЗВВ в пристрої з визначенням умов утримання деталей на різних ділянках;
- встановлені регресійні залежності зміщення деталей від сили фіксації, діаметрів фіксаторів та довжини стібка для різних матеріалів верху взуття.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає у тому, що розроблено принципово нові:

- розроблені конструкції пристосувань для утримання деталей, які підтверджені патентами України (№44619, №66089);
- розроблено спосіб базування ДВВ, який дозволяє виконувати одночасне збазування трьох деталей;
- розроблено алгоритм автоматизації процесу базування ДВВ за допомогою розробленого пристрою;

- розроблено удосконалений технологічний процес складання ЗВВ, який апробований на ТзОВ «Гуллівер»;

- результати дисертаційної роботи використовуються у навчальному процесі Хмельницького національного університету при підготовці спеціалістів зі спеціальностей: 7.05050316 “Обладнання легкої промисловості та побутового обслуговування” та 7.05160203 “Проектування взуття та галантерейних виробів”.

**Особистий внесок здобувача.** У працях, виконаних у співавторстві, автору належить участь в обговоренні постановки задач та вирішенні аналітичних і експериментальних досліджень, обробці та інтерпретації одержаних результатів, а також розробці принципово нових конструкцій пристроїв.

**Апробація результатів дисертації.** Результати роботи доповідалися, обговорювалися та отримали позитивну оцінку на наукових конференціях: «Наукові розробки молоді на сучасному етапі» (22–24 квітня 2009р., 22–23 квітня 2010р. та 19–21 квітня 2011р., м. Київ), “Механіка та інформатика” (17–18 вересня 2009р., м. Краків та 12–14 травня 2011р., м. Хмельницький), “Легка та текстильна промисловість: сучасний стан та перспективи” (27-28 жовтня 2009р. та 27–28 жовтня 2010р., м. Херсон), “Нове в техніці і технології текстильної і легкої промисловості” (18 листопада 2009р., м. Вітебськ), “Актуальні проблеми комп’ютерних технологій” (1 червня 2010р., м. Хмельницький), “Сучасні технології в легкій промисловості і сервісі” (22 вересня 2010р. та 18-19 травня 2011р., м. Хмельницький), “Новітні технології в текстильній промисловості” (9-11 жовтня 2012р., м. Хмельницький), на розширених засіданнях кафедр Машини та апарати та Технологія та конструювання виробів із шкіри Хмельницького національного університету (м. Хмельницький).

Дисертація доповідалася повністю та одержала позитивну оцінку на міжкафедральному науковому семінарі ХНУ (м. Хмельницький, 2013 р.).

**Публікації.** Основні положення та результати дисертаційної роботи викладені у 20 друкованих працях, серед яких 6 у фахових наукових виданнях, 2 – патенти України на корисну модель, 1 стаття в монографії та 11 тез доповідей на наукових конференціях.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Робота викладена на 146 сторінках машинописного тексту, містить 46 рисунків, 10 таблиць, список використаних джерел з 138 найменувань та 27 сторінок додатків. Загальний обсяг дисертації складає 173 сторінки.

## ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми, сформульовані мета та основні задачі дослідження, показані наукова новизна і практичне значення роботи.

**Перший розділ** присвячено огляду та аналізу робіт в області базування та фіксації ДВВ та створених з них багатошарових конструкцій, який виконано на основі вивчення інформації із традиційних джерел і мережі Internet. Розглянуто особливості методів, способів та пристроїв для базування та фіксації ЗВВ. Виявлено, що для якісного виготовлення ЗВВ слід виконувати попередню фіксацію деталей

паketу перед скріпленням у виріб. Розроблено класифікацію способів попередньої фіксації деталей, на основі відомих пристроїв для їх реалізації. Аналіз методів показав ефективність використання силового методу фіксації. Зокрема фіксацію паketу деталей механічним методом по базовій поверхні у спеціальному пристосуванні, що дозволяє надійно фіксувати згадану конструкцію не залежно від їх форми та розмірів. Показано, що існуючі результати досліджень процесу фіксації, які запропоновані вченими київської та московської шкіл та іншими, детально не розглядали особливості силової фіксації деталей та паketів деталей.

Аналіз способів складання ЗВВ виявив, що послідовний спосіб є більш трудомістким та енергоємним, а паралельно-послідовний не набув широкого застосування через обмеження у можливості використання палет для фіксації ЗВВ. Тому постала необхідність удосконалити процес автоматизованого складання плоских деталей у виріб в умовах частоті зміни асортименту та моделей.

У **другому розділі** проведено аналітичні дослідження процесів базування деталей ЗВВ та силової фіксації отриманого двошарового паketу.

Проаналізовано існуючі способи виконання процесу базування ДВВ. Аналітично встановлено точність процесу базування деталей при складанні їх у виріб, оскільки точність виконання цього процесу має суттєвий вплив на кінцеву якість отриманого виробу.

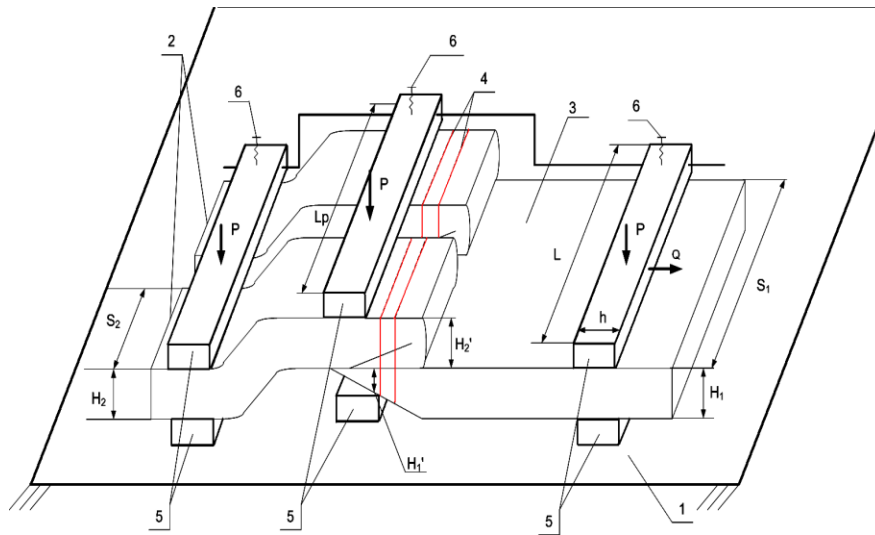
Розглянуто процес силової фіксації двошарового паketу деталей. Під силою фіксації деталей обрано силу, з якою стискаються деталі між собою в універсальному пристосуванні.

Обґрунтовано фізичну модель процесу силової фіксації паketів деталей.

Для побудови фізичної моделі процесу фіксації деталей методом їх затискання за допомогою спеціальної оснастки при виготовленні ЗВВ, були зроблені наступні припущення:

- у першому наближенні матеріал деталей має на діаграмі розтягу початкову ділянку, що описується законом Гука.
- фізико-механічні властивості матеріалів деталей, що фіксуються, однакові.
- усі робочі поверхні притискних елементів, що фіксують деталі в паketі, не деформуються і мають однакові фізико-механічні властивості;
- у процесі отримання ЗВВ дією маси притискних елементів на шари деталей, що з'єднуються, нехтуємо, беручи до уваги лише прикладену силу притискання, які прикладені зовні.

З розгляду фізичної моделі процесу фіксації деталей ЗВВ, у відповідності до прийнятих припущень, виявлено, що при деформуванні матеріалу деталей виникає сила, яка прагне відновити їх початкові розміри та форму. Сила пружності буде пропорційна деформації тіла деталі (рис. 1).



**Рис. 1. Конструкція пристосування для силової фіксації деталей:**

1 – основа; 2 – деталі, що накладаються; 3 – базова деталь; 4 – зона прошиття;  
 5 – притискні пластини; 6 – затискний гвинт;  $l$  – загальна довжина притискної пластини;  
 $lp$  – робоча довжина притискної пластини;  $h$  – загальна ширина притискної пластини;  $Q$  – тягове зусилля;  $P$  – зусилля стискування;  $H_1$  – товщина базової деталі;  $H_2$  – товщина деталей, що накладаються;  $H_1'$  – товщина базової деталі в місці стоншення;  $H_2'$  – товщина деталі, що накладається в місці загинання;  $S_1$  – ширина базової деталі;  $S_2$  – ширина деталі, що накладається

Відповідно, розподіл зусиль, при фіксації одного шару матеріалу, наприклад, союзки, матиме наступний вигляд:

$$P + kx + mg - N_1 - N_2 = P + P + mg - P - (P + mg) = 0, \quad (1)$$

де  $P$  – сила стискання шару матеріалу деталі, Н;

$x$  – величина деформації, м;

$k$  – коефіцієнт пружності матеріалу деталі;

$m$  – маса деталі, кг;

$N_1$  – нормальна реакція деталі,  $N_1 = P$ , Н;

$N_2$  – нормальна реакція з урахуванням ваги деталі,  $N_2 = P + mg$ , Н.

Запропонована фізична модель у подальшому дозволяє, аналітично описати та визначити необхідну величину фіксуючого зусилля для виготовлення багатошарових виробів легкої промисловості за допомогою спеціальних пристосувань.

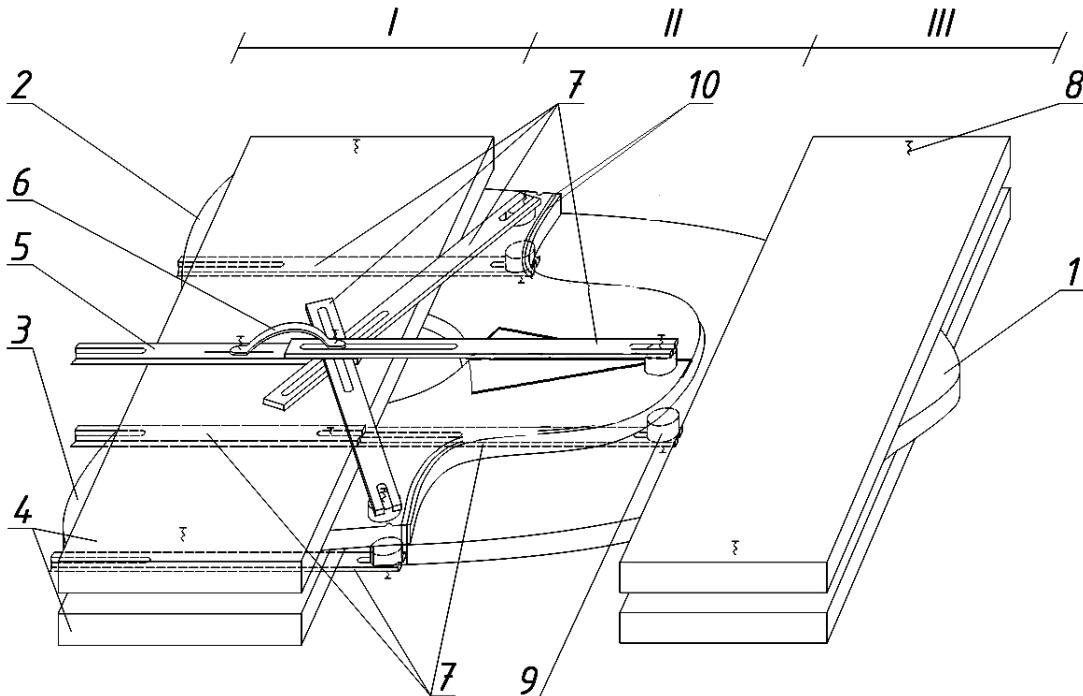
Також запропонований підхід дозволить у подальшому визначити величину необхідного зусилля притискання шарів пакету деталей, яке не викличе пошкодження поверхні їх матеріалів і буде гарантувати надійне збереження положення окремих деталей у пакеті при виготовленні ЗВВ.

Для цього створена математична модель процесу силової фіксації деталей.

На підставі прийнятого припущення, що в першому наближенні матеріал деталей має на діаграмі розтягу початкову ділянку, для якої діє закон Гука, та виведених на цій основі рівнянь і залежностей, визначимо необхідне зусилля для фіксації деталей в палеті.

Всю площу зафіксованих деталей (рис. 2), умовно розбито на наступні три ділянки:

- I – ділянка фіксації деталей, що накладаються, в нашому випадку, берців;
- II – ділянка фіксації деталей по контуру з'єднання;
- III – ділянка фіксації базової деталі.



**Рис. 2. Схема фіксації двошарової ЗВВ:**

*1* – союзка; *2, 3* – берці; *4* – опорні плити; *5* – притискна пластина; *6* – пружний елемент; *7* – направляючі пластини; *8* – затискний гвинт; *9* – фіксатори циліндричної форми; *10* – зона прошиття; *I* – ділянка фіксації деталей, що накладаються; *II* – ділянка фіксації деталей по контуру з'єднання; *III* – ділянка фіксації базової деталі

У *I* та *III* ділянці фіксації ЗВВ розглядається як одношаровий виріб, а в *II* ділянці – як двошаровий.

Мінімальна сила притискання, для забезпечення утримання деталей *2* та *3* в пристосуванні, на першій ділянці, виражається умовою (2):

$$P_I = \frac{V^2 \cdot (m_2 + m_3) - \mu_{2n} \cdot m_2 g - \mu_{3n} \cdot m_3 g}{\mu_{2e} + \mu_{2n} + \mu_{3e} + \mu_{3n}}, \quad (2)$$

де  $n$  – частота обертання головного валу швейної машини,  $s^{-1}$ ;

$S$  – довжина стібка, м;

$\mu_{2e}, \mu_{2n}, \mu_{3e}, \mu_{3n}$  – коефіцієнти тертя між верхньою, нижньою плитами та деталями *2* і *3*,  $\mu_{2e} = \mu_{3e}$ ,  $\mu_{2n} = \mu_{3n}$ ;

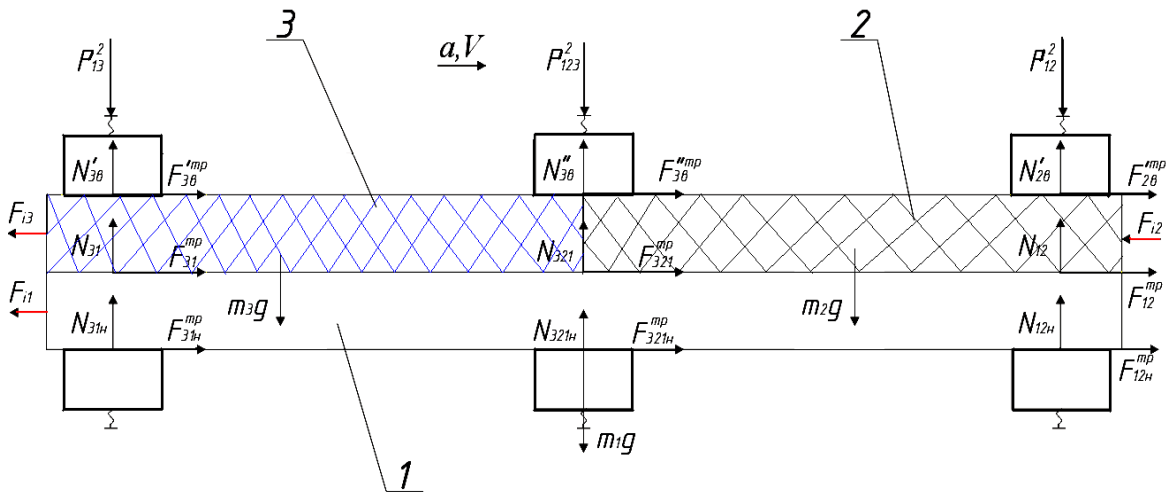
$V$  – швидкість руху фіксуючого пристосування, м/с;

$m_2, m_3$  – маси деталей *2* та *3*, кг.

Мінімальна сила притискання, для забезпечення утримання базової деталі в запропонованій палеті на третій ділянці, виражається умовою (3):

$$P_{III} = \frac{V^2}{2 \cdot S} - \mu_{1н} \cdot m_1 g \quad (3)$$

На наступному етапі розглянуті більш детально фізичні процеси у місці фіксації без урахування зусиль, що виникають при проколюванні голкою шарів матеріалу деталей, а саме третю ділянку палети (рис. 3).



**Рис. 3. Сили, що виникають при фіксації ЗВВ на другій ділянці:**

1 – союзка; 2, 3 – берці;  $F_{i1}, F_{i2}, F_{i3}$  – сили інерції деталей;  $F_{13}^2, F_{123}^2, F_{12}^2$  – сили притискання на другій ділянці;  $F_{36}^{mp}, F_{31}^{mp}, F_{31н}^{mp}, F_{36}^{mp}, F_{321}^{mp}, F_{321н}^{mp}, F_{26}^{mp}, F_{12}^{mp}, F_{12н}^{mp}$  – сили тертя;  $N'_{36}, N_{31}, N_{31н}, N''_{36}, N_{321}, N_{321н}, N'_{26}, N_{12}, N_{12н}$  – сили нормальних реакцій

Це дозволило визначити величину зусилля фіксації двошарового пакету деталей:

$$P_{II} = \frac{(m_1 + m_2 + m_3) \cdot \frac{V^2}{2 \cdot S} - 3 \cdot \mu_B \cdot m_1 g - 2 \cdot \mu_B \cdot (m_2 + m_3) g - 2 \cdot \mu_{III} \cdot (m_2 + m_3) g}{3 \cdot \mu_L + 1,5 \cdot \mu_{III} + 1,5 \cdot \mu_B} \quad (4)$$

Одним з кроків аналітичних досліджень було визначення можливих зміщень деталей  $\delta$ , одна відносно одної. Зміщення деталей визначалось як функція від коефіцієнта тертя між деталями, сили що зрушує деталі, довжини стібка, модуля пружності та площі контакту з деталями:  $\delta = (\mu, F_3, S, S_k, E)$ . Після перетворення остаточний вигляд формули:

$$\delta = k \cdot \frac{\mu \cdot F_3 \cdot S}{E \cdot S_k} \quad (5)$$

де  $k$  – поправочний коефіцієнт;

$\mu$  – коефіцієнт тертя між деталями;

$F_3$  – сила, що намагається зрушити деталі, Н;

$S$  – довжина стібка, м;

$E$  – модуль пружності матеріалу деталей, що з'єднуються, МПа;

$S_k$  – площа контакту з деталлю, м<sup>2</sup>.

У **третьому розділі** викладені результати експериментальних досліджень процесу силової фіксації деталей під час їх скріплення у багатошаровий виріб. Для перевірки адекватності запропонованих вище математичних моделей та правомірності прийнятих припущень, було спроектовано та виготовлено спеціальну експериментальну установку (рис.4), що дозволила змодельовати процеси, а також виміряти і зареєструвати параметри та одночасно обробляти результати досліджень.



**Рис. 4. Загальний вигляд експериментальної установки**

Комплексність такого підходу забезпечувалась використанням сучасної вимірювальної системи, спроектованої на основі персонального комп'ютера та спеціального програмного забезпечення фірми National Instruments.

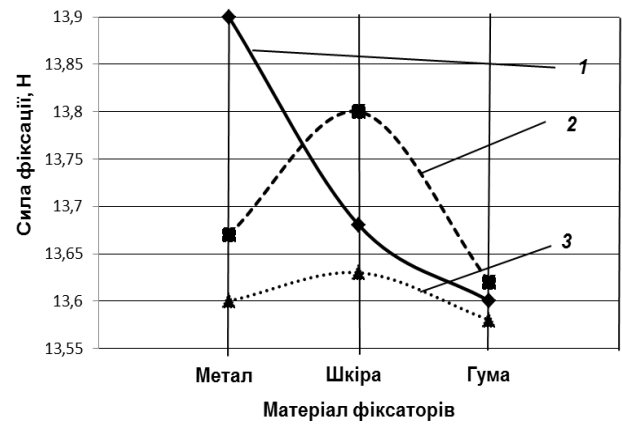
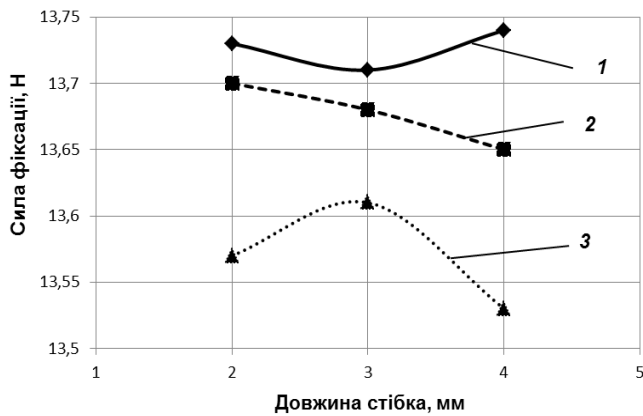
Для зменшення обсягу робіт в експериментальних дослідженнях використовувалось рототабельне планування другого порядку.

Для дослідження процесу базування деталей перед фіксацією у пристосуванні було розроблено та виготовлено спеціальну установку, базуючі елементи якої закріплені з можливістю зміни власного положення. Керування установкою відбувається через мікроконтролери які керують кроковими двигунами. Ці двигуни передають рух на базуючі елементи, що змінюють власне положення на необхідне. По отриманим точкам установлюють та базують ДВВ одна відносно одної.

Наступним етапом було дослідження силової фіксації пакету деталей у момент транспортування на позицію скріплення у ЗВВ. Для системи “притиск-деталь-деталь-притиск” при проведенні експериментальних досліджень ефективність фіксації пакету деталей визначалась за наступними показниками: швидкість руху пакету деталей; довжина стібка; величина зміщення матеріалу деталі під час руху; товщина деталі; довжина деталі; ширина деталі; коефіцієнт тертя між поверхнями деталей; маса деталі; маса пристрою; коефіцієнт тертя між поверхнями притискних пластин та поверхнями деталей.

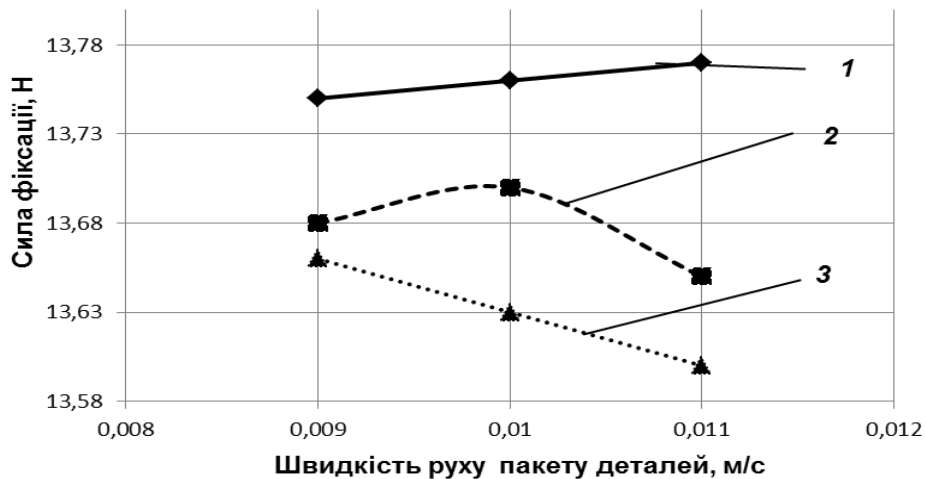
При цьому розглядалась поведінка контакту шарів матеріалів із різним покриттям фіксуючих притисків.

Одержані результати підтверджують достовірність математичних моделей, невідповідність аналітичних та експериментальних значень для пакету “натуральна-штучна шкіра” не перевищувала 5%. Графічні залежності наведено на рисунку 5.



*а*

*б*



*в*

**Рис. 5** Графіки залежності зміни сили фіксації  $P$  від змінних параметрів:

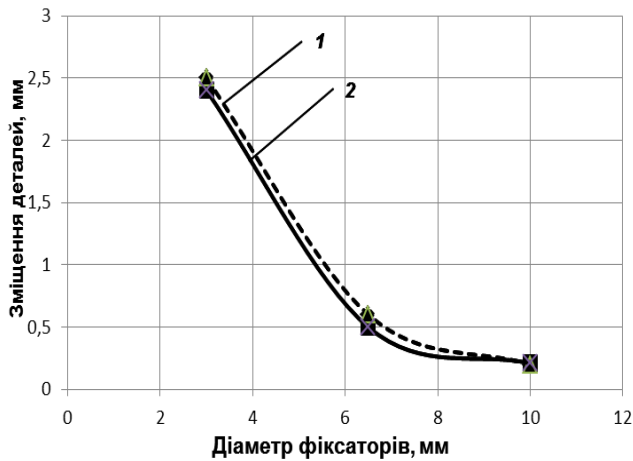
*а* - довжини стібка  $S$ ; *б* - матеріалу фіксаторів;

*в* - швидкості руху палети з пакетом деталей  $V$ ;

1 - шкіра ВРХ (напівшкурок) ДСТУ 2726-94; 2 - бахтармянний спилок ГОСТ 1838-91; 3 - штучна шкіра (вінілштучшкіра) ТУ 17-21-360-85

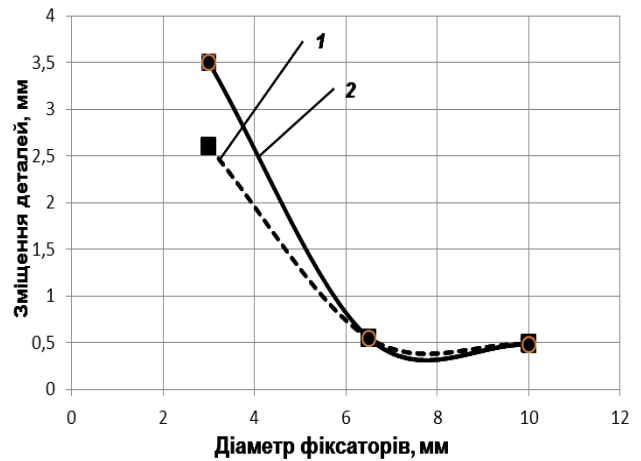
За результатами аналізу графічних залежностей виявлено, що розбіжності математичної моделі і результатів дослідів обумовлені неминучою помилкою експерименту, а також деякою невідповідністю математичної моделі, внаслідок прийнятих при аналітичному дослідженні припущень для спрощення.

Також експериментально визначені величини зсуву деталей для трьох основних матеріалів, що використовувались при експериментальних дослідженнях та аналітичних розрахунках (рис. 6, 7, 8).



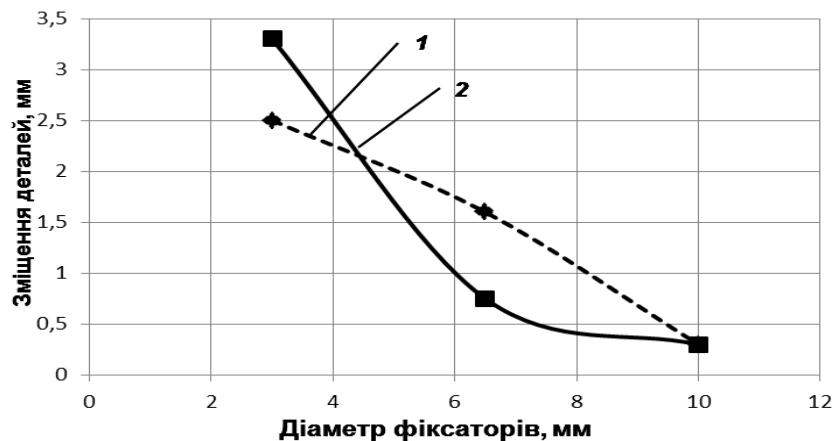
**Рис. 6. Графік залежності абсолютного значення зміщення  $\delta$  деталей від діаметрів фіксаторів  $d_\phi$  для довжини стібка 2 мм, при з'єднанні ЗВВ з шкіри ВРХ (напівшкурка):**

1 – експериментальні значення; 2 – аналітичні розрахунки



**Рис. 7. Графік залежності абсолютного значення зміщення  $\delta$  деталей від діаметрів фіксаторів  $d_\phi$  для довжини стібка 3 мм, при з'єднанні ЗВВ з бахтармяного спилку:**

1 – експериментальні значення; 2 – аналітичні розрахунки

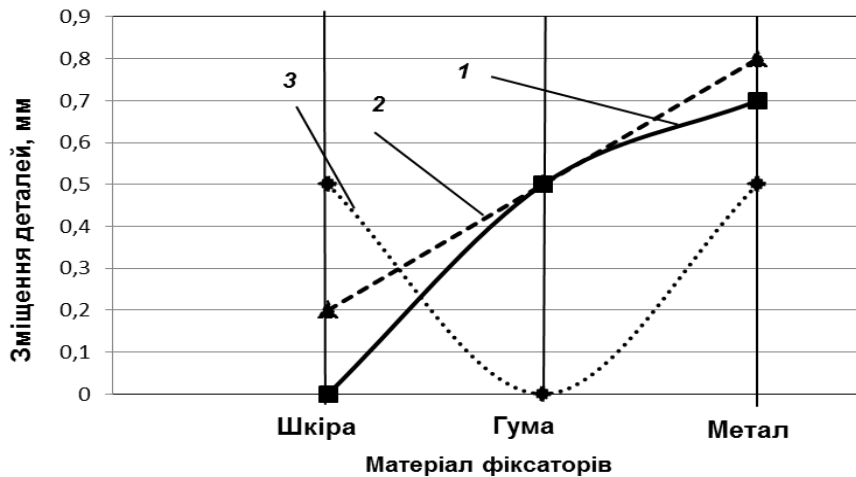


**Рис. 8. Графік залежності абсолютного значення зміщення  $\delta$  деталей від діаметрів фіксаторів  $d_\phi$  для довжини стібка 3 мм, при з'єднанні ЗВВ з штучної шкіри (вінілштучшкіра):**

1 – експериментальні значення; 2 – аналітичні розрахунки

Отже з графіків 6-8 очевидно, що доцільно використовувати фіксатори циліндричної форми з діаметрами  $d_\phi = 10 \text{ мм}$ , оскільки для всіх матеріалів, що використовувались в експериментальних дослідженнях, вони забезпечують мінімальне зміщення деталей, одна відносно одної.

Для встановлення впливу матеріалу насадок фіксаторів з діаметром  $d_\phi = 10 \text{ мм}$  на мінімальне зміщення при з'єднанні ЗВВ, побудовано графік залежності абсолютного значення зміщення деталей  $\delta$ , від матеріалів фіксаторів (рис. 9).



**Рис. 9. Графік залежності абсолютного значення зміщення деталей  $\delta$ , для різних матеріалів ЗВВ, від матеріалів фіксаторів з діаметром  $d_{\phi} = 10 \text{ мм}$ :**

1 – шкіра ВРХ ДСТУ ДСТУ 2726-94; 2 - бахтармянний спилок ГОСТ 1838-91; 3 - шпична шкіра (вінілшпичшкіра) ТУ 17-21-360-85

З графіку виявлено, що найменші значення абсолютних зміщень деталей  $\delta$ , одна відносно одної, можна досягти при використанні фіксаторів циліндричної форми з діаметром  $d_{\phi} = 10 \text{ мм}$  із гумовими або шкіряними насадками до них.

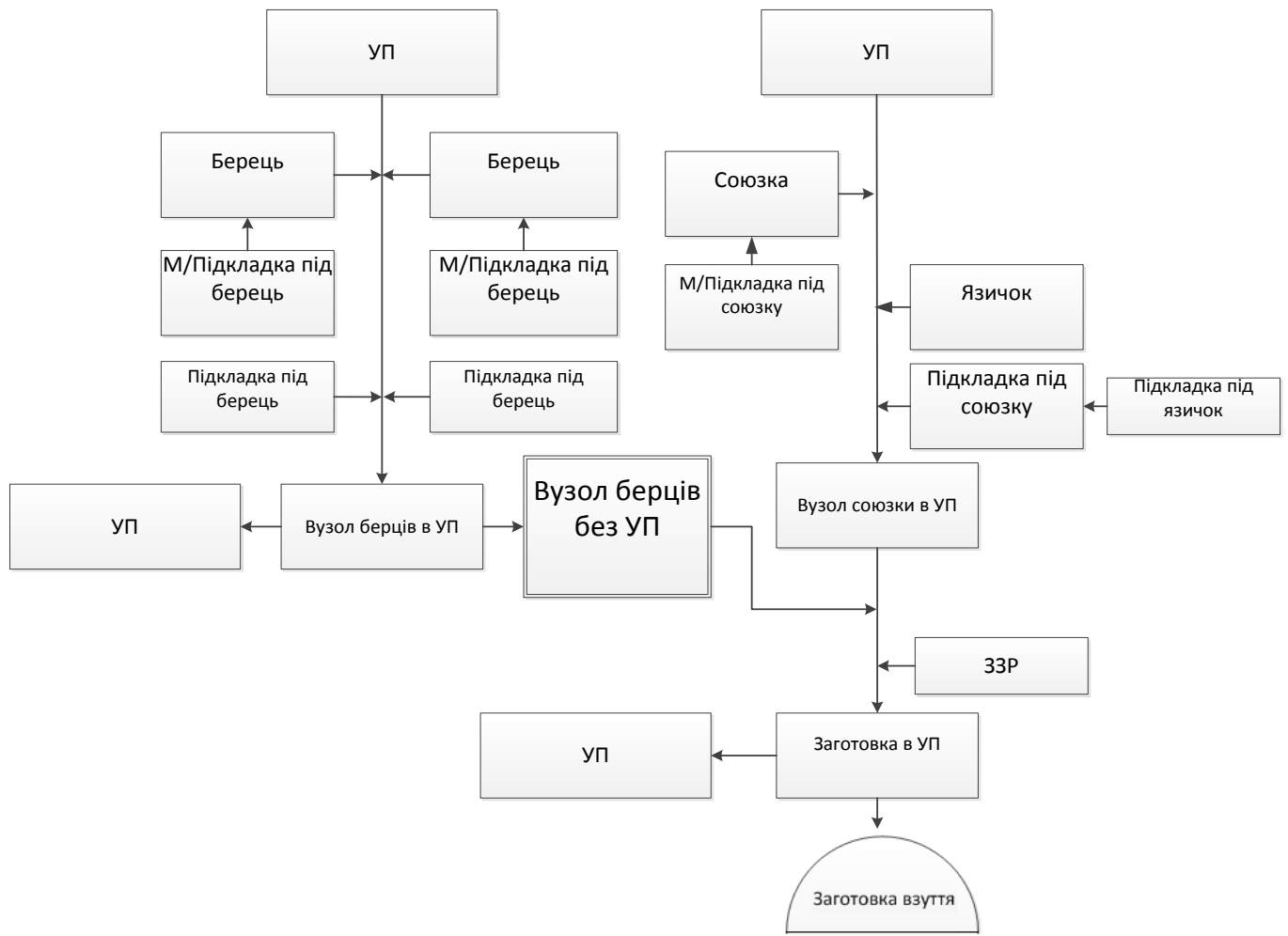
**Четвертий розділ** присвячено апробації технології автоматизованого складання ЗВВ з використанням універсального пристосування.

На першому етапі для проектування універсального пристосування для автоматизованого складання плоских та напівплоских ЗВВ розроблено технічне завдання згідно ГОСТ 15.001-73.

Запропоновано конструкцію палети для складання багатошарових плоских виробів (патент України № 44619). Розроблено спосіб базування плоских деталей верху взуття та конструкція універсальної палети для складання заготовок верху взуття (патент України № 66089). Палети дозволяють складати плоску та напівплоску ЗВВ, яка може бути утворена з декількох шарів деталей і є інваріантними до її форм та розмірів.

Наведені і описані конструкції та схеми запропонованих технічних рішень, захищених охоронними документами України. Ці розробки підвищують технологічну гнучкість взуттєвого виробництва. Технічне рішення оснастки дозволяє використовувати запропоновані системи як великими, так і малими підприємствами і забезпечить швидке реагування виробництва на зміну моделей та асортименту продукції. Одним з результатів створення універсального пристосування стала розробка блок-схеми алгоритму автоматизованого процесу базування ДВВ.

Наступним етапом розроблено технологічний маршрут та удосконалений процес автоматизованого складання ЗВВ (рис. 10).



**Рис. 10. Удосконалений технологічний процес автоматизованого складання ЗВВ**

Для визначення кінцевої якості отриманих виробів виконана перевірка міцності скріплення деталей верху взуття за відповідністю ниткових швів нормативним вимогам.

Результати показують, що в порівнянні зі зразками, виготовленими звичайним способом міцність підвищилась на 10 % для оптимальних довжин стібка. При збільшенні довжини стібка знижувалась міцність шва і розрив зразків відбувався по нитковому з'єднанню.

Були проведені досліди для двохрядних швів, з довжиною стібка 2мм.

Для півшкурка ВРХ отримали значення  $P_{екс} = 133,36 \text{ Н/см}$ , а нормативне  $P_{норм} = 115 \text{ Н/см}$ .

Для бахтармяного спилку  $P_{екс} = 103,33 \text{ Н/см}$ , при нормативному  $P_{норм} = 85 \text{ Н/см}$ .

Для штучної шкіри  $P_{екс} = 98 \text{ Н/см}$ ,  $P_{норм} = 90 \text{ Н/см}$ .

Для дворядних швів міцність підвищилась на 8-13% у порівнянні з нормативними значеннями.

Це в свою чергу підвищує конкурентоспроможність виробів.

Отримані результати від розрахунку очікуваного економічного ефекту, який складає 4 703,8 грн. в рік у цінах 2012 року, свідчать про доцільність, перспективність та економічну виправданість впровадження технологічного процесу автоматизованого складання ЗВВ.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз напрямків розвитку автоматизованого обладнання в процесі складання заготовок верху взуття з деталей показав, що існуючі пристрої мають ряд недоліків в експлуатації на малих підприємствах. Виявлено, що комплексне вирішення задач автоматизації процесів базування та силової фіксації деталей потребує окремих досліджень.

2. Розроблено математичні залежності процесу базування деталей верху взуття, які враховують взаємне розташування осей координат, похибки виготовлення деталей та похибки їх встановлення, що дозволило визначити оптимальний спосіб базування деталей перед їх складанням у заготовку верху взуття.

3. Розроблено експериментальну установку та спосіб базування деталей верху взуття перед їх складанням у заготовку, який дозволяє знизити похибки спряження деталей і виключити людський фактор, що в цілому призведе до підвищення кінцевої якості взуття.

4. Розроблено математичну модель процесу силової фіксації заготовки верху взуття, яка враховує швидкість руху пакету зафіксованих деталей, коефіцієнти тертя між поверхнями деталей та фіксуючих елементів, площу контакту та довжину з'єднувального стібка, основних параметрів які впливають на процес.

5. Розроблено експериментальний вимірювальний блок, який дозволяє проводити дослідження по мінімально необхідному зусиллю фіксації деталей у пакеті. Розроблено пристосування для фіксації деталей верху взуття в пакеті (Патент України №44619, №66089), застосування яких дозволило дослідити вплив параметрів на величину необхідного зусилля надійної фіксації деталей.

6. У результаті експериментальних досліджень визначено оптимальні параметри технологічного процесу складання заготовки верху взуття, які відповідають наступним значенням: швидкість руху пакету зафіксованих деталей  $V = 0,009 \frac{м}{с}$ , діаметр фіксаторів  $d_{\phi} = 10 \text{ мм}$ , мінімально необхідне зусилля фіксації  $P = 13,38 \text{ Н}$  (для деталей ЗВВ виготовлених з матеріалу шкіра ВРХ (напівшкурка) ДСТУ 2726-94),  $P = 13,51 \text{ Н}$  (для деталей ЗВВ виготовлених з матеріалу бахтармянний спилок ГОСТ 1838-91),  $P = 13,46 \text{ Н}$  (для деталей ЗВВ виготовлених з матеріалу штучна шкіра (вінілштучшкіра) ТУ 17-21-360-85). Результати досліджень показали, що міцність однорядного шва збільшилась майже на 10% для всіх типів матеріалу, для оптимальної довжини стібка, дворядного – в межах 8-13%.

7. Після проведених розрахунків економічної ефективності впровадження удосконаленого технологічного процесу виготовлення ЗВВ встановлено, що потенціал економії часу роботи склала:

- у порівнянні з паралельно-послідовним способом – 0,9-0,97 %;

- у порівнянні з послідовним – 37-54,46 %.

Результати апробації технологічного процесу та обладнання для базування та фіксації деталей верху взуття, проведений на ТЗОВ «Гуллівер» дозволяють очікувати економічний ефект від впровадження близько 4 703,8 грн. в рік у цінах 2012 року.

### **ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ ОПУБЛІКОВАНІ НАСТУПНІ РОБОТИ:**

1. П. С. Майдан Класифікація способів та методів попередньої фіксації плоских деталей верху взуття перед їх з'єднанням у заготовку / Майдан П. С., Драпак Г. М. // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2010. – № 3. – С. 90–95. *Особистий внесок здобувача: запропоновано класифікацію способів попередньої фіксації деталей верху взуття залежно від класифікаційних критеріїв.*

2. П. С. Майдан Аналіз точності процесу базування деталей при складанні заготовок верху взуття / Майдан П. С. Драпак Г. М. // Вісник КНУТД. – 2010. – № 5, том 1. – С. 84–89. *Особистий внесок здобувача: встановлення математичних залежностей процесу базування деталей верху взуття при розташуванні осей координат в умовному центрі деталей.*

3. Г. М. Драпак Складання заготовок верху взуття при базуванні деталей з системою відліку координат з кута деталі / Драпак Г. М., Майдан П. С. // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2011. – № 1. – С. 38–41. *Особистий внесок здобувача: встановлення математичних залежностей процесу базування деталей верху взуття при розташуванні осей координат в умовному куті деталей.*

4. В. В. Амбарцумов Фізична модель процесу силової фіксації пакету деталей перед їх скріпленням у заготовку / Амбарцумов В. В., Майдан П. С., Драпак Г. М. // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2011. – № 2. – С. 33–36. *Особистий внесок здобувача: формулювання припущень для створення фізичної моделі та математичний опис рівнянь розподілу зусиль при фіксації шарів матеріалу.*

5. П. С. Майдан Аналітична модель процесу силової фіксації плоских деталей перед складанням у заготовку взуття / Майдан П. С., Драпак Г. М., Горященко С. Л. // Міжвузівський збірник “Наукові нотатки”. – 2011. – № 34. – С. 171–177. *Особистий внесок здобувача: встановлення математичних залежностей зусиль фіксації деталей від швидкості руху пакету деталей, коефіцієнтів тертя, довжини стібка та дії голки на матеріал.*

6. П. С. Майдан Експериментальне дослідження якості виробів отриманих в удосконаленому процесі складання заготовок верху взуття / Майдан П.С. // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2013. – № 1. – С.84-87.

7. Пат. 44619 Україна, МКВ 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. *Особистий внесок здобувача: розробка конструкції пристосування.*

8. Пат. 66089 Україна, МКВ<sup>7</sup> А 43 D 111/00. Універсальна палета для складання заготовок верху взуття / Майдан П.С.; Драпак Г.М.; заявник та власник Хмельницький нац. ун-т. – № u201106265 ; заявл. 19.05.2011 ; опубл. 26.12.2011, Бюл. № 24. *Особистий внесок здобувача: розробка конструкції пристосування.*

9. Майдан П. С. Дослідження особливостей фіксації деталей, виготовлених з тонких матеріалів, що легко деформуються / Майдан П. С., Драпак Г. М. // Наукові розробки молоді на сучасному етапі : Всеукр. конф., 22–24 квіт. 2009 р. : тези доповід. – К. : КНУТД АН України, 2009. – С. 164. *Особистий внесок здобувача: систематизація способів фіксації деталей верху взуття.*

10. Майдан П. С. Вибір системи відліку координат деталей при складанні плоских виробів виготовлених з матеріалів, що легко деформуються / Майдан П. С., Драпак Г. М. // Проблеми легкой и текстильной промышленности Украины : Міжнар. конф., 27–28 жовт. 2009 р. : тези допов. – Херсон : ХНТУ АН України, 2009. – С. 51–52. *Особистий внесок здобувача: математичне обґрунтування впливу розташування центрів осей координат на сумарну похибку спряження деталей.*

11. Майдан П. С. Проектирование и разработка приспособления для автоматизировании процесса сборки деталей верха обуви / Майдан П. С., Драпак Г. М. // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности : Междунар. конф., 18 ноября 2009 р. : статья – Витебск : ВГТУ АН Беларуси, 2009. – Часть 2 – С. 110–113. *Особистий внесок здобувача: технічні вимоги до створення пристосування для базування деталей верху взуття.*

12. Майдан П. С. Розробка аналітичної моделі процесу попередньої фіксації деталей верху взуття / Майдан П. С., Драпак Г. М. // Наукові розробки молоді на сучасному етапі : Всеукр. конф., 22–23 квіт. 2010 р. : тези допов. – К. : КНУТД АН України, 2010. – Т. 2. – С. 250. *Особистий внесок здобувача: формулювання припущень для створення математичної моделі процесу попередньої фіксації деталей верху взуття.*

13. Майдан П. С. Аналіз математичних моделей процесу фіксації плоских м'яких заготовок верху взуття / Майдан П. С. // Актуальні проблеми комп'ютерних технологій : Всеукр. конф., 1 черв. 2010 р. : стаття – Хмельницький : ХНУ АН України, 2010. – С. 200–205. *Особистий внесок здобувача: аналіз існуючих математичних моделей процесу фіксації деталей перед складання у виріб.*

14. Майдан П. С. Інноваційний погляд на складання заготовок верху взуття / Майдан П. С., Драпак Г. М. // Сучасні технології в легкій промисловості і сервісі : регіон. наук.-практ. конф., 22-23 верес. 2010 р. : тези допов. – Хмельницький : ХНУ АН України, 2010. – С. 60–62. *Особистий внесок здобувача: обґрунтування необхідності створення універсального пристосування для автоматизації процесу складання заготовок верху взуття.*

15. Амбарцумов В. В. Особливості процесу базування при складанні плоских виробів з початком відліку координат з кута деталі / Амбарцумов В.В., Майдан П. С., Драпак Г. М. // Проблеми легкой и текстильной промышленности Украины : Міжнар. конф., 27–28 жовт. 2010 р. : тези допов. – Херсон : ХНТУ АН України, 2010. – С. 41–42. *Особистий внесок здобувача: проаналізовано методи базування деталей верху взуття.*

16. Майдан П. С. Особливості силової фіксації деталей виготовлених з матеріалів, що легко деформуються / Майдан П. С., Драпак Г. М. // Наукові розробки молоді на сучасному етапі : Всеукр. конф., 19–21 квіт. 2011 р. : тези допов.

– К. : КНУТД АН України, 2011. – Т. 1. – С. 144–145. *Особистий внесок здобувача: формулювання припущень для створення фізичної моделі.*

17. Майдан П. С. Аналіз процесу силової фіксації пакету деталей перед їх скріпленням / Майдан П. С., Амбарцумов В.В. // Механіка та інформатика : Міжнар. конф., 12-14 трав. 2011 р. : тези допов. – Хмельницький : ХНУ АН України, 2011. – С. 13–15. *Особистий внесок здобувача: математичний опис рівнянь розподілу зусиль при фіксації шарів матеріалу.*

18. Майдан П. С. Розробка спеціального пристосування для базування деталей перед складанням у виріб / Майдан П. С., Драпак Г. М. // Сучасні технології в легкій промисловості і сервісі : Всеукр. наук.-практ. конф., 18-19 трав. 2011 р. : тези допов. – Хмельницький : ХНУ АН України, 2011. – С. 114–116. *Особистий внесок здобувача: обґрунтування необхідності створення універсального пристосування для автоматизації процесу базування деталей верху взуття.*

19. Майдан П. С. Determination value of possible displacement details during the power fixation of shoe uppers / Майдан П., Горященко С., Бурмістенков А. // Новітні технології в текстильній промисловості : Міжнар. конф., 9-11 жовт. 2012 р. : тези допов. – Хмельницький : ХНУ АН України, 2012. – С. 159–161. *Особистий внесок здобувача: аналітичне визначення можливих зміщень деталей одна відносно одної під час складання у заготовку.*

20. P. Maydan Determination value of possible displacement details during the power fixation of shoe uppers / P. Maydan, S. Goryashchenko // Monograph : edited by G. Paraska, J. Kowal. – 2012. – P. 287–297. *Особистий внесок здобувача: експериментальні дослідження зміщення деталей одна відносно одної під час складання у заготовку та порівняння результатів з математично визначеними.*

## АНОТАЦІЯ

**Майдан П. С. Удосконалення процесу автоматизованого складання заготовок верху взуття з використанням універсального пристосування.** – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.18 – технологія взуття, шкіряних виробів і хутра. – Хмельницький національний університет, Хмельницький, 2013.

Дисертацію присвячено удосконаленню процесу автоматизованого складання заготовок верху взуття у плоскому та напівплоскому вигляді для підвищення конкурентоспроможності взуття.

Розроблено математичні моделі процесів базування та силової фіксації плоских деталей перед їх складанням у заготовку. Виготовлено пристрій для базування деталей та універсальне пристосування для фіксації пакету деталей.

Визначено оптимальні значення зусиль фіксації пакетів деталей, виготовлених із різних матеріалів та проведено оцінку якості отриманих виробів перевіркою міцності отриманих ниткових швів.

Розроблено технологічний процес автоматизованого складання плоских та напівплоских заготовок верху взуття.

**Ключові слова:** заготовка верху взуття, базування та фіксація ЗВВ, сила фіксації, автоматизований процес складання ЗВВ, способи складання плоских заготовок.

## АННОТАЦІЯ

**Майдан П. С. Совершенствование процесса автоматизированной сборки заготовок верха обуви с использованием универсального приспособления.** – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.18 - технология обуви, кожаных изделий и меха. - Хмельницкий национальный университет, Хмельницкий, 2013.

Диссертация посвящена усовершенствованию процесса автоматизированной сборки заготовок верха обуви в плоском и полуплоском виде для повышения конкурентоспособности обуви.

Определены способы фиксации деталей в пакете перед составлением в заготовку верха обуви, установлено оптимальный способ фиксации - силовой.

Разработаны математические модели процессов базирования и силовой фиксации плоских деталей перед их сборкой в заготовку. Изготовлена экспериментальная установка для автоматизации процесса сборки заготовок верха обуви, которая состоит из устройства для базирования и универсального приспособления для фиксации пакета деталей. Разработан алгоритм процесса базирования нескольких деталей устройства.

Проведены экспериментальные исследования минимально необходимого усилия фиксации деталей верха обуви в пакете. Подтверждено адекватность принятых предположений и математической модели.

Определены оптимальные значения усилий фиксации для заготовок верха, изготовленных из различных материалов и проведена оценка качества изделий проверкой прочности полученных ниточных швов.

В результате экспериментальных исследований определены оптимальные параметры технологического процесса сборки заготовки верха обуви, которые соответствуют следующим значениям: скорость движения пакета зафиксированных деталей  $V = 0,009 \text{ м/с}$ , диаметр фиксаторов  $d_{\text{ф}} = 10 \text{ мм}$ , минимально необходимое усилие фиксации  $P = 13,38 \text{ Н}$  (для деталей ЗВО изготовленных из материала кожа КРС ДСТУ 2726-94),  $P = 13,51 \text{ Н}$  (для деталей ЗВО изготовленных из материала бахтармянный спилок ГОСТ 1838-91),  $P = 13,46 \text{ Н}$  (для деталей ЗВО изготовленных из материала искусственная кожа (винилискожа) ТУ 17-21-360-85). Результаты исследований показали, что прочность однорядного шва увеличилась почти на 10% для всех типов материала, для оптимальной длины стежка, двухрядного - в пределах 8-13%.

На основе проведенных исследований разработан технологический процесс автоматизированного составления плоских и полуплоских заготовок верха обуви.

После проведенных расчетов экономической эффективности внедрения усовершенствованного технологического процесса изготовления ЗВО установлено, что потенциал экономии времени работы составит:

- по сравнению с параллельно-последовательным способом – 0,9-0,97%;
- по сравнению с последовательным - 37-54,46%.

Результаты апробации технологического процесса и оборудования для базировки и фиксации деталей верха обуви, проведенные на производстве ТсОО «Гулливер» позволяют ожидать экономический эффект от внедрения около 4 703,8 грн. в год в ценах 2012 года.

**Ключевые слова:** заготовка верха обуви, базирования и фиксации ЗВО, сила фиксации, автоматизированный процесс сборки ЗВО, способы составления плоских и полуплоских заготовок.

## SUMMARY

**Maydan P.S. Improving the process of automated shoe uppers with versatile device.** - Manuscript.

The dissertation on obtaining the degree of the Candidate of Technical Sciences in specialty 05.18.18 - Technology of shoes, leather goods and furs. - Khmel'nitsky National University, Khmel'nitsky, 2013.

Dissertation is dedicated to improving the process of automated assembling shoe uppers in a plane and half-plane to increase the competitiveness of shoes.

Developed mathematical models processes of basing and power fixing flat details before assembling into shoe uppers. The device for basing details and universal accessories for fixing the package details were created.

The optimal value of effort fixing packs parts made from different materials and evaluated the quality of derived products by testing of strength obtained filamentary seams.

Developed by process aided drafting and flat half-pieces of footwear.

**Keywords:** shoe uppers, basing and fixing of shoe uppers, force of fixing, the automated process of assembling of shoe uppers, methods of assembling of flat shoe uppers.