

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

Факультет мехатроніки та комп'ютерних технологій

Кафедра прикладної механіки та машин

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

дипломного магістерського проекту

на тему Удосконалення машини поздовжнього різання взуттєвих матеріалів

Виконав: студент групи МгЗМ-20

спеціальності 133 Галузеве машинобудування

освітньої програми Обладнання легкої промисловості
та побутового обслуговування

Валерій КОЦЕЛІВСЬКИЙ

Керівник к.т.н., доц. Володимир ДВОРЖАК

Рецензент к.т.н., доц. Наталія ЧУПРИНКА

Київ - 2021

Факультет Мехатроніки та комп'ютерних технологій
Кафедра Прикладної механіки та машин
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри доц., к.т.н.,
Олександр МАНОЙЛЕНКО

“05” Жовтня 2021 року

ЗАВДАННЯ

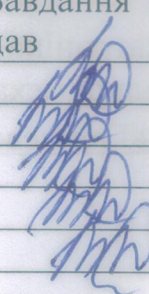
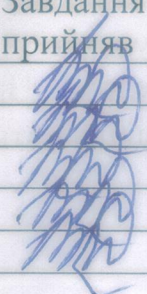
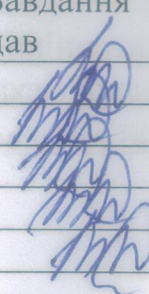
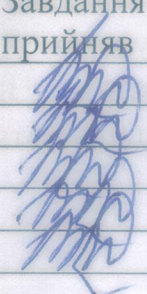
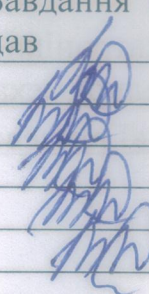
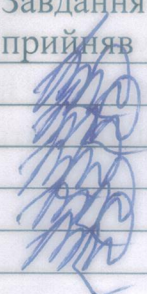
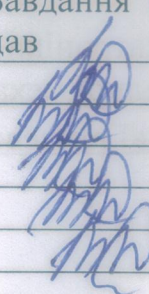
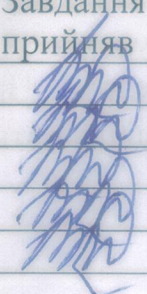
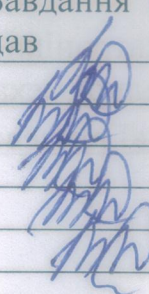
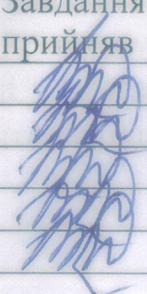
НА ДИПЛОМНУ МАГІСТЕРСЬКИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Коцелівського Валерія Дмитровича

(прізвище, ім'я, по батькові)





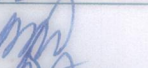
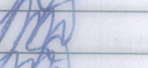
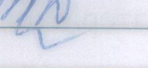
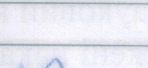
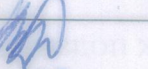
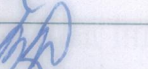
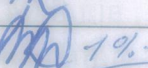
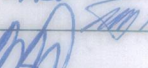
1. Тема проекту (роботи): Удосконалення машини поздовжнього різання взуттєвих матеріалів.
2. Науковий керівник роботи Дворжак Володимир Миколайович к.т.н., доц. затверджені наказом вищого навчального закладу
2. Строк подання студентом роботи 01 грудня 2021 р.
3. Вихідні дані до роботи Патент України № 18129 А, кл. 3 14 В 1/14, 1997, Заявка № 2005 , від 8.04.2002 р., пол. ріш. від 30.09.2002 р.
4. Зміст дипломної роботи (перелік питань, які потрібно розробити) – розкрити енергетичну і економічну ефективність схеми централізованого теплопостачання; визначити стан сектора централізованого опалення в окремих групах країн; надати класифікацію систем теплопостачання; розглянути роль євроінтеграційних процесів в енергетичній політиці України; розкрити особливості позиціонування енергоцілей економічної політики в умовах євроінтеграції; надати характеристику екологічної складової енергетичної політики з урахуванням європейських регламентів; розробити стартап за визначеною проблемою.

5. Консультанти розділів дипломної магістерської роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання ви- дав	Завдання прийняв
Вступ	Володимир ДВОРЖАК, к.т.н., доц.		
1	Володимир ДВОРЖАК, к.т.н., доц.		
2	Володимир ДВОРЖАК, к.т.н., доц.		
3	Володимир ДВОРЖАК, к.т.н., доц.		
Висновки	Володимир ДВОРЖАК, к.т.н., доц.		

6. Дата видачі завдання 01.10.2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів дипломного роботи (проекту)	Терміни виконання етапів	Примітка про виконання
Розділ I Вступ	01.10-06.10.2021	
Розділ II Призначення та галузь використання	06.10-12.10.2020	
Розділ III Технічні характеристики	13.10-15.10.2021	
Розділ IV Опис та обґрунтування обраної конструкції	15.10-19.10.2021	
Розділ V Розрахунки	19.10-23.10.2021	
Розділ VI Опис організаційних робіт із застосуванням розробленого виробу	23.10-27.10.2021	
Розділ VII Рівень уніфікації та стандартизації	28.10-23.11.2021	
Висновки	24.11-28.11.2021	
Креслення (Загальний вид (два варіанти))		
Принципова кінематична схема		
Загальний вид (три виду); Деталювання		
Оформлення дипломної магістерської роботи (чистовий варіант)	29.11-30.11.2021	
Задача дипломної магістерської роботи на кафедрі для рецензування (за 14 днів до захисту)	31.11.2021	
Перевірка дипломної магістерської роботи на наявність ознак плагіату (за 10 днів до захисту)	02.12.2021	 1% - 9% <i>М. Григоревська</i>
Подання дипломної магістерської роботи на затвердження завідувачу кафедри (за 7 днів до захисту)	05.12.2021	

Студент



Валерій КОЦЕЛІВСЬКИЙ

Науковий керівник роботи



Володимир ДВОРЖАК

Директор НМЦУПФ



Олена ГРИГОРЕВСЬКА

АНОТАЦІЯ

Коцелівський В.Д. Удосконалення машини поздовжнього різання взуттєвих матеріалів. – Рукопис.

Дипломний проєкт присвячений 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. Експериментально визначено погонне зусилля різання для мікропористої, монолітної гуми та повсті.

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

ABSTRACT

Kotselivsky V.D. Improvement of the machine for longitudinal cutting of shoe materials. – Manuscript

The diploma project is devoted to the parametric synthesis of working bodies of a machine for longitudinal cutting of shoe materials in order to increase productivity, reduce energy costs for the process of longitudinal cutting of shoe materials. It has been proven that the use of a knife with a one-sided shape of sharpening makes it possible to reduce the force of resistance to the advancement of separated parts in comparison with a two-sided shape of sharpening a knife blade. The linear cutting force for microporous, monolithic rubber and felt was experimentally determined.

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

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

Розділ 1 Вступ

Розділ 2 Призначення та галузь використання

Розділ 3 Технічні характеристики

Розділ 4 Опис та обґрунтування обраної конструкції.

Розділ 5 Розрахунки

Розділ 6: Опис організації робіт із застосуванням розробленого виробу.

Розділ 7: Рівень уніфікації та стандартизації.

Список літературних джерел

Додатки

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МАГІСТЕРСЬКОГО ПРОЄКТУ

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.

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.

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 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.

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

Предмет дослідження – робочі органи машини поздовжнього різання взуттєвих матеріалів.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у встановленні взаємозв'язків між параметрами робочих органів машини та технологічними параметрами операції поздовжнього різання взуттєвих матеріалів, при цьому: отримані аналітичні залежності для визначення геометричних параметрів ножа.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що: розроблені нові конструкції машин, пристроїв транспортуючих валиків, що забезпечують зменшення енергетичних витрат на процес поздовжнього різання взуттєвих матеріалів та підвищують продуктивність роботи машини в цілому.

Розділ 1 Вступ

Машини поздовжнього різання за товщиною займають одне з провідних місць серед устаткування. Випуск машин поздовжнього різання щорічно збільшується, що свідчить про їхню значимість. При цьому все більше уваги приділяється багатофункціональним машинам (вирівнювання та двоїння деталей), що мають ряд переваг у порівнянні з машинами які виконують тільки одну з операцій двоїння або вирівнювання за товщиною, та мають менші енергетичні витрати на процес поздовжнього різання.

Перспективним напрямом вдосконалення діючих і створення нових типів машин поздовжнього різання за товщиною є подальше підвищення їхньої продуктивності, шляхом введення додаткових пристроїв автоматичної загрузки (подачі) або модернізації існуючих, зниження енергетичних витрат на процес поздовжнього різання, за рахунок нових та вдосконалення існуючих конструкцій транспортуючих валиків, геометрії ріжучого інструменту (ножа) та механізмів ножа для підвищення якості обробляємих деталей та вдосконалення технологічних параметрів взаємодії транспортуючих валиків і леза ножа.

Існує декілька способів поздовжнього різання листових 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, легше технічне обслуговування порівняно з обладнанням, що використовує рухомий спосіб поздовжнього різання, здатність обробляти матеріали (мікропориста та монолітна гуми, повсть, шкіри), отримувати необхідну якість оброблених деталей при невеликих енергетичних затратах на процес поздовжнього різання.

Процес поздовжнього різання досліджували загальноновизнані спеціа-

лісти Копейкін А.М. [10], Майзель М.М. [12], Корнілов В.П. [11] та інші. Найбільш ґрунтовно дослідження в цьому напрямі були проведені Князевим В.І. [6-8] та Чорно-Івановим В.С. [18-19], але було не достатньо досліджені геометрія ріжучого інструменту, пристрій транспортуючих валиків, завантажувальні механізми.

Практика створення таких машин показує що основним чинником, що стримує подальший їх розвиток, є недосконалість конструкцій робочих органів, що негативно впливає на продуктивність машини, якість отриманих деталей, а також призводить до значних втрат енергії на тертя матеріалу при його транспортуванні.

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

Враховуючи вище наведене, вдосконалення машини поздовжнього різання за товщиною є актуальним завданням. Вирішення цього завдання дозволить підвищити продуктивність праці та якість виконання технологічної операції, зменшити енерговитрати. Мета дослідження є вдосконалення робочих органів та механізмів машини поздовжнього різання за товщиною, для забезпечення підвищення продуктивності та зменшення енергетичних витрат на виконання технологічного процесу. Науковою новизною отриманих результатів дослідження полягає у встановленні взаємозв'язків між параметрами робочих органів машини та технологічними параметрами операції поздовжнього різання за товщиною.

Розділ 2 Призначення та галузь використання

Машини поздовжнього різання за товщиною застосовуються для різання напівфабрикату, тобто поділу його за товщиною для отримання двох і більш тонких деталей, придатних для застосування у різних галузях виробництва. У цьому велика перевага вирівнювання перед струганням шкір, при якому значна частина (30 – 50%) шкіряної тканини перетворюється в малоцінну стружку [18]. Для реалізації процесу поздовжнього різання, використовується різання за товщиною за допомогою рухомого або нерухомого ріжучого інструмента. Як показали аналітичні та експериментальні дослідження [18-19] процес різання нерухомим ножом супроводжується дуже високими значеннями втрат на тертя, які досягають 60-70% енергетичних втратами на виконання технологічної операції. Існуючі конструкції механізмів транспортування та пристроїв транспортуючих валиків не задовольняють вимогам отримання за товщиною однакової товщини.

Розділ 3 Технічні характеристики

№	Найменування	Од. вим.	Варіант 1	Варіант 2
1	Производительность	шт./час	2625	2625
2	Максимальна ширина деталі	мм	30	30
3	Товщина деталі	мм	2÷23	2÷23
4	Швидкість подачі матеріалу	м/с	0,866	0,866
5	Номінальна потужність двигуна	кВт	1,1	1,1
6	Номінальна частота обертання двигуна	об/мін	920	920

Розділ 4 Опис та обрунтування обраної конструкції.

4.1. Опис виробу (варіант 1).

Експериментальні дослідження проводилися на спеціально створеній експериментальній установці, яка моделює процес поздовжнього різання матеріалів рис. 4.1.

В основу конструкції експериментальної установки покладений коромисло-кулісний механізм транспортування [18-19], що дозволяє реалізувати одночасне розсування транспортуючих валиків (на однакову величину) по міру транспортування деталі на ніж і її розрізання залежно від геометричних параметрів самої деталі. Це, в свою чергу, значно зменшує похибку на початку і кінці обробки («зарізи» початкових ділянок і «вирив» заключних фрагментів) деталей. Установка містить верхній 1 та нижній 2 транспортуючі валики рис. 4.2, встановлені відповідно на вісях 3 та 4, закріплених на кінцях плечей верхнього 5 і нижнього 6 трьохплечових коромисел, які в свою чергу встановлені на осях 7 і 8, закріплених на рамі установки. Друге плече коромисла 5 виконано в вигляді куліси 9, та кінематично пов'язано з другим плечем 10 коромисла 6, за допомогою повзуна 11. На кінцях третіх плечей коромисел 5 і 6 встановлено пристрій регулювання величини зазору між твірними транспортуючими валиками 1 і 2, який поєднаний з механізмом регулювання зусилля стиснення деталі валиками. Пристрій регулювання зазору між твірними транспортуючих валиків, містить регулювальну тягу 12 з правою та лівою різьбами, кінематично пов'язану з верхньою фіксуючою гайкою 13 і встановлену в третьому плечі 14 коромисла 5, і нижньою гайкою 15 встановленою в третьому плечі 16 коромисла 6. Пристрій для регулювання зусилля стиснення деталі між транспортуючими валиками, містить встановленні між плечами 14 та 16 коромисел 5 і 6 та на різьбовій тязі 12, пару бобишек 17 та 18, між якими в

свою чергу встановлена пружина стиснення 19. Між транспортуючими валиками 1 і 2 встановлено ножовий пристрій, що містить лезо ножа 20, встановлене з можливістю зворотно-поступального переміщення в тримачі 21, який, в свою чергу, встановлений з можливістю регулювання положення по висоті в напрямній 22 за допомоги пари регулювальних гвинтів 23.

Пристрій для регулювання положення кромки леза 20 ножа відносно осей транспортуючих валиків 1 і 2 містить пружну балку 24 з регулювальним гвинтом 25, закріплену на рамі установки.

Привід установки містить електродвигун 26, встановлений на рамі установки з можливістю переміщення, на вихідному валу, якого встановлена ведуча зірочка 27, кінематично пов'язана за допомогою ланцюга 28 з веденої зірочкою 29, виконаною разом з зубчастим колесом 30, та які встановлені на осі 31. Зубчасте колесо 30 входить в зачеплення з зубчастим колесом 32 яке встановлено на осі 8, та в свою чергу входить в зачеплення з зубчастим колесом 33 встановленим на осі 7.

Зубчасті колеса 32 і 33 входять в зачеплення з зубчастими колесами 34 і 35, які відповідно закріпленні на нижньому 2 та верхньому 1 транспортуючих валиках. Верхній транспортуючий валик 1 має на своїй робочій поверхні рифлі, а нижній 2 покритий абразивним матеріалом.

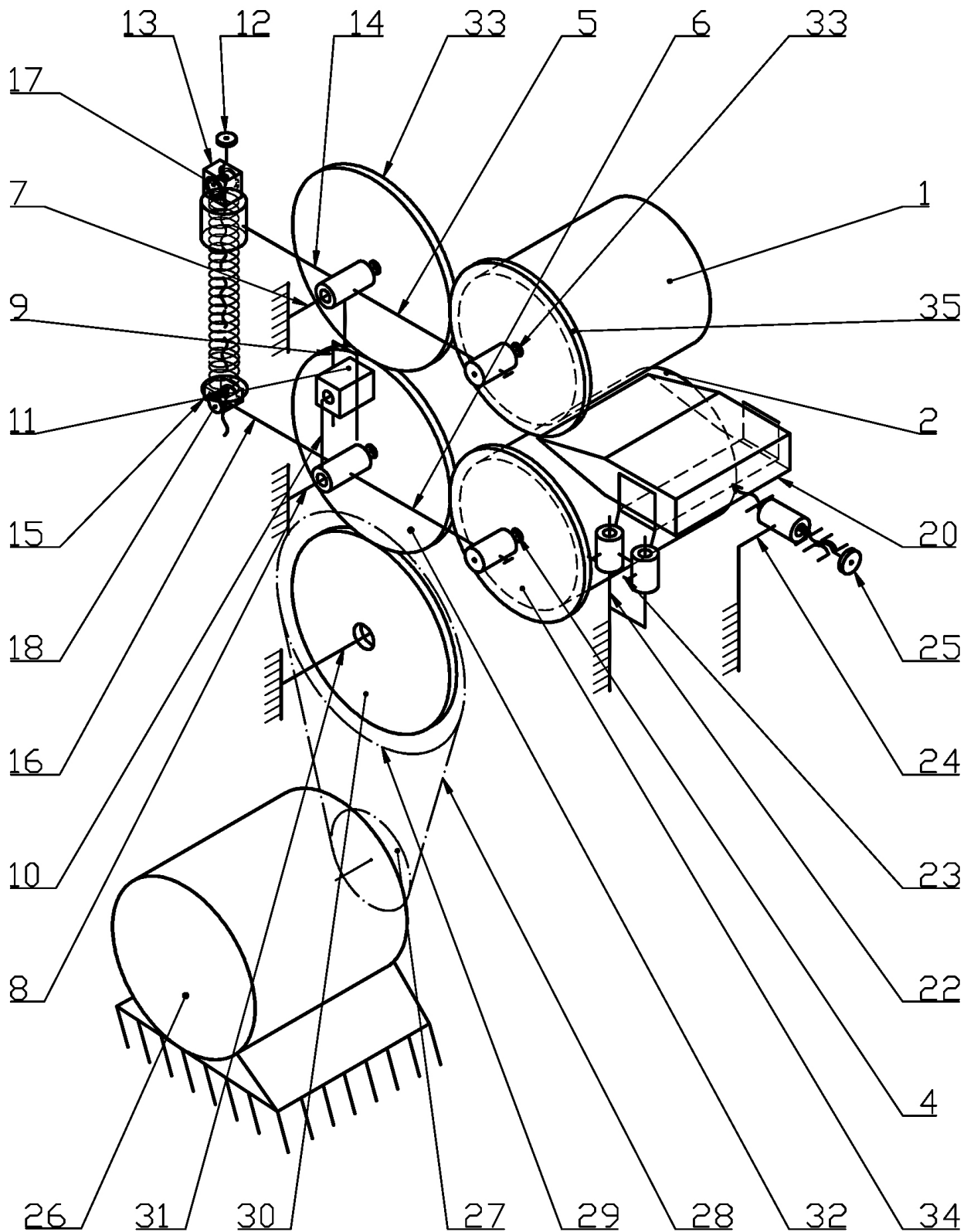


Рис. 4.1. Кінематична схема експериментальної установки
 поздовжнього різання

На експериментальній установці була застосована схема вимірів параметрів погонного зусилля різання мікропористої та монолітних гум, повсті, що викликає деформацію леза ножа 20 згідно з рекомендаціями [18-19]. Тому на протилежні сторони пружної балки 24 рис. 4.3 наклеювалися два тензорезистори 36 та 37 ($RTD1=RTD2=400\text{ Ом}$), які включалися у мостову вимірювальну схему, яка 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 38, що дозволяло реєструвати у режимі реального часу результати зміни деформації леза ножа 20.

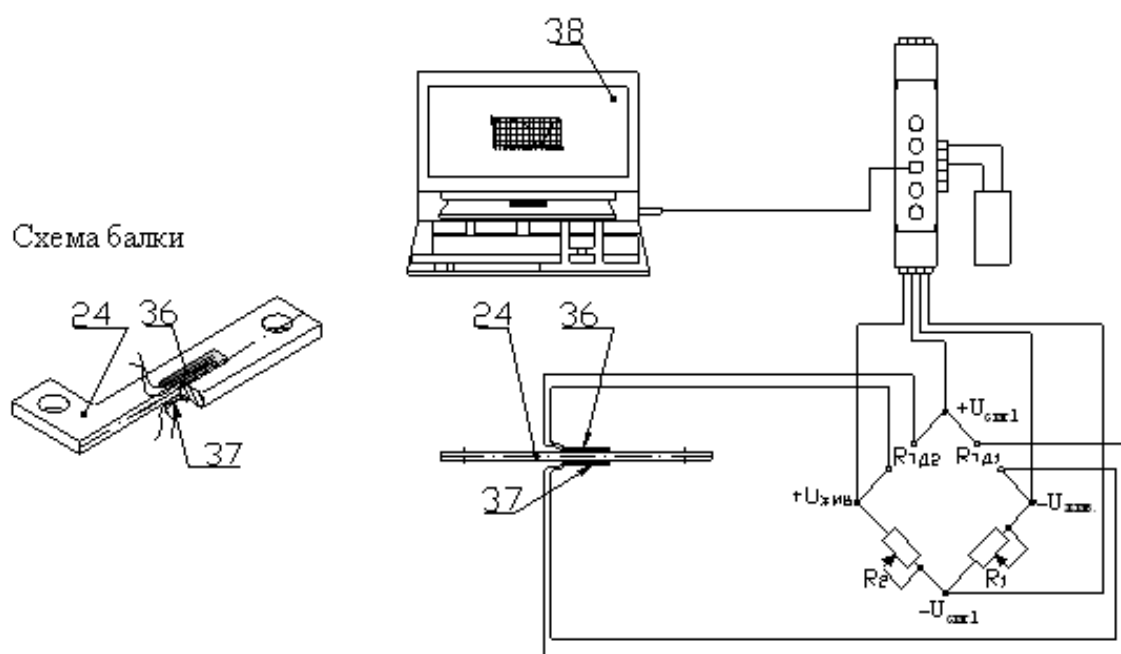


Рис. 4.2. Структурна схема підключення модуля WAD-AIK-BUS, мостової вимірювальної схеми з балкою з тензорезисторами до персонального комп'ютера

4.3. Порядок проведення експериментів

Для побудови робочої матриці планування був проведений постановочний експеримент, в ході якого визначались граничні параметри процесу (величини a та h), при яких відбувалося повздовжнє різання деталі, з похибкою, яка не перевищує допустиму [15-16, 18-20], при цьому товщину деталі, яку отримували заміряли за допомогою товщиметру **ТР-25-1**. Для вказаних параметрів використовувались повірочні плитки Йогансона (забір величини зазору між твірними транспортуючих валиків – h) та шаблон для виміру відстані від кромки леза ножа до осі транспортуючих валиків (величини a), аналогічно [23], з вимірювальним індикатором точністю **0,01 мм**.

Для цього на валики в трьох різних накладали текстолітовий, розточений по діаметру валиків, шаблон. За індикатором, щуп якого впирається в кромку леза ножа, встановлювали величину відстані a .

Експеримент з визначення зазначених вище параметрів будувався за схемою прокатки, коли подають валики 1 і 2 (рис. 4.4) в процесі подачі деталі на ніж 3 залишаються нерухомими один відносно одного. Для чого верхнє коромисло 4, яке за допомогою кулісного каменю 5 кінематично пов'язано з нижнім коромислом 6, фіксується за допомогою регулювальної тяги 7 в певному положенні щодо нижнього коромисла 6.

Тим самим встановлюється зазор між подавальними валиками 1 і 2, шарнірно встановлених в лівих опорах коромисел. А так як довжини другого плечей коромисел рівні між собою: $X_1 = X_2$ (рис. 4.4), то обертанням тяги 7, за допомогою верхньої фіксуєчою бобишки 8 і нижньої – 9, які встановлені в опорах (сідлах) коромисел, обидва транспортуючих валика 1 і 2 переміщуються на однакову величину. При цьому, шестерні 39 і 41 (рис. 4.2) вільно обкатуються по зубчастих коліс 38 і 40, так як їх міжцент-

рові відстані рівні довжинам перших плечей коромисел 5 і 6. Для забезпечення режиму прокатки на верхній частині тяги 7, що має праву різьбу, встановлюється гайка 10, а натиск 11, в якому встановлювалася пружина стиснення 18 (рис. 4.2), грає роль контргайки. За допомогою останніх двох елементів коромисла 5 і 6 нерухомо фіксуються і тим самим обидва валика в ході подачі деталі на ніж та залишаються нерухомими відносно один одного. Положення ножа 3, згідно побудованої робочої матриці планування, встановлюється за допомогою болта 12, який кінематично пов'язаний з вимірювальною балкою 13, на якій наклеєна пара тензорезисторів 14, і контролюється шаблоном з індикатором при розведеному положенні транспортуючих валиків.

Дослідження з визначення величин розпірного зусилля проведені в режимі «чистого» двоїння, коли деталь розрізається на дві рівні за товщиною частини. При цьому дотримувалося наступне співвідношення (рис. 4.4): $h_1 = h_2$, тобто відстань між площиною леза ножа 3 і твірними транспортуючих валиків 1 і 2 має бути рівним.

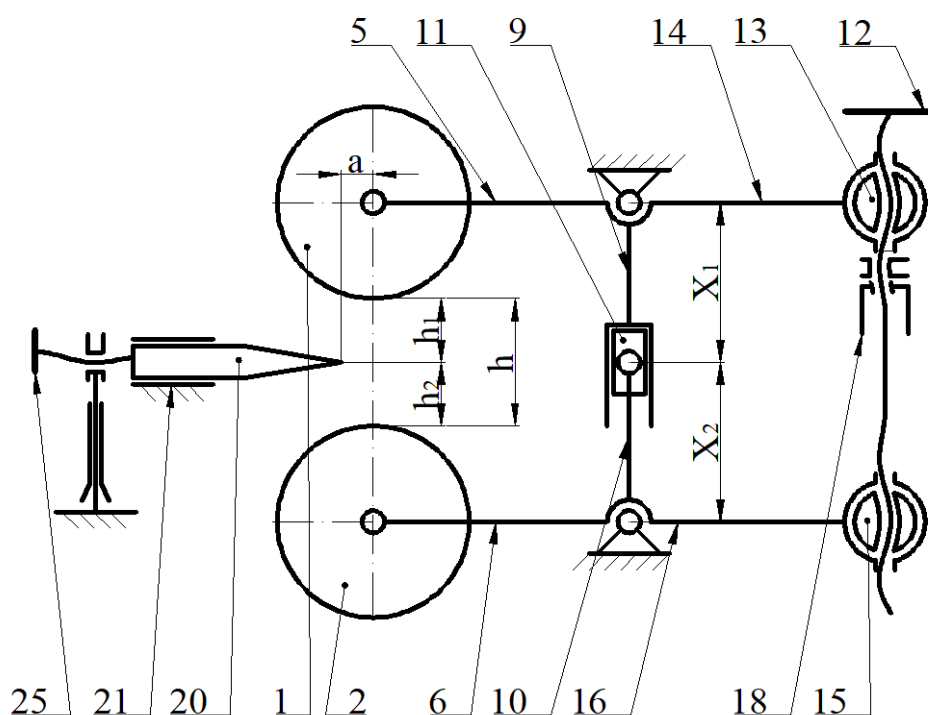


Рис. 4.3 Геометрична схема проведення експерименту

Для чого тримач 22 (рис. 4.4) при ослаблених болтах 23 і гайках 24 болтом 26 встановлює ніж в зіві валиків, коли зазор між ними вже встановлений і проконтрольована плитками Йогансона, приблизно посередині, після чого тримач фіксується в напрямній 25 рами установки. Потім включається електродвигун 32, і деталь подається в зів валиків.

Після її поділу, за допомогою товщиноміра ТР-25-1, проводилось вимірювання отриманих деталей і у випадки їх невідповідності проводилася коректування положення утримувача ножа в зіві валиків.

Потім проводилася контрольна тарировка тензодатчиків на балці 24, яке в місці наклейки тензодатчиків має стоншення, шляхом підвішування контрольних вантажів від 100 до 1200 Н, за допомогою спеціальної тяги з блоком для підвіски.

Тарировка проводилася перед кожною серією дослідів і через кожні

три години безперервної роботи. Потім будувався тарировочні графіки: по осі ординат відкладалися величини вантажу, а по осі абсцис величини відхилення зайчика гальванометра від нульового положення. Потім точки з'єднувалися плавною кривою, в результаті чого був отриманий шуканий графік.

При першому прогоні деталі (її розрізанні) визначали сумарну величину витрат при повздовжньому різанні матеріалу деталі.

Після чого дві розділені частини деталі складували разом і знову подавалися в зів транспортуючих валиків на ніж вже в розділеному стані та знову повторювали виміри.

При повторному прогоні деталі в розділеному стані визначали величину витрат на тертя. Кожний дослід повторювався не менше п'яти разів.

Для проведення наступних дослідів установку перелаштовували, використовуючи дані робочої матриці планування. Після проведення всіх опитів, за допомогою тарировочних графіків проводили розшифровку у величини сумарних витрат та витрат на тертя, при виконанні поздовжнього різання лезом ножа, кожного виміру.

4.2. Опис виробу (варіант 2).

Експериментальні дослідження проводилися на спеціально створеній експериментальній установці, яка моделює процес поздовжнього різання матеріалів рис. 4.5.

В основу конструкції експериментальної установки покладений коромисло-кулісний механізм транспортування [18-19], що дозволяє реалізувати одночасне розсування транспортуючих валиків (на однакову величину) по міру транспортування деталі на ніж і її розрізання залежно від геометричних параметрів самої деталі. Це, в свою чергу, значно зменшує похибку на початку і кінці обробки («зарізи» початкових ділянок і «вириви» заключних фрагментів) деталей. Установка містить верхній 1 та нижній 2 транспортуючі валики рис. 4.2, встановлені відповідно на вісях 3 та 4, закріплених на кінцях плечей верхнього 5 і нижнього 6 трьохплечових коромисел, які в свою чергу встановлені на осях 7 і 8, закріплених на рамі установки. Друге плече коромисла 5 виконано в вигляді куліси 9, та кінематично пов'язано з другим плечем 10 коромисла 6, за допомогою повзуна 11. На кінцях третіх плечей коромисел 5 і 6 встановлено пристрій регулювання величини зазору між твірними транспортуючими валиками 1 і 2, який поєднаний з механізмом регулювання зусилля стиснення деталі валиками. Пристрій регулювання зазору між твірними транспортуючих валиків, містить регулювальну тягу 12 з правою та лівою різьбами, кінематично пов'язану з верхньою фіксуючою гайкою 13 і встановлену в третьому плечі 14 коромисла 5, і нижньою гайкою 15 встановленою в третьому плечі 16 коромисла 6. Пристрій для регулювання зусилля стиснення деталі між транспортуючими валиками, містить встановленні між плечами 14 та 16 коромисел 5 і 6 та на різьбовій тязі 12, пару бобишек 17 та 18, між якими в свою чергу встановлена пружина стиснення 19. Між транспортуючими ва-

ликами 1 і 2 встановлено ножовий пристрій, що містить лезо ножа 20, встановлене з можливістю зворотно-поступального переміщення в тримачі 21, який, в свою чергу, встановлений з можливістю регулювання положення по висоті в напрямній 22 за допомоги пари регулювальних гвинтів 23.

Пристрій для регулювання положення кромки леза 20 ножа відносно осей транспортуючих валиків 1 і 2 містить пружну балку 24 з регулювальним гвинтом 25, закріплену на рамі установки.

Привід установки містить електродвигун 26, встановлений на рамі установки з можливістю переміщення, на вихідному валу, якого встановлена ведуча зірочка 27, кінематично пов'язана за допомогою ланцюга 28 з веденої зірочкою 29, виконаною разом за одно з зубчастим колесом 30, та які встановлені на осі 31. Зубчасте колесо 30 входить в зачеплення з зубчастим колесом 32 яке встановлено на осі 8, та в свою чергу входить в зачеплення з зубчастим колесом 33 встановленим на осі 7.

Зубчасті колеса 32 і 33 входять в зачеплення з зубчастими колесами 34 і 35, які відповідно закріпленні на нижньому 2 та верхньому 1 транспортуючих валиках. Верхній транспортуючий валик 1 має на своїй робочій поверхні рифлі, а нижній 2 покритий абразивним матеріалом.

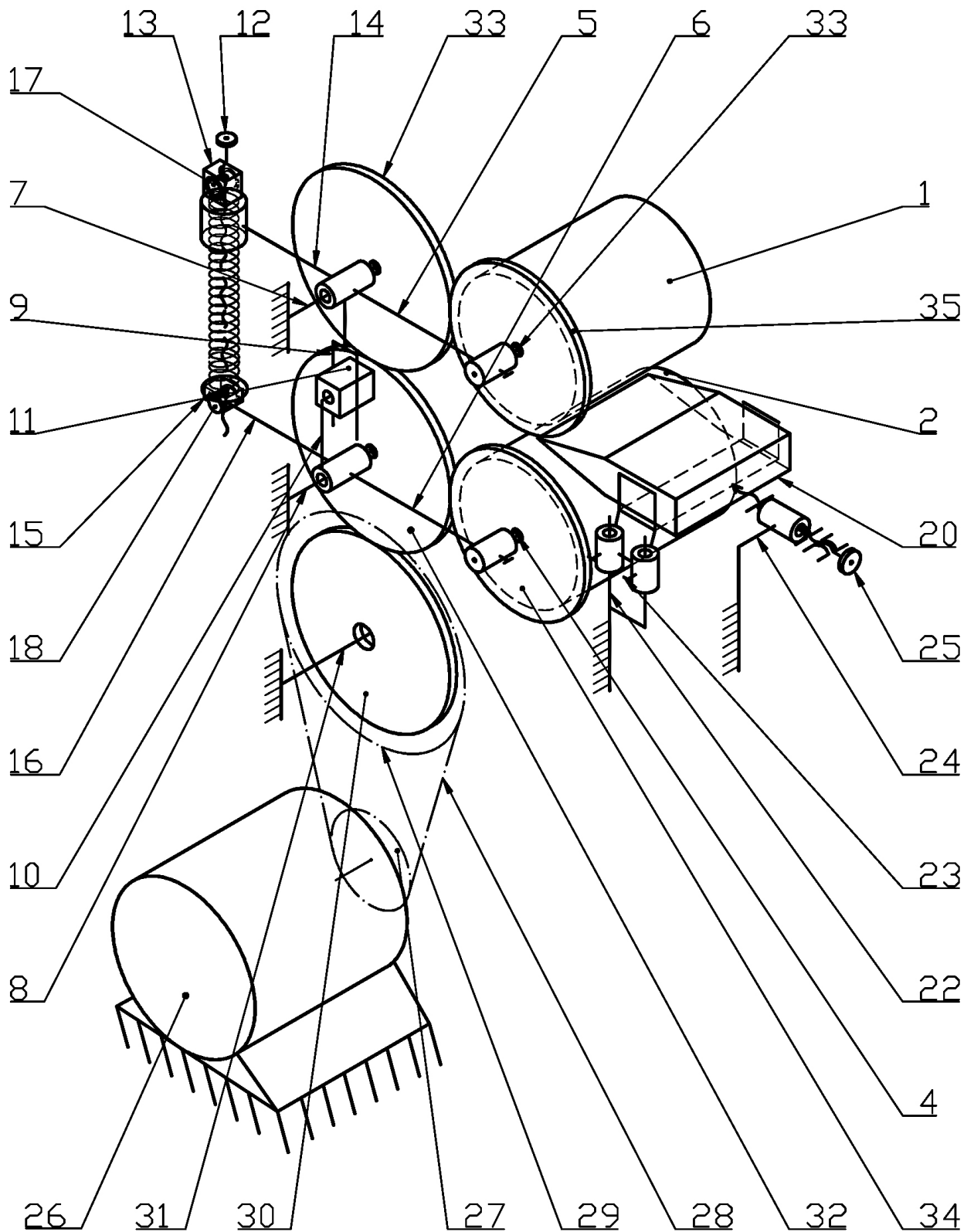


Рис. 4.5. Кінематична схема експериментальної установки
 поздовжнього різання

На експериментальній установці була застосована схема вимірів параметрів погонного зусилля різання мікропористої та монолітних гум, повсті, що викликає деформацію леза ножа 20 згідно з рекомендаціями [18-19]. Тому на протилежні сторони пружної балки 24 рис. 4.3 наклеювалися два тензорезистори 36 та 37 ($RTD1=RTD2=400\text{ Ом}$), які включалися у мостову вимірювальну схему, яка 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 38, що дозволяло реєструвати у режимі реального часу результати зміни деформації леза ножа 20.

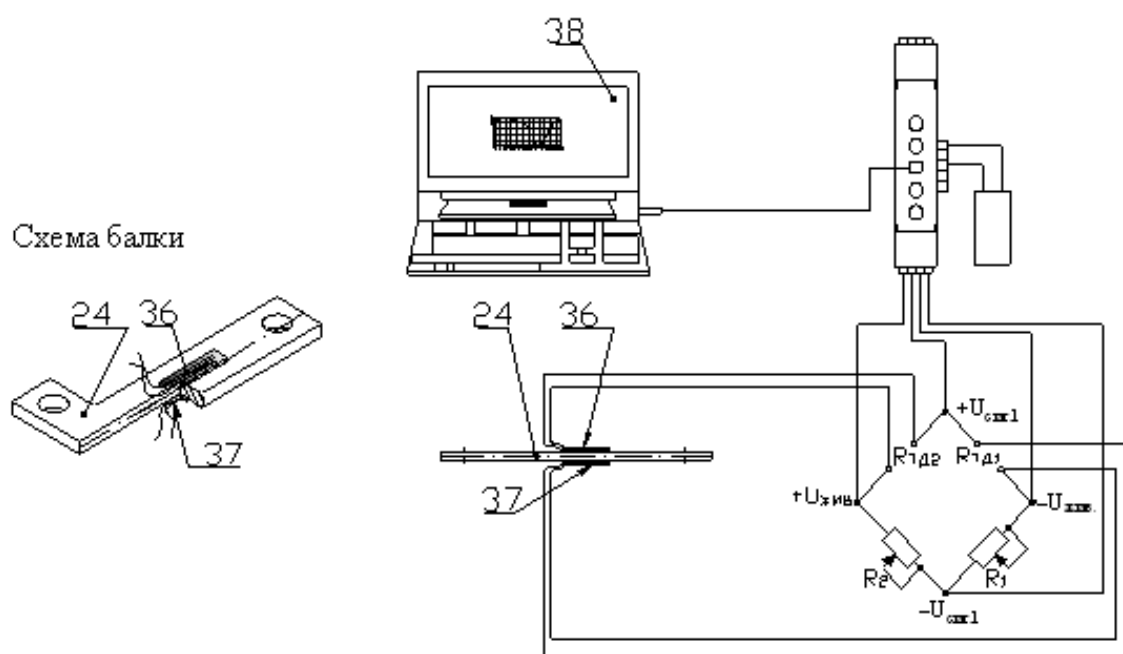


Рис. 4.6. Структурна схема підключення модуля WAD-AIK-BUS, мостової вимірювальної схеми з балкою з тензорезисторами до персонального комп'ютера

4.3. Порядок проведення експериментів

Для побудови робочої матриці планування був проведений постановочний експеримент, в ході якого визначались граничні параметри процесу (величини a та h), при яких відбувалося повздовжнє різання деталі, з похибкою, яка не перевищує допустиму [18-19], при цьому товщину деталі, яку отримували заміряли за допомогою товщиметру **ТР-25-1**. Для вказаних параметрів використовувались повірочні плитки Йогансона (замір величини зазору між твірними транспортуючих валиків – h) та шаблон для виміру відстані від кромки леза ножа до осі транспортуючих валиків (величини a), аналогічно [7], з вимірювальним індикатором точністю **0,01 мм**.

Для цього на валики в трьох різних накладали текстолітовий, розточений по діаметру валиків, шаблон. За індикатором, щуп якого впирається в кромку леза ножа, встановлювали величину відстані a .

Експеримент з визначення зазначених вище параметрів будувався за схемою прокатки, коли подають валики 1 і 2 (рис. 4.4) в процесі подачі деталі на ніж 3 залишаються нерухомими один відносно одного. Для чого верхнє коромисло 4, яке за допомогою кулісного каменю 5 кінематично пов'язано з нижнім коромислом 6, фіксується за допомогою регульовальної тяги 7 в певному положенні щодо нижнього коромисла 6.

Тим самим встановлюється зазор між подавальними валиками 1 і 2, шарнірно встановлених в лівих опорах коромисел. А так як довжини другого плечей коромисел рівні між собою: $X_1 = X_2$ (рис. 4.4), то обертанням тяги 7, за допомогою верхньої фіксуючої бобишки 8 і нижньої – 9, які встановлені в опорах (сідлах) коромисел, обидва транспортуючих валика 1 і 2 переміщуються на однакову величину. При цьому, шестерні 39 і 41 (рис. 4.2) вільно обкатуються по зубчастих коліс 38 і 40, так як їх міжцентрові відстані рівні довжинам перших плечей коромисел 5 і 6. Для забезпе-

чення режиму прокатки на верхній частині тяги 7, що має праву різьбу, встановлюється гайка 10, а натиск 11, в якому встановлювалася пружина стиснення 18 (рис. 4.2), грає роль контргайки. За допомогою останніх двох елементів коромисла 5 і 6 нерухомо фіксуються і тим самим обидва валика в ході подачі деталі на ніж та залишаються нерухомими відносно один одного. Положення ножа 3, згідно побудованої робочої матриці планування, встановлюється за допомогою болта 12, який кінематично пов'язаний з вимірювальною балкою 13, на якій наклеєна пара тензорезисторів 14, і контролюється шаблоном з індикатором при розведеному положенні транспортуючих валиків.

Дослідження з визначення величин розпірного зусилля проведені в режимі «чистого» двоїння, коли деталь розрізається на дві рівні за товщиною частини. При цьому дотримувалося наступне співвідношення (рис. 4.4): $h_1 = h_2$, тобто відстань між площиною леза ножа 3 і твірними транспортуючих валиків 1 і 2 має бути рівним.

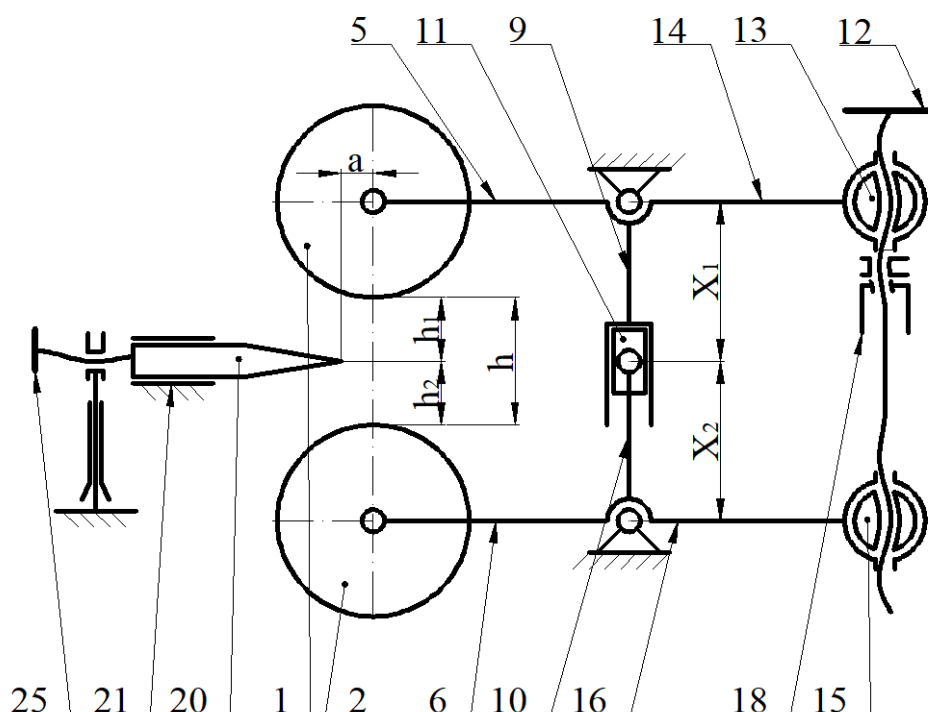


Рис. 4.7 Геометрична схема проведення експерименту

Для чого тримач 22 (рис. 4.7) при ослаблених болтах 23 і гайках 24 болтом 26 встановлює ніж в зіві валиків, коли зазор між ними вже встановлений і проконтрольована плитками Йогансона, приблизно посередині, після чого тримач фіксується в напрямній 25 рами установки. Потім включається електродвигун 32, і деталь подається в зів валиків.

Після її поділу, за допомогою товщиноміра ТР-25-1, проводилось вимірювання отриманих деталей і у випадки їх невідповідності проводилася коректування положення утримувача ножа в зіві валиків.

Потім проводилася контрольна тарировка тензодатчиків на балці 24, яке в місці наклейки тензодатчиків має стоншення, шляхом підвішування контрольних вантажів від 100 до 1200 Н, за допомогою спеціальної тяги з блоком для підвіски.

Тарировка проводилася перед кожною серією дослідів і через кожні три години безперервної роботи. Потім будувався тарировочні графіки: по осі ординат відкладалися величини вантажу, а по осі абсцис величини відхилення зайчика гальванометра від нульового положення. Потім точки з'єднувалися плавною кривою, в результаті чого був отриманий шуканий графік.

При першому прогоні деталі (її розрізанні) визначали сумарну величину витрат при повздовжньому різанні матеріалу деталі.

Після чого дві розділені частини деталі складували разом і знову подавалися в зів транспортуючих валиків на ніж вже в розділеному стані та знову повторювали виміри.

При повторному прогоні деталі в розділеному стані визначали величину витрат на тертя. Кожний дослід повторювався не менше п'яти разів.

Для проведення наступних дослідів установку перелаштовували, ви-

користовуючи дані робочої матриці планування. Після проведення всіх опитів, за допомогою тарировочних графіків проводили розшифровку у величини сумарних витрат та витрат на тертя, при виконанні поздовжнього різання лезом ножа, кожного виміру.

4.3. Обґрунтування обраної конструкції.

При постановці завдання проектування машини використовує постійне ковзання різання було прийнято рішення розробити пару варіантів конструктивного рішення механізму рухомого ножа. Це викликано тим, що не існують науково обґрунтованих рекомендацій у галузі оптимізації способів вирішення завдання щодо вибору закону руху ріжучого інструменту. Тому нами розроблено два варіанти конструкції механізму ножа, який реалізує два різні способи руху ріжучого інструменту. На наш погляд обидва технічні рішення мають безперечну технічну новизну і є повністю патентно-здатними. При цьому лише експлуатація даних механізмів може відповісти на питання про найбільшу придатність для того чи іншого технічного рішення. Слід також зазначити, що паралельна розробка двох та кількох технічних рішень у техніці річ цілком актуальна і часто використовується.

Обрана конструкція машин дозволяє здійснити двоїння та різання деталі низу взуття постійним ковзним лезом. Дані машини мають рухомий ніж і дозволяють отримати якіснішу поверхню зрізу на відміну від машин з нерухомим ножом.

Вихідними даними для розробки цього проекту є дані про машину для вирівнювання деталей низу взуття за товщиною (патент Російської Федерації 2118889, кл. А 43 Д 8/48, 1998), а також машина для вирівнювання деталей низу взуття за товщиною (а.с. СРСР 1750641, клас А 43 D

8/48, 1992). У цих машинах також використовується різання, що ковзає, але в ньому бере участь вся кромка леза ножа.

4.4. Використання винахідів та оцінка патентної спроможності.

4.4.1. Використання винахіду.

Вихідними даними для розробки цього проекту є дані про машину для вирівнювання деталей низу взуття за товщиною (Патент України № 18129 А, кл. З 14 В 1/14, 1997), а також машина для вирівнювання деталей низу взуття за товщиною (Заявка № 2005 , від 8.04.2002 р., пол. ріш. від 30.09.2002 р.).

Розділ 5 Розрахунки

5.1. Планування експериментів і порядок обробки експериментальних даних

Для визначення погонного зусилля різання був проведений двофакторний експеримент для моделі дослідження:

$$y = F(x_1, x_2),$$

де y – критерій оптимізації, що визначає q_p ; x_1 і x_2 – керовані параметри (фактори), що характеризують відповідно величину зазору між валиками h і величину відстані від вертикальної осі обертання валиків до кромки леза ножа a .

При визначенні q_p , як зазначалося, необхідно провести двократну обробку деталі, при котрій в ході її розрізання визначається сумарна величина витрат на обробку (P), а потім після розрізання матеріал складають разом і пропускають площиною з'єднання через ніж, та визначають величину витрат на тертя (F). Таким чином, лише різниця цих значень, віднесена до величини ширини деталі (B), дає змогу визначити величину погонного зусилля різання мікропористої і монолітної гуми, та повсті [13-16, 18-19] (додаток Г):

$$q_p = \frac{P - F}{B}. \quad (1.1)$$

Планування експерименту проводилося з використанням ротатабельного плану Бокса для двофакторного експерименту ($k_{1,2} = 2$), який рекомендуються при $k_{1,2} \leq 5$ [15-16].

Загальна кількість дослідів визначається за формулою[130]:

$$N_{1,2} = 2^2 + 2 \cdot 2 + 5 = 13.$$

5.1.1. Обробка експерименту з визначення погонного зусилля різання ножом з двосторонньою формою заточування

Кодування, іменування значення факторів та інтервали їх варіювання наведені в табл. 4.1, значення яких визначалися за допомогою співвідношень:

$$x_1 = \frac{x_i - 4,35}{1}; \quad x_2 = \frac{x_j - 2,5}{0,5}. \quad (1.2)$$

Таблиця 5.1

Таблиця рівнів та інтервалів варіювання діючих факторів, які підлягають дослідженню

Фактори	Рівні варіювання					Інтервал варіювання фактору
	-1,414	-1	0	+1	+1,414	
h – відстань між транспортуючими валиками, мм. (x_1)	2,95	3,35	4,35	5,35	5,75	1
a – відстань між вертикальною віссю обертання транспортуючих валиків і кромкою леза ножа, мм. (x_2)	1,8	2	2,5	3	3,2	0,5

5.1.1. Обробка експерименту визначення сумарної величин втрат при поздовжньому різанні мікропористої гуми та величину втрат на тертя матеріалу о грані нерухомого ножа.

Проведемо обробку даних експерименту з визначення сумарної величини втрат при поздовжньому різанні матеріалу. Матриця планування двохфакторного експерименту представлена у додатку А.1 [16].

При визначенні числа вимірів для кожного досліді проводилося п'ять повторних вимірювань на нульовому рівні (досліді 9 – 13) і визнача-

16]:

$$S_p = 1,118.$$

Розрахункове значення критерію Ст'юдента в цьому випадку:

$$t_{расч(P)} = 4,0001.$$

Табличне значення критерію Ст'юдента для $\alpha_B = 0,95$ і $n_1 = 5$ [16].

Тобто виконується умова: $t_{расч(P)} \geq t_{табл}$.

Отже, число вимірювань $n_1 = 5$ для кожного дослідження є достатнім.

Після проведення експерименту і розшифровки записів за допомогою тарувального графіка визначалося середнє значення п'яти повторних вимірювань критерію оптимізації по кожному дослідженню і дані заносилися в робочу матрицю планування (Додаток А1).

У цьому випадку необхідно знайти значення коефіцієнтів регресії рівняння [130]:

$$y_u = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2. \quad (4.3)$$

Рівняння (4.3) набуває вигляду:

$$y_u = 499,32 - 32,16x_1 - 54,12x_2 - 3,5x_1x_2 + 1,4x_1^2 - 1,1x_2^2. \quad (4.4)$$

Порівняння табличного і розрахункового значень критерію Фішера показало, що рівняння (4.4) можна вважати адекватним з довірчою ймовірністю $\alpha_B = 0,95$, так як дотримується умова: $F_{табл} \geq F_{расч(P)}$.

Порівняння абсолютних величин коефіцієнтів регресії рівняння (4.4) і відповідних похибок в їх оцінці показує, що з довірчою ймовірністю 0,95 можна вважати значимими всі коефіцієнти.

Рівняння (4.4) є рівнянням регресії, що описує сумарну величину втрат при виконанні поздовжнього різання матеріалу нерухомим ножом в залежності від відстані між транспортуєчими валиками (x_1

вертикальною віссю обертання транспортуючих валиків і кромкою леза ножа (x_2).

Після спрощення рівняння (4.4) прийме вид:

$$P = 686,83 - 39,96h + 2,55a - 1,75ah + 1,4h^2 - 4,4a^2 \quad (4.5)$$

Отриманий вираз (4.5) – експериментальна математична модель залежності величини сумарних втрат при виконанні поздовжнього різання від величини зазору між валиками і величини відстані від вертикальної осі обертання валиків до кромки леза ножа.

Проведемо обробку даних експерименту з визначення величини втрат на тертя матеріалу о грані нерухомого ножа. Матриця планування двохфакторного експерименту представлена у додатку А.2 [16].

Після проведення експерименту і розшифровки записів за допомогою тарувального графіка визначали середнє значення п'яти повторних вимірювань критерію оптимізації по кожному досліді і дані заносилися в робочу матрицю планування (додаток А)

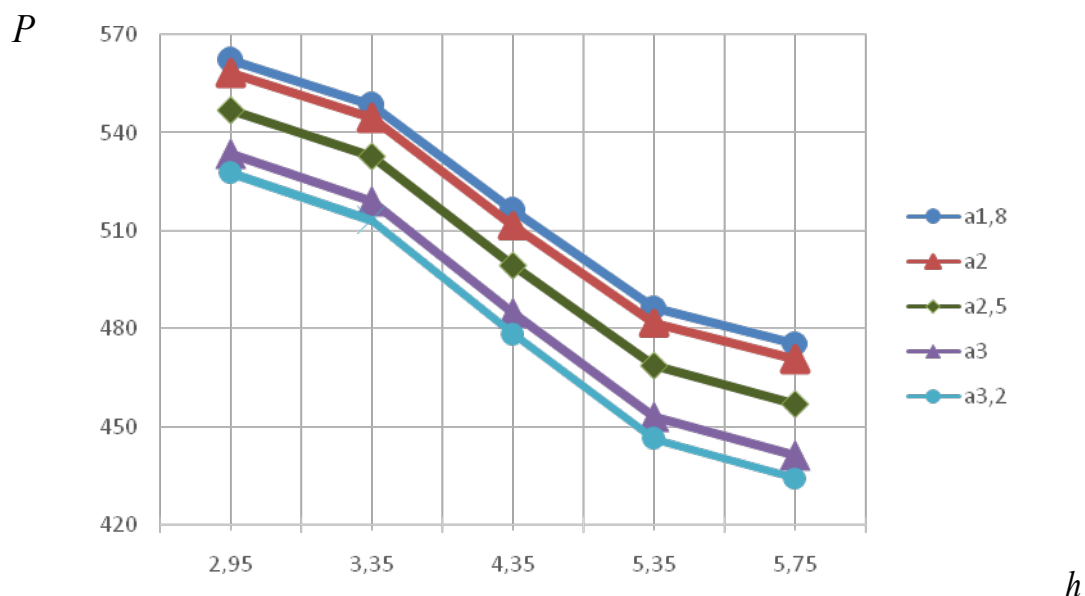


Рис. 5.5. Графік залежності сумарних витрат P при виконанні різання мікропористої гуми нерухомим ножем з двосторонню заточкою, від величини відстані h , між транспортуючими валиками: при $a = const$, в діапазоні $a_{\min} = 1,8 - a_{\max} = 3,2$.

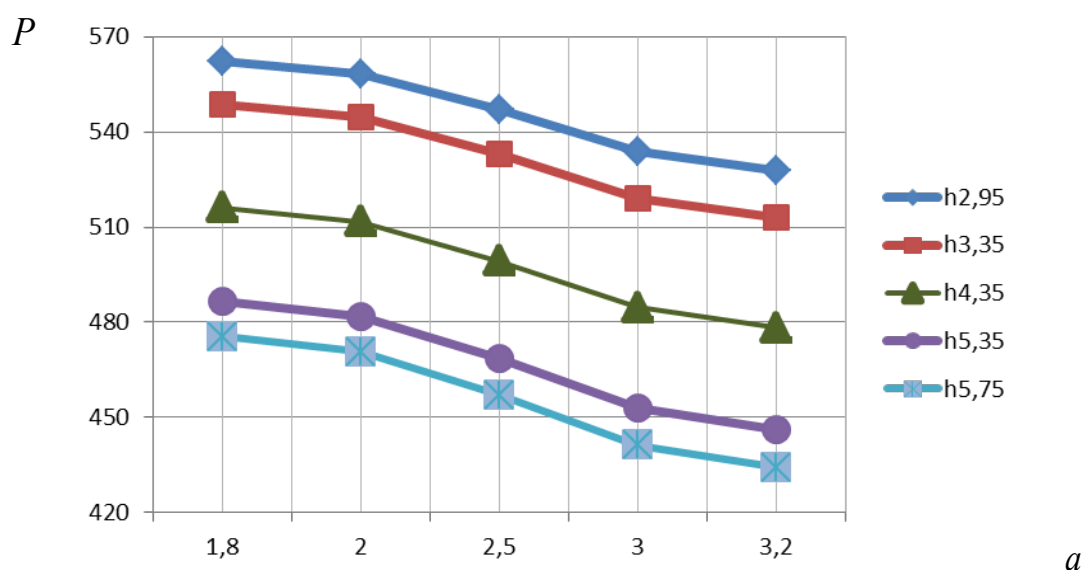


Рис. 5.6. Графік залежності сумарних витрат P при виконанні різання мікропористої гуми нерухомим ножем з двосторонню заточкою, від величини відстані a від вертикальної вісі транспортуючих валиків до кромки леза ножа: при $h = const$, в діапазоні $h_{\min} = 2,95 - h_{\max} = 5,75$.

Таким чином, рівняння (4.3) набуває вигляду:

$$y_u = 409,7 - 35,882x_1 - 58,1344x_2 + x_1x_2 + 2,66x_1^2 + 2,16x_2^2. \quad (4.6)$$

Порівняння абсолютних величин коефіцієнтів регресії рівняння (4.6) і відповідних похибок в їх оцінці показує, що з довірчою ймовірністю 0,95 можна вважати значимими всі коефіцієнти, крім b_{12} , тоді отримаємо:

$$y_u = 409,7 - 35,882x_1 - 58,134x_2 + 2,66x_1^2 + 2,16x_2^2. \quad (4.7)$$

Рівняння (4.7) є рівнянням регресії, що описує сумарну величину втрат при виконанні поздовжнього різання матеріалу нерухомим ножом в залежності від відстані між транспортуючими валиками (x_1), і відстані між вертикальною віссю обертання транспортуючих валиків і кромкою леза ножа (x_2).

Після спрощення рівняння 4.7 прийме вид:

$$F = 742,77 + 2,66h^2 - 59,02h + 8,64a^2 - 72,27a. \quad (4.8)$$

Отриманий вираз (4.8) – експериментальна математична модель залежності величини втрат на тертя матеріалу о грані нерухомого ножа при виконанні поздовжнього різання нерухомим ножом, від величини зазору між валиками і величини відстані від вертикальної осі обертання валиків до кромки леза ножа.

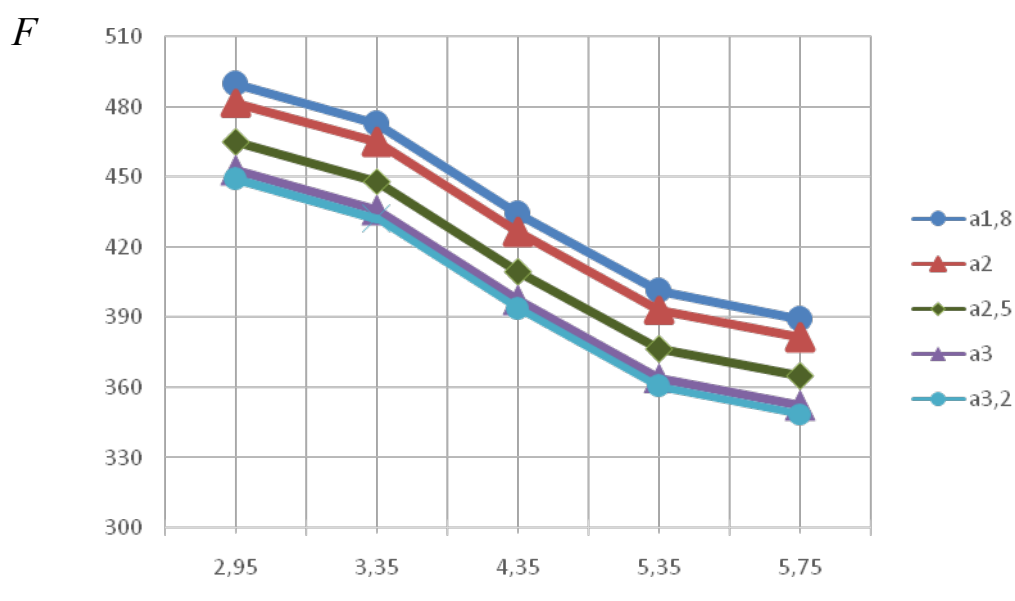


Рис. 5.7. Графік залежності сумарних витрат тертя F при виконанні різання мікропористої гуми нерухомим ножем з двосторонню заточкою, від величини відстані h , між транспортуючими валиками: при $a = const$, в діапазоні $a_{\min} = 1,8 - a_{\max} = 3,2$.

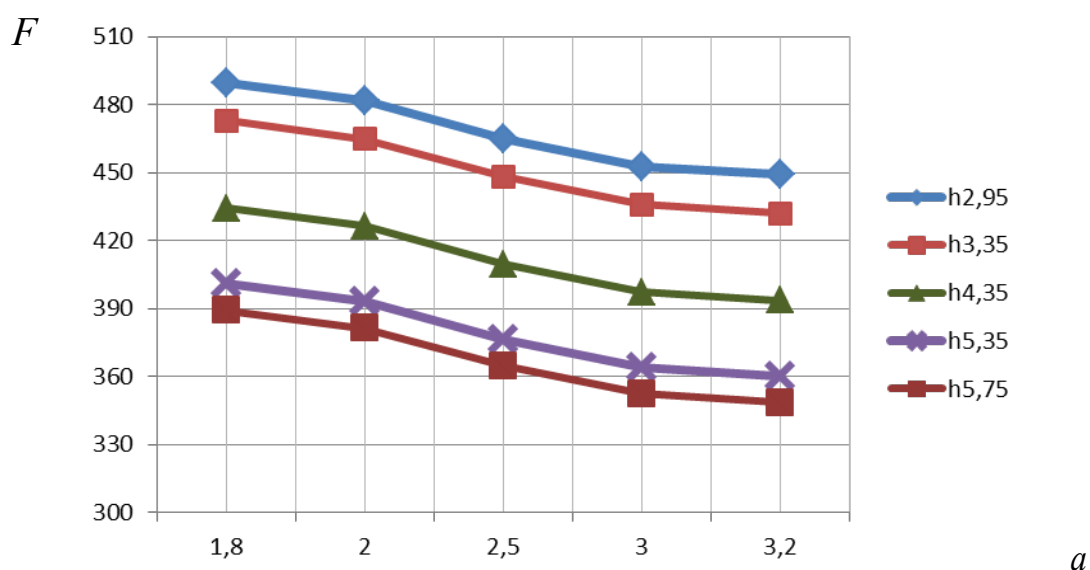


Рис. 5.8. Графік залежності сумарних витрат тертя F при виконанні різання монолітної гуми нерухомим ножем з двосторонню заточкою, від величини відстані a від вертикальної вісі транспортуючих валиків до кромки леза ножа: при $h = const$, в діапазоні $h_{\min} = 2,95 - h_{\max} = 5,75$.

Отримані експериментальні моделі, а саме визначення сумарної величини втрат (4.5) та величини втрат на тертя матеріалу (4.8) дозволяють визначати погонне зусилля різання мікропористої гуми (4.1). Підставляючи значення в рівняння (4.1) отримаємо середнє значення погонного зусилля мікропористої гуми: $q_p = 2,56 \frac{H}{мм}$, для мікропористої гуми (ГОСТ 7338-90). Відхилення від отриманих раніше значень роботи [18-19] складають $\Delta = 3,9 \%$.

5.1.2. Обробка експерименту визначення сумарної величин втрат при поздовжньому різанні монолітної гуми та величину втрат на тертя матеріалу о грані нерухомого ножа

Проведемо обробку даних експерименту з визначення сумарної величини втрат при поздовжньому різанні матеріалу. Матриця планування двохфакторного експерименту представлена у додатку А3 [18].

Після проведення експерименту і розшифровки записів за допомогою тарувального графіка визначалося середнє значення п'яти повторних вимірювань критерію оптимізації по кожному досліді і дані заносилися в робочу матрицю планування (Додаток А3).

Таким чином, рівняння (4.3) набуває вигляду:

$$y_u = 991,04 - 65,68x_1 - 124,09x_2 - 53,75x_1x_2 + 1,49x_1^2 - 9,75x_2^2 \quad (4.9)$$

Порівняння табличного і розрахункового значень критерію Фішера показало, що рівняння (4.9) можна вважати адекватним з довірчою ймовірністю $\alpha_B = 0,95$, так як дотримується умова: $F_{табл} \geq F_{расч(P)}$.

Порівняння абсолютних величин коефіцієнтів регресії рівняння (4.9) і відповідних похибок в їх оцінці показує, що з довірчою ймовірністю 0,95 можна вважати значимими всі коефіцієнти.

Рівняння (4.9) є рівнянням регресії, що описує сумарну величину втрат при виконанні поздовжнього різання матеріалу нерухомим ножом в залежності від відстані між транспортуючими валиками (x_1), і відстані між вертикальною віссю обертання транспортуючих валиків і кромкою леза ножа (x_2). Після спрощення рівняння 4.9 прийме вид:

$$P = 512,58 + 414,45a + 190,11h - 107,5ah + 1,49h^2 - 39a^2 \quad (4.10)$$

Отриманий вираз (4.10) – експериментальна математична модель залежності величини сумарних втрат при виконанні поздовжнього різання від величини зазору між валиками і величини відстані від вертикальної осі обертання валиків до кромки леза ножа.

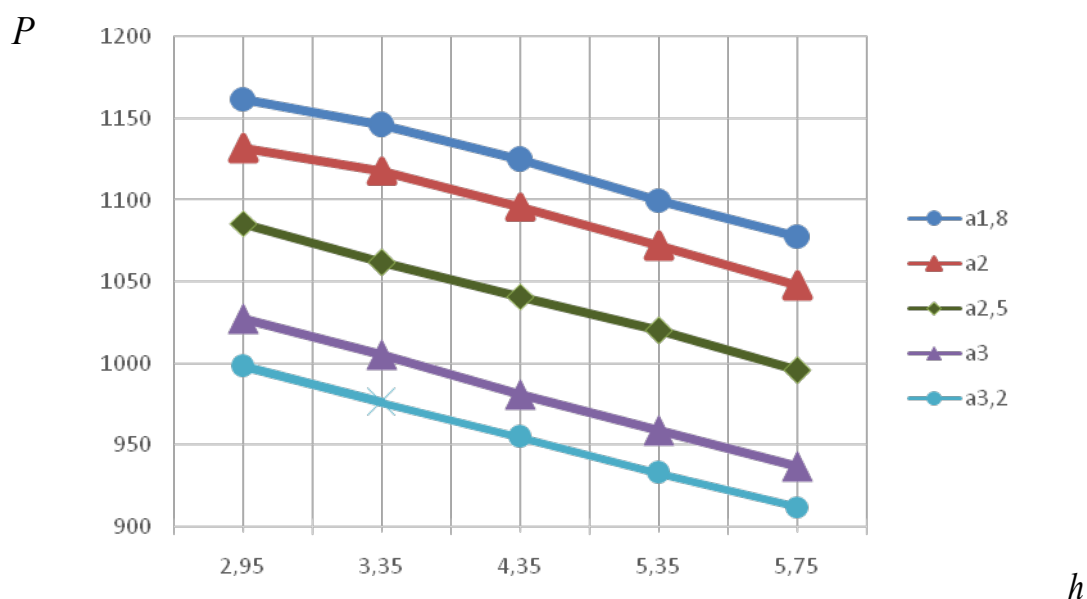


Рис. 5.9. Графік залежності сумарних витрат P при виконанні різання монолітної гуми нерухомим ножом з двосторонню заточкою, від величини відстані h , між транспортуючими валиками: при $a = const$, в діапазоні

$$a_{\min} = 1,8 - a_{\max} = 3,2.$$

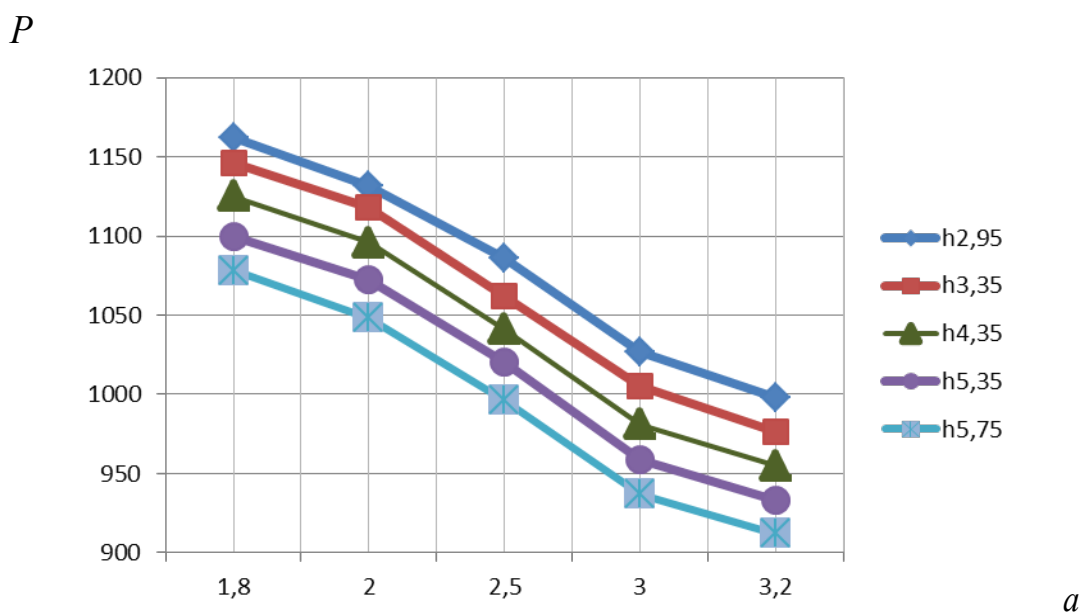


Рис. 5.10. Графік залежності сумарних витрат P при виконанні різання монолітної гуми нерухомим ножем з двосторонню заточкою, від величини відстані a від вертикальної вісі транспортуючих валиків до кромки леза ножа: при $h = const$, в діапазоні $h_{\min} = 2,95 - h_{\max} = 5,75$.

Проведемо обробку даних експерименту з визначення величини витрат на тертя матеріалу о грані нерухомого ножа. Матриця планування двохфакторного експерименту представлена у додатку Г4 [61].

Після проведення експерименту і розшифровки записів за допомогою тарувального графіка визначали середнє значення п'яти повторних вимірювань критерію оптимізації по кожному досліді і дані заносилися в робочу матрицю планування (Додаток А4).

Таким чином, рівняння (4.3) набуває вигляду:

$$y_u = 895,907 - 69,67x_1 - 129,42x_2 - 26,35x_1x_2 + 8,22x_1^2 - 5,23x_2^2 \quad (4.11)$$

Порівняння табличного і розрахункового значень критерію Фішера показало, що рівняння (4.11) можна вважати адекватним з довірчою ймовірністю $\alpha_B = 0,95$, так як дотримується умова: $F_{\text{табл}} \geq F_{\text{расч}(P)}$.

Порівняння абсолютних величин коефіцієнтів регресії рівняння (4.11) і відповідних похибок в їх оцінці показує, що з довірчою ймовірністю 0,95 можна вважати значимими всі коефіцієнти.

Рівняння (4.11) є рівнянням регресії, що описує сумарну величину втрат при виконанні поздовжнього різання матеріалу нерухомим ножом в залежності від відстані між транспортуючими валиками (x_1), і відстані між вертикальною віссю обертання транспортуючих валиків і кромкою леза ножа (x_2).

Після спрощення рівняння 4.11 прийме вид:

$$F = 1297,647 - 9,43h + 75,01a - 52,7ah + 8,22h^2 - 20,92a^2. \quad (4.12)$$

Отриманий вираз (4.12) – експериментальна математична модель залежності величини втрат на тертя матеріалу о грані нерухомого ножа при виконанні поздовжнього різання нерухомим ножом, від величини зазору між валиками і величини відстані від вертикальної осі обертання валиків до кромки леза ножа.

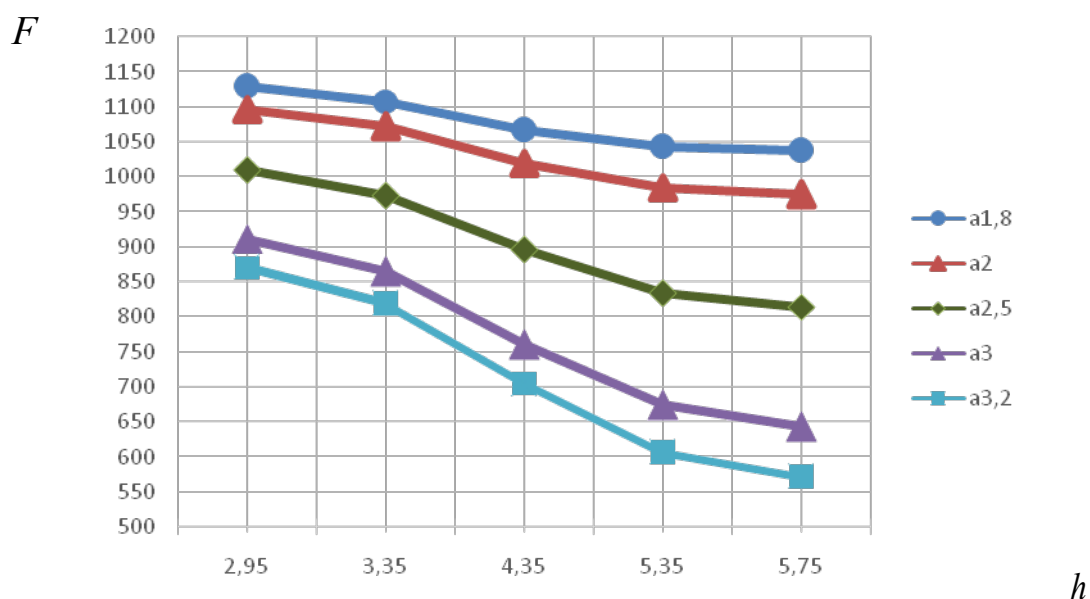


Рис. 5.11. Графік залежності сумарних витрат тертя F при виконанні різання монолітної гуми нерухомим ножом з двосторонню заточкою, від величини відстані h , між транспортуючими валиками: при $a = const$, в діапазоні $a_{\min} = 1,8 - a_{\max} = 3,2$.

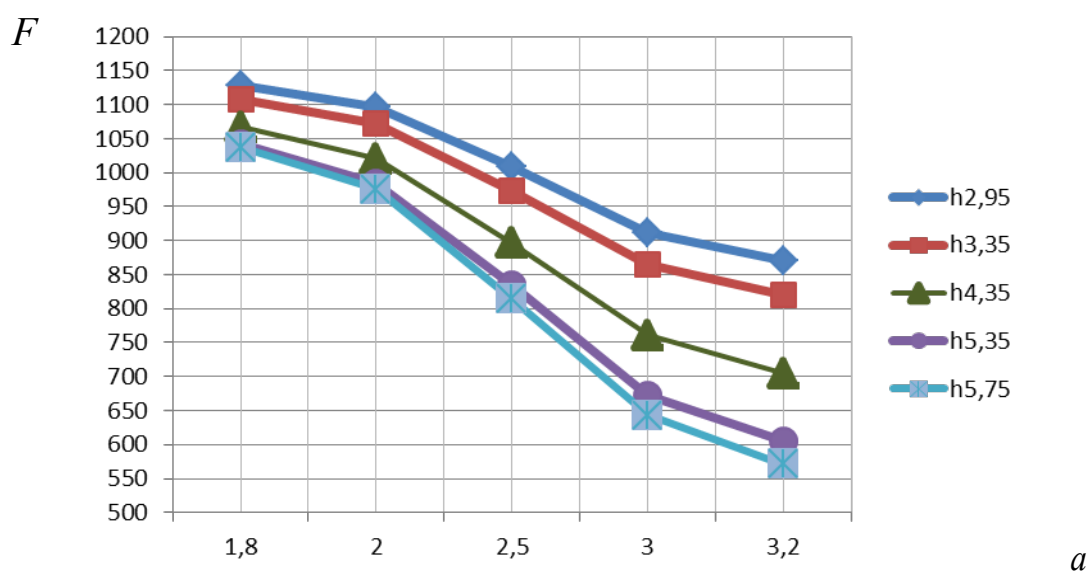


Рис. 5.12. Графік залежності сумарних витрат тертя F при виконанні різання монолітної гуми нерухомим ножом з двосторонню заточкою, від величини відстані a від вертикальної вісі транспортуючих валиків до кромки леза ножа: при $h = const$, в діапазоні $h_{\min} = 2,95 - h_{\max} = 5,75$.

Отримані експериментальні моделі, а саме визначення сумарної величини втрат (4.10) та величини втрат на тертя матеріалу (4.12) дозволяють визначати погонне зусилля різання монолітної гуми (4.1). Підставляючи значення в рівняння (4.1) отримаємо середнє значення погонного зусилля монолітної гуми: $q_p = 3,17 \frac{H}{мм}$, для монолітної гуми (ГОСТ 7338-90).

Отриманні рівняння регресії, а саме визначення сумарної величини втрат при поздовжньому різанні матеріалу та величини втрат на тертя матеріалу о грані нерухомого ножа, дозволяють оперативно визначати погонне зусилля різання монолітної гуми, ніж при використанні відомих методів.

5.1.3. Обробка експерименту визначення сумарної величин втрат при поздовжньому різанні повсті та величину втрат на тертя матеріалу о грані нерухомого ножа

Проведемо обробку даних експерименту з визначення сумарної величини втрат при поздовжньому різанні матеріалу. Матриця планування двохфакторного експерименту наведено у додатку А5 [14].

Після проведення експерименту і розшифровки записів за допомогою тарувального графіка визначалося середнє значення п'яти повторних вимірювань критерію оптимізації по кожному досліді і дані заносилися в робочу матрицю планування (додатку А5).

Таким чином, рівняння (4.3) набуває виду:

$$y_u = 357,086 - 22,6x_1 - 38,78x_2 - 2,34x_1x_2 - 0,304x_1^2 - 2,483x_2^2 \quad (4.13)$$

Порівняння табличного і розрахункового значень критерію Фішера показало, що рівняння (4.13) можна вважати адекватним з довірчою ймовірністю $\alpha_B = 0,95$, так як дотримується умова: $F_{табл} \geq F_{розр(P)}$.

Порівняння абсолютних величин коефіцієнтів регресії рівняння (4.13) і відповідних похибок в їх оцінці показує, що з довірчою ймовірністю 0,95 можна вважати значимими всі коефіцієнти, крім b_{11} , тоді отримаємо:

$$y_u = 357,086 - 22,6x_1 - 38,78x_2 - 2,34x_1x_2 - 2,483x_2^2 \quad (4.14)$$

Рівняння (4.14) є рівнянням регресії, що описує сумарну величину втрат при виконанні поздовжнього різання матеріалу нерухомим ножом в залежності від відстані між транспортуючими валиками (x_1), і відстані між вертикальною віссю обертання транспортуючих валиків і кромкою леза ножа (x_2).

Після спрощення рівняння 4.14 прийме вид:

$$P = 535,74 - 10,9h - 7,54a - 4,68ah - 9,93a^2 \quad (4.15)$$

Отриманий вираз (4.15) – експериментальна математична модель залежності величини сумарних втрат при виконанні поздовжнього різання від величини зазору між валиками і величини відстані від вертикальної осі обертання валиків до кромки леза ножа.

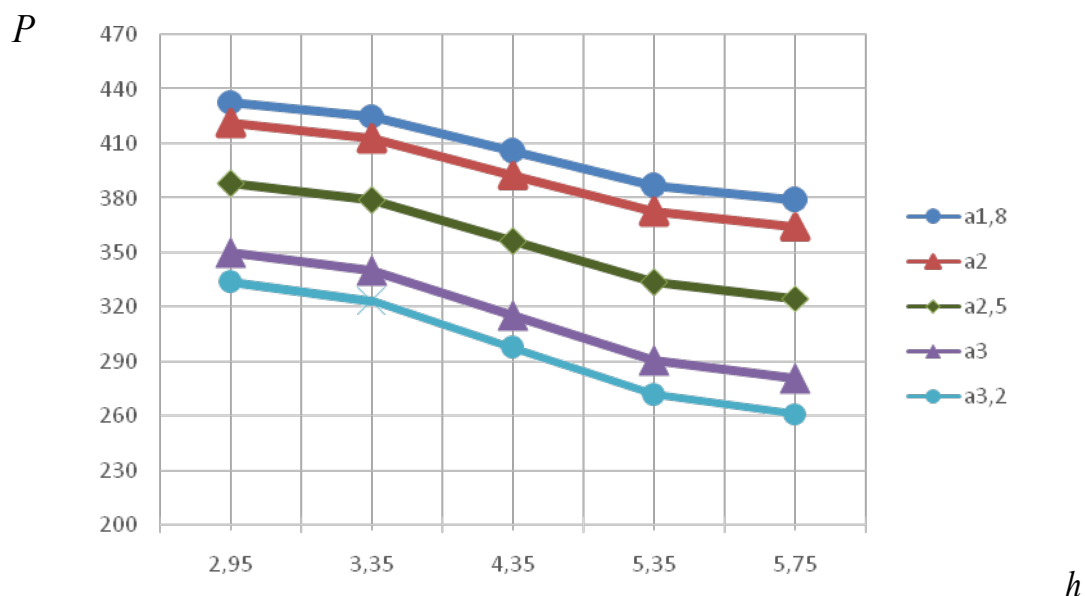


Рис. 5.13. Графік залежності сумарних витрат P при виконанні різання повсті нерухомим ножом з двосторонню заточкою, від величини відстані h , між транспортуючими валиками: при $a = const$, в діапазоні $a_{\min} = 1,8$ – $a_{\max} = 3,2$.

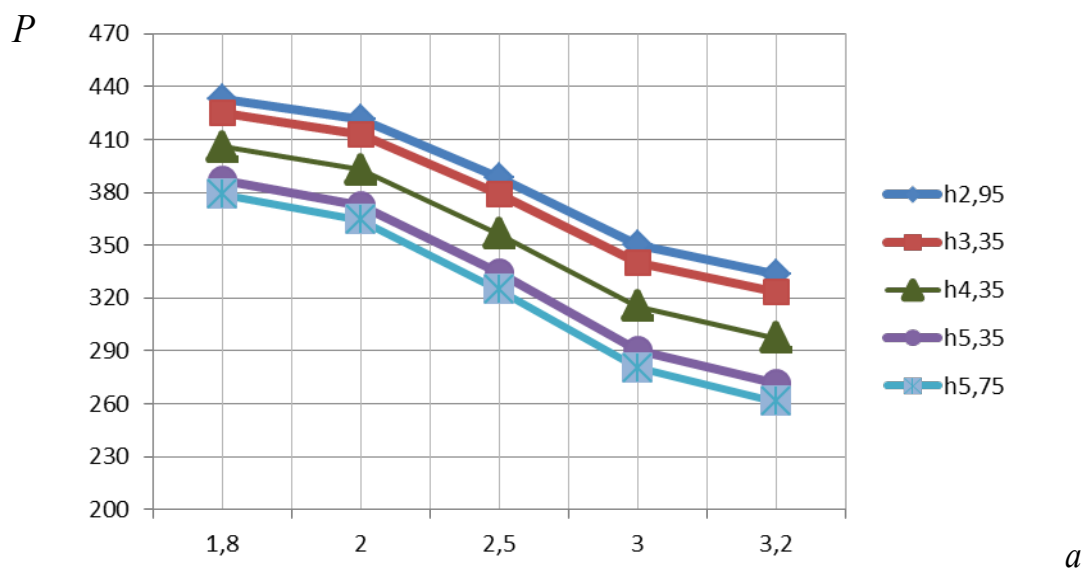


Рис. 5.14. Графік залежності сумарних витрат P при виконанні різання повсті нерухомим ножом з двосторонню заточкою, від величини відстані a від вертикальної вісі транспортуючих валиків до кромки леза ножа: при $h = const$, в діапазоні $h_{\min} = 2,95$ – $h_{\max} = 5,75$.

Проведемо обробку даних експерименту з визначення величини втрат на тертя матеріалу о грані нерухомого ножа. Матрицю планування двохфакторного експерименту наведено у додатку А6 [63].

Після проведення експерименту і розшифровки записів за допомогою тарувального графіка визначали середнє значення п'яти повторних вимірювань критерію оптимізації по кожному досліді і дані заносилися в робочу матрицю планування (додаток А6).

Таким чином, рівняння (4.3) прийме вид:

$$y_u = 316,07 - 19,36x_1 - 32,5x_2 - 1,37x_1x_2 - 14,19x_1^2 - 15,69x_2^2 \quad (4.16)$$

Порівняння табличного і розрахункового значень критерію Фішера показало, що рівняння (4.16) можна вважати адекватним з довірчою ймовірністю $\alpha_B = 0,95$, так як дотримується умова: $F_{табл} \geq F_{розр(P)}$.

Порівняння абсолютних величин коефіцієнтів регресії рівняння (4.16) і відповідних похибок в їх оцінці показує, що з довірчою ймовірністю 0,95 можна вважати значимими всі коефіцієнти, крім b_{12} , тоді отримаємо:

$$y_u = 316,07 - 19,36x_1 - 32,5x_2 - 14,19x_1^2 - 15,69x_2^2 \quad (4.17)$$

Рівняння (4.17) є рівнянням регресії, що описує сумарну величину втрат при виконанні поздовжнього різання матеріалу нерухомим ножом в залежності від відстані між транспортуючими валиками (x_1), і відстані між вертикальною віссю обертання транспортуючих валиків і кромкою леза ножа (x_2).

Після спрощення рівняння 4.17 прийме вид:

$$F = -97,974 + 104,09h + 248,8a - 14,19h^2 - 62,76a^2 . \quad (4.18)$$

Отриманий вираз (4.18) – експериментальна математична модель залежності величини втрат на тертя матеріалу о грані нерухомого ножа при

виконанні поздовжнього різання нерухомим ножом, від величини зазору між валиками і величини відстані від вертикальної осі обертання валиків до кромки леза ножа.

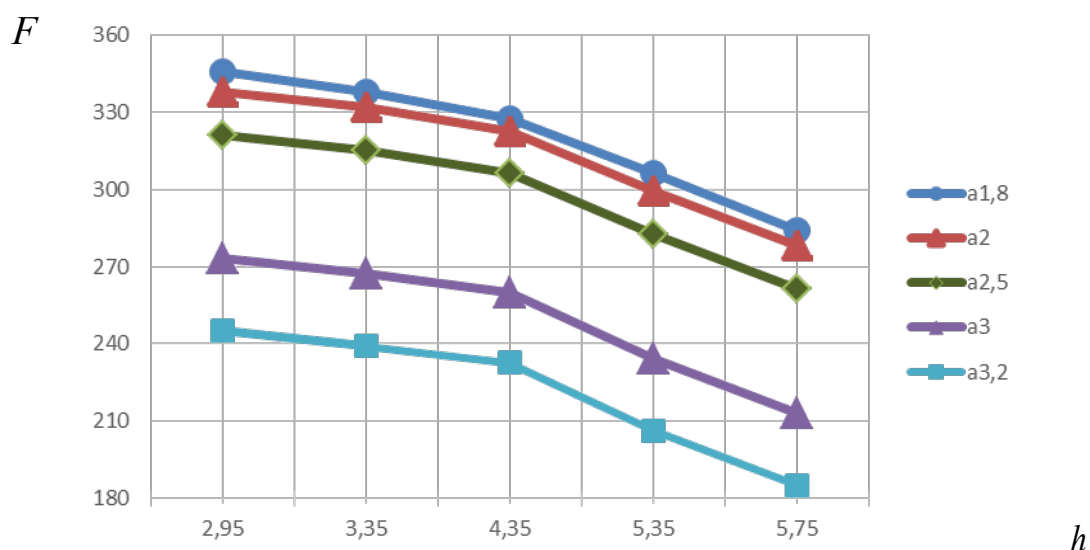


Рис. 5.15. Графік залежності сумарних витрат тертя F при виконанні різання повсті нерухомим ножом з двосторонню заточкою, від величини відстані h , між транспортуючими валиками: при $a = const$, в діапазоні $a_{\min} = 1,8 - a_{\max} = 3,2$.

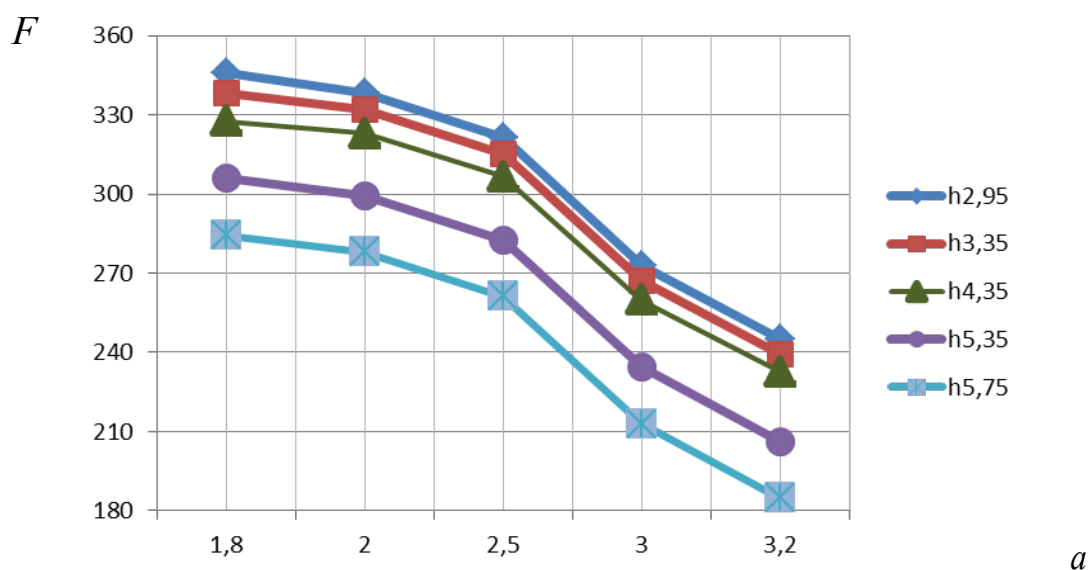


Рис. 5.16. Графік залежності сумарних витрат тертя F при виконанні різання повсті нерухомим ножом з двосторонню заточкою, від величини відстані a від вертикальної осі транспортуючих валиків до кромки леза ножа: при $h = const$, в діапазоні $h_{\min} = 2,95 - h_{\max} = 5,75$.

Отримані експериментальні моделі, а саме визначення сумарної величини втрат (4.15) та величини втрат на тертя матеріалу (4.18) дозволяють визначати погоне зусилля різання повсті. Підставляючи значення в рівняння (4.1) отримаємо середнє значення погонного зусилля повсті:

$$q_p = 1,367 \frac{H}{\text{мм}}, \text{ для повсті (ГОСТ 6418-81) [13].}$$

Отриманні рівняння регресії, а саме визначення сумарної величини втрат при поздовжньому різанні матеріалу та величини втрат на тертя матеріалу о грані нерухомого ножа, дозволяють визначати одну із фізико-механічних характеристик повсті, а саме погоне зусилля різання, та враховувати його значення при проектуванні приводу в машинах для поздовжнього різання матеріалу.

5.2. Визначення впливу відстані кромки леза ножа до вісей транспортуючих валиків на силу опору просування розділених частин матеріалу

Розглянемо вплив відстані кромки леза ножа до вісей транспортуючих валиків на силу опору просування розділених частин матеріалу в машинах поздовжнього різання матеріалів, при виконанні технологічної операції двоїння, як найбільш енергетично витратної, оскільки товщина деталі, що обробляється майже в два рази більше ніж при вирівнюванні.

У загальному випадку, розпірне зусилля або сила тиску на грань ножа зверху (низу) при двоїнні матеріалів за товщиною, отримано в роботі [28, 56, 58] та має вид:

$$Q = \frac{2EBR}{h_0} \left[Rt \cos \alpha - \frac{1}{2} \left(t \sqrt{R^2 - t^2} + R^2 \arcsin \frac{t}{R} \right) + \frac{R^2}{2} (\alpha - \sin \alpha \cos \alpha) \right]; (2.1)$$

де R – радіус транспортуючих валиків; E – модуль пружності матеріалу; B – ширина матеріалу ($B = const$); h_0 – початкова товщина матеріалу заготовки (у вільному стані); t – змінна, рівна:

$$t = R \sin \alpha - x; \quad (2.2)$$

де x – змінна довжина контакту матеріалу з ножем;
 $\alpha = \arccos \left(1 - \frac{\varepsilon h_0}{2R} \right)$ – кут захоплення заготовки валиками, отриманий в роботі [23]; тут ε – відносна деформація матеріалу заготовки.

Довжина x контакту матеріалу з гранню ножа (верхньої і нижньої), при $\beta_1 = \beta_2 = \beta/2$, і розташуванні кромки леза ножа відносно вісей транспортуючих валиків на відстані a_H , згідно з роботою [14] буде рівна $x = R \sin \alpha + a_H$ рис. 2.1.

При збільшенні відстані положення кромки леза ножа від вісей транспортуючих валиків, з обох сторін леза ножа буде зменшуватися, довжина контакту матеріалу з його гранню (з боку врізання $x_{\text{вх}}$ і виходу матеріалу із зони деформації $x_{\text{вих}}$) рис. 2.1.

Таким чином, довжина контакту матеріалу з гранями ножа при зміні відстані від кромки леза ножа до вісей транспортуючих валиків:

$$x = R \sin \alpha + a_H - x_{\text{вих}} + x_{\text{вх}}. \quad (2.3)$$

Зменшення довжини контакту матеріалу з гранню ножа, при виході матеріалу із зони деформації рис. 2.1:

$$dx_{\text{вих}} = R \cos(\alpha - \theta) d\theta;$$

де θ – кут зменшення контакту матеріалу з лезом ножа при виході матеріалу.

Проінтегруємо, отримаємо:

$$x_{\text{вих}} = R \sin(\alpha - \theta) d\theta + C_1.$$

ВАЛИКОМ.

$$da = \frac{d\Delta}{\sin \beta/2} \quad (2.5)$$

де a – відстань від кромки леза ножа до вісей транспортуючих валиків; Δ – величина зменшення; β – кут заточування леза ножа.

З геометричних співвідношень з рис. 2.1:

$$d\Delta = R \sin(\alpha - \theta) d\theta;$$

З урахуванням останнього, вираз (2.5) приймає вид:

$$da = \frac{R}{\sin \beta/2} \sin(\alpha - \theta) d\theta$$

Після інтегрування, будемо мати:

$$a = \frac{R}{\sin \beta/2} \cos(\alpha - \theta) + C_2$$

Постійну інтегрування C_2 визначаємо з початкових умов, при $a = a_H$ і $\theta = 0$.

$$\text{Отже, } C_2 = a_H - \frac{R}{\sin \beta/2} \cos \alpha, \text{ тоді } a = \frac{R}{\sin \beta/2} [\cos(\alpha - \theta) - \cos \alpha] + a_H.$$

З останнього виразимо:

$$\alpha - \theta = \arccos \left[\cos \alpha + \frac{\sin \beta/2}{R} (a - a_H) \right] \quad (2.6)$$

Підставляючи (2.6) в (2.4), будемо мати:

$$x_{\text{вих}} = R \left[\sin \left(\arccos \left[\cos \alpha + \frac{\sin \beta/2}{R} (a - a_H) \right] \right) - \sin \alpha \right] \quad (2.7)$$

Зменшення довжини контакту матеріалу з гранню ножа, при врізанні
рис. 2.1:

$$dx_{\text{вх}} = \cos \frac{\beta}{2} da$$

Після інтегрування, будемо мати:

$$x_{ex} = a \cos \frac{\beta}{2} + C_3$$

Постійну інтегрування C_3 визначаємо з початкових умов, при $x_{ex} = 0$ та $a = a_H$.

Отже, $C_3 = -\cos \frac{\beta}{2} a_H$, тоді

$$x_{ex} = (a - a_H) \cos \frac{\beta}{2} \quad (2.8)$$

З урахуванням виразів (2.3), (2.7) і (2.8) вираз (2.2), прийме наступний вид:

$$t = R \left[\sin \left(\arccos \left[\cos \alpha + \frac{\sin \beta/2}{R} (a - a_H) \right] \right) - \sin \alpha \right] - a_H \left(1 + \cos \frac{\beta}{2} \right) - a \cos \frac{\beta}{2}; \quad (2.9)$$

де $a_H = \left(R + \frac{h_0}{2} \varepsilon \right) \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{4}$ – початкова відстань кромки леза ножа, згідно роботи [18].

Опір просуванню розділених деталей по гранях ножа в напрямі їх подачі вздовж вісі OX рис. 2.2:

$$\sum P_x = 2P_c = 2Q \cdot \left(\sin \frac{\beta}{2} + f \cos \frac{\beta}{2} \right) \quad (2.10)$$

де f – коефіцієнт тертя між гранню ножа і матеріалом.

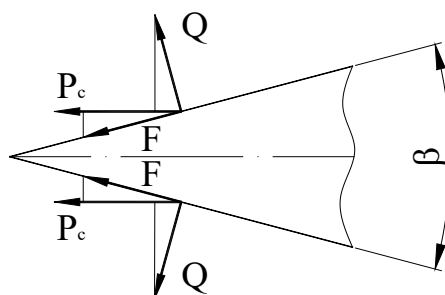


Рис. 5.18. Розрахункова схема дії сил на грані ножа з двосторонньою формою заточування

Підставляючи в рівняння (2.10) вираз (2.9), і знаючи межі зміни відстані від кромки леза ножа до вісей транспортуючих валиків $a_H \leq a \leq R \sin \alpha$ рис. 2.1, отримаємо залежність сили опору P просування розділених частин матеріалу відносно відстані a від кромки леза ножа до вісей транспортуючих валиків рис. 2.3, при $B = 0,035$ м; $h_0 = 0,02$ м; $R = 0,03$ м; $\beta = 12^\circ$ і $\varepsilon = 0,4$, в межах зміни аргумента $f = 0,2 \div 0,5$.

Результати дослідження і отримані залежності, дозволяють проаналізувати зміну сили опору просуванню розділених частин матеріалу по гранях ножа в залежності від місця установки кромки леза ножа відносно вісей транспортуючих валиків, при виконанні операції двоїння матеріалів. Як видно з графічних залежностей на рис. 5.19 із збільшенням відстані від кромки леза ножа з двосторонньою формою заточування до вісей транспортуючих валиків сила опору зменшується, і прагне до нуля, що приводить до зменшення втрат на тертя і відповідно до зменшення енергетичних витрат на процес поздовжнього різання.

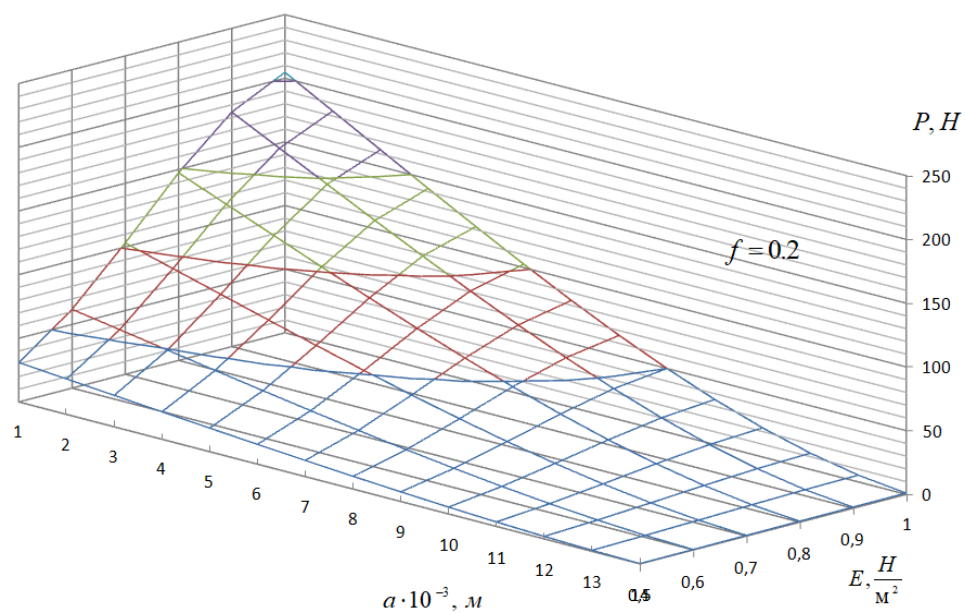


Рис. 5.19.а. Графік залежність сили опору P просування розділених частин матеріалу відносно відстані a від кромки леза ножа до вісей транспортуючих валиків, при $f = 0,2$

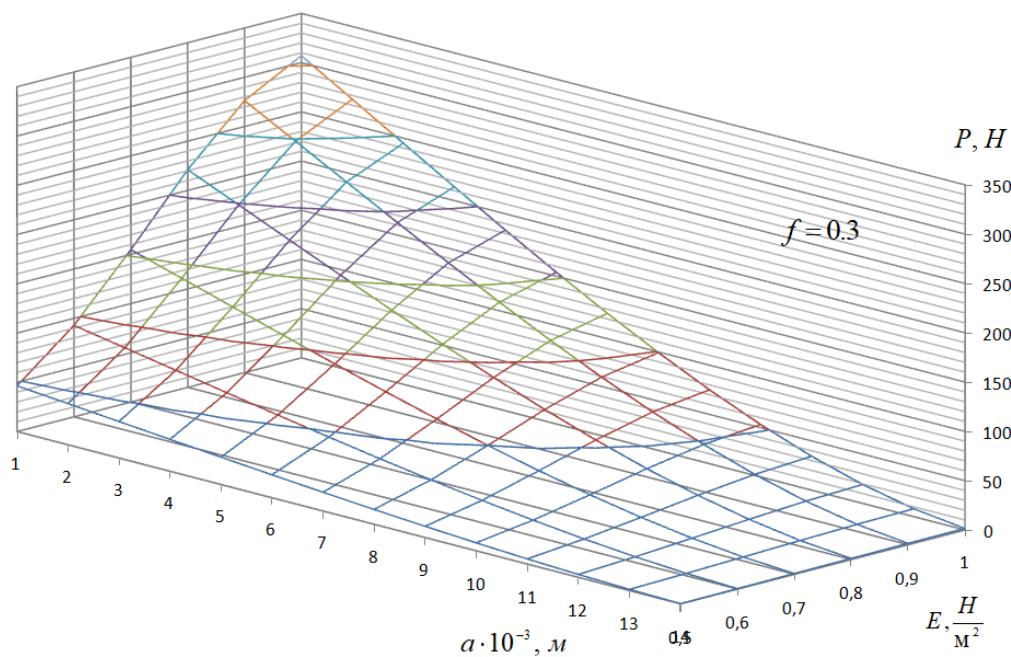


Рис. 5.19.б. Графік залежність сили опору P просування розділених частин матеріалу відносно відстані a від кромки леза ножа до вісей транспортуючих валиків, при $f = 0,3$

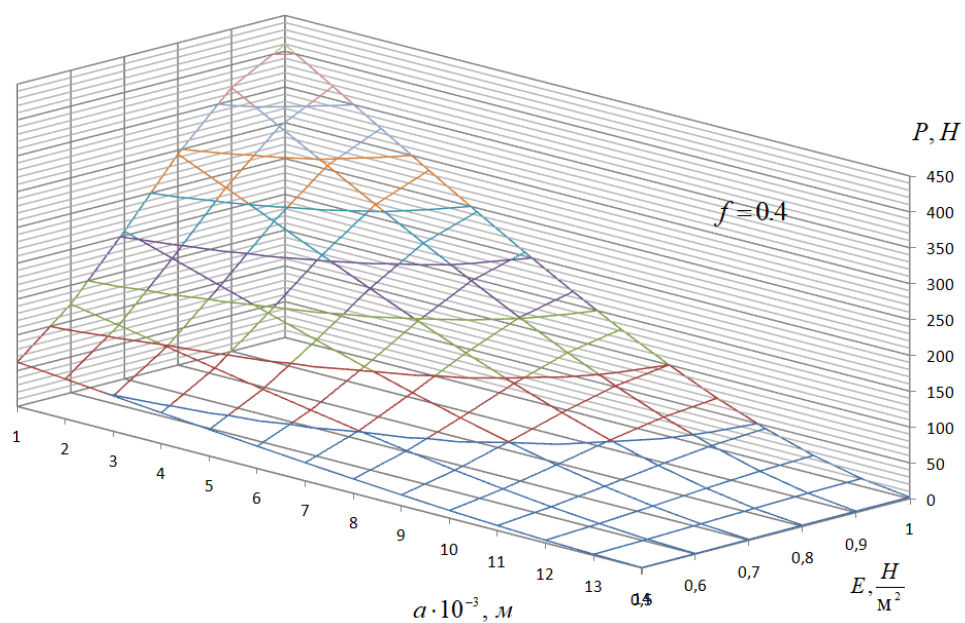


Рис. 5.19.в. Графік залежність сили опору P просування розділених частин матеріалу відносно відстані a від кромки леза ножа до вісей транспортуючих валиків, при $f = 0,4$

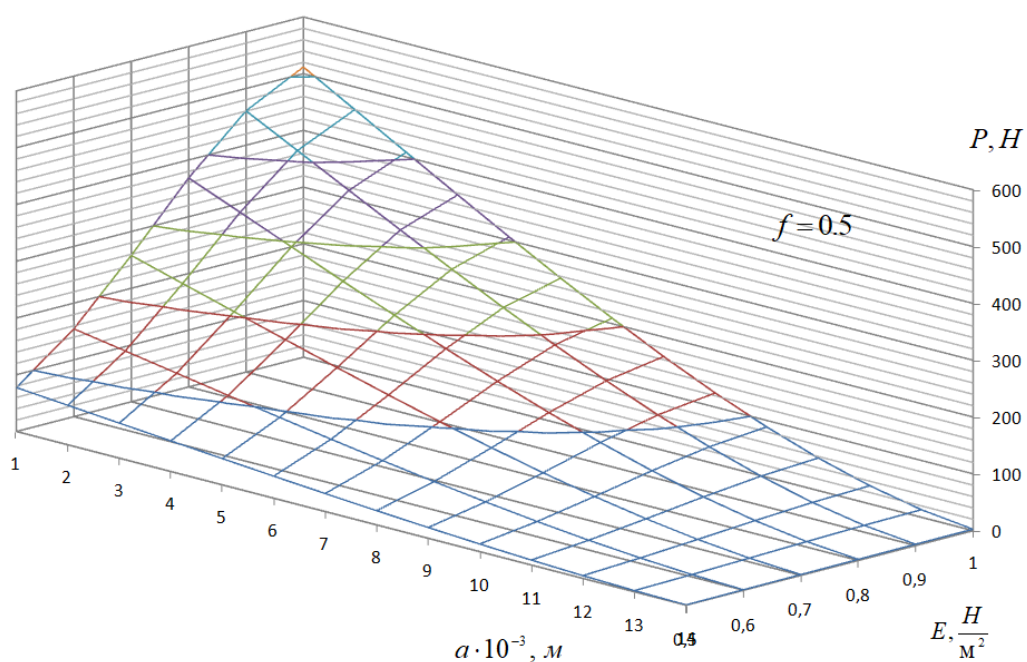


Рис. 5.19.г. Графік залежність сили опору P просування розділених частин матеріалу відносно відстані a від кромки леза ножа до вісей транспортуючих валиків, при $f = 0,5$

5.3. Кінематичне дослідження конструкції пристрою регулювання установки кромки леза ножа відносно вісей транспортуючих валиків

Розглянемо конструкцію пристрою регулювання установки кромки леза ножа відносно вісей транспортуючих валиків в машинах поздовжнього різання матеріалів [10], кінематична схема якого представлена на рис. 5.20.

Пристрій містить раму 1 в який установлений ніж 2, за допомогою пари регулювальних гвинтів 3 (для фіксації і установки кромки леза ножа відносно вісей транспортуючих валиків (на рисунку не показано)). Рама 1 закріплена на парі коромисел 4, встановлені на парі вісей 5 та містять пару регулювальних гвинтів 6, що взаємодіють з напрямною 7 (для фіксації положення коромисел при виконанні технологічної операції двоїння або вирівнювання за товщиною) [16].

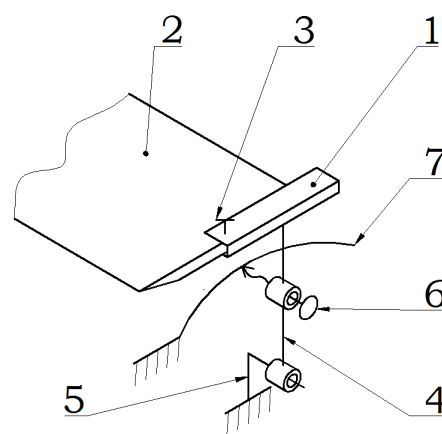


Рис. 5.20. Кінематична схема пристрою для регулювання установки леза ножа

При виконанні технологічної операції двоїння з метою отримання рівноцінних за товщиною верхньої і нижньої частин заготовки ніж встановлюється так, що верхня і нижня грані ножа мають однаковий кут нахилу до площини різання, який в двоє менше кута загострення (заточування) леза ножа представлений на рис. 5.21. Для операції вирівнювання за товщиною – верхня грань ножа повинна лежати в площині різання, тобто кут рівний

нулю представлена на рис. 5.22.

Відомий вираз [23] для визначення величини відстані від лінії кромки леза ножа до вертикальної площини, що проходить через вісі валиків, який має вигляд:

$$a = [R + \Delta_o(1 - \varepsilon)] \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}, \quad (2.11)$$

де R – радіус валиків; Δ_o – товщина деталі при виході із зони деформації; ε – відносна деформація деталі між верхнім валиком і верхньою гранню ножа; β – кут загострення леза ножа.

Вираз (2.11) не відповідає технологічній операції вирівнювання за товщиною рис. 5.21., оскільки верхня грань леза ножа при виконанні вирівнювання деталей низу за товщиною повинна бути паралельна площині різання і лежати в ній, тоді в рівнянні (2.11) товщину деталі Δ_0 потрібно замінити на товщину спилка h_{co} .

Отже,

$$a_1 = [R + h_{co}(1 - \varepsilon)] \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{4} \quad (2.12)$$

Схожий вираз для операції двоїння приведений в роботі [20]. Але при визначенні цієї величини було прийняте помилкове припущення про можливість віджимання верхнього опорного валика. У існуючих машинах цього немає.

$$s_{\text{сум}} = \frac{(r + \delta)(1 - \cos \alpha)}{\sin \alpha} \quad (2.13)$$

де r – радіус валиків; δ – товщина деталі в зоні деформації між опорним валиком і верхньою гранню леза ножа; α – половина кута загострення леза ножа.

Цей вираз справедливий для операції двоїння заготовки з метою отримання двох деталей однакової товщини.

Якщо привести до прийнятих позначень і зробити тригонометричні спрощення, то вираз (2.13) приймає вигляд:

$$a_2 = [R + h_{\text{до}}(1 - \varepsilon)] \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} \quad (2.14)$$

де a_2 – відстань від кромки леза ножа до вісі транспортуючих валків при виконанні операції двоїння за товщиною; $h_{\text{до}}$ – товщина деталі при виході із зони деформації.

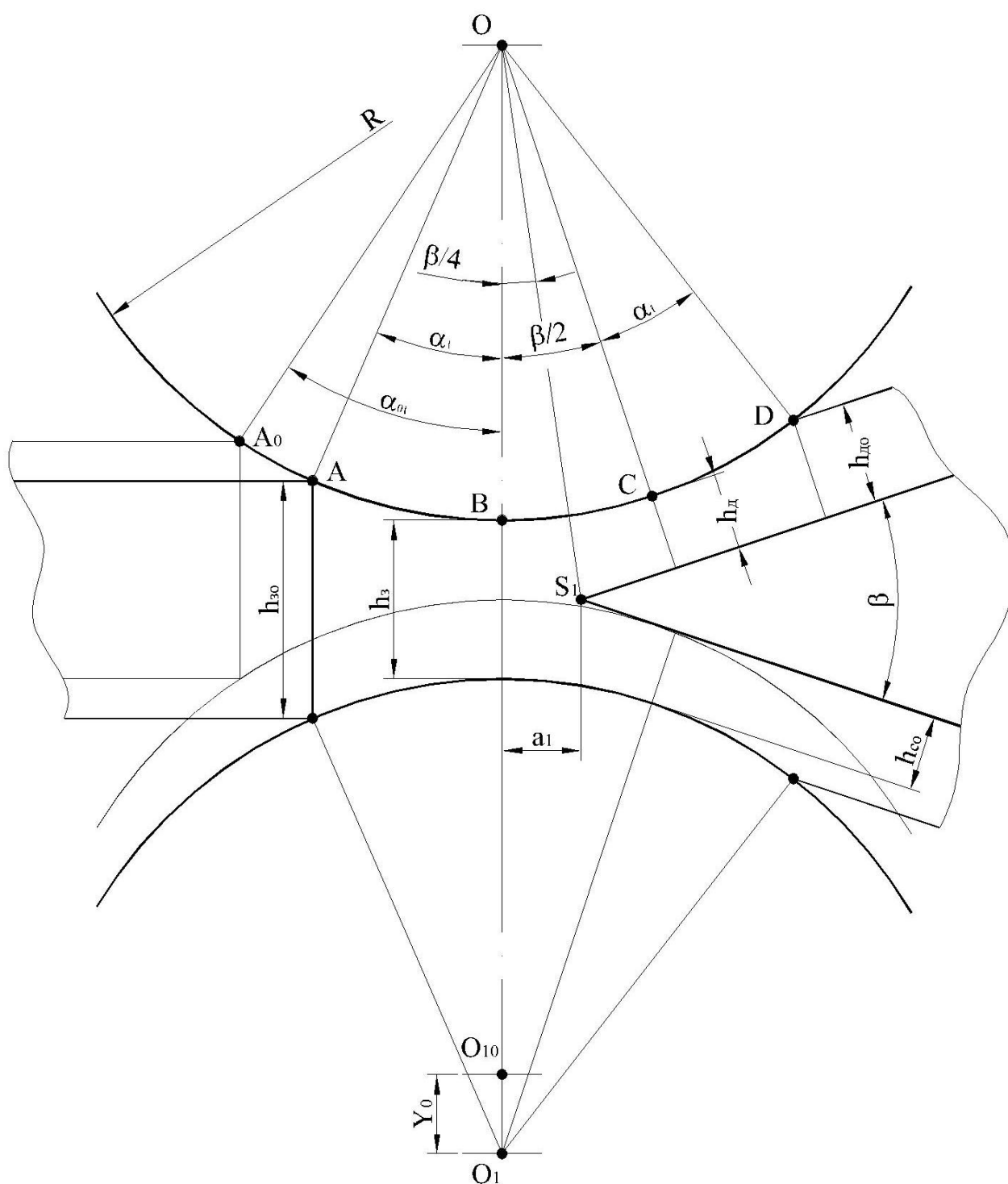


Рис. 5.21. Розрахункова схема для визначення параметрів розташування кромки леза ножа з двохсторонньою формою заточування відносно вісей транспортуючих валиків при виконанні технологічного процесу двоїння

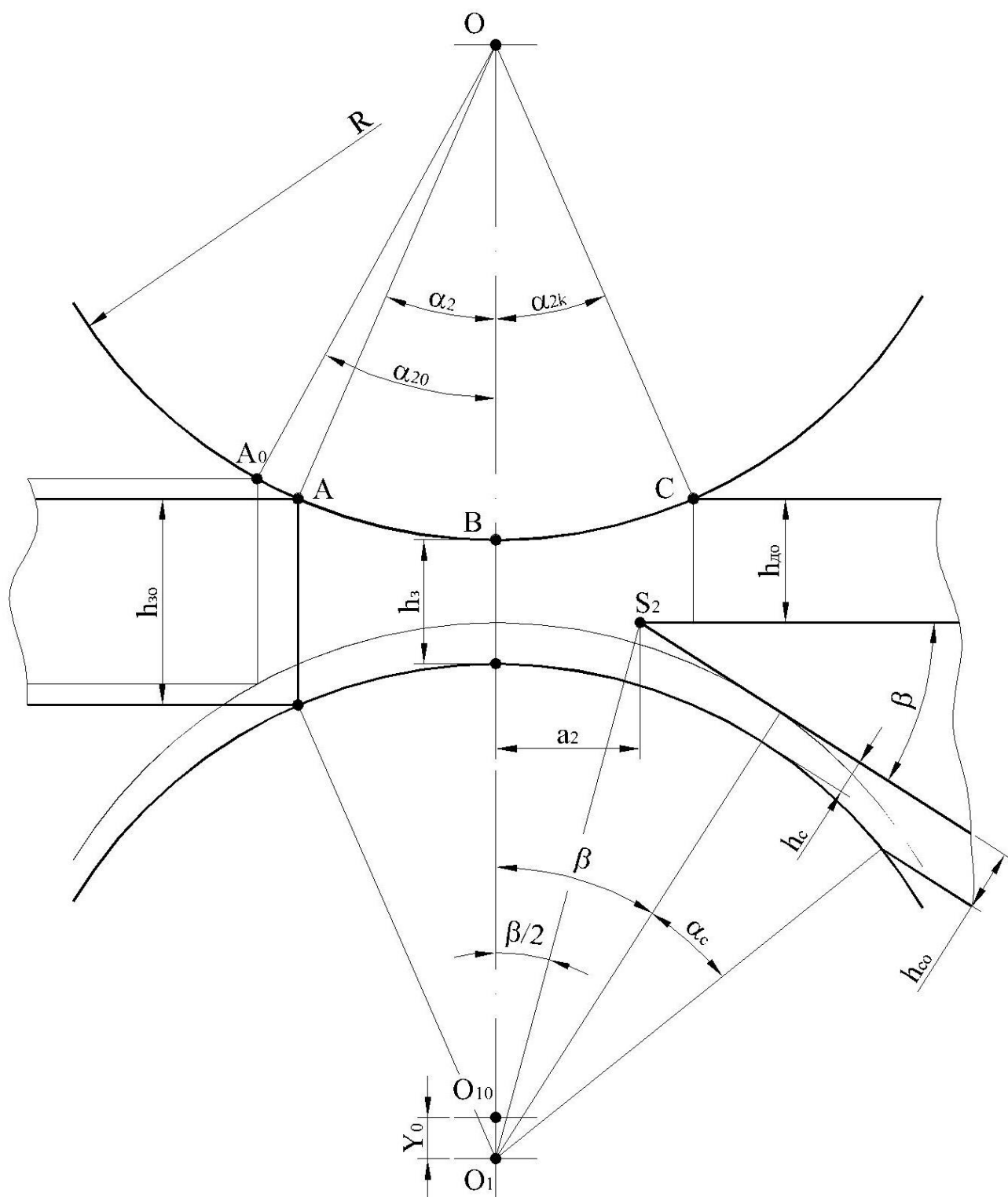


Рис. 5.22. Розрахункова схема для визначення параметрів розташування кромки леза ножа з односторонньою формою заточування відносно вісей транспортуючих валиків при виконанні технологічного процесу вирівнювання

Як бачимо, ця відстань, (вирази (2.12) і (2.14)) в основному залежать від радіуса транспортуючих валиків, товщини деталі і кута загострення кромки леза ножа. Причому вони характерні для м'яких заготовок, наприклад, з мікропористої гуми або повсті. Для заготовок з жорстких матеріалів (натуральна або штучна шкіра) для яких $\varepsilon \rightarrow 0$, ці вирази приймають вигляд:

$$a_1 = (R + h_{co}) \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}, \quad a_2 = (R + h_{do}) \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{4} \quad (2.15)$$

Як бачимо $a_1 > a_2$, оскільки тангенс $1/2$ кута майже в два рази більше тангенса $1/4$ кута. Отже, при переході з операції двоїння на операцію вирівнювання, кромку леза ножа необхідно віддаляти від площини вісей транспортуючих валиків, нарівні з поворотом ножа. У машинах передбачене таке регулювання, але воно трудомістке. Оскільки, наприклад, при переході з технологічної операції двоїння до технологічної операції вирівнювання, ніж необхідно перемістити в напрямних корпуса вперед, а потім повернути корпус ножа на кут, рівний половині кута загострення кромки леза ножа. Очевидно, маючи рівняння для визначення відстані від кромки леза ножа відносно вісей транспортуючих валиків і знаючи кут повороту ножа, можна визначити місце установки вісі повороту коромисла 4 рис. 5.23, яке дозволить поєднати обидва регулювання. А саме, при повороті коромисла 4 кромка леза ножа 2 буде одночасно наблизатися або віддалятися відносно вісей транспортуючих валиків, що значно скоротить трудомісткість регулювання при переході з однієї операції на іншу.

Оскільки при повороті коромисла 4 вниз за годинниковою стрілкою рис. 5.23 при настройці машини на технологічну операцію вирівнювання, кромка леза ножа 2 повинна віддалитися від транспортуючих валиків, то вісь повороту коромисла 4 повинна знаходитися нижче площини різання і

праворуч від площини вісі транспортуючих валиків.

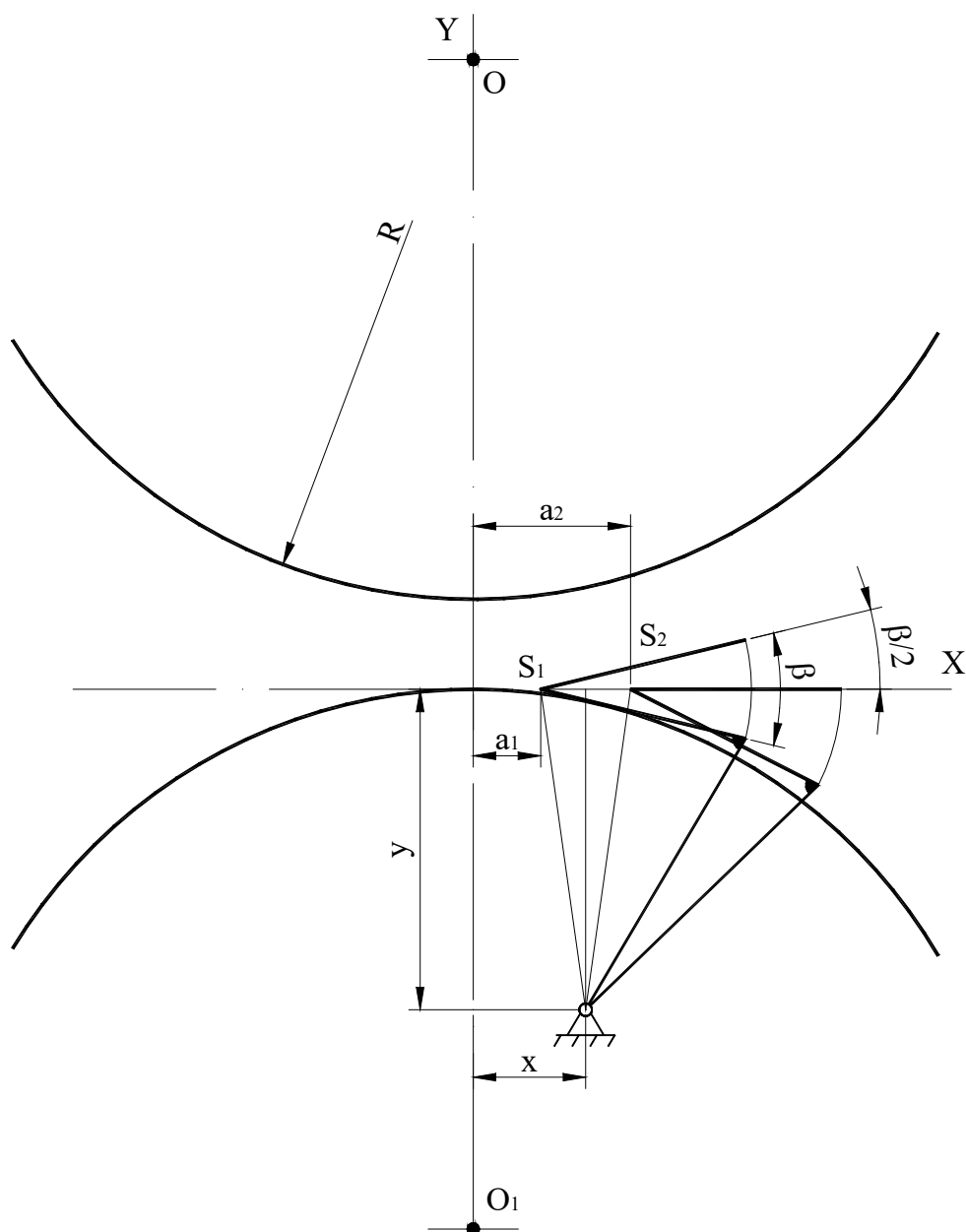


Рис. 5.23. Розрахункова схема для визначення параметрів розташування кромки леза ножа відносно вісей транспортуючих валиків

Крім цього, кромка леза 2 повинна знаходитися в площині різання. Отже, його рух буде здійснюватися по дузі кола певного радіуса, хорда якої буде різниця отриманих відстаней і знаходиться в площині різання. Знай-

$$x = \frac{a_1 + a_2}{2}.$$

Відстань від вісі повороту корпусу ножа до площини різання буде рівна:

$$y = \frac{a_1 - a_2}{2 \operatorname{tg} \frac{\beta}{4}}.$$

Якщо підставити в ці рівняння вирази (2.12) і (2.14), і враховуючи $\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} \approx 2 \operatorname{tg} \frac{\beta}{4}$, то при малих кутах будемо мати:

$$2x \approx 2[R + h_{co}(1 - \varepsilon)] \operatorname{tg} \frac{\beta}{4} + [R + h_{do}(1 - \varepsilon)] \operatorname{tg} \frac{\beta}{4},$$

$$2y = 2[R + h_{co}(1 - \varepsilon)] - [R + h_{do}(1 - \varepsilon)].$$

Звідси

$$x \approx \left[\frac{3R}{2} + \left(h_{co} + \frac{h_{do}}{2} \right) (1 - \varepsilon) \right] \operatorname{tg} \frac{\beta}{4} \quad (2.16)$$

$$y \approx \left[\frac{R}{2} + \left(h_{co} - \frac{h_{do}}{2} \right) (1 - \varepsilon) \right] \quad (2.17)$$

Умовна довжина поворотного важеля корпусу ножа визначається з виразу:

$$L = \frac{y}{\cos \frac{\beta}{4}} = \left[\frac{R}{2} + \left(h_{co} - \frac{h_{do}}{2} \right) (1 - \varepsilon) \right] \frac{1}{\cos \frac{\beta}{4}} \quad (2.18)$$

У рівняннях (2.16), (2.17) і (2.18) радіус валиків і кут загострення ножа постійні, оскільки визначають конструктивні параметри робочих елементів машини. Отже, величини, що визначаються по цих рівняннях, будуть залежати від товщини спилка і деталі, а також від деформаційних

$h_{co} \approx 0,001 \text{ м}$, $R = 0,03 \text{ м}$, $\beta = 12^\circ$, в межах зміни аргументів $h_{do} = 0,004 \div 0,012 \text{ м}$ і $\varepsilon = 0,1 \div 0,5$ (ε розташовані з низу у верх).

Технологічна операція вирівнювання за товщиною застосовується, як правило, для деталей з жорстких матеріалів, деформація яких в процесі обробки не перевищує $\varepsilon \leq 0,1$, а технологічна операція двоїння за товщиною застосовуюся для деталей з м'яких матеріалів, деформація яких в процесі виконання операції лежать в межах $0,3 \leq \varepsilon \leq 0,5$.

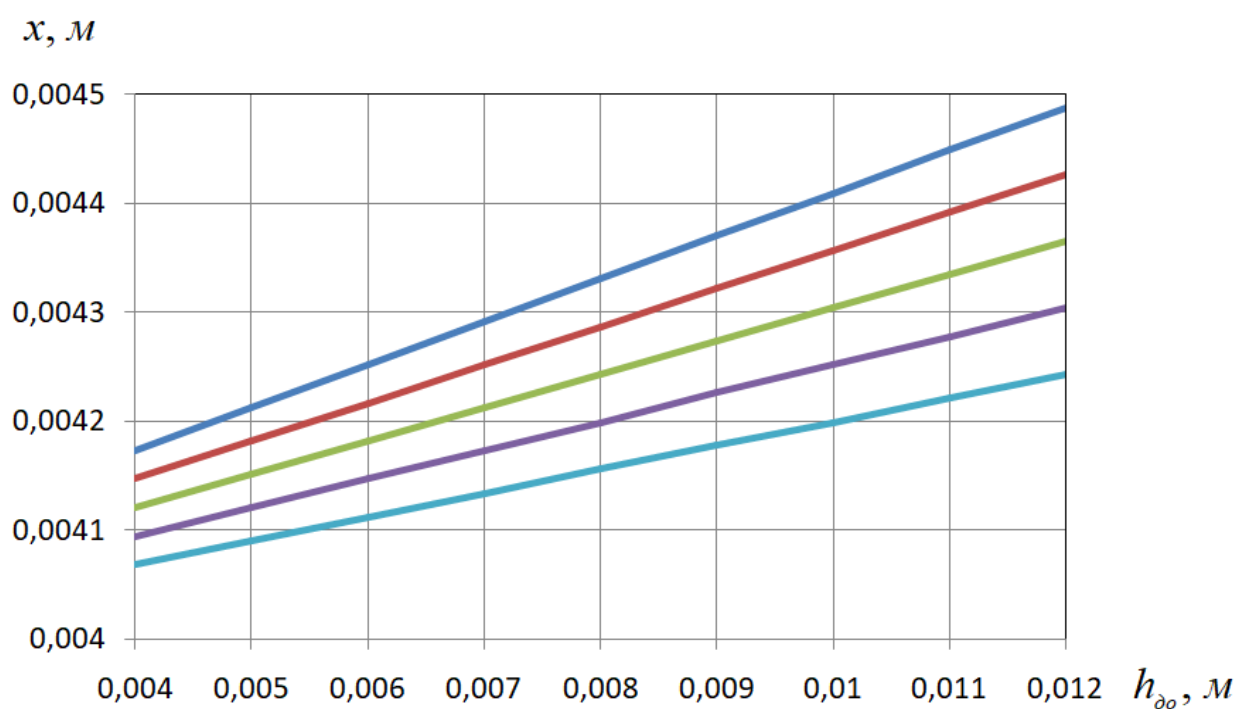


Рис. 5.24. Графік залежності абсциси вісі повороту коромисел (рис. 2.4) ножа до вісей транспортуючих валиків від товщини деталі при виході із зони деформації

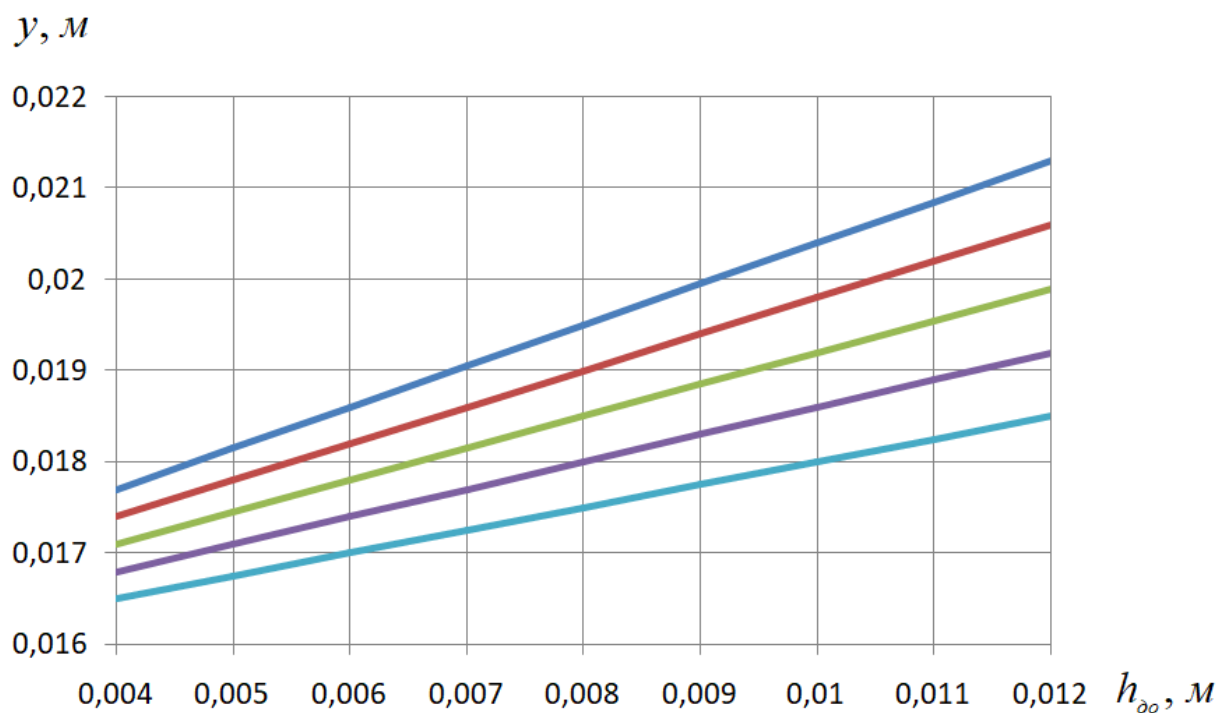


Рис. 5.25. Графік залежності ординати вісі повороту коромисел (рис. 2.4) ножа до площини різання від товщини деталі при виході із зони деформації $y = f(h_{oo})$

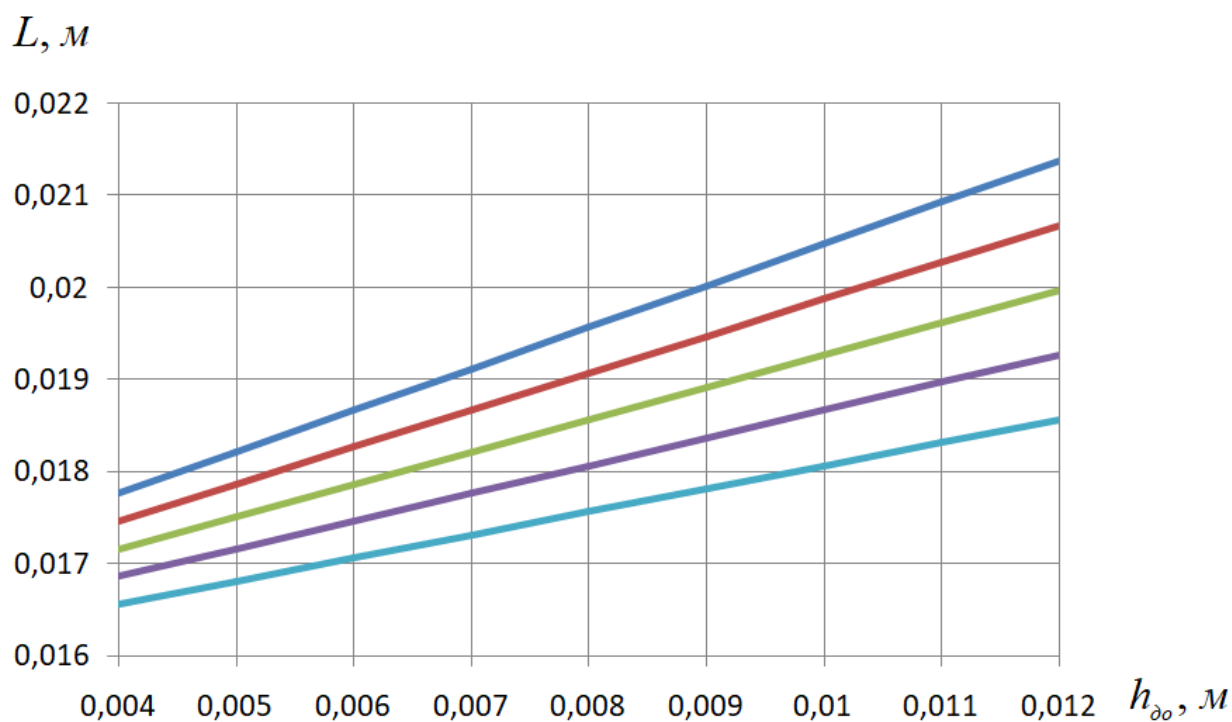


Рис. 5.26. Графік залежності умовної довжини коромисел (рис. 5.20) від товщини деталі при виході із зони деформації $L = f(h_{oo})$

Результати дослідження дозволяють говорити про необхідність поєднання регулювання кромки леза ножа до вісей транспортуючих валиків при різних технологічних операціях, а саме двоїння та вирівнювання деталей за товщиною, що значно скоротить трудомісткість регулювання при переході з однієї технологічної операції до іншої.

Отримані залежності дають змогу вибору оптимальної довжини коромисел 4 (рис. 2.4) та місце знаходження їх вісі коливання. Рекомендовані значення – $x_{cp} = 4.278$ мм та $y_{cp} = 18.9$ мм. Дана конструкція дозволить при виконанні різних операцій (двоїння або вирівнювання за товщиною), знизити час настройки машини (переналадку), а саме установки кромки леза ножа 2 (рис. 2.4) до вісей транспортуючих валиків (на рисунку не показано), так як на налаштування впливає тільки один параметр. Використання запропонованої конструкції дозволить: підвищити точність обробки деталі, при виконанні технологічних операцій двоїння і вирівнювання матеріалів за товщиною; скоротити час наладки машини між технологічними операціями.

Розділ 6: Опис організації робіт із застосуванням розробленого виробу.

6.1. Порядок встановлення.

Експериментальна установка ДН встановлюється на фундамент, за допомогою висувних болтів, вирівнюється від можливих перекосів.

При підключенні експериментальної установки в електромережу перевірити опір ізоляції/

Встановити величину напруги у мережі. Експериментальна установка ДН повинна працювати при напрузі 220 В змінного струму в діапазоні від 85% до 105% від номінального.

6.2. Підготовка до роботи.

Перед пуском експериментальної установки переконайтеся в наявності щитків і заземленні.

Спочатку зробити завантаження деталей взуття в автоматичний завантажувальний пристрій експериментальної установки ДН, після чого включити машину натисканням кнопки "Пуск".

Після закінчення роботи машину вимкнути кнопкою "Стоп".

6.3. Порядок роботи.

Переконавшись у справності експериментальної установки включити машину за допомогою натискання кнопки "Пуск".

Зупинку експериментальної установки проводити натисканням кнопки "Стоп".

Розділ 7: Рівень уніфікації та стандартизації.

7.1. Варіант перший.

У розробленому механізмі ножа використовуються такі стандартні вироби:

Пружиний елемент по ДСТУ 2.401-98 2 шт.

Кріпильні вироби по ДСТУ 17475-92, ГОСТ 11074-75,

Визначаємо коефіцієнт стандартизації за такою формулою:

$$K_{ст.} = \frac{Z_{ст.} - Z_{кр.}}{Z_0 - Z_{кр.}},$$

де $Z_{ст.}$ - число стандартних виробів застосованих у розробленому механізмі ножа,

$Z_{кр.}$ - число кріпильних виробів у розробленому механізмі ножа,

$K_{ст.}$ - коефіцієнт стандартизації,

Z_0 - загальна кількість виробів.

Маємо такі дані щодо розрахунку:

$$Z_{ст.} = 6 \text{ шт.}, Z_{кр.} = 4 \text{ шт.}, Z_0 = 10 \text{ шт.}$$

Проводимо підстановку даних:

$$K_{ст.} = \frac{Z_{ст.} - Z_{кр.}}{Z_0 - Z_{кр.}} = \frac{6 - 4}{10 - 4} = 0.33$$

Коефіцієнт стандартизації показує ступінь використання стандартних виробів при проектуванні механізму ножа.

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 зміну сили опору просуванню розділених частин матеріалу по гранях ножа в залежності від місця установки кромки леза ножа відносно вісей транспортуючих валиків, при виконанні операції двоїння матеріалів.
3. Отримано аналітичні залежності дозволяють проаналізувати зміну сили опору просуванню розділених частин матеріалу по гранях ножа в залежності від місця установки кромки леза ножа відносно вісей транспортуючих валиків, при виконанні операції двоїння матеріалів.
4. Експериментально підтверджено достовірність отриманих аналітичних залежностей для визначення конструктивних параметрів машин.
5. Розроблені нові конструкції машин поздовжнього різання взуттєвих матеріалів з покращеними технологічними характеристиками, отримано математичні залежності для розрахунку їх конструктивних параметрів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабин Г. Е. Механическая обработка деталей низа обуви / Г. Е. Бабин. – М. : Легпромбытиздат, 1986. – 128 с.
2. Грабовецкий Б.Є. Методи експертних оцінок: теорія, методологія, напрямки використання : [монографія] / Б. Є. Грабовецкий. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 171 с.
3. Зыбин В. П. Механизмы и инструменты обувных машин / В. П. Зыбин. – М. : Гизлегпром, 1953. – 151 с.
4. Капустин И. И. Резание и режущий инструмент в кожевенно-обувном производстве / И. И. Капустин. – М. : Гизлегпром, 1950. – 171 с.
5. Карагезян Ю. А. Современное зарубежное оборудование обувного производства / Ю. А. Карагезян, Ю. И. Алексеев, П. Бриш – М. : Легпромбытиздат, 1993. – 190 с.
6. Князев В. І. Аналіз раціонального положення ножа та його форми поперечного перерізу в машинах типу «ДН» / В. І. Князев, Д. А. Макатьора // Всеукраїнська наукова конференція молодих учених та студентів “Наукові розробки молоді на сучасному етапі”: тези доповідей. – К. : КНУТД, 2004. – Т. 2.– С. 20.
7. 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.
8. Князев В. І. Вплив коефіцієнту тертя на мінімальний діаметр валиків, що подають / В. І. Князев, Д. А. Макатьора // Всеукраїнська наукова конференція молодих учених та студентів «Наукова діяльність молоді на переломі тисячоліть»: тези доповідей. – К. : КНУТД, 2002. – Т. 2. – С. 43.

9. Колясин Б. П. Оборудование обувного производства / Б. П. Колясин, В. И. Колосков, В. И. Вавилов. – М. : Легкая индустрия, 1973. – 487 с.
10. Копейкин А. М. Резание подошвенной резины вибрирующим ножом / А. М. Копейкин, М. М. Майзель // Научные труды МТИЛП. – 1958. – № 11. – С. 87–95.
11. Корнилов В. П. Исследование процесса резания деталей низа обуви : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Моск. техно-ский ин-т легкой пром-ти. М., 1963. 12 с.
12. Майзель М. М. Машины и аппараты кожевенного и мехового производства / М. М. Майзель, И. К. Квяткевис, Л. Г. Пин ; под ред. М. М. Майзеля. – М. : Гизлегпром, 1950. – 590 с.
13. Макадьора Д. А. Аналіз раціонального положення ножа та форми його поперечного перерізу в машинах типу «ДН»/ Д. А. Макадьора, В. І. Князєв // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2004. – № 1. – С. 159–163.
14. Макадьора Д. А. Аналіз установки леза ножа з одностороннім заточуванням в машинах типу «ДН»/ Д. А. Макадьора, В. І. Князєв // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2005. – № 5. – С. 68–74.
15. Тихомиров В. Б. Математические методы планирования эксперимента при изучении нетканых материалов / В. Б. Тихомиров. – М. : Легкая индустрия, 1971. – 168 с.
16. Тихомиров В. Б. Планирование и анализ эксперимента / В. Б. Тихомиров. – М. : Легкая индустрия, 1974. – 262 с.
17. Ус С. А. Моделі й методи прийняття рішень : [навч. посіб.] / С. А. Ус, Л. С. Коряшкіна ; Національний гірничий університет – Д. : НГУ, 2014. – 300 с.

18. Черно-Иванов В. С. Разработка механизма продольного резания деталей низа обуви: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.10 / В. С. Черно-Иванов. – К., 1998. – 165 с.
19. Черно-Иванов В. С. Розробка механізму поздовжнього різання деталей низу взуття: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.05.10 / В. С. Черно-Иванов; ДАЛПУ. – К., 1998. – 18 с.
20. Экспериментальные методы исследования деформаций и напряжений: справочное пособие. – К. : Наукова думка, 1981. – 582 с.
21. Яворский Б. М. Справочник по физике для инженеров и студентов вузов / Б. М. Яворский, А. А. Детлаф. – М. : Наука, 1965. – 848 с.
22. Курсовое проектирование деталей машин: Учеб. пособие для учащихся машиностроительных специальностей техникумов/С.А. Чернавский, К.Н. Боков, И.М. Чернин и др.- 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1988.-416с.: ил.
23. Резание и режущий инструмент: И.И. Капустин- 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Гизлегпром, 1950.-172с.: ил.
24. Справочник конструктора-машиностроителя: В3-х т. Т. 1.-6-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1982.-728 с., ил.
25. Справочник конструктора-машиностроителя: В3-х т. Т. 1.-6-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1982.-584 с., ил.
26. Справочник конструктора-машиностроителя: В3-х т. Т. 1.-6-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1982.-576 с., ил.
27. Патент 1792314 (СССР) Машина для выравнивания деталей обуви по толщине/В.И. Князев, В.С. Черно-Иванов – Оpubл. в Б.И., 1993, №4.
28. Патент (Российской Федерации) №2118889 Машина для выравнивания деталей обуви по толщине/В.И. Князев, В.П. Костюк, В.С. Черно-Иванов.