

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ
РОЗДІЛЕННЯ М'ЯКИХ ПЛОСКИХ ДЕТАЛЕЙ

В статті наведені методика та результати експериментальних досліджень, які проводилися з метою визначення силових факторів, що виникають в процесі відокремлення деталей верху взуття від пачки. Наведено схему експериментальної установки, встановлено основні рівні та інтервали варіювання змінних факторів. Дослідження проводилися з метою перевірки адекватності раніше розроблених фізичних та математичних моделей процесу відокремлення деталей від пачки.

В загальному процесі взуттєвого виробництва на долю операцій складання заготовок верху взуття (ЗВВ) припадає більше третини від сумарних витрат праці, а вартість їх виконання складає майже половину вартості виготовлення пари взуття [1]. При цьому безпосередньо на процес механічного скріплення деталей між собою витрачається приблизно третина від загального часу складання заготовок, більша ж частина часових витрат припадає на процес підготовки пакету деталей до зшивання – поштучне відокремлення деталей верху взуття від стосу (пачки) та подальше їх транспортування, орієнтування, укладка на позицію складання та подача попередньо складеного пакету в зону обробки. Варто зазначити, що більшість підготовчо-заключних мікропроцесів складальних операцій характеризуються простотою та високим ступенем подібності, а це створює досить вдалі передумови для автоматизації як окремих переходів, так і операції складання в цілому. Однак, велика кількість типорозмірів деталей ЗВВ навіть в межах однієї моделі, велика розбіжність у властивостях взуттєвих матеріалів, а також деякі особливості, притаманні сучасному взуттєвому виробництву в умовах малих та середніх підприємств – невеликі обсяги партій взуття та часта зміна асортименту – суттєво ускладнюють розробку універсальних автоматизованих систем для складання ЗВВ. Одним з найбільш складних для реалізації є процес поштучного відокремлення м'яких плоских деталей (МПД), виготовлених із натуральної чи штучної шкіри або текстильних матеріалів, від пачки, у якій вони поступають на операцію складання.

Очевидно, що реалізація процесу відокремлення МПД можлива лише за умови прикладення деякого мінімально необхідного зусилля до самої деталі, чи до пачки з деталями. Проведені нами аналітичні та пошукові експериментальні дослідження [2, 3] дозволяють кількісно оцінити величину цього зусилля. Метою проведення експериментальних досліджень процесу відокремлення є перевірка адекватності запропонованих раніше аналітичних залежностей дійсності, а також оцінка справедливості прийнятих припущень. Крім того, додатково необхідно визначити, чи дійсно вибраний спосіб відокремлення забезпечує роз'єднання деталей по нормалі без взаємного зсуву, а також оцінити можливість впливу на протікання процесу факторів, які були відкинуті при створенні аналітичних моделей, як незначні.

При експериментальному дослідженні процесу відокремлення використовувались зразки з трьох типів матеріалів: натуральна шкіра – шкір-велюр ГОСТ 1838-91, синтетична шкіра СК-2 ГОСТ 16119-70 та підкладкова тканина – бязь арт. 6802. Характеристика зразків наведена в таблиці 1.

Таблиця 1

Характеристика зразків

№ п/п	Матеріал зразка	Маса зразка, кг	Площа зразка, м ²	Лінійні розміри зразка (Д x Ш), м
1	Шкір-велюр ГОСТ 1838-91	$4,3 \cdot 10^{-3}$	0,0037	0,205 x 0,018
2	Бязь арт. 6802	$0,46 \cdot 10^{-3}$		
3	Шкіра синтетична СК-2 ГОСТ 16119-70	$1,7 \cdot 10^{-3}$		

Проведений аналіз параметрів та факторів, які мають місце в процесі розділення двох суміжних деталей пачки, дозволив виділити незалежні постійні та змінні фактори, а також визначити параметр оптимізації при проведенні експериментальних досліджень.

Параметром оптимізації обрано силу, яку необхідно прикласти для відокремлення крайньої деталі від пачки; саме цей параметр є основним при визначенні технологічного зусилля в процесі поштучного відокремлення.

Основні незалежні фактори, які мають місце в процесі відокремлення, було закодовано таким чином: X_1 – кут нахилу пачки, °; X_2 – швидкість руху деталі відносно пачки, м/с; X_3 – ширина зони розділення деталей, м; X_4 – питома вага матеріалу деталі, Н/м; X_5 – питома сила взаємодії між деталями, Н/м²; X_6 – відстань дії питомої сили взаємодії, м; X_7 – умовний модуль пружності матеріалу деталі, Па; X_8 – товщина деталі, м.

Область експерименту вибиралась на підставі попередніх досліджень [2, 3] та аналізу апріорної інформації [4, 5]. Граничні значення кута нахилу пачки (фактор X_1) визначаються значеннями, які обмежують зону верхнього способу відокремлення деталі. Таким чином, граничними значеннями цього фактора є кути 0° та 45°. Максимальне значення швидкості руху деталі відносно пачки (фактор X_2) обмежується міцністю

матеріалу деталі та надійністю утримання деталі захватним пристроєм, відповідно до [4] максимальне значення прийнято 0,2 м/с. Мінімальне значення цього фактору визначається з умов технологічного процесу автоматизованого складання багатошарових комплектів і приймається 0,08 м/с. Ширина зони розділення (фактор X_3) відповідає ширині деталі у зоні розділення. Відповідно до підібраних для дослідження розмірів зразків, максимальною буде ширина 0,054 м, а мінімальною – 0,018 м. Питома вага матеріалів зразків знаходиться в межах від 1,25 до 11,55 Н/м, питома сила взаємодії і відстань дії сили взаємодії між деталями визначалася в ході пошукового експерименту і складає 1,214... 4,934 Н/м² та $(0,1... 1) \cdot 10^{-3}$ м відповідно. Умовний модуль пружності визначався за відомою методикою [5] і становить для вибраних матеріалів $(2,195... 37,8) \cdot 10^6$ Па, товщина зразків знаходиться в межах $(0,28... 1,5) \cdot 10^{-3}$ м. Фактори $X_4 - X_6$ є постійними факторами і залежать лише від матеріалу деталей, які використовуються у дослідженні, їх значення для різних типів матеріалів наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Значення постійних факторів для деталей, виготовлених з різних матеріалів

№ зразка	Питома вага, Н/м	Питома сила взаємодії, Н/м ²	Відстань дії сили взаємодії, м	Умовний модуль пружності, Па	Товщина деталі, м
1	11,55	4,934	$0,5 \cdot 10^{-3}$	$2,195 \cdot 10^6$	$1,5 \cdot 10^{-3}$
2	1,25	4,423	$1 \cdot 10^{-3}$	$37,8 \cdot 10^6$	$1,04 \cdot 10^{-3}$
3	4,72	1,214	$0,1 \cdot 10^{-3}$	$8,56 \cdot 10^6$	$0,28 \cdot 10^{-3}$

Змінними ж факторами вибрано незалежні фактори $X_1... X_3$ – кут нахилу пачки, швидкість відокремлюючого руху та ширина зони розділення деталей. Рівні та інтервали зміни цих факторів було вибрано відповідно до величини області експерименту та наведено у табл. 3.

Таблиця 3

Рівні та інтервали зміни факторів

Позначення	Фактори	Рівні варіювання			Інтервал варіювання
		-1	0	+1	
X_1	кут, °	0	22,5	45	22,5
X_2	швидкість, м/с	0,08	0,14	0,2	0,06
X_3	ширина, м	$18 \cdot 10^{-3}$	$36 \cdot 10^{-3}$	$54 \cdot 10^{-3}$	$18 \cdot 10^{-3}$

Дослідження процесу відокремлення плоскої деталі від пачки проводилися за планом другого порядку, так як аналіз апріорної інформації та аналітичні дослідження процесу показали, що лінійне наближення для математичного опису процесу не забезпечить необхідної точності. З огляду на невизначеність орієнтації поверхні відгуку та враховуючи високий рівень D -, A -, E -, Q - оптимальності, для проведення експериментальних досліджень було вибрано повний факторний план 3ⁿ.

Для проведення експериментальних досліджень було спроектовано спеціалізоване експериментальне устаткування, яке дозволяє при здійсненні процесу фіксувати поточне значення сили, необхідної для відокремлення крайньої деталі від пачки. Схема експериментальної установки для визначення сили взаємодії між деталями зображено на рис. 1.

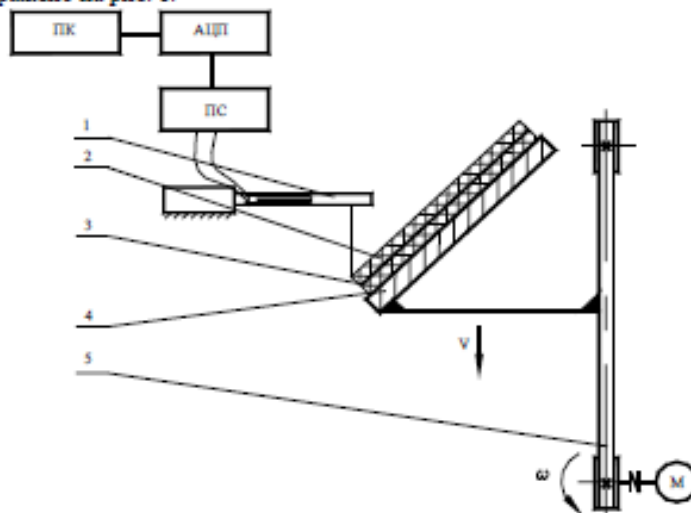


Рисунок 1 - Схема експериментальної установки для визначення сили взаємодії: 1 – тензобалка; 2 – верхня деталь; 3 – нижня деталь; 4 – нижня платформа; 5 – привод механізму переміщення; ПС – підсилювач сигналу; АЦП – аналогово-цифровий перетворювач; ПК – персональний комп'ютер

Для здійснення варіювання основними змінними факторами в процесі експериментального дослідження, в установці передбачено плавне регулювання швидкості переміщення платформи 4 з розміщеними на ній деталями 2 і 3 (фактор X_2); сама установка може змінювати своє положення у просторі таким чином, що кут площини розділення відносно горизонту може змінюватись від 0 до 45° (фактор X_1). Крім того, використання деталей різної ширини забезпечує можливість зміни третього фактора – геометричних параметрів зони розділення.

Двигун постійного струму через пасову передачу 5 передає поступальний рух до платформи 4, з розташованими на ній деталями 2 і 3. До краю деталі 2 прикріплена тонкий гнучкий металевий дріт, з'єднаний з вільним кінцем тензOMETричної балки 1, яка виконує роль датчика зусилля. Електричний сигнал від тензOMETричних датчиків передається на підсилювач ПС, після чого, вже підсилений, поступає на вхід аналого-цифрового перетворювача (АЦП). Після цього, підсилений та перетворений у цифровий вигляд, сигнал отримується на СОМ-портові персонального комп'ютера, де й зберігається у вигляді текстового файлу з двома стовпчиками чисел – час і відповідне йому зусилля.

Результати експериментальних досліджень було оброблено відповідно до загальновідомої методики [6] і отримано рівняння регресії, яке дозволяє математично описати процес відокремлення м'якої деталі від пачки при роботі з вибраними для дослідження матеріалами, з урахуванням трьох змінних факторів.

Експериментальна та аналітична залежності відокремлюючого зусилля від ширини зони розділення та швидкості відносного руху деталей із шкір велюру при різних значеннях кута нахилу пачки наведено на рис. 2.

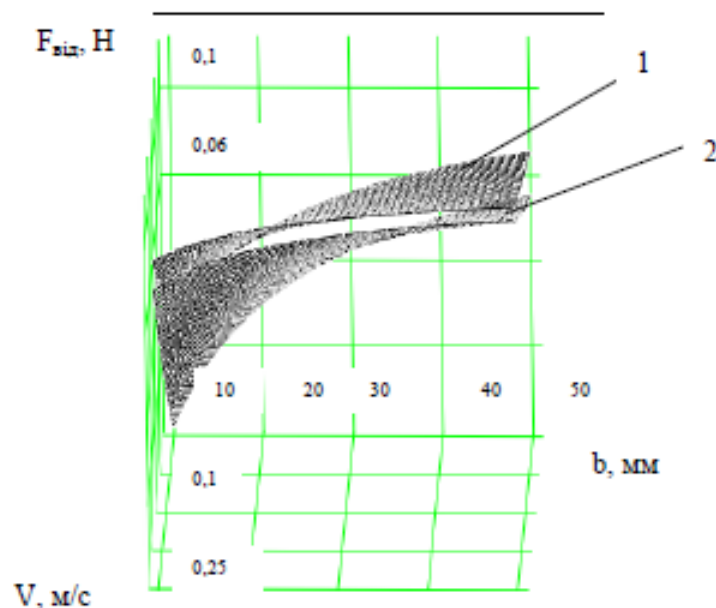


Рисунок 2 – Залежність зусилля відокремлення $F_{від}$ м'яких деталей із шкір велюру ГОСТ 1838-91 від ширини зони розділення та швидкості відокремлюючого руху: 1 – графік, отриманий на підставі математичної моделі; 2 – експериментальний графік

Таким чином, проведене експериментальне дослідження процесу відокремлення дозволяє зробити такі висновки. В цілому експериментальна залежність за характером близька до аналітичної в межах всієї області експериментальних досліджень, що підтверджує правомірність зроблених нами припущень та гіпотез при проведенні аналітичних досліджень процесу. Отримані регресійні залежності достатньо задовільно узгоджуються із запропонованою раніше математичною моделлю процесу відокремлення м'якої деталі від пачки, що дозволяє використовувати результати аналітичних досліджень для розрахунків при проектуванні пристроїв, призначених для поштучного відокремлення м'яких деталей від пачки.

Література

1. Тонковид Л.А. Автоматизация сборочных процессов в обувном производстве. – К.: Техніка, 1984. – 248 с.
2. Драпак Г. М., Онофрійчук В.И.. Процесс отделения фрагмента мягкой детали // Материали міжнародної науково-технічної конференції «Ресурсо- і енергосберегаючі технології промислового виробництва». – Витебск. – 2003.
3. Онофрійчук В.И., Драпак Г.М., Прибега Д.В.. Експериментальне дослідження специфічних властивостей матеріалів верху взуття // Вісник Технологічного університету Поділля. – 2005. – № 1. – С. 139-142.
4. Громовой Д.М. Автоматизация операций поштучного отделения деталей от пачки в швейной промышленности. (Обзор). М.: ЦНИИТЭИ легтпищемаш, 1973. – 47 с.

5. Эксплуатационные свойства тканей и современные методики их оценки / Под общ. ред. к.т.н. П.А. Колесникова. – М.: Издательство научно-технической литературы РСФСР, – 1960. – 474 с.

6. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. – М.: Машиностроение, 1981. – 184 с.

Надійшла 6.5.2007 р.

УДК 687.053

О.П. ТЕРЕЩЕНКО, П.Г. КАПУСТЕНСЬКИЙ І.А. ШЕВЧЕНКО

Хмельницький національний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ГОЛОВНОГО ВЕКТОРА СИЛИ ІНЕРЦІЇ ВОСЬМИЛАНКОВОГО МЕХАНІЗМУ ГОЛКИ

В даній статті розглядається питання дослідження головного вектора сили інерції восьмиланкового регульованого механізму голки та визначення його зміни залежно від величини переміщення голководія.

Механізм голки є одним з основних робочих механізмів швейної машини, який виконує наступні функції: прокол матеріалів, утворення петлі напуску при зворотному русі голководія та затягування стібка [1].

Як відомо з динаміки швейних машин при використанні шести- та семиланкових механізмів голки найбільше навантаження, до 70 % від загальних динамічних навантажень, на опори швейної машини припадає саме на механізм голки.

Мета. Метою даної роботи є визначення значення головного вектора сили інерції залежно від кута повороту головного валу та величини переміщення голководія.

Ніжче, на рис. 1 представлено восьмиланковий регульований механізм голки [2], дослідження кінематичних параметрів якого було представлено в науковій публікації [3].

Даний механізм складається з кривошипа OA_1 , шатунів AB , BC та EF , коромисла BG , двоплечого важеля CE та голководія F .

Графіки переміщення центра мас восьмиланкового механізму голки є деякими періодичними функціями, що залежать від кута повороту головного валу:

$$X_{SC} = f_1(\psi), \quad Y_{SC} = f_2(\psi). \quad (1)$$

Згідно з методикою викладеною в літературі [4], з використанням траєкторії руху центра мас записаної у вигляді функцій 1 та рівняння ряду Фур'є можна отримати проекції головного вектора сил інерції даного механізму голки на координатній осі, причому визначення проекцій головного вектора сил інерції будемо проводити для максимального та мінімального значень переміщення голководія.

Записавши дані функції залежно від кута повороту голкового валу отримаємо наступні графіки залежностей за формулою 1 відповідно для максимального та мінімального значень переміщень голководія. На рис. 2, 3. представлено розгорнену траєкторію руху центра мас восьмиланкового механізму голки при максимальному переміщенні голководія $Y_f = 40.6 \text{ мм}$. Дані графіки побудовані для дванадцяти положень механізму голки (один повний оберт головного валу).

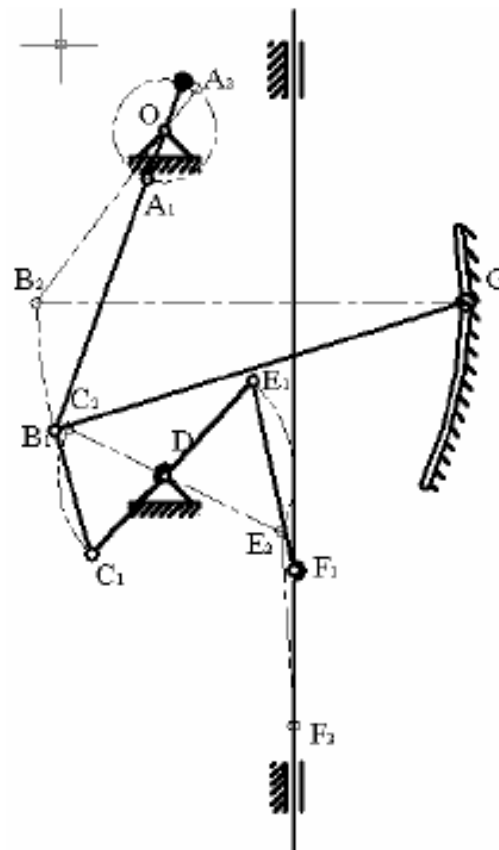


Рис. 1. Восьмиланковий механізм голки