

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ**

МАКАТЬОРА ДМИТРО АНАТОЛІЙОВИЧ

УДК [685.34.05](043.3)

**ПАРАМЕТРИЧНИЙ СИНТЕЗ РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИНИ
ПОЗДОВЖНЬОГО РІЗАННЯ ВЗУТТЄВИХ МАТЕРІАЛІВ**

05.05.10 – машини легкої промисловості

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

Київ – 2020

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Київському національному університеті технологій та дизайну Міністерства освіти і науки України (м. Київ).

Науковий керівник:

доктор технічних наук, професор
Панасюк Ігор Васильович
директор Навчально-наукового інституту інженерії та інформаційних технологій, Київський національний університет технологій та дизайну,

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки

Щербань Юрій Юрійович
заступник директора з навчально-методичної роботи, Київський фаховий коледж прикладних наук

кандидат технічних наук, професор
Кармаліта Анатолій Костянтинович
професор кафедри машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем, Хмельницький національний університет

Захист відбудеться «17» листопад 2020 р. о 10:00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.102.02 в Київському національному університеті технологій та дизайну за адресою:

01011, м. Київ, вул. Немировича-Данченка, 2.

Автореферат розісланий «15» жовтень 2020 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради _____

Г.В. Кошель

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Існує декілька способів поздовжнього різання взуттєвих матеріалів, а саме за допомогою рухомого і нерухомого леза ножа. Однак особливої уваги потребує обробка за допомогою нерухомого леза ножа, оскільки це обладнання має просту конструкцію, низьку собівартість, більш просте технічне обслуговування порівняно з обладнанням, що використовує рухомий спосіб поздовжнього різання, здатність обробляти взуттєві матеріали (мікропориста та монолітна гуми, повсть, шкіри), отримувати необхідну якість оброблених деталей при невеликих енергетичних затратах на процес поздовжнього різання.

Процес поздовжнього різання досліджували загальновизнані спеціалісти Копейкін А.М., Майзель М.М., Корнілов В.П. та інші. Найбільш ґрунтовно дослідження у цьому напрямі були проведені Князевим В.І. та Чорно-Івановим В.С., але було не достатньо вивчені геометрія ріжучого інструменту, пристрій транспортуючих валиків, завантажувальні механізми.

Практика створення таких машин показує, що основним чинником, який стримує подальший їх розвиток, є недосконалість конструкцій робочих органів. Це негативно впливає на продуктивність машини, якість отриманих деталей, а також призводить до значних втрат енергії на тертя матеріалу при його транспортуванні (до 80 % від сумарних втрат на виконання операції поздовжнього різання).

Перспективним напрямом розвитку машин поздовжнього різання є подальше підвищення їхньої продуктивності, зниження енергетичних витрат на процес різання та підвищення якості обробки за рахунок удосконалення геометрії ріжучого інструменту, конструкцій пристрою транспортуючих валиків, та завантажувальних механізмів.

Враховуючи вище наведене, параметричний синтез робочих органів машини поздовжнього різання взуттєвих матеріалів є актуальним завданням. Вирішення цього завдання дозволить підвищити продуктивність праці та якість виконання технологічної операції, зменшити енерговитрати.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалась у відповідності із науковою програмою діяльності Київського національного університету технологій та дизайну в рамках науково-дослідних робіт: 2–03–3/03. «Наукові основи проектування робочих процесів і технологічних машин легкої промисловості» за напрямом 2–03/3.1/03. «Проектування сучасних швейних, трикотажних та взуттєвих машин», Н/н2-05-02...Н/н2-05-07 «Обладнання, системи управління технологічними процесами та контролю якості виробів» за напрямом 4/05-02...4/05-07 «Вдосконалення методів проектування машин легкої промисловості», Н/н 10-11...Н/н 10-16 «Технологічне обладнання, процеси, технічні перетворювачі та системи управління легкої промисловості та побутового обслуговування» за напрямом 3.6.1.-2/11...3.6.1.-2/16 «Розвиток теорії проектування і вдосконалення механізмів машин легкої промисловості, включно швейних, трикотажних, взуттєвих машин», «Удосконалення машин легкої

промисловості з метою зменшення енергетичних витрат» (№ держреєстрації 0116U006454), яка виконувалася в КНУТД у 2016 році.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є параметричний синтез робочих органів та механізмів машини поздовжнього різання взуттєвих матеріалів, для забезпечення підвищення продуктивності та зменшення енергетичних витрат на виконання технологічного процесу.

Відповідно до поставленої мети сформульовані завдання дослідження:

- провести аналіз технологічного обладнання для поздовжнього різання та визначити напрями його удосконалення;
- аналітично дослідити вплив геометрії леза ножа та розташування ножа на процес поздовжнього різання;
- провести аналітичне дослідження впливу поперечного перерізу на технологічні параметри процесу поздовжнього різання;
- провести аналітичні дослідження впливу діаметру транспортуючих валиків та конструкцій механізму транспортування на зусилля що втягує матеріал;
- провести дослідження фрикційного завантажувального механізму;
- провести експериментальні дослідження взаємодії робочих органів машини поздовжнього різання, з метою перевірки результатів аналітичних досліджень;
- розробити вдосконалені конструкції машин та механізмів для поздовжнього різання з урахуванням результатів дослідження;
- впровадити результати досліджень у виробництво та освітній процес.

Об'єкт дослідження – удосконалення технологічного обладнання для поздовжнього різання деталей взуття.

Предмет дослідження – робочі органи машини поздовжнього різання взуттєвих матеріалів.

Методи дослідження.

Теоретичні дослідження базуються на основних положеннях технології виробництв легкої промисловості, теоретичної механіки, теорії машин та механізмів, деталей машин, векторної алгебри, фізики. Дослідження конструктивних та кінематичних параметрів машини поздовжнього різання виконувалася з використанням систем автоматизованого проектування AutoCAD 2007 та КОМПАС-3D V15. Експериментальні дослідження проводилися на спеціально розробленій експериментальній установці з використанням сучасних технічних засобів, комп'ютерно-інтегрованих методів вимірювання фізичних величин за допомогою 8-розрядного контролеру WAD-AIK-BUS з аналого-цифровим перетворювачем та методів математичного планування експерименту. Аналіз та обробку експериментальних даних здійснено із застосуванням системи математичного моделювання MathCAD 14 та прикладної програми Microsoft Office Excel 2007.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у встановленні взаємозв'язків між параметрами робочих органів машини та технологічними параметрами операції поздовжнього різання взуттєвих матеріалів, при цьому:

- вперше отримані аналітичні залежності для визначення геометричних параметрів ножа з дугоподібним заточуванням та рифленим ножом з одностороннім заточуванням;
- вперше отримано аналітичну залежність для визначення діаметру транспортуючого валика з об'єднаним стрічковим транспортером;
- удосконалено аналітичну залежність для визначення мінімального діаметру транспортуючих валиків.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що:

- розроблені нові конструкції машин, пристроїв транспортуючих валиків, механізмів та пристроїв ножа, що забезпечують зменшення енергетичних витрат на процес поздовжнього різання взуттєвих матеріалів та підвищують продуктивність роботи машини в цілому;
- впроваджено результати досліджень: у освітній процес Київського національного університету технологій та дизайну при підготовці студентів за спеціальностями 131 – Прикладна механіка та 133 – Галузеве машинобудування та на підприємствах на ТОВ «Viktorioобувь», ПП «Хелком» та ТОВ «Охтирська фабрика взуття», де очікуваний економічний ефект від впровадження склав 25 тис. гривень;
- укладено угоди про продаж невиключеної ліцензії на використання корисних моделей за патентами № 105554, № 109657, № 127084 з ФОП «Гондурак Іван Іванович»;
- технічна новизна предмету дослідження отриманих результатів підтверджена отриманими 12 патентами України на корисну модель.

Особистий внесок здобувача полягає у постановці та вирішенні основних теоретичних та експериментальних завдань. Автором виконано постановку й обґрунтування теми, проведено критичний аналіз науково-технічної літератури за темою дисертаційної роботи, розроблена експериментальна установка для визначення погонного зусилля різання ножами з різним формами заточування: з одно- та двосторонньою, дугоподібною та рифленим ножом з односторонньою формою; проведено аналітичні розрахунки, теоретичні та експериментальні дослідження, виконано математичну обробку результатів експериментів.

Апробація результатів дисертації.

Основні положення і результати дисертації доповідались і отримали позитивну оцінку на 2 міжнародних конференціях: IX Mezinárodní vědecko - praktická konference «Aktuální vývoje vědy – 2013» (м. Прага, 27.06.2013-05.07.2013 р.), IX Міжнародна науково-практичної інтернет-конференція «Сучасна наука ХХІ століття» (м. Київ, 17-19 червня 2013 р.) та 6 всеукраїнських конференціях: Всеукраїнській науковій конференції молодих вчених та студентів «Наукові діяльність молоді на переломі тисячоліть» (м. Київ, 23-24 квітня 2002 р.); II Всеукраїнській науковій

конференції молодих вчених та студентів «Наукові розробки молоді на сучасному етапі» (м. Київ, 23-24 квітня 2003р.); III Всеукраїнській науковій конференції молодих вчених та студентів «Наукові розробки молоді на сучасному етапі» (м. Київ, 19-21 квітня 2004р.); V Всеукраїнській науковій конференції молодих вчених та студентів «Наукові розробки молоді на сучасному етапі» (Київ, 17-19 квітня 2007 р.); I Всеукраїнська науково-практична конференція «Актуальні тенденції української науки» (Київ, 5 липня, 2013 р.); XII Всеукраїнській науковій конференції молодих вчених та студентів «Наукові розробки молоді на сучасному етапі» (м. Київ, 25-26 квітня 2013р.).

Дисертація доповідалась повністю і одержала позитивну оцінку на:

наукових семінарах кафедри прикладної механіки та машин Київського національного університету технологій та дизайну (27 грудня 2017 р. та 26 червня 2019 р.);

міжкафедральних наукових семінарах Київського національного університету технологій та дизайну (03 жовтня 2019 р. та 05 червня 2020 р.)

Публікації. Матеріали дисертації опубліковані у **40** друкованих працях, з них **20** статей у наукових фахових виданнях України, рекомендованих МОН України, **12** патентів України на корисні моделі (деклараційні патенти на винахід) та **8** тез доповідей на всеукраїнських та міжнародних наукових конференціях.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Основна частина дисертації подана на **154** сторінках, містить **92** рисунків, **2** таблиці, список використаних джерел із **135** найменувань на **16** сторінках. Повний обсяг дисертації складає **312** сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та завдання дослідження, викладено наукову новизну та практичне значення роботи, а також реалізацію результатів дисертаційних досліджень.

У першому розділі проведено аналітичний огляд методів (способів) та засобів для поздовжнього різання деталей низу взуття.

Машина для вирівнювання деталей низу взуття – мікропориста та монолітна гуми, пость (далі – взуттєві матеріали) за товщиною застосовуються для різання напівфабрикату, тобто поділу його за товщиною для отримання двох і більше тонких деталей, придатних для застосування у взуттєвому та галантерейному виробництвах. У цьому велика перевага вирівнювання перед струганням шкір, при якому значна частина (30 - 50%) шкіряної тканини перетворюється в малоцінну стружку.

Визначено, що серед значної кількості типів обладнання для виконання технологічної операції поздовжнього різання взуттєвих матеріалів, найбільш

ефективним та перспективним типом вважаються машини, що можуть виконувати операції двоїння та вирівнювання по товщині.

Встановлено, що відсутні настанови щодо впливу фрикційних властивостей робочих поверхонь транспортуючих валиків по відношенню до матеріалу заготовки, деформаційних властивостей матеріалу заготовки на визначення мінімального діаметру транспортуючих валиків.

Встановлено, що відсутні рекомендації щодо розташування кромки леза ножа відносно осей транспортуючих валиків, вибору раціонального положення леза ножа та форми його заточування (одностороння, двостороння, дугоподібна та рифлений ніж з односторонньою формою).

Встановлено, що відсутні настанови щодо обґрунтування взаємозалежності впливу кількості деталей низу взуття, що знаходяться в бункері шиберно-магазинних завантажувальних пристроїв (далі ШМЗП) на зростання габаритних розмірів транспортуючого пристрою (стрічковий транспортер, що використовується в багатьох конструкціях машин для поздовжнього різання взуттєвих матеріалів); відсутні аналітичні дослідження зв'язку кутових (лінійних) швидкостей між стрічковим транспортером та транспортуючими валиками.

Наведені в даному розділі результати аналітичного огляду стали передумовою для визначення мети, об'єкту, предмету та задач дослідження.

Другий розділ присвячений аналітичним дослідженням взаємодії леза ножа та транспортуючих валиків.

Досліджено силу опору просуванню розділених частин матеріалу P по гранях ножа в залежності від відстані кромки леза ножа до осей транспортуючих валиків a . Отримано вираз для визначення сили опору просуванню розділених деталей по гранях ножа в напрямі їх подачі:

$$\sum P_x = 2Q \left(\sin \frac{\beta}{2} + f \cos \frac{\beta}{2} \right), \quad (1)$$

де Q – розпірне зусилля або сила тиску на грань ножа, β – кут заточування леза ножа, f – коефіцієнт тертя між граню ножа та матеріалом.

Проведено кінематичне дослідження конструкції пристрою регулювання установки кромки леза ножа до осей транспортуючих валиків при виконанні технологічних операцій двоїння та вирівнювання взуттєвих матеріалів по товщині. Кінематична схема пристрою для регулювання установки леза ножа представлена на рис. 1, а розрахункові на рис. 2 та рис. 3. Пристрій містить раму 1 в якій установлений ніж 2, за допомогою пари регулювальних гвинтів 3 (для фіксації і установки кромки леза ножа відносно осей транспортуючих валиків (на рисунку не показано)). Рама 1 закріплена на парі коромисел 4, які встановлені на парі осей 5 та містять пару регулювальних гвинтів 6, що взаємодіють з напрямною 7 (для фіксації положення коромисел при виконанні технологічної операції двоїння або вирівнювання по товщині).

Дана конструкція дозволяє при виконанні різних операцій (двоїння або вирівнювання по товщині), знизити час налаштування машини.

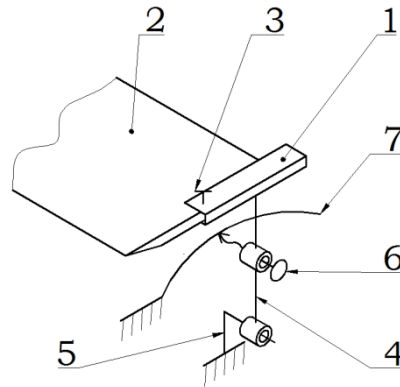


Рис. 1. Кінематична схема пристрою для регулювання установки леза ножа

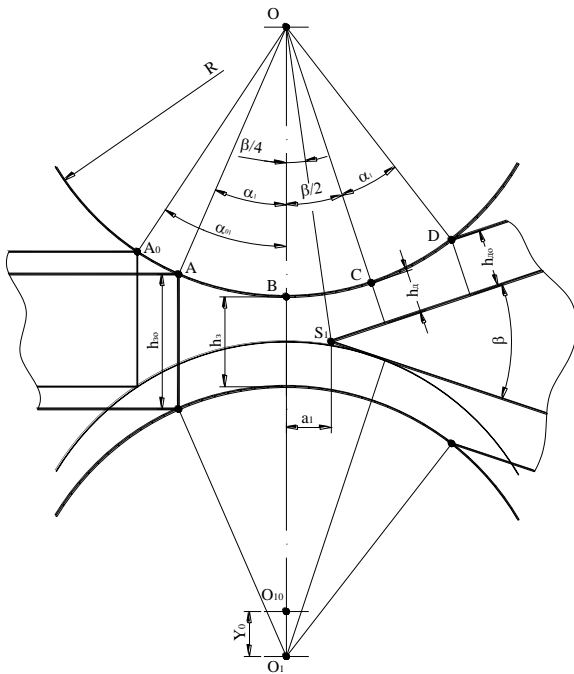


Рис. 2. Розрахункова схема для визначення параметрів розташування кромки леза ножа з двохстороннім заточуванням відносно осей транспортуючих валиків при виконанні технологічного процесу двоїння деталей по товщині

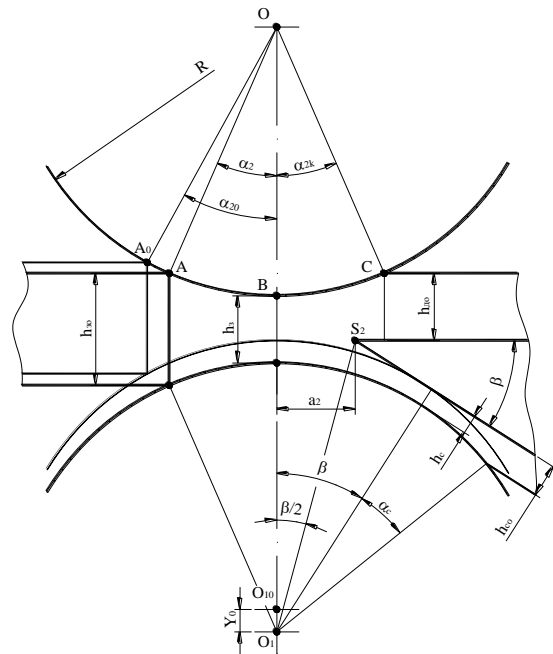


Рис. 3. Розрахункова схема для визначення параметрів розташування кромки леза ножа з одностороннім заточуванням відносно осей транспортуючих валиків при виконанні технологічного процесу вирівнювання деталей по товщині

Отримано вирази для визначення конструктивних параметрів регулювання, а саме координати центра осі повороту 5 (рівняння 2 та 3) та довжини коромисла 4 (рівняння 4).

$$x \approx \left[\frac{3R}{2} + \left(h_{co} + \frac{h_{oo}}{2} \right) (1 - \varepsilon) \right] \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{4} \quad (2)$$

$$y \approx \left[\frac{R}{2} + \left(h_{co} - \frac{h_{oo}}{2} \right) (1 - \varepsilon) \right] \quad (3)$$

$$L = \frac{y}{\cos \frac{\beta}{4}} = \left[\frac{R}{2} + \left(h_{co} - \frac{h_{oo}}{2} \right) (1 - \varepsilon) \right] \frac{1}{\cos \frac{\beta}{4}} \quad (4)$$

де R – радіус валиків; h_{co} – товщина деталі при виході із зони деформації; h_{oo} – товщина деталі при виході із зони деформації, ε – відносна деформація деталі між верхнім транспортуючим валиком і верхньою гранню ножа; β – кут загострення ножа.

Для випадку коли $h_{co} \approx 0,001 м$, $R = 0,03 м$, $\beta = 12^\circ$, в межах зміни параметрів $h_{oo} = 0,004 \div 0,012 м$ і $\varepsilon = 0,1 \div 0,5$, визначено рекомендовані значення координат розташування осі коливання коромисла 4 (рис. 1) – $x_{cp} = 4,278 \cdot 10^{-3} м$ та $y_{cp} = 18,9 \cdot 10^{-3} м$.

Проведенні дослідження, розпірного зусилля, сили опору просуванню розділених частин матеріалу, дозволили обґрунтувати доцільність використання ножа з односторонньою формою заточування, при виконанні технологічної операції двоїння і вирівнювання по товщині взуттєвих матеріалів (рис. 4 та рис. 5). Використання даного ножа дозволяє знизити силу опору просуванню розділених деталей, в порівнянні з ножом з двосторонньою формою заточування, що в свою чергу знижує енергетичні витрати на процес поздовжнього різання при двоїнні і вирівнюванні матеріалу.

$P, Н$

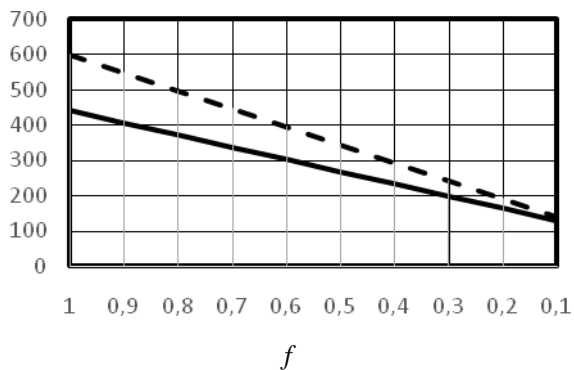


Рис. 4. Графік залежності сили опору P просуванню розділених частин матеріалу від коефіцієнта тертя f ножа і матеріалу де ----- двостороннє заточування; ————— одностороннє заточування

$\Delta, \%$

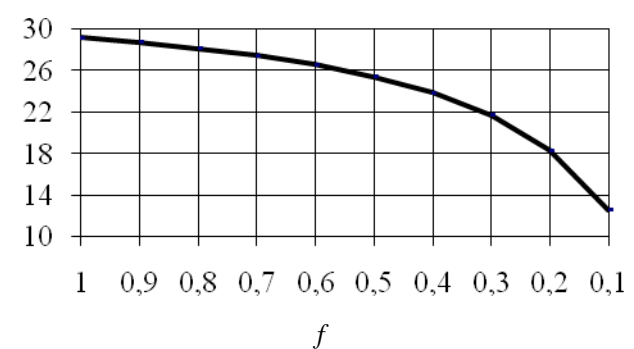


Рис. 5. Графік залежності співвідношення Δ між силами опору просуванню матеріалу при використанні ножів з двох-і одностороннім заточуванням від коефіцієнта тертя f між ножом та матеріалом

при $E = 1 \frac{H}{M^2}$; $B = 0,035 м$; $h_0 = 0,02 м$; $R = 0,03 м$; $\beta = 12^\circ$ і $\varepsilon = 0,4$

Досліджено вплив розпiрного зусилля рис. 6, дiючого на дiлянку взаємодiї транспортуючого валика i площини гранi ножа з дугоподiбною формою заточування з матеріалом деталі.

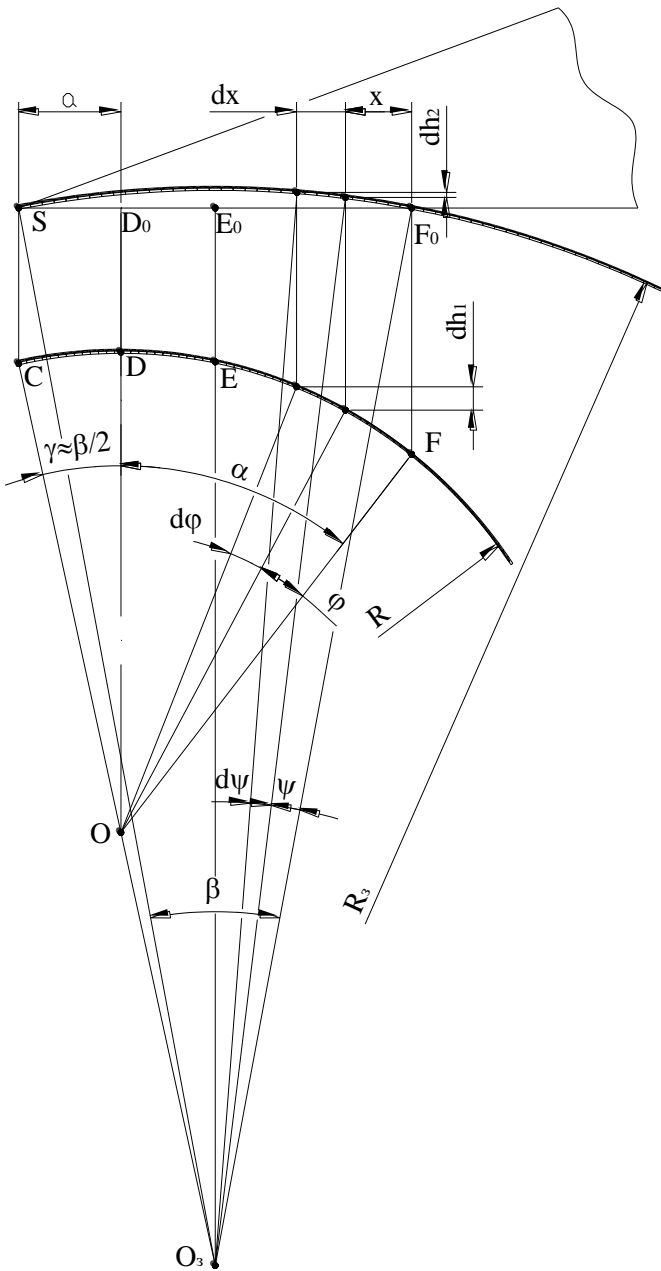


Рис. 6. Геометрична схема взаємодiї транспортуючого валика i ножа з дугоподiбною формою заточування

Отримано рiвняння для визначення розпiрного зусилля для ножа з дугоподiбною формою заточування:

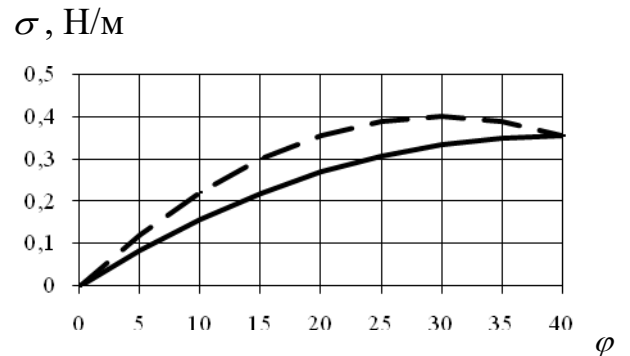


Рис. 7. Графік залежності напруження матеріалу σ від кута контакту φ :

----- напруження матеріалу для ножа односторонньої форми заточування;

———— напруження матеріалу для ножа дугоподiбною формою заточування;

при $E = 1 \frac{H}{M^2}$; $B = 0,035$ м;

$h_0 = 0,02$ м; $R = 0,03$ м; $\beta = 12^\circ$ i $\varepsilon = 0,4$

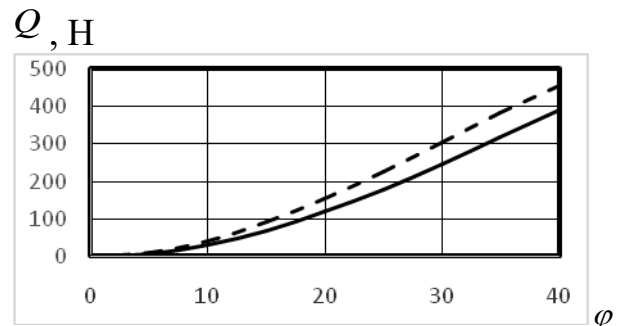


Рис. 8. Графік залежності розпiрного зусилля Q від кута контакту φ :

----- ніж з односторонньою формою заточування;

———— ніж з дугоподiбною формою заточування;

при $E = 1 \frac{H}{M^2}$; $B = 0,035$ м;

$h_0 = 0,02$ м; $R = 0,03$ м; $\beta = 12^\circ$ i $\varepsilon = 0,4$

$$\begin{aligned}
Q = \frac{2BE}{h_0} & \left\{ \frac{1}{2} \left(R_3 \sin \frac{\beta}{2} - R \left[\sin \alpha + \sin \frac{\beta}{2} \right] \right) \sqrt{R_3^2 - \left(R_3 \sin \frac{\beta}{2} - R \left[\sin \alpha + \sin \frac{\beta}{2} \right] \right)^2} - \frac{R_3^2}{4} (\sin \beta + \beta) + \right. \\
& + \frac{R_3^2}{2} \arcsin \frac{R_3 \sin \frac{\beta}{2} - R \left[\sin \alpha + \sin \frac{\beta}{2} \right]}{R_3} + \frac{1}{4} R^2 \sin \beta + \frac{R^2}{2} \frac{\beta}{2} + \frac{R^2}{4} (\sin 2\alpha + 2\alpha) + \\
& \left. + R \left[\sin \alpha + \sin \frac{\beta}{2} \right] \left[R_3 \cos \frac{\beta}{2} - R \cos \alpha \right] \right\}, \quad (5)
\end{aligned}$$

де R_3 – радіус заточування ножа дугоподібної форми заточування.

Результати дослідження обґрунтовують доцільність виконання ножа дугоподібної форми заточування, що дозволяє зменшити розпірне зусилля, за рахунок зменшення напруження матеріалу між транспортуючим валіком і площиною грані ножа з дугоподібною формою заточування, тим самим зменшити втрати енергії на тертя матеріалу (рис. 7 та рис. 8).

Досліджено вплив рифленого ножа з односторонньою формою заточування на силу просування матеріалу в процесі поздовжнього різання взуттєвих матеріалів (рис. 9 та рис. 10), та отримано рівняння (6) для розрахунку сили опору просуванню розділених частин матеріалу по гранях рифленого ножа з односторонньою формою заточування в залежності від кута заточування рифлей, розташованих на нижній поверхні:

$$\sum P'_x = F_1 + F_2 + P_c = \left[Q_e f + Q_n (f \cos \beta + \sin \beta) \sin \left(\arctg \left[\frac{\operatorname{tg} \frac{\theta}{2}}{\sin \beta} \right] \right) \right] \sin \frac{\theta}{2}. \quad (6)$$

де f – коефіцієнт тертя ножа і матеріалу; θ – кут зубців кромки лека ножа; ψ – кут нахилу грані рифлі в площині подачі матеріалу.

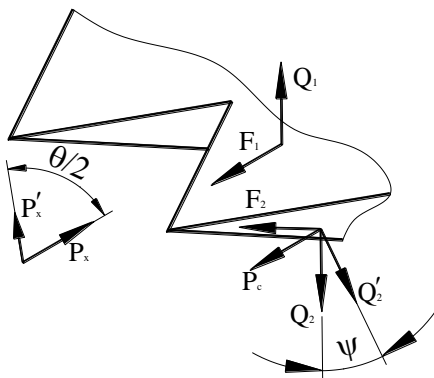


Рис. 9. Схема дії сил на рифлений ніж з односторонньою формою заточування

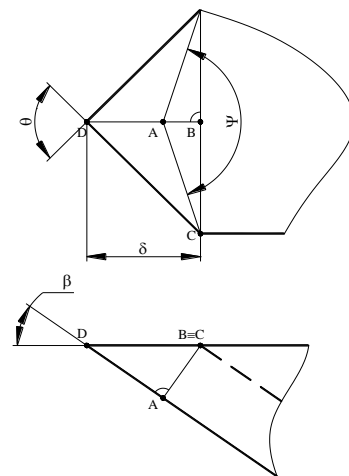


Рис. 10. Схема геометричних параметрів заточування рифлей

Результати дослідження, показали зменшення сили опору просуванню розділених частин матеріалу деталі, при використанні рифленого ножа з односторонньою формою заточування.

Третій розділ присвячений розробці та дослідженню механізмів транспортування та завантажувальних пристроїв.

Проаналізовані конструкції машин з парою транспортуючих валиків та з верхнім транспортуючим валиком і нижнім транспортуючим валиком об'єднаним із завантажувальним пристроєм. Отримані рівняння для розрахунку мінімального діаметру транспортуючого валика в машині повздовжнього різання з об'єднаним нижнім транспортуючим валиком та завантажувальним пристроєм (7) та класичної конструкції (8).

$$D_{\min} = \frac{h_{30}(1-\varepsilon)(1+f^2)}{2f^2} \quad (7)$$

$$D_{\min} = \frac{h_{30}\sqrt{f^2+1}}{(\sqrt{f^2+1}-1)} \quad (8)$$

де D_{\min} – мінімальний діаметр транспортуючого валика, h_{30} – товщина заготовки у вільному стані.

Визначено, що використання конструкції машини з верхнім транспортуючим валиком та об'єднаним нижнім транспортуючим валиком із завантажувальним пристроєм, дозволяє збільшити зусилля, що втягує матеріал (майже в 2 рази) у порівнянні з конструкцією машини з двома транспортуючими валиками.

Розглянута конструкція пристрою для відділення деталі низу взуття від стопи деталей стрічкою транспортера ШМЗП. Аналітично визначено вплив кількості деталей низу взуття, що знаходяться в бункері ШМЗП на зростання габаритних розмірів транспортуючого пристрою:

$$l \geq \frac{V_{II}^2}{g[n(f_1-f_2)+f_2]} = \frac{V_T^2}{g[n(f_1-f_2)+f_2]} \quad (9)$$

де l – відстань від шибера до осей транспортуючих валиків; f_1 – коефіцієнт тертя між деталлю і стрічкою транспортера; f_2 – коефіцієнт тертя між деталями; n – кількість деталей в стопці; g – прискорення сили важкості; V_T – лінійна швидкість стрічки транспортера; V_{II} – лінійна швидкість транспортування деталі валиками.

Значною мірою на розміри ШМЗП впливає коефіцієнт тертя зчеплення між поверхню стрічки транспортера і деталлю, що подається. Зниження числа деталей в бункері ШМЗП, зменшення величини різниці коефіцієнтів тертя між стрічкою транспортера і деталлю та між двома деталями $\Delta f = f_1 - f_2$ призводить до різкого зростання довжини транспортуючого вузла машин (рис. 11 та рис. 12).

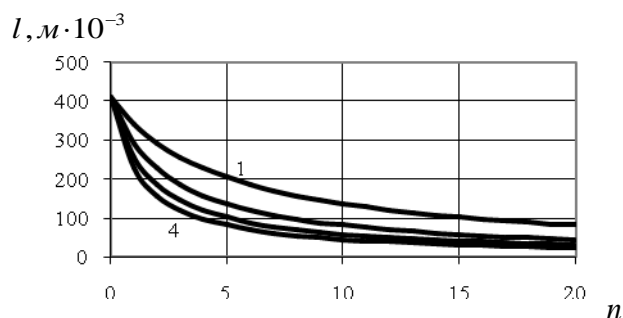


Рис. 11. Графік залежності відстані l між шибером та осями транспортуючих валиків від числа заготовок n в бункері завантажувального пристрою при $V_{II} = 1 \text{ м/с}$; $g = 9,80655 \text{ м/с}^2$; де: 1 – $\Delta f = 0,1$, 2 – $\Delta f = 0,2$, 3 – $\Delta f = 0,3$, 4 – $\Delta f = 0,4$.

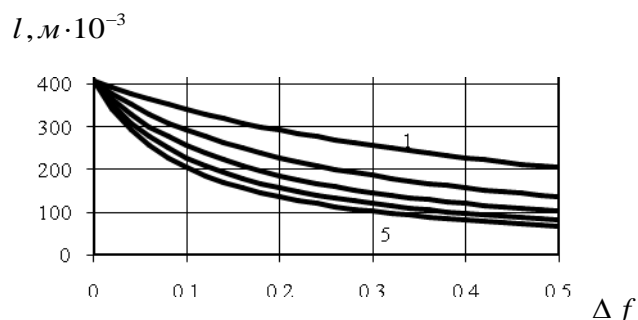


Рис. 12. Графік залежності відстані l між шибером та осями транспортуючих валиків від різниці коефіцієнтів тертя Δf при $V_{II} = 1 \text{ м/с}$; $g = 9,80655 \text{ м/с}^2$; де: 1 – $n = 1$, 2 – $n = 2$, 3 – $n = 3$, 4 – $n = 4$, 5 – $n = 5$.

Визначено, що збільшення коефіцієнту тертя між деталлю і стрічкою транспортера f_1 призводить до зменшення габаритних розмірів ШМЗП.

Розроблено автоматизовану систему управління кутом нахилу транспортної стрічки відносно горизонтальної площини в залежності від кількості деталей в стопі та їх фізико-математичних властивостей.

Четвертий розділ присвячений експериментальному дослідженню взаємодії робочих органів машини поздовжнього різання деталей низу взуття.

Для проведення досліджень розроблено та виготовлено експериментальну установку, кінематичну схему якої наведено на рис. 13. Установка містить верхній 1 та нижній 2 транспортуючі валики, пристрій регулювання зазору між твірними транспортуючих валиків, регульовальну тягу 3. Між транспортуючими валиками 1 і 2 встановлено ножовий пристрій, в якому лезо ножа 4, встановлене з можливістю зворотно-поступального переміщення в тримачі 5, котрий, в свою чергу, встановлений з можливістю регулювання положення по висоті в напрямній 6 за допомогою пари регульовальних гвинтів 7. Пристрій для регулювання положення кромки леза 4 ножа відносно осей транспортуючих валиків 1 і 2 містить пружну балку 8.

На експериментальній установці була застосована схема вимірів параметрів погонного зусилля різання мікропористої та монолітних резин, повсті, що викликає деформацію леза ножа 4. На пружну балку 8 рис. 14 наклеювалися два тензорезистори 9 та 10 ($RTD_1 = RTD_2 = 400 \text{ Ом}$), які включалися у мостову вимірювальну схему. Вона з'єднувалася з 8-розрядним контролером WAD-AIK-BUS з аналого-цифровим перетворювачем (на рис. не показано), який, в свою чергу, з'єднувався з персональним комп'ютером

11, що дозволяло реєструвати у режимі реального часу зміну деформації леза ножа 4.

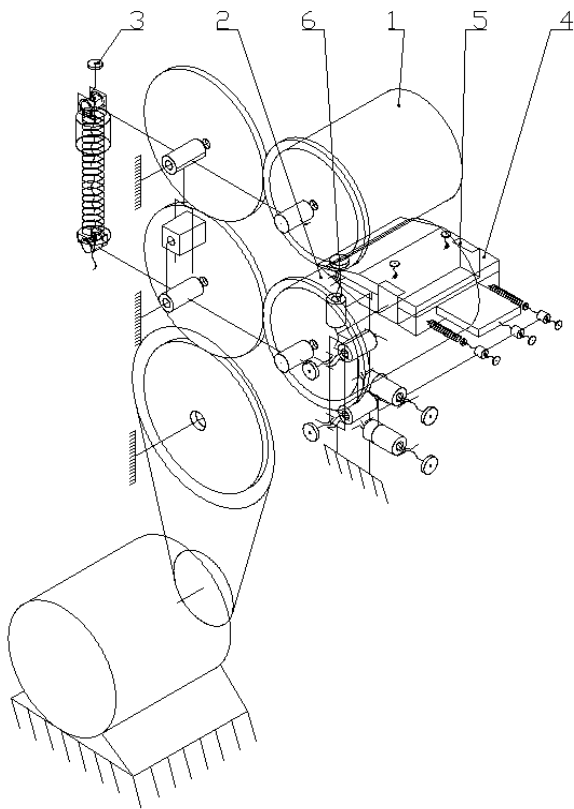


Рис. 13. Кінематична схема експериментальної установки поздовжнього різання

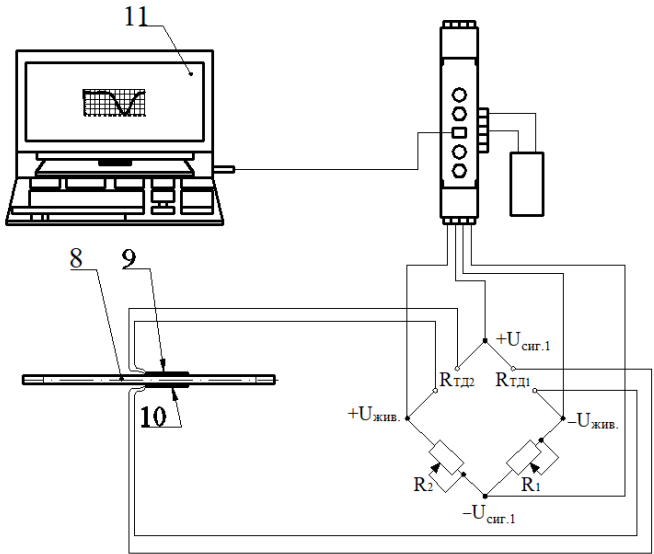


Схема балочки

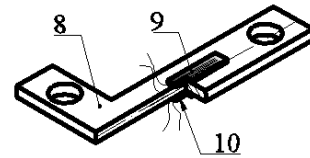


Рис. 14. Структурна схема підключення модуля WAD-AIK-BUS, мостової вимірювальної схеми з балкою з тензорезисторами до персонального комп'ютера

Задача дослідження полягала у визначенні погонного зусилля різання q_p матеріалів низу взуття, яке розраховувалось за формулою:

$$q_p = \frac{P - F}{B}. \quad (10)$$

де P – сумарне зусилля різання матеріалу; F – сила тертя матеріалу під час різання; B – ширина деталі.

Для визначення сумарного зусилля різання матеріалу P та сили тертя F матеріалу під час різання були проведені двофакторні експерименти. Фактори, що варіювались – величина зазору між валиками h і величина відстані від вертикальної осі обертання валиків до кромки леза ножа a . Дослідження проводились для матеріалів: мікропориста і монолітна гуми та повсть.

При визначенні P виконувалось розрізання цілої деталі. При визначенні F розрізані деталі повторно пропускали площиною з'єднання через ніж. Таким чином, різниця цих значень, віднесена до ширини деталі, дає змогу визначити величину погонного зусилля різання.

В результаті обробки експериментальних даних було отримано рівняння регресії, які визначають погонне зусилля різання мікропористої (11) і монолітної (12) гуми, та повсті (13):

$$q = \frac{1}{B} [112,39h - 1011,54 + 350,27a - 11ha + 7,1h^2 + 30,76a^2] \quad (11)$$

$$q = \frac{1}{B} [77,92h - 193,24 + 92,74a - 8ha - 5,63h^2 - 8,52a^2] \quad (12)$$

$$q = \frac{1}{B} [864,87 - 48,54h - 267,71a + 27,36a^2 - 5ah + 8,18h^2] \quad (13)$$

За допомогою рівнянь (10-12) визначено погонне зусилля розрізанні різних матеріалів при наступних параметрах $B = 0,035 \text{ м}$; $h_0 = 0,02 \text{ м}$; $R = 0,03 \text{ м}$; $\beta = 12^\circ$: мікропориста гума – $q_p = 2,46 \cdot 10^3 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$; монолітна гума – $q_p = 3,22 \cdot 10^3 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$; повсть – $q_p = 1,292 \cdot 10^3 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$.

Експериментальними дослідженнями підтверджено достовірність отриманих аналітичних залежностей для визначення конструктивних параметрів машин з ножом з односторонньою формою заточування, розбіжність між результатами склала до 10%.

Порівняльний аналіз отриманих величин сил опору просуванню розділених деталей при використанні ножа з односторонньою формою заточування та ножа з дугоподібною формою заточування, доводять, що використання останнього типу ножа дозволяє на 14% знизити силу опору, що підтверджує достовірність аналітичної моделі.

Отримані величини сил опору просуванню розділених деталей при використанні ножа з односторонньою формою заточування та рифленого ножа з односторонньою формою заточування доводять, що використання останнього типу ножа дозволяє на 8,64 % знизити силу опору, що підтверджує достовірність рівняння (6).

П'ятий розділ присвячений практичному застосуванню результатів наукових досліджень.

Результати проведених досліджень реалізовані в конструкціях нових машин для поздовжнього різання взуттєвих матеріалів та при удосконаленні існуючих машин та механізмів. Розроблено наступні конструкції:

1. конструкції механізмів подачі матеріалу, які збільшують зусилля втягування матеріалу, що в свою чергу зменшує енергетичні витрати на процес поздовжнього різання матеріалу;

2. конструкції механізмів та пристрої синхронного розсунення транспортуючих валиків, що підвищують точність обробки деталей, а саме отримання двох однакових заготовок по товщині;

3. конструкції механізмів автоматичної установки кромки леза ножа відносно осей транспортуючих валиків, які знижують енергетичні витрати на процес поздовжнього різання деталей.

Отриманні дані та розрахункові залежності в результаті проведених досліджень, а також відповідна технічна та конструкторська документація впровадженні на підприємствах України:

- ТОВ «Охтирська фабрика взуття» - впроваджено ніж з односторонньою формою поперечного перерізу, при виконанні операцій двоїння і вирівнювання по товщині взуттєвих матеріалів, що знизило енергетичні витрати від 12 до 30% у порівнянні з існуючим обладнанням. Економічний ефект від впровадження склав 25 тис. гривень;

- ТОВ «Viktorioобувь» - проведено виробничі випробування ножа з дугоподібною заточкою, досягнуто зменшення втрат енергії на процес поздовжнього різання в порівняно з використанням ножа з односторонньою заточкою до 20%;

- ПП «Хелком» – проведено виробничі випробування фрикційних властивостей поверхні транспортуючих елементів машини поздовжнього різання, досягнуто зменшення часу холостого ходу машини.

Нові та удосконалені конструкції обладнання впроваджено у виробництво шляхом укладання угод про продаж невиключеної ліцензії на використання корисних моделей за патентами № 105554, № 109657, № 127084 на ФОП «Гондурак Іван Іванович».

Розроблено метод діагностики технологічного рівня виробничих процесів підприємства, яка дозволяє реалізувати інноваційно-технологічні перетворення на рівні підприємства, що сприятиме досягненню та збереженню бажаних конкурентних позицій в ринковому середовищі.

Результати дослідження впроваджено у освітній процес Київського національного університету технологій та дизайну при підготовці студентів за спеціальностями 131 – Прикладна механіка та 133 – Галузеве машинобудування.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Вирішено важливу науково-прикладну задачу – реалізовано параметричний синтез робочих органів машини поздовжнього різання взуттєвих матеріалів, науково обґрунтовано їх конструктивні та технологічні параметри з метою зменшення енергетичних витрат. Встановлено, що одним з найбільш ефективних методів є різання за допомогою нерухомого ножа, який потребує подальшого дослідження та розгляду.

2. Аналітично обґрунтовано доцільність використання ножа з односторонньою формою заточування, визначено, що його використання дозволить знизити силу опору просуванню розділених деталей, в порівнянні з двосторонньою формою заточування до 30%.

3. Отримано аналітичні залежності для визначення конструктивних параметрів пристрою для регулювання місця установки кромки леза ножа,

визначено, що раціональне значення відстані від кромки леза ножа до осей транспортуючих валиків - $0,003 \div 0,006$ м.

4. Отримані аналітичні залежності для розрахунку геометричних параметрів рифленого ножа з односторонньою формою заточування, та доведено, що використання ножа з дугоподібною формою заточування, зменшує розпірне зусилля до 20%.

5. Отримано аналітичні залежності для визначення конструктивних параметрів машини з верхнім транспортуючим валиком та об'єднаним нижнім транспортуючим валиком, аналітично встановлено, що така конструкція дозволяє збільшити до 2-х раз зусилля втягування.

6. Отримано аналітичні залежності для визначення параметрів розташування шибера відносно осей транспортуючих валиків в залежності від коефіцієнту тертя між матеріалом деталі та стрічкою транспортера.

7. Експериментально підтверджено достовірність отриманих аналітичних залежностей для визначення конструктивних параметрів машин з ножом з односторонньою формою заточування, дугоподібною формою заточування та рифленого ножа з односторонньою формою заточування, розбіжність між результатами склала до 10%. Доведено, що використання ножа з дугоподібною формою заточування та рифленого ножа з односторонньою формою заточування зменшують силу опору просуванню деталі на 14% та 8,6%, відповідно, в порівнянні з ножом з односторонньою формою заточування.

8. Розроблені нові конструкції машин поздовжнього різання взуттєвих матеріалів з покращеними технологічними характеристиками, отримано математичні залежності для розрахунку їх конструктивних параметрів.

9. Результати досліджень впроваджено: на ТОВ «Viktorioобувь», ПП «Хелком» та ТОВ «Охтирська фабрика взуття», очікуваний економічний ефект від впровадження склав 25 тис. гривень; у освітній процес Київського національного університету технологій та дизайну результати при підготовці студентів за спеціальностями 131 – Прикладна механіка та 133 – Галузеве машинобудування. З ФОП «Гондурак Іван Іванович» укладено угоди про продаж невиключеної ліцензії на використання корисних моделей за патентами № 105554, № 109657, № 127084.

10. Розроблений метод діагностики технологічного рівня виробничих процесів підприємства, який дозволяє реалізувати інноваційно-технологічні перетворення на рівні підприємства.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України та виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз даних:

1. Князєв В. І. Розрахунок фрикційного завантажувального пристрою /В. І. Князєв, В. С. Чорно-Іванов, Д. А. Макатьора // Вісник ДАЛПУ.– 2000. – № 2. – С. 119-123. *Здобувачеві належить розрахунок фрикційного завантажувального пристрою.*

2. Князев В. І. Визначення місця установки ножа відносно подаючих валиків в машині типу “ДН” і її модифікаціях / В. І. Князев, Д. А. Макатьора // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2002. – № 1. – С. 83-88. *Здобувачеві належить аналіз місця установки леза ножа, в машинах поздовжнього різання.*
3. Князев В. І. Розрахунок мінімального діаметра подаючих валиків двоїльної машини / В. І. Князев, Д. А. Макатьора, В. С. Чорно-Іванов // Вісник ТУП. Серія: технічні науки. – 2002. – № 5. – С. 112-115. *Здобувачеві належить розрахунок мінімального діаметру транспортуючих валиків.*
4. Макатьора Д. А. Розрахунок мінімального діаметра транспортуючого валика в машині типу “ДН” нової конструкції/ Д. А. Макатьора, В. І. Князев // Вісник ТУП, Серія технічні науки. – 2003. – № 6. – Ч. 1. – Т. 2. – С. 179-182. *Здобувачеві належить розробка конструкції машини для поздовжнього різання з об'єднаним нижнім транспортуючим валиком та завантажувальним пристроєм та її розрахунок.*
5. Макатьора Д. А. Математична модель процесу повздовжнього різання дугоподібним ножом/ Д. А. Макатьора, В. І. Князев // Вісник ТУП, Серія технічні науки. – 2004. – № 1. – С. 48-53. *Здобувачеві належить основна ідея та дослідження леза ножа з дугоподібним заточуванням ріжучої кромки.*
6. Макатьора Д. А. Аналіз раціонального положення ножа та форми його поперечного перерізу в машинах типу “ДН”/ Д. А. Макатьора, В. І. Князев // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2004. – № 1. – С. 159-163. *Здобувачеві належить основна ідея та дослідження, що обґрунтовує використання ножа з одностороннім заточуванням.*
7. Макатьора Д. А. Аналіз місця установки леза ножа в машинах для двоїння і вирівнювання по товщині / Д. А. Макатьора, В. І. Князев // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2004. – № 2. – С. 102-107. *Здобувачеві належить аналіз встановлення леза ножа, що дозволяє знизити енергетичні витрати на процес поздовжнього різання.*
8. Макатьора Д. А. Аналіз впливу ножа з рифлями на силу просування матеріалу в процесі повздовжнього різання / Д. А. Макатьора, В. І. Князев // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2004. – № 3. – С. 46-51. *Здобувачеві належить основна ідея, використання леза ножа з нанесеними на його поверхню рифлями та дослідження впливу геометричної форми рифлей на силу опору просування розділених частин матеріалу.*
9. Макатьора Д. А. Машини для двоїння і вирівнювання деталей низу взуття по товщині, з ножом, що здійснює обертальний рух / Д. А. Макатьора, В. І. Князев, В. С. Чорно-Іванов // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2005. – № 2. – С. 32-37. *Здобувачеві належить розробка конструкцій механізмів ножів, що здійснюють обертальний рух.*
10. Макатьора Д. А. Машини для вирівнювання деталей низу взуття по товщині, з рухомим ножом / Д. А. Макатьора, В. І. Князев, В. С. Чорно-

Іванов//Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2005. – № 3. – С. 35-40. *Здобувачеві належить розробка конструкцій механізмів руху ножів в машинах поздовжнього різання деталей низу взуття.*

11. Макацьора Д. А. Аналіз установки леза ножа з одностороннім заточуванням в машинах типу «ДН» / Д. А. Макацьора, В. І. Князев // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2005. – № 5. – С. 68-74. *Здобувачеві належить аналіз встановлення леза ножа з одностороннім заточуванням, що дозволяє знизити енергетичні витрати на процес поздовжнього різання.*

12. Князев В. І. Механізми подачі матеріалу в машинах для двоїння і вирівнювання деталей низу взуття / В. І. Князев, Д. А. Макацьора // Вісник Хмельницького національного університету. – 2005. – Т. 2. – № 6. – С. 51-56. *Здобувачеві належить розробка конструкцій механізмів подачі матеріалу в машинах поздовжнього різання деталей низу взуття.*

13. Макацьора Д. А. Визначення погонного зусилля різання мікропористої гуми ножем з двосторонньою заточкою / Д. А. Макацьора // Вісник ЧДТУ. – 2013. – № 2 (65). – С. 92-97.

14. Макацьора Д. А. Визначення погонного зусилля різання монолітної гуми ножем з двосторонньою заточкою / Д. А. Макацьора, І. В. Панасюк // Вісник Хмельницького національного університету. – 2014. – № 1 (209). – С. 31-35. *Здобувачеві належить розробка установки та проведення експериментальних досліджень операції поздовжнього різання.*

15. Макацьора Д. А. Визначення погонного зусилля різання повсті ножем з двосторонньою заточкою / Д. А. Макацьора, І. В. Панасюк // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2014. – № 1 (75). – С. 41-48. *Здобувачеві належить розробка установки та проведення експериментальних досліджень операції поздовжнього різання.*

16. Макацьора Д. А. Визначення погонного зусилля різання монолітної гуми ножем з односторонньою заточкою / Д. А. Макацьора, І. В. Панасюк // Вісник ЧДТУ. – 2014. – № 1 (71). – С. 36-42. *Здобувачеві належить розробка установки та проведення експериментальних досліджень операції поздовжнього різання.*

17. Макацьора Д. А. Експериментальне дослідження з визначення погонного зусилля різання повсті, ножем з односторонньою заточкою / Д. А. Макацьора // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2014. – № 2 (76). – С. 113-123.

18. Макацьора Д. А. Визначення погонного зусилля різання мікропористої гуми ножем з односторонньою заточкою / Д. А. Макацьора, І. В. Панасюк // Вісник Хмельницького національного університету. – 2014. – № 2 (211). – С. 19-25. *Здобувачеві належить розробка установки та проведення експериментальних досліджень операції поздовжнього різання.*

19. Макацьора Д. А. Механізми переміщення ножа, що здійснюють плоско-паралельний рух в машинах для повздовжнього різання / Д. А. Макацьора // Вісник Інженерної академії України. – 2018. – № 2. – С. 137-141.
20. Голубєв Л. П. Розробка механізму подачі листового матеріалу з автоматизованою зміною кута нахилу робочої площини / Л. П. Голубєв, Д. А. Макацьора // Вісник Інженерної академії України. – 2018. – № 2. – С. 142–146. *Здобувачеві належить розробка та розрахунок конструкції механізму подачі листового матеріалу з автоматизованою зміною кута нахилу робочої площини.*

Документи, які підтверджують технічну новизну предмету дослідження:

21. Патент № 43228 Україна, МПК А 43 D 8/00. Машина для вирівнювання деталей взуття по товщині / В. І. Князєв, В. С. Чорно-Іванов, Д. А. Макацьора, О. В. Тівіков; заявник та патентовласник Київський державний університет технологій та дизайну. – № u2001042593; заявл. 18.04.2001; опубл. 15.11.2001, Бюл. № 10. *Здобувачеві належить основна ідея, розробка формули патенту.*
22. Патент № 47276 Україна, МПК А 43 D 8/00. Машина для двоїння деталей взуття / В. І. Князєв, В. С. Чорно-Іванов, Д. А. Макацьора; заявник та патентовласник Київський державний університет технологій та дизайну. – № u2001106801 0; заявл. 05.10.2001; опубл. 17.06.2002, Бюл. № 6. *Здобувачеві належить розробка формули та опис патенту.*
23. Патент № 52318 Україна, МПК А 43 D 8/00. Машина для двоїння і вирівнювання деталей взуття за товщині / В. І. Князєв, В. С. Чорно-Іванов, Д. А. Макацьора, В. О. Піщіков; заявник та патентовласник Київський державний університет технологій та дизайну. – № u2002042785; заявл. 08.04.2002; опубл. 16.12.2002, Бюл. № 12. *Здобувачеві належить основна ідея, розробка формули патенту.*
24. Патент № 58951 Україна, МПК А 43 D 8/00. Машина для вирівнювання деталей взуття по товщині / В. І. Князєв, В. С. Чорно-Іванов, Д. А. Макацьора; заявник та патентовласник Київський державний університет технологій та дизайну. – № u2002119506; заявл. 28.11.2002; опубл. 15.08.2003, Бюл. № 8. *Здобувачеві належить основна ідея, розробка формули патенту.*
25. Патент № 69895 Україна, МПК А 43 D 8/00. Машина для вирівнювання деталей взуття за товщиною / Д. А. Макацьора, В. І. Князєв; заявник та патентовласник Київський державний університет технологій та дизайну. – № u20031211522; заявл. 12.12.2003; опубл. 15.09.2004, Бюл. № 9. *Здобувачеві належить основна ідея, розробка формули патенту.*
26. Патент № 70012 Україна, МПК В 23 В 1/00, G 01 L 3/00. Спосіб визначення потужності, що витрачається на повздовжнє різання матеріалу / Д. А. Макацьора, В. І. Князєв; заявник та патентовласник Київський державний університет технологій та дизайну. – № u20031212100; заявл.

23.12.2003; опубл. 15.09.2004, Бюл. № 9. *Здобувачеві належить розробка формули та опису патенту.*

27. Патент № 70219 Україна, МПК А 43 D 8/00. Машина для вирівнювання деталей взуття по товщині / Д. А. Макадьора, В. І. Князев; заявник та патентовласник Київський державний університет технологій та дизайну. – № u20031213047; заявл. 30.12.2003; опубл. 15.09.2004, Бюл. № 9. *Здобувачеві належить основна ідея, розробка формули та опису патенту.*

28. Патент № 14263 Україна, МПК А 43 D 8/00. Машина для двоїння і вирівнювання деталей взуття по товщині / Д. А. Макадьора, В. І. Князев; заявник та патентовласник Київський державний університет технологій та дизайну. – № u200509840; заявл. 19.10.2005; опубл. 15.05.2006, Бюл. № 5. *Здобувачеві належить розробка формули та опису патенту.*

29. Патент № 31427 Україна, МПК А 43 D 8/00. Машина для вирівнювання деталей низу взуття по товщині / Д. А. Макадьора, С. В. Музичишин, В. І. Князев, В. С. Чорно-Іванов; заявник та патентовласник Київський державний університет технологій та дизайну. – № u200713162; заявл. 27.11.2007; опубл. 10.04.2008, Бюл. № 7. *Здобувачеві належить основна ідея, розробка формули та опису патенту.*

30. Патент № 105554 Україна, МПК А 43 D 8/00. Механізм розрізання деталей низу взуття по товщині / Д. А. Макадьора; заявник та патентовласник Київський державний університет технологій та дизайну. – № u201509208; заявл. 25.09.2015; опубл. 25.03.2016, Бюл. № 6.

31. Патент № 109657 Україна, МПК А 43 D 8/00. Механізм розрізання деталей низу взуття по товщині / Д. А. Макадьора; заявник та патентовласник Київський державний університет технологій та дизайну. – № u201602998; заявл. 23.03.2016; опубл. 25.08.2016, Бюл. № 16.

32. Патент № 127084 Україна. Механізм розрізання деталей низу взуття по товщині / Д. А. Макадьора; заявник та патентовласник Київський державний університет технологій та дизайну. – № u201802572; заявл. 14.03.2018; опубл. 10.07.2018, Бюл. № 13.

Наукові праці, які засвідчують апробацію результатів дисертації:

33. Князев В. І. Вплив коефіцієнту тертя на мінімальний діаметр валиків, що подають / В. І. Князев, Д. А. Макадьора // Всеукраїнська наукова конференція молодих учених та студентів «Наукова діяльність молоді на переломі тисячоліть»: тези доповідей. – К. : КНУТД, 2002. – Т. 2. – С. 43. *Здобувачеві належить розрахунок фрикційного завантажувального пристрою.*

34. Князев В. І. Вплив дугоподібної форми леза ножа на розпірне зусилля в машинах типу «ДН» / В. І. Князев, Д. А. Макадьора // Всеукраїнська наукова конференція молодих учених та студентів «Наукові розробки молоді на сучасному етапі»: тези доповідей. – К. : КНУТД, 2003. – Т. 2. – С. 4. *Здобувачеві належить основна ідея та дослідження леза ножа з дугоподібним заточуванням ріжучої кромки.*

35. Князев В. І. Аналіз раціонального положення ножа та його форми поперечного перерізу в машинах типу «ДН» / В. І. Князев, Д. А. Макацьора // Всеукраїнська наукова конференція молодих учених та студентів «Наукові розробки молоді на сучасному етапі»: тези доповідей. – К. : КНУТД, 2004. – Т. 2.– С. 20. *Здобувачеві належить основна ідея та дослідження, що обґрунтовує використання ножа з одностороннім заточуванням.*
36. Князев В. І. Аналіз впливу ножа з рифлями на силу просування матеріалу в процесі поздовжнього різання / В. І. Князев, Д. А. Макацьора // Всеукраїнська наукова конференція молодих учених та студентів «Наукові розробки молоді на сучасному етапі»: тези доповідей. – К. : КНУТД, 2005. – Т. 2. – С. 13. *Здобувачеві належить основна ідея, використання леза ножа з нанесеними на його поверхню рифлями та дослідження впливу геометричної форми рифлей на силу опору просування розділених частин матеріалу.*
37. Макацьора Д. А. Конструкції машин для вирівнювання деталей низу взуття по товщині / Д. А. Макацьора // Матеріали дев'ятої Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Сучасна наука ХХІ століття». – 2013. – Ч. 2. – С. 65-67.
38. Макацьора Д. А. Машини для поздовжнього різання, з ножом, що здійснює обертальний рух / Д. А. Макацьора // Materiály IX mezinárodnívědecko–praktická konference «Aktuálnívymoženostivědy – 2013». – Díl 18. Technickévědy. Zemědělství: Praha. PublishingHouse «EducationandScience» s.r.o. – С. 10-13.
39. Макацьора Д. А. Спосіб визначення потужності, що витрачається на процес поздовжнього різання матеріалу/ Д. А. Макацьора // Матеріали I Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні тенденції української науки» (Київ, 5 липня, 2013 р.). – К. : ГО «Наукове товариство «Атенеум», 2013. – Вип. I. – С. 73–75.
40. Ліщенко О. С. Механізм розрізання деталей низу взуття по товщині / О. С. Ліщенко, Д. А. Макацьора // XII Всеукраїнська наукова конференція молодих учених та студентів «Наукові розробки молоді на сучасному етапі»: тези доповідей. – К. : КНУТД, 2013. – Т. 2. – С. 179. *Здобувачеві належить основна ідея, розробка конструкції, аналіз її використання в машинах поздовжнього різання деталей низу взуття.*

АНОТАЦІЯ

Макацьора Д.А. Параметричний синтез робочих органів машини поздовжнього різання взуттєвих матеріалів. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 05.05.10 – Машини легкої промисловості, Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, 2020.

Дисертація присвячена параметричному синтезу робочих органів машини поздовжнього різання взуттєвих матеріалів з метою підвищення продуктивності, зменшення енергетичних витрат на процес поздовжнього

різання взуттєвих матеріалів.

Доведено, що використання ножа з односторонньою формою заточування дозволяє знизити силу опору просуванню розділених деталей в порівнянні з двосторонньою формою заточування леза ножа. Отримано аналітичні залежності для визначення конструктивних параметрів пристрою для регулювання місця установки кромки леза ножа. Аналітично доведено, що використання ножа з дугоподібною формою заточування зменшує розпірне зусилля і сили тертя під час різання. Отримано аналітичні залежності для розрахунку геометричних параметрів рифленого ножа з односторонньою формою заточування.

Визначено мінімальний діаметр транспортуючих валиків у базовій конструкції машині, а також з об'єднаним нижнім транспортуючим валиком та завантажувальним пристроєм. Отримано аналітичні залежності для визначення конструктивних параметрів машини.

Досліджено вплив різниці коефіцієнтів тертя між матеріалом деталі та стрічкою транспортера на конструктивні параметри завантажувального пристрою.

Експериментально підтверджено достовірність отриманих аналітичних залежностей для визначення конструктивних параметрів машин з односторонньою формою заточування леза ножа, розбіжність між результатами складала до 10%. Експериментально визначено погонне зусилля різання для мікропористої, монолітної гуми та повсті. Експериментальними дослідженнями підтверджено достовірність аналітичних даних, щодо використання ножа з дугоподібною формою заточування та рифленого ножа з односторонньою формою заточування, які відповідно на 14% та 8,6% знижують сили опору просуванню деталі при поздовжньому різанні в порівнянні з ножом з односторонньою формою заточування.

Розроблено нові конструкції машин поздовжнього різання взуттєвих матеріалів, отримано математичні залежності для розрахунку їх конструктивних параметрів, та метод діагностики технологічного рівня виробничих процесів підприємства, який дозволяє реалізувати інноваційно-технологічні перетворення на рівні підприємства.

Ключові слова: поздовжнє різання, транспортуючі валики, кромка леза ножа, погонне зусилля різання.

АНАТАЦІЯ

Макатєра Д.А. Параметрический синтез рабочих органов машины продольного резания обувных материалов. – Рукопис

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук (доктора философии) по специальности 05.05.10 – Машины легкой промышленности, Киевский национальный университет технологий и дизайна, Киев, 2020.

Диссертация посвящена параметрическому синтезу рабочих органов машины продольного резания обувных материалов с целью повышения

производительности, уменьшения энергетических затрат на процесс продольной резки обувных материалов.

Доказано, что использование ножа с односторонней формой заточки позволяет снизить силу сопротивления продвижению разделенных деталей по сравнению с двусторонней формой заточки лезвия ножа. Получены аналитические зависимости для определения конструктивных параметров устройства для регулирования места установки кромки лезвия ножа. Аналитически доказано, что использование ножа с дугообразной формой заточки уменьшает распорное усилие и силы трения во время резания. Получены аналитические зависимости для расчета геометрических параметров рифленого ножа с односторонней формой заточки.

Определен минимальный диаметр транспортирующих валиков в базовой конструкции машине, а также с объединенным нижним транспортирующим валиком и загрузочным устройством. Получены аналитические зависимости для определения конструктивных параметров машины.

Исследовано влияние разницы коэффициентов трения между материалом детали и лентой транспортера на конструктивные параметры загрузочного устройства.

Экспериментально подтверждена достоверность полученных аналитических зависимостей для определения конструктивных параметров машин с односторонней формой заточки лезвия ножа, расхождение между результатами составила до 10%. Экспериментально определено погонное усилия резания для микропористой, монолитной резины и войлока. Экспериментальными исследованиями подтверждена достоверность аналитических данных относительно использования ножа с дугообразной формой заточки и рифленого ножа с односторонней формой заточки, которые соответственно на 14% и 8,6% снижают силы сопротивления продвижению детали при продольном резании по сравнению с ножом с односторонней формой заточки.

Разработаны новые конструкции машин продольного резания обувных материалов, получены математические зависимости для расчета их конструктивных параметров, и метод диагностики технологического уровня производственных процессов предприятия, позволяет реализовать инновационно-технологические преобразования на уровне предприятия.

Ключевые слова: продольное резание, транспортирующие валики, кромка лезвия ножа, погонное усилия резания.

ABSTRACT

Makatora D.A. Parametric synthesis of the machine working bodies for slitting shoe materials. – Manuscript copyright.

The thesis for Candidate of Science Degree (PhD), specialty 05.05.10 – Light Industry Machinery, Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, 2020.

The thesis is devoted to parametric synthesis of the machine working bodies for slitting shoe materials with the purpose to increase productivity, reduce power expenses for process of slitting shoe materials.

It has been proved that the use of a knife with a single-edged blade allows to reduce the resistance force for moving the separated parts, as compared to the double-edged blade of a knife. Some analytical dependencies have been obtained to determine the design parameters of the device for adjusting the location of the blade edge. It has been analytically proven that the use of a knife with an arc shaped cross section reduces the tensile force and friction force during slitting. Some analytical dependencies have been obtained to calculate the geometrical parameters of a corrugated knife with a one-sided cross section.

The minimum diameter of the conveyor rollers has been determined in the machine basic construction, as well as with the combined lower conveyor roller and the loading device. Some analytical dependencies have been obtained to determine the design parameters of the machine.

The influence of the difference in friction coefficients between the detail material and the conveyor belt on the design parameters of the loading device has been investigated.

There has been experimentally confirmed the reliability of the analytical dependencies obtained for determining the design parameters of the machines with a knife with a single-edged blade. The difference between the results has been up to 10%. The slitting line traction for micro porous, monolithic rubber and felt has been experimentally determined. Experimental studies have confirmed the reliability of analytical data on the use of a knife with an arc shaped cross section and a corrugated knife with a one-sided cross section, which will reduce the amount of losses in slitting compared to a knife with a one-sided cross section by 14 % and 8.6 % respectively reducing the forces of resistance to advancement of a detail at slitting in comparison with a knife with a single-edged blade.

New designs of machines for slitting shoe bottom details have been developed, mathematical dependencies have been obtained for the calculation of their structural parameters, and diagnostics methods of the technological level of the enterprise's production processes which allows to implement innovation and technological transformations at the enterprise level.

Keywords: slitting, conveying rollers, edge blade of knife, slitting line traction.