

Хмельницький національний університет
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

Розробка пристрою для зменшення перекосу траверси вирубного пресу

Галузь знань 13 Механічна інженерія
Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

Шифр БРМА 23.00.00.000 ПЗ

Виконав студент
3 курсу групи МБс-20-2


Підпис

Максимчук І.А.
Ініціали, прізвище

Керівник


Підпис, дата

к.т.н., проф. Драпак Г.М.
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер


Підпис, дата

к.т.н. доц. Тимошук О.
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:
Зав. кафедри МАЕЕС


Підпис, дата

д.т.н., проф. Поліщук О.С.
Ініціали, прізвище

24 06 2023 р.

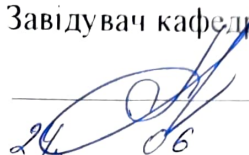
Хмельницький 2023

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем
Освітній рівень бакалавр
Галузь знань 14 Механічна інженерія
Спеціальність 141 «Галузеве машинобудування»
Освітня програма Машини і апарати легкої промисловості

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МАЕЕС



2023

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Максимчук Іван Анатолійович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема роботи **Розробка пристрою для зменшення перекосу траверси вирубного пресу**

керівник роботи **Драпак Г.М., к.т.н, професор**

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом ректора університету від 1 03 2023 р. № 5

2. Строк подання студентом роботи на кафедру 22 06, 23р.

3. Вихідні дані до роботи: **технічні характеристики взуттєвих матеріалів та вирубних пресів**

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Огляд та аналіз технологічних процесів та обладнання для виконання операції вирубання деталей

2 Розробка пристрою для зменшення перекошення траверси вирубного пресу

3 Розрахунки, що підтверджують працездатність пристрою для зменшення перекошення траверси вирубного пресу

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

Аркуш 1. Системи безперекосного руху. Док. оглядовий (A1). Аркуш 2.

Прес траверсний. Схема гідравлічна принципова (A1). Аркуш 3 Система

слідкування. Складальне креслення (A1). Аркуш 4. Гідророзподілювач.

Складальне креслення (A1). Аркуш 5. Деталювання (A1).

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Огляд та аналіз технологічних процесів та обладнання для виконання операції вирубання деталей	01.06.23р.	
2 Розробка пристрою для зменшення перекошення траверси вирубного пресу	08.06.23р.	
3 Розрахунки, що підтверджують працездатність пристрою для зменшення перекошення траверси вирубного пресу	14.06.23р.	
4 Оформлення пояснювальної записки і графічного матеріалу	21.06.23р.	

Студент


Підпис

Макалюк І.А.
Ініціали, прізвище

Керівник роботи


Підпис

Драма Т.М.
Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

до бакалаврської кваліфікаційної роботи студента спеціальності 133 «Індустріальне машинобудування»

1. Прізвище, ім'я та по батькові **Максимчук І.А.**

2. Тема бакалаврської роботи

Розробка пристрою для зменшення перекоосу траверси вирубного пресу

3. Прізвище, ініціали, вчена ступінь та звання опонента Шига В.В.

4. Об'єм магістерської роботи: креслень 5 арк., сторінок записки 64

5. Основні розділи розрахунково-пояснювальної записки:

1 Огляд та аналіз технологічних процесів та обладнання для виконання операції вирубання деталей

2 Розробка пристрою для зменшення перекошення траверси вирубного пресу

3 Розрахунки, що підтверджують працездатність пристрою для зменшення перекошення траверси вирубного пресу

Висновки

Перелік джерел посилання

Підпис студента

"28" 06 2023 р.

РІШЕННЯ ЕК:

Протокол 1 від "29" 06 2023 р.

Оцінка проекту ЕК

добре 4/5

Рекомендації ЕК

Рекомендувати до виробництва з вироб шпильки

Особливі відмітки





Технічний секретар

"29" 06 2023 р.

ЗМІСТ

		стор
	Вступ	6
1	Огляд та аналіз технологічних процесів та обладнання для виконання операції вирубування деталей	8
1.1	Існуюче пресове обладнання для вирубування деталей низу взуття у взуттєвій промисловості	8
1.2	Огляд технічної літератури, що пов'язаний з проблемою перекошення траверси вирубних пресів	12
1.3	Конструктивні рішення проблеми перекошення траверсних вирубних пресів	19
1.4	Висновки до першого розділу	23
2	Розробка пристрою для зменшення перекошення траверси вирубного пресу	24
2.1	Вибір гідрокінематичної схеми пристрою, що зменшує перекошення траверси вирубного преса	24
2.2	Розробка конструкції додаткового пристрою для зменшення перекошення траверси гідравлічних пресів траверсного типу	28
2.3	Висновки до другого розділу	31
3	Розрахунки, що підтверджують працездатність пристрою для зменшення перекошення траверси вирубного пресу	32
3.1	Статичний розрахунок параметрів пристрою для зменшення перекошення траверси гідравлічного пресу	32

БРМА23.00.00.000 ПЗ

Зм	Арк	№докум.	Підпис	Дата				
Виконав		Максимчук			Розробка пристрою для зменшення перекоосу траверси вирубного пресу	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір		Драпак					4	64
Н контр		Темашук			ХНУ гр МБс-20-2			
Затвер		Полещук						

3.2	Динамічний розрахунок параметрів пристрою для зменшення перекошення траверси гідравлічного пресу	43
3.3	Розрахунки на міцність та вибір стандартних складових пристрою для зменшення перекошення траверси гідравлічного пресу	48
3.4	Висновки до третього розділу	53
	Висновки	54
	Перелік джерел посилання	
	Додаток А	

ВСТУП

Для досягнення вищого світового рівня продуктивності загальної праці, виготовлення продукції та ефективності виробництва нашому суспільству в економічній області належить перехід народного господарства на шлях інтенсивного розвитку.

Головна участь у вирішенні цієї проблеми відводиться машинобудуванню, а саме і в деякій мірі легкій промисловості. Найбільше застосування у взуттєвій та шкіряно-галантерейній областях промисловості для розкрою натуральних та штучних матеріалів на деталі виробів отримали гідравлічні преси, як вітчизняного та і зарубіжного виробництва. Широке застосування таких пресів особливо в швейній промисловості отримали з більш широким використанням штучних матеріалів.

Серед обладнання легкої промисловості важливе значення мають траверсні вирубні преси, конструкція яких постійно вдосконалюється. Від якості роботи даних пресів залежить якість вирубання заготовки деталі, ритмічність роботи заготовочних цехів, економічність процесу одержання заготовки [1-6].

Гідравлічні траверсні преси широко застосовуються на шкіргалантерейних підприємствах для вирубання деталей з штучної та натуральної шкіри на взуттєвих підприємствах для отримання деталей низу та верху взуття з шкір, текстилю, штучних матеріалів, гуми. Вирубання здійснюється різакми різних модифікацій на чавунних плитах або дерев'яних колодах.

Досвід праці легкої промисловості показує, що часто затуплюються леза різаків і деформуються і викришуються гладенькі поверхні вирубних плит. Було зауважено, що леза різаків і плити зношуються частіше при

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

ексцентриковому вирубуванні різакom відносно середини проходу траверси пресу. Чим більше ексцентрикове розміщення різакa тим гірше вирубування деталей. Деколи різак може зануритися в колоду, що приводить, в свою чергу, до складності витягування різакa з плити. Тому працівники встановлюють дерев'яну колоду і вирубують деталі різакom, посередині проходу траверси. В цьому випадку різак можна використовувати набагато довше, ніж в попередньому випадку.

Працювати по середині проходу не завжди є можливим. При вирубуванні деталей з натуральної шкіри можна перемістити шкіру під різак, а при вирубуванні деталей з штучної шкіри, яка поступає в широких настилах – це неможливо.

Необхідно різак переміщати на настилі по всьому проходу траверси. Працівник не може витратити багато часу на пристосування шкіри до різакa, тому що це веде до зменшення продуктивність вирубування деталей. Робітник повинен переміщувати різак по шкірі і розміщувати його так, щоб було менше відходів після виконання операції вирубаннЯ. Також при центральному розміщені різакa відбувається неякісне вирубаннЯ деталей по периметру.

Всі ці дана вказують на те, що головним недоліком вирубних пресів з рухомою траверсою є перекошення верхньої траверси відносно столу. Тому питання перекошення траверси є актуальним при виконанні операції вирубування деталей на траверсних пресах.

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ ВИРУБУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ

1.1 Існуюче пресове обладнання для вирубування деталей низу взуття у взуттєвій промисловості

Для вирубування деталей низу взуття на взуттєвих підприємствах ще використовуються електромеханічні преси ПВ-38, електрогідравлічні преси ПВГ-18-0 і ПВГ-18-1-0 та преси закордонного виробництва [1-6].

Для вирубування деталей з багатошарових матеріалів застосовується прес ПОТГ-40 і ПОТГ-20.

Якщо порівняти електромеханічні преси з електрогідравлічними то електрогідравлічні преси мають наступні переваги:

- малі інерційні навантаження;
- незначний шум під час роботи;
- відсутність динамічних ударів під час роботи;
- збільшена регульовальна величина ходу траверса;
- відсутність заклинювання і поломок при перевантаженні;
- можливість працювати на металевих плитах різакми різної висоти;
- велика надійність в роботі;
- менші габарити і маса;
- простіше обслуговування та ремонт;
- менша безпека під час роботи.

Преси з рухомою кареткою мають меншу продуктивність внаслідок додаткових затрат часу на горизонтальні переміщення великої і масивної каретки. Із збільшенням робочого зусилля преса – цей недолік суттєво збільшується.

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Також розроблені нові перспективні методи розкроювання матеріалів, такі як:

- лазерний,
- мікро-плазмовий;
- гідромоніторний струєю води під великим тиском.

Але дані методи розкроювання також мають свої недоліки. Наприклад, при розкроюванні променем лазера чи пучком мікро-плазми шкіра стає жорсткою і втрачає міцність. Деякі термопластичні матеріали при багат шаровому розкроюванні зварюються по лінії різання. При розкроюванні струєю води також погіршуються властивості шкіри після виконання даної операції. Шкіра стає рихлою і втрачає міцність. Також після розкроювання країв деталей по лінії різання необхідна подальша механічна обробка.

Таким чином, головні переваги двох останніх методів розкроювання – економія матеріалів – зводиться ні на ніщо із збільшенням припусків в зв'язку з погіршенням властивостей матеріалу.

На взуттєвих фабриках України для вирубування деталей низу взуття найбільш поширені електрогідравлічні преси траверсного типу. Одним із них є електрогідравлічний прес ПВГ-18. Розглянемо його конструкцію і головні його недоліки.

Прес призначений для вирубання деталей низу взуття з натуральної та штучної шкіри, а також для вирубання деталей з гуми, текстилю і штучних матеріалів гострими різакми на неметалевих плитах або колодах і притупленим ріжучим лезом на металевих плитах.

Прес електрогідравлічний одноударної дії з ножним включенням із системою захисту рук працівника. Якщо руки працівника стикаються з неізолюваною частиною різача або верхньою плитою преса, то прес на виконання операції вирубування не вмикається завдяки вмонтованому

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

напівпровідниковому приладу, що з'єднаний з вирубною плитою і блокованого вмикання.

Для вирубання деталі на взуттєвий матеріал встановлюється різак і натискається ногою пускова педаль. Прес вмикається, виконує один удар і автоматично вимикається, незалежно від того знята чи не знята нога з педалі. Для виконання наступного удару необхідно зняти ногу з педалі і знову натиснути на неї.

Прес складається із станини, ударника, гідропривода, електричного обладнання і блоку захисту. Станина пресу – є складальною конструкцією. Дві направляючі жорстко з'єднані між собою нижньою траверсою на якій розміщується вирубна плита. Верхня траверса закріплюється на скалках, встановлених в направляючих станини пресу.

Під час роботи пресу поршні залишаються нерухомими. Робочими є скалки.

Після виконання операції вирубання в зворотне положення верхня траверса повертається за допомогою пружин, що розташовані в скалках. В середині верхньої траверси є привод, що призначений для встановлення траверси по висоті над вирубною плитою.

Гідравлічний привод складається з насоса з електричним двигуном, гідродозатора-прискорювача з золотником, запобіжного клапана, клапана підживлення, двох зворотних клапанів, напорного золотника, трубопроводу і маслобака. Вся гідравлічна апаратура закріплюється на кришці маслобака з опущеним насосом в масло.

Вмикання і вимикання електричного двигуна гідропривода, траверси здійснюються кнопками, що розміщені на панелі керування. На цій панелі розташована ручка налаштування чутливості приладу НПЗР захисту рук працюючого.

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк. 10
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Поломки та недоліки пресу. З шістдесятих років ХХ століття випускаються електрогідравлічні вирубочні преси, які постійно удосконалюються, але гідравлічна схема приводу залишається та сама, що в пресах ПВГ-18 і ПОТГ. Як вже зазначалось, головним недоліком траверсних пресів є перекошення верхньої траверси відносно стола. Перекошення виникає при ексцентричному розміщенні різачка на столі преса. Навантаження на гідродвигуни відрізняються один від одного. Це призводить до неоднакового переміщення скалок через збільшення тиску рідини в ближньому до різачка гідроциліндрі. Перекошення траверси може досягати різних значень, в тому числі більше розрахункових.

Перекошення виникає не тільки від нецентрального розташування різачка. Причиною перекошення також є деякі конструктивні рішення при розробці пресу.

Прес був розроблений на вирубанні гострими різачками на плитах з чавуна по всьому проходу. Але ще в новому пресі виникає перекошення від ексцентричного розміщення різачка. В результаті перекошення виникає швидке зношення бронзових втулок в кришці робочого циліндра, або зношення гумових ущільнень (кілець), зношення поршневих кілець в одному з поршнів робочого циліндра, зношення поршневих кілець рухомого поршня дозатора. Ці зношення деталей пресу збільшують нерівне просочування масла в робочих циліндрах скалок, попадання в гідросистему повітря і створення повітряних мішків. Від різниці навантаження на гідроциліндри відбувається різне стискання масла в вітках гідравлічної системи. Всі ці недоліки з часом приводять до збільшення величини перекошення, яке впливає на зниження продуктивності виконання операції вирубанні, зниження якості отримання деталей після вирубування, збільшення витрат електричної енергії, зменшення терміну роботи пресу. Також відбуваються часто поломки пресів,

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

зношення деталей преса, поломки різаків і швидкого зношення вирубних плит.

1.2 Огляд технічної літератури, що пов'язаний з проблемою перекошення траверси вирубних пресів

Гідравлічні вирубні траверсні преси витиснули з виробництва електромеханічні преси, але вони теж мають свої недоліки. В вітчизняних пресах синхронне переміщення колон траверси забезпечується об'ємним дозування рідини, що надходить в гідродвигуни за допомогою дозатора, поршень якого під час руху подає в гідродвигуни однакові пропорції рідини. Це можливо тільки коли об'єми рідини в лівому і правому гідравлічному двигуні роздільні. Але при використанні гідравлічних двигунів для приведення в рух одного робочого органу можлива не синхронність (переміщення з різними швидкостями) або несинфазність (з різними величинами руху) рухомих частин приводних двигунів. При ексцентричному навантаженні на траверсу преса приводні зусилля гідродвигунів значно відрізняються один від одного (можлива п'ятикратна різниця). Це призводить до різного тиску рідини в гідравлічних двигунах, в ближньому гідравлічному двигуні (який знаходиться ближче до різака) наростає більший тиск, в дальньому – менший. В результаті цього в різній кількості проникання рідини з гідравлічних двигунів, з різною величиною стискається рідина в гідравлічних двигунах, по різному розширюються стінки гідравлічної системи. Все це призводить до порушення точності дозування і відповідно синхронного руху траверси.

В роботі [7] автор описав три оцінки перекошення траверс вирубних пресів:

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк. 12
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

- а) по абсолютному перекошенню;
- б) по куту перекошення траверси;
- в) по перекошенню на різачах.

Перша оцінка для точного регулювання і перевірки пресу по перекошенню. Друга – для зрівняння якості вирубування деталей на пресах з різними розмірами переходу. Третя оцінка – технологічна, так як від величини перекошення на різак залежить якість вирубування. Між цими оцінками існують визначені залежності.

Автором запропоновано методику знаходження допустимої величини перекошення траверси вирубних пресів. По методиці розраховано, що допустиме абсолютне максимальне перекошення траверси пресу має 0,8 мм. При впровадженні нових технологій в пресах зазначених марок необхідно прагнути щоб перекошення траверси не перевищувало цієї величини.

Метою роботи [8] було вивчення впливу точки прикладання робочого навантаження, зміна об'єму рідини в гідравлічній системі дозатор-циліндр і зміна конструкції клапану підживлення на перекошення траверси. Досліди виконували на серійному пресі ПВГ-18. Було встановлено, що в існуючій конструкції пресу перекошення рухомої траверси виникає при навантаженні в центрі проходу. Це пояснюється тим, що через невдале розміщення повітроспускаючих пробок повітря з одного циліндра видаляється не повністю. Різні коефіцієнти жорсткості гідравлічних магістралей циліндрів призводять до перекошення траверси, при однаковому навантаженні на гідравлічні циліндри. В початковій конструкції клапану підживлення і початковими вихідними даними параметрів максимальне перекошення траверси на прохід досягає 14,7 мм. Автор переконує, що такій величині перекошення сприяла невідосконала конструкція клапану підживлення. Через 10-15 робочих ходів вміст нерозчиненого повітря в маслі гідравлічних

магістралей складає приблизно 3,5 - 4 %. Тому різко знизилась жорсткість гідравлічних магістралей.

Встановлення клапану підживлення вдосконаленої конструкції дозволило знизити максимальне перекошення траверси до 3,9 мм. Також необхідно змінити місце свердління повітропускаючих отворів, що в свою чергу, знизить утворення повітряних мішків.

Автор робіт [9] здійснив серію дослідів, показавши можливість появи конструктивного перекошення, виникаючого в початковий момент опускання траверси.

Технологічне перекошення траверси обумовлене ексцентричним прикладанням навантаження, з'являється в момент врзання різака і в подальшому відбувається його нарощування.

Автор стверджує, що по отриманим осцилограмам віброакустичний сигнал збільшується при збільшенні перекошення, що легко встановити в процесі вирубування матеріалу достатньої ширини, коли різак поступово зміщується від одного краю робочого столу до другого. Таким чином, віброакустичний сигнал може стати критерієм для оцінювання технічного стану траверсного пресу, вказувати на виникнення недопустимих перекошень траверси. Такий спосіб контролю має переваги перед прямим вимірюванням перекошення траверси, так як дозволяє оцінити і реальні умови роботи на вирубному пресі.

В роботі [10] математично спробували визначити величину перекошення траверси пресу з врахуванням різних факторів: жорсткості робочої рідини, жорсткості гідросистеми, кількість нерозчиненого повітря в гідроциліндрах, витікання і перетікання рідини через ущільнення.

Дослідження показують що в робочій рідині гідравлічного приводу може вміститись до 6 % нерозчиненого повітря, що, в свою чергу, призводить

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк. 14
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

до зниження жорсткості і викликає різні стискання такої гідрогазової суміші в циліндрах. Асиметрія приводу і нерівномірне розподілення повітря на весь об'єм масла може викликати неоднакові робочі зусилля в правому і лівому циліндрах, як наслідок перекошення траверси. По розрахункам максимальне перекошення не перевищує 2,56 мм. При навантаженні 180 кН на відстані 650 мм зліва від центра і при таких же умовах справа 2,36 мм; 1,96 мм приходить на деформацію робочої рідини 0,55 мм, отримуємо від 3 % нерозчиненого повітря і 0,54 мм на перетікання рідини через ущільнення.

Таким чином, система синхронізації та дозатор зворотно-поступового руху, що є в конструкції приводу не дозволяє досягти допустимого технологічного перекошення 0,8 мм. Максимальне перекошення траверси за рахунок перетікання масла в ущільненнях і податливість гідросистеми на практиці може досягти 2,6 мм.

Авторами роботи [11] розроблена система для зниження перекошення траверси вирубних пресів. Проведені авторами досліді дозволили визначити фізичну сутність процесів перекошення траверси, зробити висновки при удосконаленні пресу допоміжною системою синхронізації.

Авторами розроблена і випробувана на пресі ПВГ-18-2-0 система синхронізації руху циліндрів. Робота системи заснована на зливанні частини робочої рідини з гідравлічного циліндра, який випереджує. Все здійснюється за допомогою електронної системи індикації, яка вираховує і фіксує переміщення циліндрів і подає сигнал на кроковий двигун, який, в свою чергу, за допомогою золотника зливає рідину і вирівнює положення траверси відносно столу. Випробовування показали, що система синхронізації дозволяє отримати необхідну точність. Максимальне перекошення траверси 0,3 мм при зусиллі 180 кН і ексцентричному навантаженні 600 мм, що нижче максимального допустимого перекошення для таких пресів 0,8 мм.

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Ця система є складною як і в роботі так і в налагодженні. Деякий час йде на обробку сигналу і спрацювання крокового двигуна, що дає похибку і в процесі опускання траверси виникають автоколивання. Система є жорсткою. Також збільшується час циклу виконання операції вирубання, особливо на етапі руху траверси вниз (приблизно в 3 рази).

В роботі [12] автор пробує вдосконалити клапан підживлення і цим самим зняти перекошення траверси. Авторами запропоновано декілька систем підживлення.

Встановлення зворотних клапанів 1 і 2 (рис.1.1) в системі підживлення призводить до надмірного підживлення, що викликає поступове збільшення замкнутого об'єму робочої рідини і як наслідок, опускання робочого органу при кожному циклі роботи пресу.

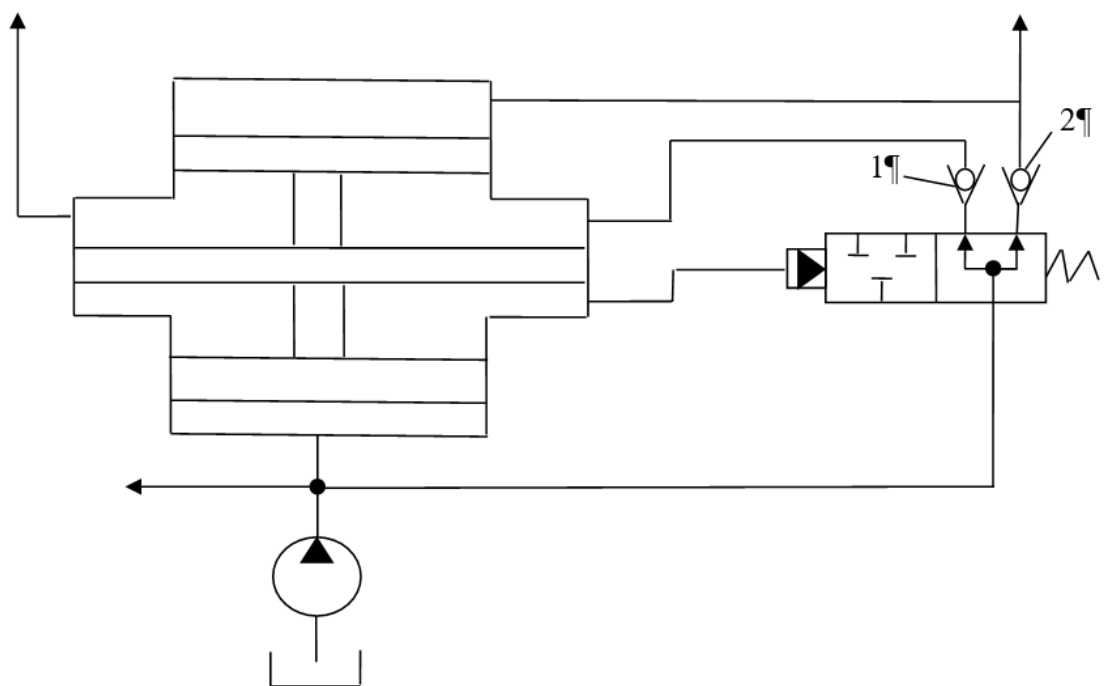


Рисунок 1.1 – Схема підживлення з зворотними клапанами

Відключення клапану 1 від насосу 2 здійснюється роз'єднання замкнених порожнин на початку руху траверси і сприяє зменшенню перекошення (рис.1.2).

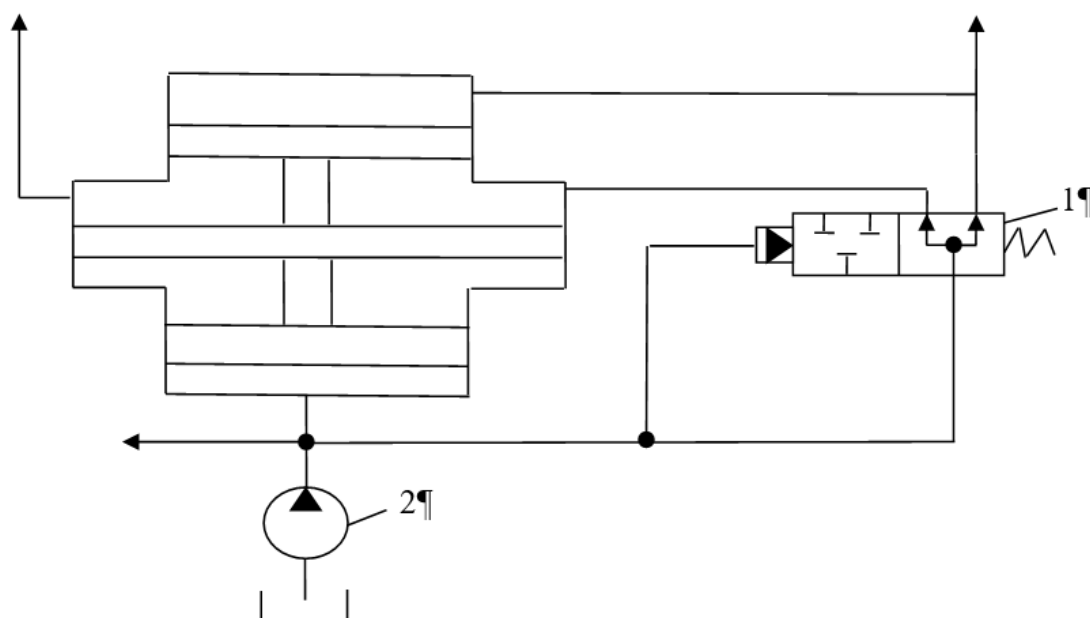


Рисунок 3.2 – Схема підживлення з управління від насосу

Недоліком наведеної схеми є вирівнювання тиску на обидві сторони поршня дозатора. Проходить зменшення замкнутого об'єму робочої рідини, і як результат зменшення робочого ходу траверси.

При застосуванні додаткового насосу 1 (рис.1.3) підживлення проходить під час вистою пресу, що гарантує повне відновлення початкового об'єму, а також виключає з додатковим насосом перетікання робочої рідини в замкнених порожнинах. Але подібне рішення призводить до ускладнення конструкції і потребує витрат електричної енергії.

В початковому положенні рідина з гідроаккумулятора 5 через клапан підживлення 6 подається в замкнуту порожнину для відновлення рідини що протікає через ущільнення. При вмиканні пресу включається клапан підживлення, роз'єднуються тим самим замкнуті порожнини. Одночасно проходить підзарядка акумулятора через зворотний клапан 7 і редукційний клапан 8 до попереднього встановлення тиску.

Впровадження системи і можливе керування клапаном підживлення безпосередньо від насоса дозволяє знизити перекошення до 2 мм.

1.3 Конструктивні рішення проблеми перекошення траверсних вирубних пресів

Всі преси для вирубаня низу взуття з рухомою траверсою мають системи що забезпечують паралельний рух траверси відносно столу тобто синхронність руху траверси при ексцентричному розміщенні різака на вирубній плиті.

Німецька фірма “Зандт” запатентувала конструкцію пресу з механізмом приводу руху траверси [13]. На рис.1.5 (аркуш [БРМА23.00.00.000ДО]) представлений варіант такого механізму. Переміщення траверси 4 проходить до низу колонами 1, переміщення траверси отримують від гідроциліндра 2 з'єднаних системою важелів в два жорстких паралелограми.

Зусилля при зміщенні різака ексцентрично від середини проходу пресу сприймається жорсткістю важелів, але зазори в з'єднаннях важелів і деформування масивних важелів призводить до непаралельності руху траверси. Для забезпечення достатньої точності руху дані важелі будують масивними і відповідно збільшуються з'єднання і зазори в них, що в свою чергу, збільшує перекошення.

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк. 19
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

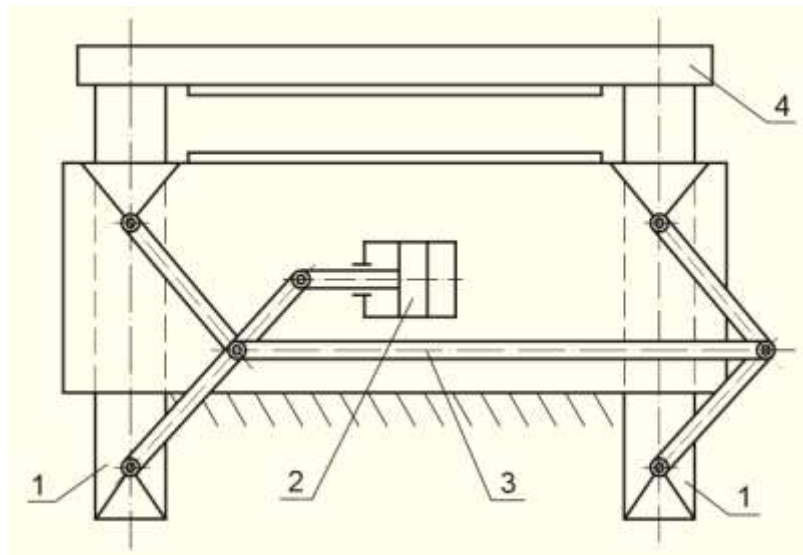


Рисунок 1.5 - Гідравлічний прес (патент Німеччини №1094402 МС14В)

В наступній конструкції гідроциліндр 2 приводить в рух траверсу 4 на якій розміщуються різакі (рис.1.6, аркуш [БРМА23.00.00.000ДО]). Траверса і гідроциліндр пов'язані між собою системою важелів 3, які мають ті самі недоліки, що і попередній механізм. Подібна механічна система була використана в пресах марки 2051 Фірми “Шон” (Німеччина).

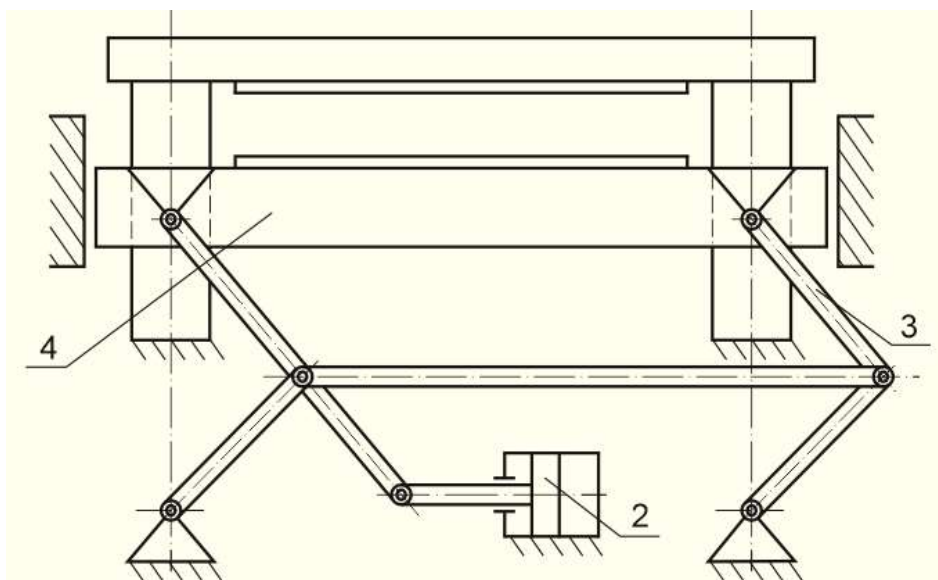


Рисунок 1.6 - Гідравлічний прес (патент Німеччини №1094402 МС14В)

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

БРМА23.00.00.000 ПЗ

Арк.
20

В конструкції вирубного пресу фірми “ВІ&МЕ” (Великобританія) [14] (рис.1.7, аркуш [БРМА23.00.00.000ДО]) також використаний метод об’ємного дозування робочої рідини. Направляючі 5 переміщуються разом з гідравлічними циліндрами 2. Дозування проходить двома однаковими гідравлічними насосами 6, які мають загальний вал з спільним електричним двигуном. Точність такої системи синхронізації була й низькою внаслідок великої кількості просочування рідини крізь ущільнення, але в схемі передбачено додатковий пристрій гідравлічний дозатор 7, частково відкриваючий зливання робочої рідини з випереджаючого гідравлічного циліндра за допомогою пристрою зворотного зв’язку, який зміщує золотник гідравлічного дозатора пропорційно перекошенню траверси. Пристрій складається з системи важелів, що розміщені під столом пресу і з’єднаних таким чином, що відбувається синхронний рух нерухомості золотника. При випередженні одного з гідроциліндрів 2 золотник буде з нього зливати рідину до тих пір поки переміщення траверси буде відбуватись паралельно столу гідропресу. Недолік зазначеної системи виникнення кавітацій рідини під час зливання рідини в повітря в атмосферний тиск.

Розглянемо спрощену іншу схему пресу [15] з системою синхронізації (рис.1.7, аркуш [БРМА23.00.00.000ДО]).

Дозування відбувається двома однаковими гідравлічними насосами 8 незалежними один від іншого.

Насоси подають рідину з бака в гідравлічні циліндри 2 і переміщують траверси. Гідравлічні насоси 8 регулюються блоком електричної системи управління (ЕСУ) 9. На вершинах траверси розміщені датчики 10, які здійснюють вимірювання величини перекошення і різницю через ЕСУ подають на гідронасоси, які змінюють подачу масла в гідроциліндри.

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк. 21
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

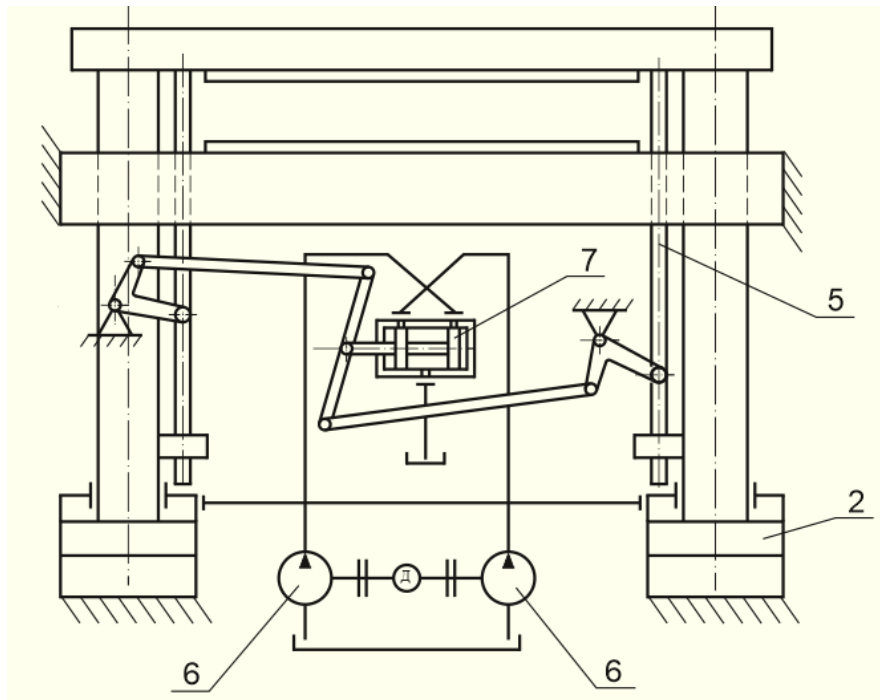


Рисунок 1.7 - Вирубний прес (апент Великобританії
№1035876 МКВ В31F/В30

Недоліком такої системи є те, що електронна система не забезпечує синхронного руху траверси (можуть виникати автоколювання). Також система є досить складною в конструкції і в налаштуванні.

В системі синхронізації (рис.1.8, аркуш [БРМА23.00.00.000ДО]) [16] дозування проходить від гідронасосу 6 дозатором – мультиплікатором 11 з двома нагнітаючими порожнинами з рівними об'ємами, звідки рідина подається в гідравлічні циліндри 2, які опускають траверсу.

Для синхронного переміщення рухомої траверси схема має два ступеневих плунжера з порожнинами 13 і регулятор потоку 12, порожнина якого з'єднана зі зливним баком і хрест-навхрест з'єднаний з гідроциліндрами. При перекошенні рідина за допомогою регулятора потоку зливається з відстаючої порожнини плунжера для вирівнювання тиску в головних гідравлічних магістралях пресу. Керування регулятора потоку задається від робочих порожнин дозатора. Недоліком такої системи

синхронізації є велика кількість пар тертя, які збільшують перетікання рідини крізь ущільнення. Частково конструкція змінює і ускладнює конструкцію гідравлічного пресу.

Синхронізація руху гідро вузлів машин і механізмів, широко застосовується в різних областях машинобудування, в пресах синхронізація руху потрібна при переміщенні траверс пресів, в машино-оброблюваних верстатах переміщення супортів верстатів, в різних технологічних операціях при завантаженні і розвантаженні, в підйомно-транспортних механізмах при підйомі і переміщенні вантажів.

На сьогодні відомо багато різних систем синхронізації. Не один раз пробували систематизувати всі відомі конструкції систем. Краще всього це вдалось авторам роботи [17].

1.4 Висновки до першого розділу

В даному розділі проводиться огляд та аналіз технологічних процесів та обладнання для виконання операції вирубування деталей. Розглядається існуюче пресове обладнання для вирубування деталей низу взуття у взуттєвій промисловості. Здійснюється огляд технічної літератури, що пов'язаний з проблемою перекошення траверси вирубних пресів. Розглядаються конструктивні рішення проблеми перекошення траверсних вирубних пресів.

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

2 РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ПЕРЕКОШЕННЯ ТРАВЕРСИ ВИРУБНОГО ПРЕСУ

2.1 Вибір гідрокінематичної схеми пристрою, що зменшує перекошення траверси вирубного преса

Аналіз робіт, присвячених проблемам перекошення вирубних траверс, а також конструкцій різних систем, що дозволяють знизити перекошення траверси показали що:

- 1) багато вчених вказали на виникнення при роботі пресів перекошення траверси, що перевищує допустимі значення;
- 2) експериментальні вимірювання показали, що величина розрахункових значень перекошення значно менше дійсних в декілька раз;
- 3) преси закордонного виробництва також мають значні перекошення траверс;
- 4) багато різних, раніше розроблених та запропонованих систем для зниження перекошення траверс мають свої недоліки, в якості синхронізації перекошення, в складності системи.

Для досягнення стабільної роботи преса необхідно розробити нову систему синхронізації руху траверси гідропресу. Потрібно врахувати всі помилки та недоліки, які були зазначені раніше. Нова система повинна забезпечувати нормальні умови праці, знизити перекошення траверси до 0,5 мм. Також дана система повинна бути не складною.

Було з'ясовано, що у вирубному пресі виникає перекошення траверси при ексцентричному розміщенні різака. При роботі гідропресу проходить відставання по положенню ближнього до різака, а випередження іншого, далі розміщеного від різака гідравлічного циліндра. Щоб гідравлічні циліндри

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк. 24
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

вирівнялись необхідно з гідроциліндра, що випереджає злити масло. Зливати необхідно до тих пір поки гідравлічні циліндри не вирівнюються по положенню. Зливати масло можна приєднавшись відповідно до лівої і правої вітки гідравлічних магістралей, гідравлічних розподільвачів. Гідророзподільвач буде з'єднувати гідроциліндр, що випереджає із зливним отвором. Для слідкування за перекошенням і передані сигналу на гідророзподільвач застосовуємо просту тросову систему слідкування, яка буде передавати величину перекошення на золотник гідророзподільвача. Тросова система хоч менш точніша, але більш міцна в роботі (не будуть виникати автоколивання в системі), надійніша і простіша в роботі і в налаштуванні. Її може налагодити сам працівник на пресі. Тросова система і золотник це є система синхронізації руху верхньої траверси гідропресу. Вона є простою і не несе ніяких конструктивних змін в конструкції гідравлічного пресу. Вона може встановлюватися як і на новий прес так і на прес який був в роботі на підприємстві.

Розроблена гідрокінематична схема пристрою, що зменшує перекошення траверси вирубного преса зображена на рис.2.1 та на аркуші [БРМА23.00.00.000ГЗ]) [1-6].

Робота схеми здійснюється наступним чином: при увімкненому електричному насосі, але не увімкненому на виконання операції вирубування, робоча рідина з насоса під невеликим тиском зливається в бак. Шток дозатора знаходиться в нижньому положенні. Після подання сигналу на виконання операції вирубування зливання рідини з насосу припиняється, а він починає подавати рідину під невеликим тиском, в приводну порожнину дозатора. Поршень дозатора піднімається, витискаючи рівну кількість робочої рідини в лівій і правій гідравлічні циліндри.

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		25

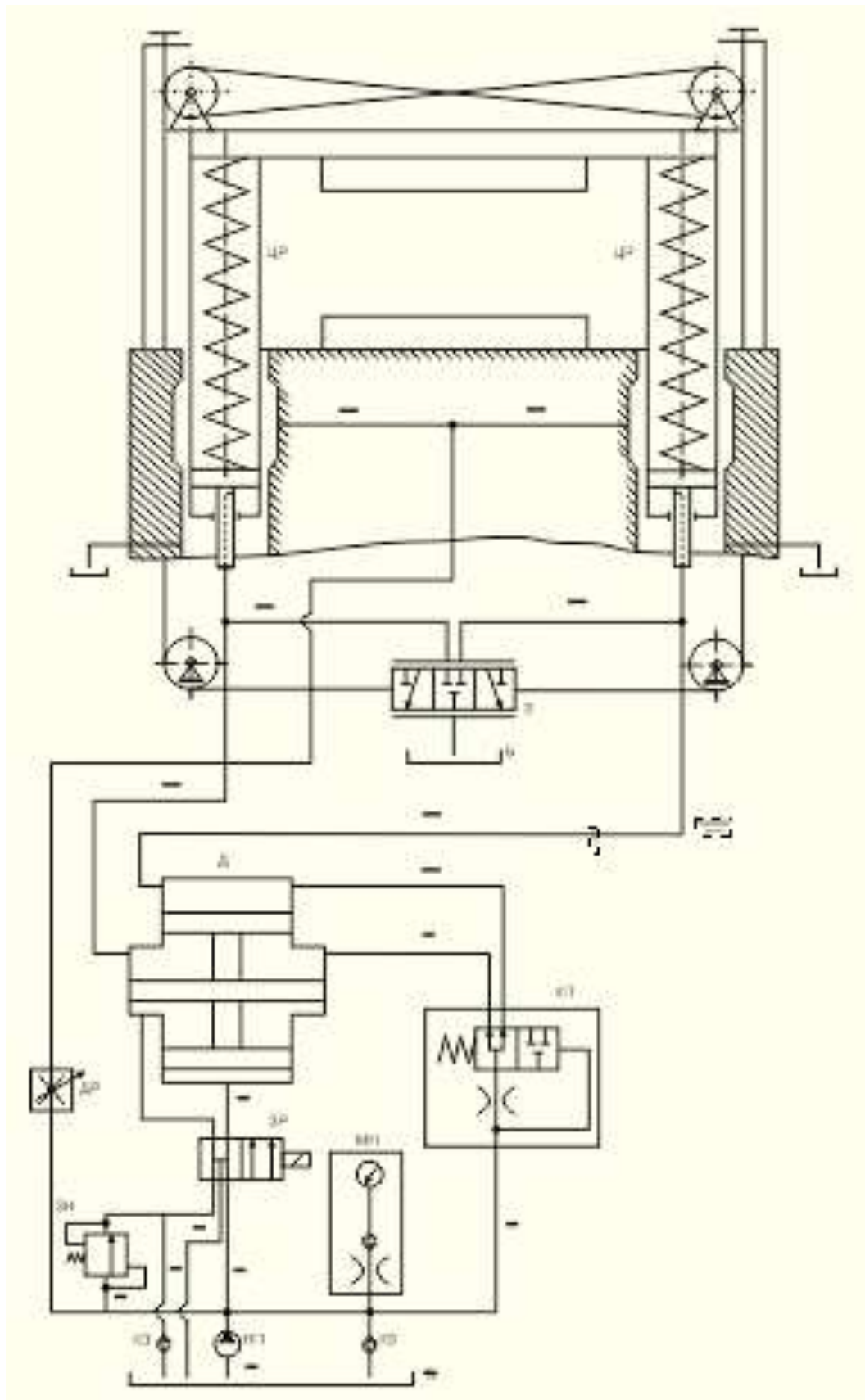


Рисунок 2.1 – Гідрокінематична схема гідравлічного пресу траверсного типу з розробленою системою зменшення перекошення траверси

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

БРМА23.00.00.000 ПЗ

Під час виконання операції вирубаня матеріалу збільшується тиск. При без перекошеному русі траверси золотник гідравлічного розподілювача знаходиться в нульовому перекритті.

При розміщенні різачка ексцентрично, наприклад з права на столі гідропресу, навантаження на правий гідравлічний циліндр будуть дедалі більшими ніж навантаження на лівий гідравлічний циліндр. Так як порожнини гідравлічно відділені один від другого і від нагнітальної магістралі гідравлічного насоса, то і тиск в правому гідравлічному циліндрі буде більшим ніж в лівому. Внаслідок деформування рідини, стінок гідравлічної системи і просочування рідини – більше в правому гідравлічному циліндрі і зв'язаних з ним гідравлічними порожнинами порівняно з меншими в лівому гідроциліндрі, виникне відставання положення правого гідравлічного циліндра від лівого. Поворот траверси навколо різачка відбувається проти часової стрілки.

При повертанні звільнюється невелика ділянка тросу лівої гілки і натягування правої гілки тросу, що зміщує слідкуючий золотник вправо.

Золотник з'єднує вихід лівого гідравлічного циліндра зі зливом в бак. Рідина зливається до тих пір поки, не зникне перекошення траверси. При розміщенні різачка з лівого баку стола пресу виникає відставання лівого гідравлічного циліндра і повертання траверси по часовій стрілці, що призводить, в свою чергу, до зміщення золотника вліво і зливання рідини з правого випереджаючого гідроциліндра.

Після вирубаня матеріалу нагнітальна магістраль насоса з'єднується зі зливом, а разом і порожнини правого і лівого гідравлічних циліндрів. Штоки мультиплікатора – дозатора опускаються і траверса повертається в верхнє початкове положення. Прес готовий до наступного циклу виконання операції вирубаня.

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

2.2 Розробка конструкції додаткового пристрою для зменшення перекошення траверси гідравлічних пресів траверсного типу

Використовуючи гідрокінематичну схему, було розроблено додатковий пристрій для зменшення перекошення траверси гідравлічного пресу. Він складається із системи слідкування – тросової системи та гідрозподільвача.

Креслення системи слідкування (тросової системи) представлено на рис.2.2 та на аркуші [БРМА23.01.00.000СК]

Основними вузлами та деталями розробленої системи є: 1 – трос; 2 – кронштейн; 3 – кронштейн; 4 – стояк; 5 – стояк; 6 – гвинт натяжний; 7 – шків; 8 – вісь; 9, 10 - платформа; 11, 12, 13, 14 – втулка.

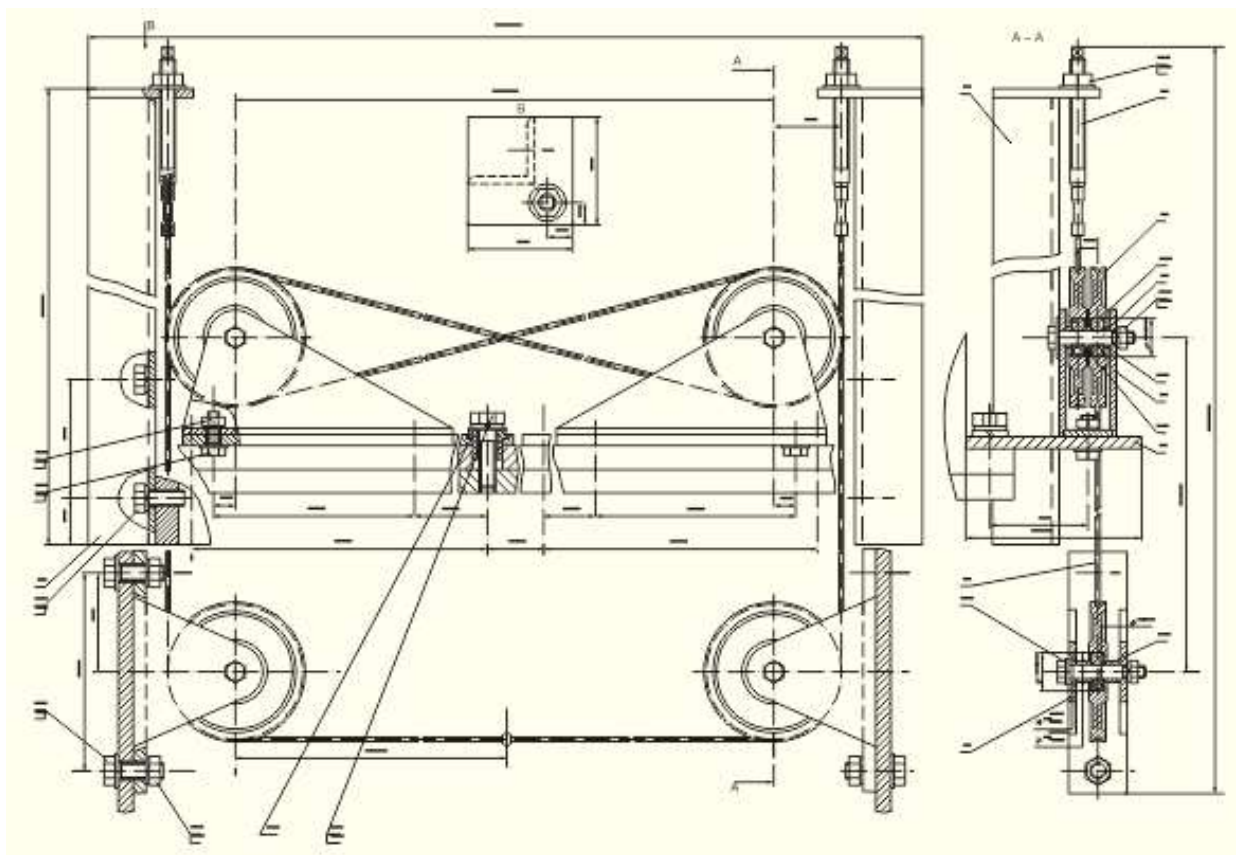


Рисунок 2.2 – Складальне креслення системи слідкування

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

БРМА23.00.00.000 ПЗ

Арк.
28

Креслення гідророзподілювача представлено на рис.2.3 та на аркуші [БРМА23.02.00.000СК].

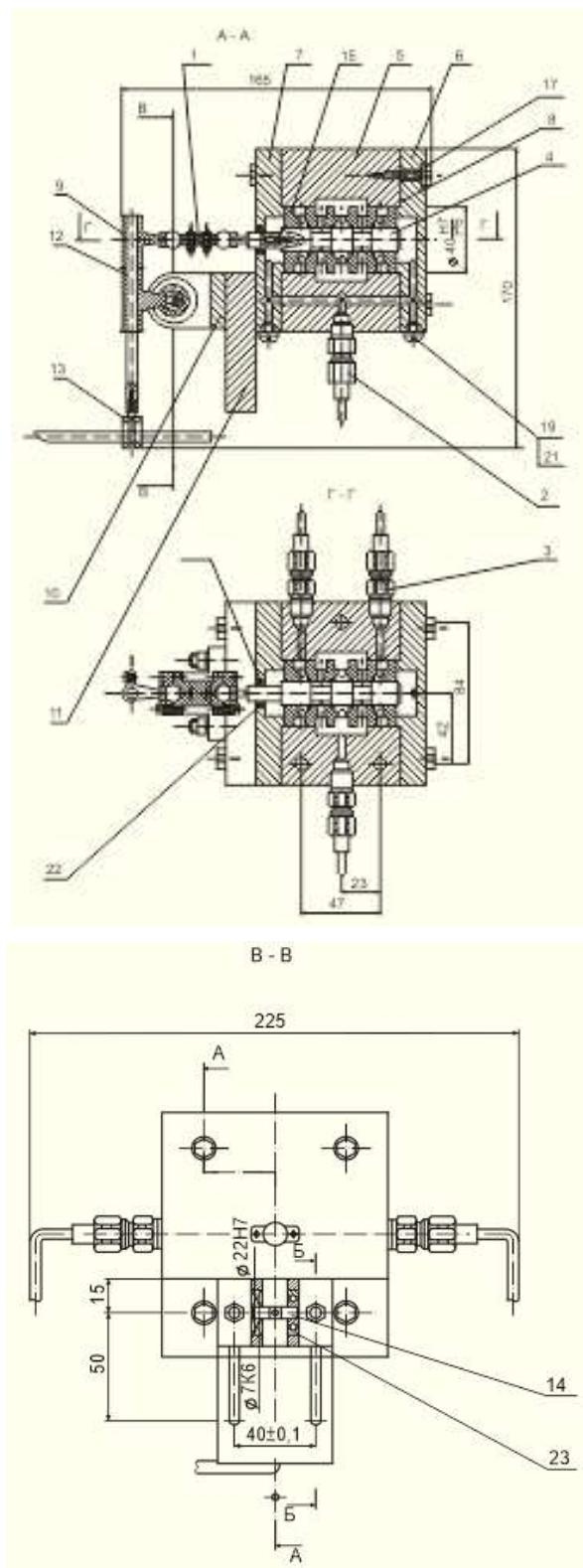


Рисунок 2.3 – Складальне креслення гідророзподілювача

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

БРМА23.00.00.000 ПЗ

Арк.
29

Основними вузлами та деталями розробленої системи є: 1 – передача шарова; 2, 3 – з'єднання; 4 – золотник; 5 – корпус; 6, 7 – кришка; 8 – прокладка; 9 – кутник; 10 – кронштейн; 11 – направляюча кронштейна; 12 – важіль; 13 – вилка; 14 – вал; 15 – втулка.

Завданням тросової системи слідкування є передача величини перекошення в крайніх точках траверси до виконавчого органу – гідророзподільвача. Гідророзподільвач з'єднує головні гідравлічні магістралі лівого або правого гідроциліндра на зливання рідини в загальний бак.

Систему синхронізації можна частково розмістити під станиною гідравлічного пресу траверсного типу за захисними кожухами, а частину вузлів було розміщено на рухомій траверсі. Весь пристрій було збудовано на тильній стороні пресу, як це показано на рис.2.4.

Розташування системи синхронізації вибрано таким чином, щоб не виникало ніяких незручностей для працівника в момент подавання матеріалу і при виконанні технологічної операції вирубаня. Також, щоб при монтуванні додаткового пристрою не ускладнювалась конструкція гідравлічного пресу.

Кінематика системи слідкування розроблена таким чином, щоб трос 1, був пов'язаний з рухомою траверсою 2 і тільки при виникненні перекошення траверси зміщував кульку 3 на тросі, на величину перекошення.

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

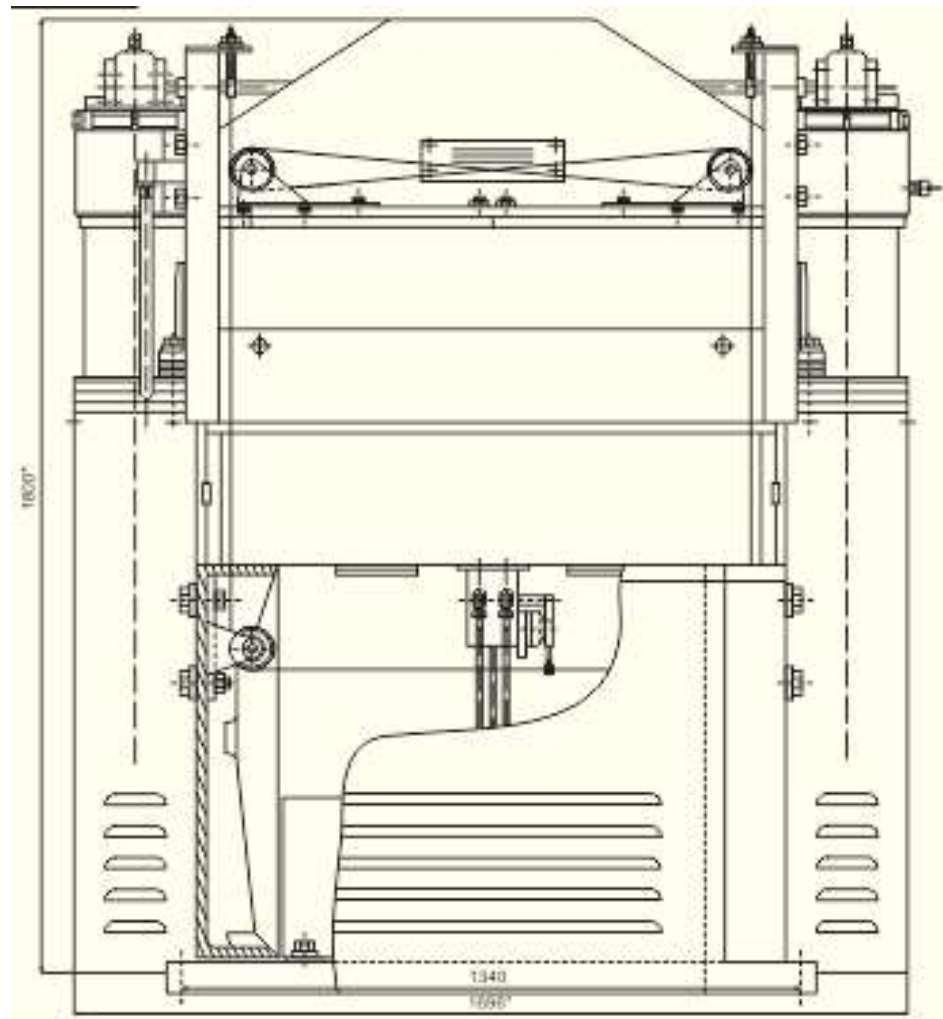


Рисунок 2.4 – Гідравлічний прес траверсного типу із розміщеним додатковим пристроєм

2.3 Висновки до другого розділу

В даному розділі здійснюється розробка пристрою для зменшення перекошення траверси вирубного пресу. Проводиться вибір гідрокінематичної схеми пристрою, що зменшує перекошення траверси вирубного преса. Виконується розробка конструкції додаткового пристрою для зменшення перекошення траверси гідравлічних пресів траверсного типу.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

БРМА23.00.00.000 ПЗ

Арк.

31

3 РОЗРАХУНКИ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ПРИБРОЮ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ПЕРЕКОШЕННЯ ТРАВЕРСИ ВИРУБНОГО ПРЕСУ

3.1 Статичний розрахунок параметрів пристрою для зменшення перекошення траверси гідравлічного пресу

Завданням розрахунку є визначення параметрів гідравлічної системи з метою зменшення максимально можливого перекошення з існуючим значенням (біля 4 мм на прохід) до величини 0,5 мм на прохід гідропреса. Розрахунки здійснюємо при умові, що:

- максимальне технологічне зусилля преса складає – 180 кН;
- максимальний ексцентриситет – 0,6 м;
- активна площа поршня гідравлічного циліндра – 0,01м;
- рідина, що використовується – масло.

3.1.1 Визначення потрібної об'ємної швидкості зливання рідини з випереджаючого гідроциліндра

При розміщенні навантаження на траверсу на відстані e від центру проходу гідропреса для руху траверси вниз потрібно викликати в гідроциліндрах різні тиски (рис.3.1). Знехтуючи силами тертя і силами, що діють на вали траверси напишемо рівняння суми моментів всіх сил, що діють на траверсу при вирубанні відносно точки А – центру робочої площини траверси.

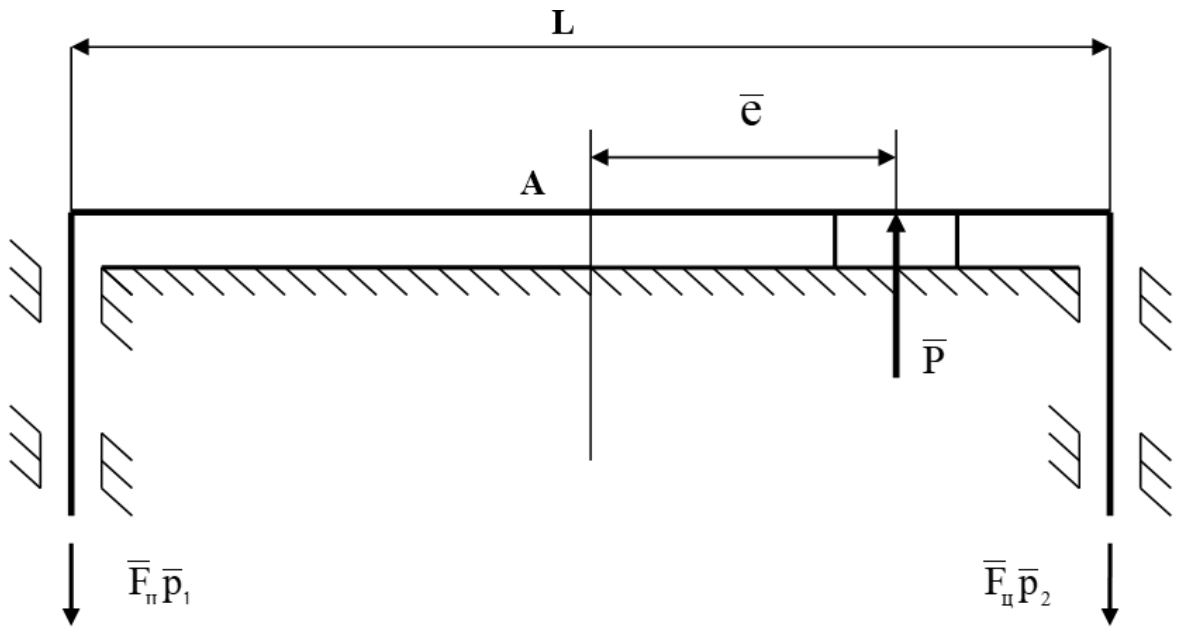


Рисунок 3.1 - Навантаження на траверсу в гідравлічному Циліндрі

$$\Sigma M_A = -Pe - p_1 \cdot F_u \frac{L}{2} + p_2 \cdot F_u \frac{L}{2} = 0, \quad (3.1)$$

або

$$(p_2 - p_1) F_u \frac{L}{2} = Pe \quad (3.2)$$

В випадку статичного навантаження рівноваги траверси повинна виконуватись ще одна умова, рівність нуля сумі проєкції всіх сил на вертикальну вісь:

$$P - p_2 \cdot F_u - p_1 \cdot F_u = 0, \quad (3.3)$$

або

$$p_2 + p_1 = \frac{P}{F_{\text{ц}}}, \quad (3.4)$$

де p_1 і p_2 – тиск рідини в гідроциліндрах;

P – навантаження вирубування;

$F_{\text{ц}}$ – активна площа поршня гідравлічного циліндра;

L – ширина проходу преса;

e – ексцентриситет розміщення різака.

Розв'язуючи разом рівняння (3.3) і (3.4), отримаємо значення тиску в гідроциліндрах:

$$p_1 = \frac{P}{F_{\text{ц}}} \left(\frac{1}{2} - \frac{e}{L} \right), \quad (3.5)$$

$$p_2 = \frac{P}{F_{\text{ц}}} \left(\frac{1}{2} + \frac{e}{L} \right). \quad (3.6)$$

Оцінимо швидкість нарощування перекошення. Процес нарощування тиску в гідравлічних циліндрах лінійний і відбувається за час приблизно 0,2 с [8]. Рідина в правому гідравлічному циліндрі знизиться на величину [18-25],

$$\Delta V_2 = \frac{p_2}{E_p} \cdot V_2, \quad (3.7)$$

де E_p – модуль пружності масла;

V_2 – об'єм масла в правому гідравлічному циліндрі.

Рідина в лівому гідравлічному циліндрі стиснеться на величину:

$$\Delta V_1 = \frac{p_1}{E_p} \cdot V_1, \quad (3.8)$$

де V_1 – об'єм масла в лівому гідравлічному циліндрі.

Кожний гідравлічний циліндр відстане за рахунок стискання рідини на величину:

$$\Delta X = \frac{\Delta V}{F_{\text{ц}}}. \quad (3.9)$$

Різні величини відставання гідравлічних циліндрів призводить до перекошення, величина якого визначається з наступного виразу:

$$\varphi = \frac{\Delta X_2 - \Delta X_1}{L}, \quad (3.10)$$

підставляючи значення з (3.7), (3.8), (3.9) в (3.10), отримаємо:

$$\varphi = (p_2 \cdot V_2 - p_1 \cdot V_1) / (F_{\text{ц}} \cdot E_p \cdot L). \quad (3.11)$$

Продиференціювавши ліву і праву частину рівняння по часу, отримаємо:

$$\frac{d\varphi}{dt} = (V_2 \frac{dp_2}{dt} - V_1 \frac{dp_1}{dt}) / F_{\text{ц}} \cdot E_p \cdot L, \quad (3.12)$$

якщо тиск в гідравлічних циліндрах змінюється лінійно, то і кут перекошення змінюється також лінійно, з постійною швидкістю. З постійною

швидкістю необхідно зливати рідину з лівого випереджаючого гідравлічного циліндра.

За час вирубаня 0,2 с перекошення зміниться на величину 4 мм на прохід преса, рівним 1600 мм. Якщо масло не зливати з випереджаючого гідравлічного циліндра перекошення в кінці вирубаня складе:

$$\varphi = \frac{4\text{мм}}{1600\text{ мм}} = 2,5 \cdot 10^{-3}.$$

Об'єм масла, який необхідно злити з лівого гідравлічного циліндра, складе:

$$V_{\text{злив}} = \varphi \cdot L \cdot F_{\text{ц}}, \quad (3.13)$$

$$V_{\text{злив}} = 2,5 \cdot 10^{-3} \cdot 1,8 \cdot 0,01 = 45 \cdot 10^{-6} = 45 \text{ см}^3.$$

Об'ємна швидкість зливання з постійним перекошенням 0,5 мм на перехід преса:

$$Q_{\text{злив}} = \frac{V_{\text{злив}}}{0,2 \text{ с}}, \quad (3.14)$$

$$Q_{\text{злив}} = \frac{V_{\text{злив}}}{0,2 \text{ с}} = \frac{45}{0,2} = 225 \text{ см}^3/\text{с}.$$

Якраз таку об'ємну швидкість зливання повинен забезпечувати пристрій для зниження перекошення траверси.

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

3.1.2 Визначення діаметра слідкуючого золотника

Зливання рідини з випереджуючого гідроциліндра буде відбуватися через одну слідкуючу кромку золотника.

Об'ємні витрати рідини через слідкуючий золотник визначаються з формули [19, 22, 25]:

$$Q_3 = \mu \cdot f \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}}, \quad (3.15)$$

де μ – коефіцієнт витрат, для циліндричних золотників $\mu = 0,63$;

f – площа прохідного перерізу щілини;

ΔP – перепад тиску на щілині;

ρ – густина масла, $\rho = 890 \text{ кг/м}^3$.

Перепад тиску на щілині золотника знаходимо з умови, що з боку входу золотника тиск відповідатиме тискові в ближньому до різака гідравлічному циліндрі. Тоді:

$$Q_3 = \mu \cdot f \sqrt{\frac{2p_1}{\rho}}. \quad (3.16)$$

Лінійну зміну тиску в віддаленому від різака гідроциліндрі можна виразити:

$$p_1 = P_{10} + (P_{1\max} - P_{10}) \frac{t}{0,2}, \quad (3.17)$$

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

де P_{10} – тиск в початку вирубання;

$P_{1\max}$ – тиск в кінці вирубання;

t – текучий час.

При максимально можливому перекошенні ($e = 0,6$ м) мінімальне значення тиску p_1 буде (3.5):

$$P_{1\min} = \frac{180 \cdot 10^3}{10^{-2}} \left(\frac{1}{2} - \frac{0,6}{1,8} \right) = 3 \text{ МПа.}$$

Мінімально прохідний переріз щілини золотника визначається з (3.16):

$$f_{\min} = \frac{Q_3 \cdot \sqrt{P}}{\sqrt{2} \cdot \mu \cdot \sqrt{P_{1\min}}}, \quad (3.17)$$

$$f_{\min} = \frac{225 \cdot 10^{-6} \cdot \sqrt{890}}{1,41 \cdot 0,63 \cdot \sqrt{3 \cdot 10^6}} = 4,41 \cdot 10^{-6} (\text{м}^2) = 4,41 \text{ мм}^2.$$

Для циліндричного золотника площа щілини визначиться з виразу [12]:

$$f = \pi d_{\text{зол}} \cdot X_{\text{зол}}, \quad (3.18)$$

де $X_{\text{зол}}$ – зміщення слідкуючого золотника з нульовим перекриттям;

$d_{\text{зол}}$ – діаметр слідкуючого золотника.

Мінімальний потрібний діаметр слідкуючого золотника визначається за формулою::

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

$$d_{\text{зол.мин}} = \frac{f_{\text{зол}}}{\pi \cdot X_{\text{зол}}} \quad (3.19)$$

При коефіцієнті зворотного зв'язку тросової системи рівним одиниці, якщо розходження гідравлічних циліндрів буде рівне зміщенню золотника з нульовим положенням $X_{\text{зол}} = 0,5$ мм. А мінімальний діаметром золотника визначається:

$$D_{\text{зол.мин}} = \frac{4,41 \cdot 10^{-6}}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3}} = 2,8 \cdot 10^{-3} (\text{м}) = 2,8 \text{ мм.}$$

Такий діаметр золотника дуже малий.

Виберемо золотник більшого діаметру.

Приймаємо стандартний золотник з втулкою марки Г61-41 для слідкуючих систем матеріалізованих верстатів з діаметром слідкуючого золотника 16 мм і нульовим перекриттям кромки золотника [19, 21, 22, 25].

2.1.3 Вибір необхідної жорсткості троса

На схемі (рис.3.2) показана передача руху троса на золотник.

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

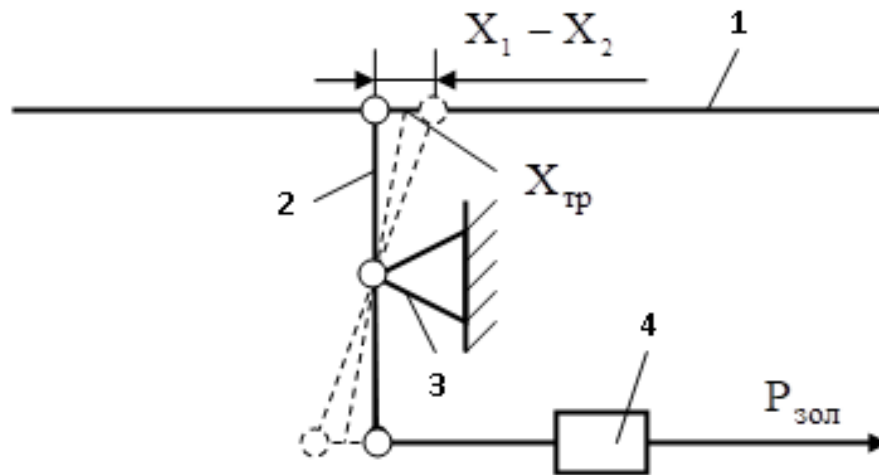


Рисунок 3.2 - Передача руху троса на золотник

При виникненні перекошення траверси пресу трос 1 переміщується і повертає важіль 2 навколо опори 3. Другим кінцем важіль прикріплений і переміщує золотник 4 вліво. Величина зміщення буде складати X .

При зміщенні золотника з'являється осьова сила, яка діє на золотник зі сторони закриття зливного отвору P .

Сила P передається на трос і розтягує його, відповідно золотник менше відкривається і гідродинамічна сила P яка виникає при витіканні з золотника робочої рідини і діюча на золотник в сторону його закриття визначається [22]:

$$P = 2d X \Delta P \mu \cos \alpha, \quad (3.20)$$

де d – діаметр золотника;

X – відкриття вікна в золотнику;

ΔP – перепад тисків;

μ – коефіцієнт витрат для циліндричних золотників;

α – кут направлення струї до осі золотника $\alpha = 69^\circ$.

При зміщенні $X_1 - X_2$ золотник через витяжку троса під дією сили $P_{зол}$ зміститься на меншу величину. Тоді:

$$X_{зол} = (X_1 - X_2) - \Delta X_{тр}. \quad (3.21)$$

Сили діючі на важіль зі сторони троса і зі сторони золотника рівні по абсолютній величині:

$$P_{зол.} = C_{тр} \cdot \Delta X_{тр}. \quad (3.22)$$

Підставимо (3.21) і (3.22) в рівняння (3.20), отримаємо:

$$2 \pi d_{зол} \mu X_{зол} \Delta P \cos \alpha = C_{тр} [(X_1 - X_2) - X_{зол}].$$

Тоді:

$$X_{зол} = \frac{C_{тр} \cdot (X_1 - X_2)}{C_{тр} + 2 \cdot \pi d_{зол} \cdot \mu \cdot \Delta P \cdot \cos \alpha}, \quad (3.23)$$

або

$$X_{зол} = \frac{X_1 - X_2}{1 + \frac{2 \cdot \pi d_{зол} \cdot \mu \cdot \Delta P \cdot \cos \alpha}{C_{тр}}}. \quad (3.24)$$

Щоб отримати якісну систему зниження перекошення, зміщення золотника повинно дорівнювати зміщенню $(X_1 - X_2)$. Ми бачимо що необхідно підвищувати жорсткість тросу.

Приймаємо жорсткість тросу $C_{тр} = 10$ Н/м як найменшу. Який трос може забезпечити таку жорсткість. Якщо взяти суцільний сталевий дріт, то:

$$C_{mp} = \frac{F_{mp}}{\Delta X_{mp}} = \frac{F_{mp}}{\frac{F_{mp} \cdot \ell_{mp}}{E_{mp} \cdot S_{mp}}} = \frac{E_{mp} \cdot S_{mp}}{\ell_{mp}}, \quad (3.25)$$

де S_{mp} – площа поперечного перерізу дроту;

ℓ_{mp} – довжина тросу;

E_{mp} – модуль Юнга для сталюого дроту, $E_{mp} = 2 \cdot 10^{11} \frac{H}{M^2}$, [21].

З (3.25) знайдемо:

$$S_{mp} = \frac{e \cdot C_{mp}}{E_{mp}} 0,22, \quad (3.26)$$

$$S_{mp} = \frac{4,5 \cdot 10^4}{2 \cdot 10^{11}} = 2,25 \cdot 10^{-7} (M^2) = 0,22 \text{ мм}^2.$$

Тоді:

$$d = \sqrt[2]{\frac{4 \cdot S_{mp}}{\pi}}, \quad (3.27)$$

$$d = \sqrt[2]{\frac{4 \cdot 0,22}{3,14}} = 0,6 \text{ (мм)}.$$

Діаметр дроту дуже малий, прийнемо дріт $d = 1,5$ мм.

$$S_{mp} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} =, \quad (3.28)$$

$$S_{mp} = \frac{3,14 \cdot 1,5^2}{4} = 1,17 \text{ мм}^2,$$

тоді жорсткість дроту буде:

$$C_{mp} = \frac{2 \cdot 10^{11}}{4,5} \cdot 1,17 \cdot 10^{-6} = 7800 \text{ Н/м.}$$

3.2 Динамічний розрахунок параметрів пристрою для зменшення перекошення траверси гідравлічного пресу

Цей розрахунок зводиться до перевірки швидкодії системи, при значному дійсному початковому перекошенні перевіримо чи встигне система за час вирубаня – 0,2 с зменшити перекошення траверси до максимального допустимого значення – 0,5 мм на прохід траверси.

Швидкість зміни кута перекошення прямопропорційна швидкості зливання рідини з випереджаючого гідрощитка і зворотню пропорційна різниці швидкостей зміни об'єму стискання рідини в гідравлічних циліндрах.

Можна записати наступне:

$$\varphi = \frac{d(\Delta V_2 - \Delta V_1)}{dt \cdot F_{ц} \cdot L} - \frac{Q_{злив.}}{F_{ц} \cdot L}, \quad (3.29)$$

або

$$\varphi = \frac{(V_2 \cdot \frac{dP_2}{dt} - V_1 \cdot \frac{dP_1}{dt})}{F_{ц} \cdot E_p \cdot L - \frac{Q_3}{F_{ц} \cdot L}} \quad (3.30) \text{ Арк.}$$

Вип.

Підпис

Дата

ДПКМ07.00.00.000.ПЗ

32

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

При лінійному змінненні тиску P_2 і P_1 в правій частині рівняння (3.30) прийме наступний вигляд:

$$\varphi = A - Q_3 / F_{\text{ц}} \cdot L. \quad (3.31)$$

Але:

$$\begin{aligned} Q_3 &= \mu \cdot f \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot P_1}{\rho}} = \mu \cdot \pi \cdot d_{\text{зол}} \cdot X_{\text{зол}} \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{P_1} / \sqrt{\rho} = \sqrt{2} \cdot \pi \cdot \mu \cdot d_{\text{зол}} \cdot X_{\text{зол}} \times \\ &\times \sqrt{P_1} / \sqrt{\rho} = \left(\frac{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot \mu \cdot d_{\text{зол}}}}{\sqrt{\rho}} \right) \cdot \sqrt{P_1} \cdot \phi \cdot L = \left(\frac{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot \mu \cdot d_{\text{зол}} \cdot L}}{\sqrt{\rho}} \right) \cdot \sqrt{P_1} \cdot \phi = \\ &= B_1 \cdot \sqrt{P_1} \cdot \phi, \end{aligned} \quad (3.32)$$

де

$$B_1 = \frac{\sqrt{2} \cdot \pi \cdot \mu \cdot d_{\text{зол}} \cdot L}{\sqrt{\rho}}, \quad (3.33)$$

$$B_1 = \frac{1,41 \cdot 3,14 \cdot 0,63 \cdot 16 \cdot 10^{-3} \cdot 1,8}{\sqrt{890}} = 0,002678 \left(\frac{m \cdot \sqrt[3]{m}}{\sqrt{kg}} \right).$$

де B_1 – постійна величина для даного золотника.

Диференціальне рівняння зміннення кута повороту траверси буде мати наступний вигляд:

$$\phi = A \cdot \frac{B_1}{F_u \cdot L} \cdot \sqrt{P_1} \cdot \phi. \quad (3.34)$$

Позначивши, що:

$$B = B_1 / F_u \cdot L = \frac{0,002678}{1,8 \cdot 10^{-2}} = 0,1488(\sqrt{M/\kappa z}),$$

і врахувавши (3.17) запишемо рівняння в кінцевому вигляді:

$$\phi + B \cdot \sqrt{P_{10} + (P_{1\max} - P_{10}) \cdot \frac{t}{0,2}} \cdot \phi - A = 0. \quad (3.35)$$

Визначимо значення постійної А.

З рівняння (3.5) і (3.6) можна записати:

$$A = \left(-V_2 \cdot \frac{dP_2}{dt} - V_1 \cdot \frac{dP_1}{dt} \right) / F_u \cdot E_p \cdot L = \frac{\left[V_2 \cdot \frac{dP}{dt} \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{\ell}{L} \right) / F_u - V_1 \cdot \frac{dP}{dt} \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{\ell}{L} \right) / F_u \right]}{F_u \cdot E_p \cdot L} =$$

$$= \frac{2 \cdot V \cdot \ell}{F_u^2 \cdot E_p \cdot L^2} \cdot \frac{dP}{dt}, \quad (3.36)$$

де

$$V = V_1 = V_2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

Швидкість збільшення навантаження на траверсу визначається з максимального навантаження і часу виконання операції вирубування.

Відповідно:

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк. 45
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$\frac{d \cdot P}{d \cdot t} = \frac{P_{\max}}{0,2}, \quad (3.37)$$

$$\frac{d \cdot P}{d \cdot t} = \frac{P_{\max}}{0,2} = \frac{180 \cdot 10^3}{0,2} = 0,9 \cdot 10^6 \text{ (н/с)}.$$

Тоді

$$A = \frac{2 \cdot V}{F_{\text{ц}}^2 \cdot L^2 \cdot E_p} \cdot \frac{dP}{dt} \cdot \ell, \quad (3.38)$$

$$A = \frac{2 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,9 \cdot 10^6}{10^{-4} \cdot 3,24 \cdot 18 \cdot 10^8} \cdot \ell = 0,00617 \cdot \ell \text{ 1/с}.$$

Операцію вирубаня виконуємо на відстані 0,6 м вправо від центру проходу. Тоді:

$$A = 0,00617 \cdot \ell, \quad (3.39)$$

$$A = 0,00617 \cdot 0,6 = 0,0037 \text{ (1/с)}.$$

Кінцевий тиск в гідроциліндрі, що випереджає буде залежати від місця розташування різака. Відповідно:

$$P_{\max} = \frac{P_{\max}}{F_{\text{ц}}} \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{\ell}{L} \right), \quad (3.40)$$

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$P_{\max} = \frac{180 \cdot 10^3}{10^{-2}} \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{0,6}{1,8} \right) = 3 \text{ (МПа)} .$$

Чисельним інтегруванням диференціального рівняння за допомогою методу Рунге – Кутта четвертого порядку на електроннообчислювальній машині з використанням стандартного пакету програм Math PLUS 6.0 Pro розв'язуємо неоднорідне нелінійне диференціального рівняння (3.25) яке буде мати наступний вигляд:

$$\frac{d\varphi}{dt} = A - B \cdot \sqrt{P_{10} + (P_{1\max} - P_{10}) \cdot \frac{t}{0,2}} \cdot \varphi_0 . \quad (3.41)$$

За даною формулою отримуємо залежність зміни кута перекошення траверси пресу від часу вирубаня, при відомих величинах А і В, $P_{10} = P_{10} = 10^5 \text{ Па}$, $P_{1\max} = P_{1\max} = 3 \cdot 10^6 \text{ Па}$, $\varphi_0 = \varphi_0 = 2,5 \cdot 10^{-3}$.

Так як жорсткість троса впливає на величину зміщення самого золотника внесемо її в диференціальне рівняння.

Рівняння (3.24) підставимо в диференціальне рівняння (3.41):

$$\frac{d\varphi}{dt} = A - B \cdot \sqrt{P_{10} + (P_{1\max} - P_{10}) \cdot \frac{t}{0,2}} \cdot \varphi_0 \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{2 \cdot \pi \cdot d_3 \cdot \mu \cdot \Delta P \cdot \cos \alpha}{C_{\text{тр}}} \right)}, \quad (3.42)$$

або

$$\frac{d\varphi}{dt} = A \cdot \frac{B \cdot \sqrt{P_{10} + (P_{1\max} - P_{10})} \cdot \varphi_0}{1 + \left[(P_{1\max} - P_{10}) \cdot 2 \cdot \Pi \cdot 0,63 \cdot 0,016 \cdot \cos \left(\frac{69}{180} \cdot \pi \right) \right] \cdot \frac{t}{0,2 \cdot C_{\text{тр}}}}$$

З використанням стандартного пакету програм Mathcad PLUS 6.0 Pro розв'яжемо неоднорідне нелінійне диференціальне рівняння (3.43).

За даною формулою отримаємо залежність зміни кута перекошення траверси преса від часу вирубаня з врахуванням жорсткості троса. Розрахунки були проведені для трьох різних діаметрів дроту 0,6; 1; 1,5 мм і відповідно різних жорсткостей цих дротів.

3.3 Розрахунки на міцність та вибір стандартних складових пристрою для зменшення перекошення траверси гідравлічного пресу

Необхідно виконати розрахунки навантажень на блоках системи, вибрати по розрахункових навантаженнях троса. Вибрати і розрахувати шків та довжину тросу.

Визначити діаметр осі для блоків, вибрати підшипники кочення та шківів і розрахувати діаметри болтів для кріплення блоків на платформі.

3.3.1 Вибір тросу та його конструктивні параметри

Визначення реакцій, що виникають в опорах шківів.

Розглянемо як діють сили натягу троса на опори шківів, що розміщені на рухомій траверсі пресу зібраних в блоки. На рис.3.4 показано розкладання діючих зусиль на блокові.

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк. 48
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

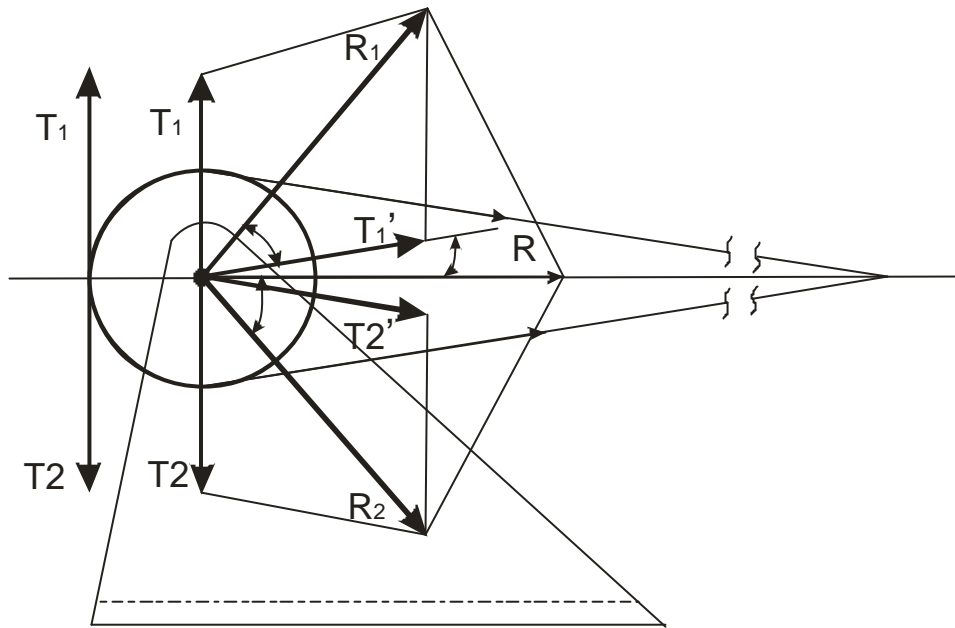


Рисунок 3.4 – Сили, які діють на натяг тросу

Припустимо, що сила натягу тросу приблизно буде рівною 300 Н. Тоді:

$$T_1 = T_2 = 30 \text{ кг. Тоді } R_1 = R_2.$$

При побудові кута β :

$$\beta = \arctg \cdot \frac{r}{\lambda}, \quad (3.44)$$

$$\beta = \arctg \cdot \frac{45}{566} = 4,55^\circ,$$

кут α

$$\alpha = (90^\circ - \beta) \cdot 1/2, \quad (3.45)$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

БРМА23.00.00.000 ПЗ

Арк.

49

$$\alpha = (90 - 4,55) \cdot \frac{1}{2} = 42,8^\circ.$$

Визначимо сили R_1 :

$$R_1 = 2 \cdot (T_1 \cdot \sin \alpha), \quad (3.46)$$

$$R_1 = 2 \cdot (300 \cdot \sin 42,8) = 0,407 \text{ (кН)},$$

кут α' :

$$\alpha' = 90^\circ - (\alpha + \beta'), \quad (3.47)$$

$$\alpha' = 90^\circ - (42,8^\circ + 4,5^\circ) = 47,28^\circ.$$

Тоді рівнодіюча сила визначається:

$$R = (R_1 \cdot \sin \alpha'), \quad (3.48)$$

$$R = (0,407 \cdot \sin 47,28^\circ) = 0,301 \text{ (кН)}.$$

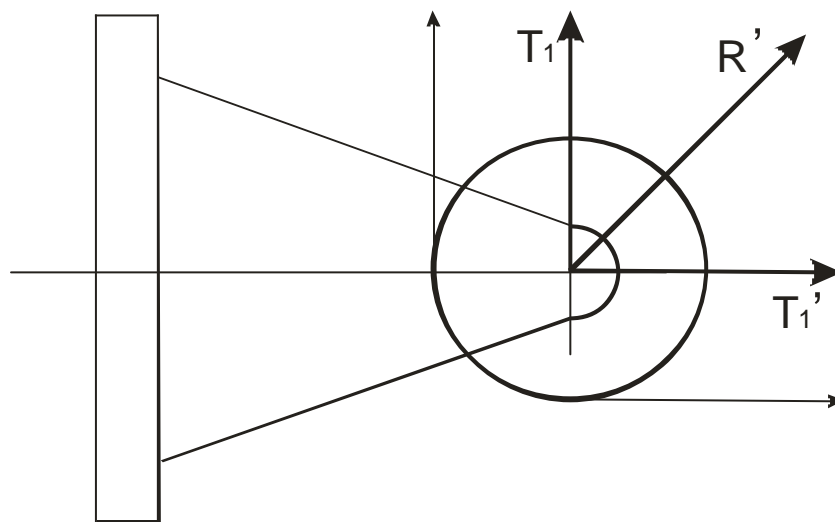


Рисунок 6.5 – Сили, що діють на опорі шківів

Так як нижній блок є нерухомо закріпленим на корпусі пресу, то на блок будуть діяти тільки сили натягу тросу. На рис.3.5 показано сили, що діють на опорі шківів.

Рівнодіюча сила при $T_1 = 0,03$ кН. Відповідно:

$$R' = \sqrt{T_1^2 + T_1'^2} = \sqrt{2 \cdot T^2}, \quad (3.49)$$

$$R' = \sqrt{2 \cdot 0,03^2} = 0,424 \text{ (кН)}.$$

Тоді найбільше розрахункове навантаження буде рівним:

$$P_{\max} = R'_1 + R'_2 + R_3 + R_4, \quad (3.50)$$

де $R'_1 = R'_2 = R = 0,301$ кН - реакція рухомих блоків;

$R_3 = R_4 = R' = 0,424$ кН - реакція нерухомих блоків;

$$P_{\max} = 2 \cdot 0,301 + 2 \cdot 0,424 = 1,45 \text{ кН}.$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Вибір тросу. Вибераємо трос з найбільших розрахункових навантажень.
Трос повинен мати велику жорсткість при навантаженні. Тоді:

$$P_{\max} = \frac{R'_p}{K}, \quad (3.51)$$

де R'_p - розривне зусилля тросу;

$K = 5$ - коефіцієнт запасу міцності для легкого режиму роботи [14].

При відомих найбільших розрахункових навантаженнях буде:

$$R'_p = P_{\max} \cdot K, \quad (3.52)$$

$$R'_p = 1,45 \cdot 5 = 7,25 \text{ кН}.$$

Вибераємо трос з розривним зусиллям 8 кН, що відповідає $\varnothing 2,5$ мм по ГОСТу 3062-72 [19, 21, 22, 25].

Визначення розмірів шківів.

Трос витримує тільки визначену кількість перегинів. Тому він повинен вільно огинати шків з деяким радіусом згину.

Виходячи з придатності служби тросу і умов роботи [14]:

$$\frac{D_{\text{ш}}}{d_T} = (25 \div 35) \Rightarrow D_{\text{ш}} = (25 \div 35) \cdot d_T, \quad (3.53)$$

тоді:

$$D_{\text{ш}} = (25 \div 35) \cdot 2,5 = 68,5 \div 90 \text{ (мм)}.$$

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Приймаємо $D_{ш} = 90$ мм.

Конструкція шківів повинна забезпечувати вільне набігання на них тросу і виключити небезпеку випадання тросу. В зв'язку з цим діаметр шківа профілюють і розміри повинні відповідати діаметру троса, згинаючого шківа. По прийнятим залежностям можна визначити розміри профілю канавки шківа, (рис.3.6).

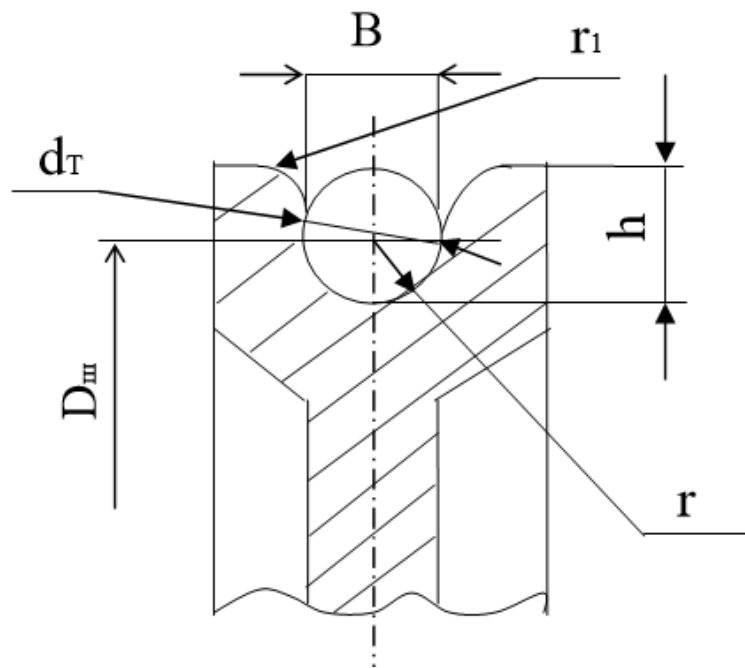


Рисунок 3.6 – Профіль канавки шківа

Глибина h визначається з виразу:

$$h = (1,6 \div 2) \cdot d_{т}, \quad (3.54)$$

$$h = (1,6 \div 2) \cdot 2,5 = 4 \div 5 \text{ мм},$$

приймаємо: $h = 4,8$ мм.

Розмір B :

$$B = (1,2 \div 2,5) \cdot d_T, \quad (3.55)$$

$$B = (1,2 \div 2,5) \cdot 2,5 = 3 \div 6,25 \text{ мм},$$

приймаємо: $B = 3 \text{ мм}$.

Радіус лунки r рівняється:

$$r = (0,5 \div 0,6) \cdot d_T, \quad (3.56)$$

$$r = (0,5 \div 0,6) \cdot 2,5 = 1,25 \div 1,5 \text{ мм},$$

приймаємо: $r = 1,25 \text{ мм}$.

Визначення довжини тросу.

Довжина тросу, (рис.3.7):

$$\begin{aligned} \zeta &= h_1 + h + \ell + L + \ell + H + \ell + L + \ell + H + \ell + \ell + \ell + h + h_1 = \\ &= 2 \cdot h_1 + 2 \cdot h + 6 \cdot \ell + 2 \cdot L + 2 \cdot H + L_1, \end{aligned} \quad (3.57)$$

де $h_1 = 126 \text{ мм}$ – довжина натяжного гвинта;

$h = 140 \text{ мм}$ – відстань від натяжного гвинта до рухомого блоку
(прийнято конструктивно);

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		54

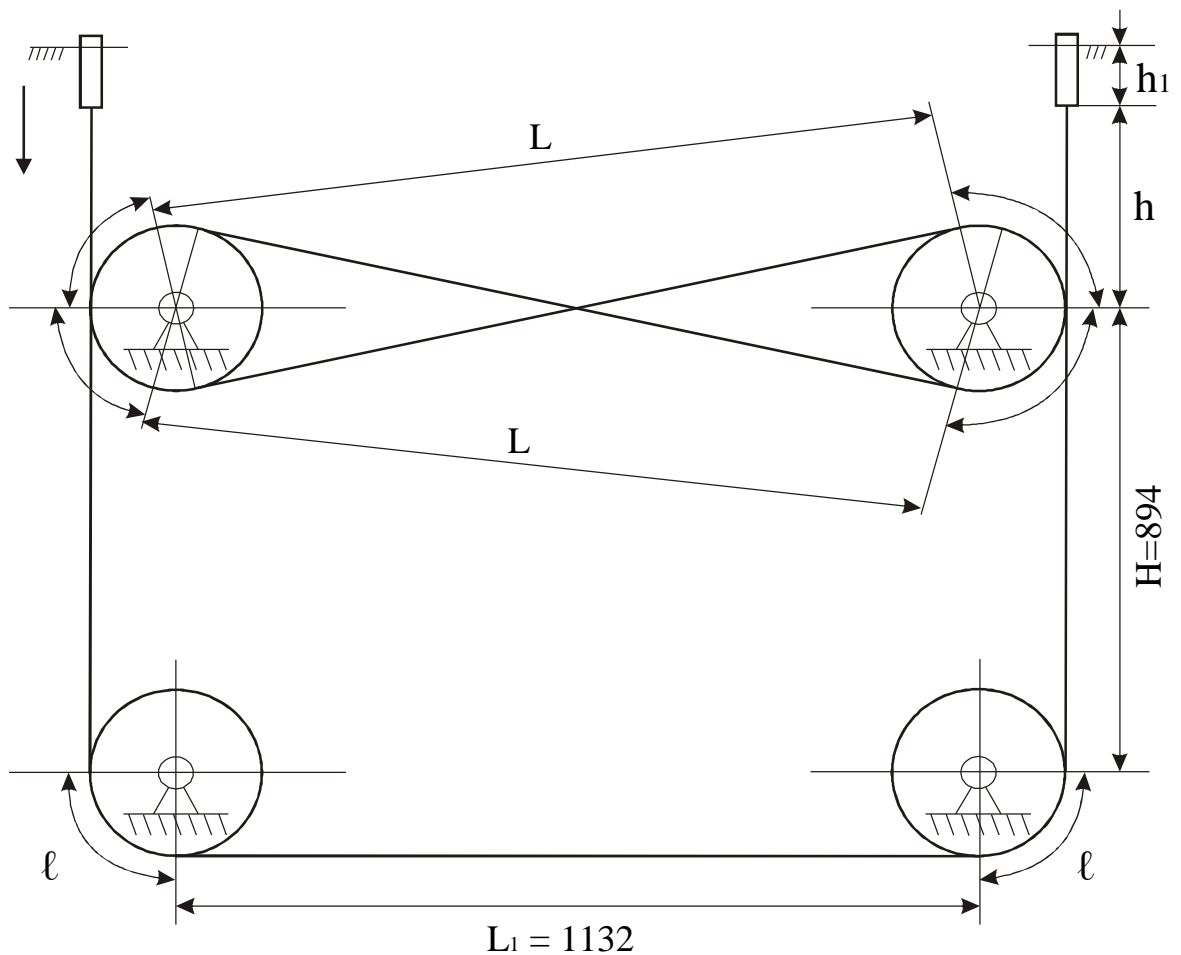


Рисунок 3.7 – Розрахунок довжини тросу

$\ell = 67,5$ мм – довжина дуги блоку охватування тросу має $\frac{1}{4}$ довжини кола по діаметру впадини канавки;

$$\ell_{\text{кол}} = 2 \cdot \pi \cdot r, \quad (3.58)$$

$$\ell_{\text{кол}} = 2 \cdot 3,14 \cdot 43 = 270,64 \text{ мм.}$$

$L = 1135,3$ мм – довжина тросу, яка проходить по верхнім шківам в одному напрямку;

довжина довжина тросу визначається наступним чином:

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

$$L = 2 \cdot \sqrt{\left(\frac{D_{\text{ш}}}{2}\right)^2 + \left(\frac{L_1}{2}\right)^2}, \quad (3.59)$$

$$L = 2 \cdot \sqrt{\left(\frac{90}{2}\right)^2 + \left(\frac{1132}{2}\right)^2} = 1135,3 \text{ (мм)}.$$

$H = 894$ – відстань між осями верхніх шківів і нижніх (визначається конструктивно),

$L_1 = 1132$ мм – відстань між осями нижніх шківів (визначається конструктивно);

$$\zeta = 2 \cdot 126 + 2 \cdot 140 + 6 \cdot 67,5 + 2 \cdot 1135,3 + 2 \cdot 894 + 1132 = 5127,6 \text{ мм}.$$

Для забезпечення натягування тросу і регулювання натягування і положення кульки приймаємо: $\zeta = 5130$ мм.

3.3.2 Визначення діаметра вісі шківів та вибір підшипників

Так як на нижній нерухомий блок діють тільки сили натягу троса і навантаження на вісь шківа буде більшим ніж в рухомих блоках, то приймаємо для розрахунків $R' = 0,424$ кН.

З розрахунку вісі на згин, діаметр вісі буде обчислюватись за наступною формулою:

$$d_{\text{вісі}} = \sqrt[3]{\frac{P \cdot l}{0,8 \cdot [\sigma_{\text{зг}}]}}, \quad (3.60)$$

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		56

де $P = R' = 0,424$ кН – навантаження на вісь шківів;

$\ell = 30$ мм – відстань між опорами;

$$[\sigma_{зг}] = (0,4 \div 0,46) \cdot \sigma_{в}, \quad (3.61)$$

$\sigma_{в} = 0,42$ кН/мм² для сталі 20 [21],

Тоді:

$$[\sigma_{зг}] = (0,4 \div 0,46) \cdot 0,42 = 0,16 \div 0,19 \text{ (кН/мм}^2\text{)}.$$

Приймаємо $[\sigma_{зг}] = 0,17$ кН/мм² для статичного навантаження.

Відповідно:

$$d_{вісі} = \sqrt[3]{\frac{0,424 \cdot 30}{0,8 \cdot 0,17}} = 4,54 \text{ мм}.$$

Приймаємо діаметр вісі $d_{вісі} = 5$ мм, з врахуванням коефіцієнта запасу міцності прийнятого $K = 1,8$ отримуємо:

$$d_{вісі} = K \cdot d_{вісі}, \quad (3.62)$$

$$d_{вісі} = 1,8 \cdot 5 = 9 \text{ (мм)}.$$

2.3.3 Частота обертання рухомих блоків

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк.
					ДПМА 07.00.00.000	57к.
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		

Так як хід траверси складає $h = 70$ мм в хв, то травеса здійснює 60 подвійних ходів, то $(2 \cdot 60) \cdot 70 = 8400$ мм/хв, або 0,14 м/с – це буде лінійна швидкість траверси:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000 \cdot 60}, \quad (3.63)$$

де $d = 86$ мм – діаметр шківів по жолобу,

$V = 0,14$ – лінійна швидкість траверси.

Визначаємо частоту обертання шківів: за наступною формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot 60 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (3.64)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 60 \cdot 0,14}{3,14 \cdot 86} = 31,1 \text{ хв}^{-1}.$$

З отриманих даних було вибрано підшипник для кріплення шківів на вісі $\varnothing 9$ мм, частота обертання шківів $n = 31,1 \text{ хв}^{-1}$ з статичним навантаженням не менше 0,45 кН.

По ГОСТу 8338-75 прийнято підшипник радіальний однорядний № = 29 легкої серії $d = 9$ мм; $D = 29$ мм; $C = 0,21$ мм; $C_0 = 0,17$ кН; $n = 25000 \text{ хв}^{-1}$ [18].

3.3.4 Визначення діаметрів болтів для прикріплення блоків

Блоки закріплюються на траверсі двома болтами.

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк. 58
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Схема взаємодії сил показана на рис.3.8.

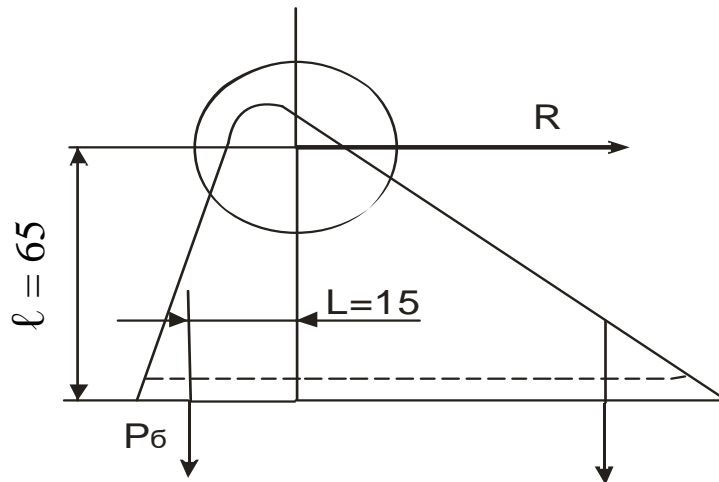


Рисунок 3.8 – Взаємодія сил

Визначимо діаметр болтів з сталі Ст.3 при неконтрольованому зтягуванні.

З правил статички зводимо силу R до центру ваги болтового з'єднання. Тоді отримуємо силу, що прикладена до центру ваги $M = R \cdot \ell \cdot I$ – сила і момент врівноважуються силою зтягування болта.

Припускаємо що $M_1 = M_2$. Тоді:

$$R \cdot \ell = P_b \cdot L. \quad (3.65)$$

Сила зтягування болта визначається за формулою:

$$P_b = \frac{R \cdot \ell}{L}, \quad (3.66)$$

$$P_b = \frac{0,3 \cdot 65}{15} = 1,3 \text{ кН} .$$

З таблиці допустимих осьових навантажень R_6 для затягування болтів із Ст. 3 діаметром М8 –1,5 [18].

3.3 Висновки до третього розділу

В даному розділі здійснюються розрахунки, що підтверджують працездатність пристрою для зменшення перекошення траверси вирубного пресу. Проводиться статичний розрахунок параметрів пристрою для зменшення перекошення траверси гідравлічного пресу, динамічний розрахунок параметрів пристрою для зменшення перекошення траверси гідравлічного пресу. Здійснюються розрахунки на міцність та вибір стандартних складових пристрою для зменшення перекошення траверси гідравлічного пресу.

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Вирубні преси з рухомою траверсою, що використовуються на підприємствах взуттєвої промисловості не забезпечують паралельного переміщення траверси відносно стола пресу при ексцентричному розміщенні різака, що призводить до багатьох недоліків та небажаних наслідків.

В першому розділі розглянута будова пресів та системи синхронізації руху траверси, що на них використовуються.

В другому розділі розроблена нова гідрокінематична схема для зниження перекошення траверси вирубного пресу. Це є додатковий пристрій для якого основними є параметри, що визначають його якість і точність роботи. Визначено швидкість дії пристрою в залежності від його параметрів і значення часу вирубання. Дані параметри підібрані для удосконалення вирубних пресів траверсного типу, що використовуються на підприємствах легкої промисловості.

Проведені в третьому розділі розрахунки підтверджують працездатність пристрою, що розробляється.

Запропонований пристрій забезпечує зниження перекошення верхньої траверси відповідно до прийнятих технологічних параметрів. Він є простим і не вносить суттєвих змін в конструкцію преса.

Додатковий пристрій може використовуватися як і для удосконалення пресів, що використовуються на підприємствах взуттєвого виробництва, так і для нових.

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Виробництво якісного взуття [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.0542.ua/news/2887490/virobnictvo-akisnogo-vzutta>
2. Вирубні преси [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://shvejnik.com.ua/ua/virubni-presi>
3. Обладнання для взуттєвого виробництва: основа для успішного бізнесу [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://analitic.ub.ua/31130-obladnannya-dlya-vzuttevogo-virobnictva-osnova-dlya-uspishnogo-biznesu.html>
4. Обладнання для виробництва взуття [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://nanogermansystem.com/uk/leather-press>
5. Вирубний гідравлічний взуттєвої прес для шкіри [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://android72.ru/allinnews/td-bm&com&uu/blogs/virubnij/uk/vyrubka-virubnij-gidravlicnij-vzuttevoi-pres-dla-skiri-pvg-8/>
6. Гідравлічний вирубний прес для шкіри [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.cowboysew.com/ukr-product8a.htm>
7. Воронін Г.Ф., Сівченко Н.А., Баканов Н.І. Перекос траверс вирубних пресів легкої промисловості. Технологія легкої промисловості, 1981, №5. С. 130.
8. Петров Н.В., Семеніхін В.Ф., Соков О.А. Експериментальні дослідження синхронізації гідравлічного преса для вирубування низу взуття. Шкіряно-взуттєва промисловість, 1984, №8. С. 52-54.
9. Санжаровський А.В., Іванов В.А., Комісаров А.І. Динамічні навантаження вирубувальних пресів траверсного типу. Шкіряно-взуттєва промисловість, 1987, №10. С. 29-31.

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

10. Петров Н.В., Соков О.А. Система синхронізації рухів циліндрів гідравлічного пресу для вирубування деталей низу взуття. Шкіряно-взуттєва промисловість, 1988, №8. С. 63-65.

11. Санжаровський А.В., Бельський П.В. Вплив параметрів гідравлічних систем на перекиє траверси вирубувальних пресів. Шкіряно-взуттєва промисловість, 1986, №3. С. 33-36.

12. Санжаровський А.В., Бельський П.В. Аналіз системи підживлення дозатора вирубувальних пресів. Шкіряно-взуттєва промисловість, 1989, №6. С. 51-53.

13. Патент ФРН №1094402 МСІ4В, опублікований у 1962 р.

14. Вырубний прес. Патент Великобританії №1035876, МКІ В31F/B30, 1968 р.

15. Гідравлічний прес. Патент Великобританії №1440075, МКІ В30В15/24, 1987 р.

16. Гідравлічний вирубний прес. Патент СРСР №1224182, МКІ В30В15/24, 1986 р.

17. Скрицький В.П., Рокшевський В.Я. Синхронізація виконавчих органів машин та механізмів. - К.: Наукова думка, 1973. – 132 с.

18. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2-е вид., переробл. - Кривий Ріг: Видавець ФО-П Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.

19. Срібнюк С. М. Гідравлічні та аеродинамічні машини. Основи теорії та застосування. – К.: Цул, 2022. – 328 с.

20. Рогалевич Ю.П. Гідравліка: підручник для студ. вищ. навч. закладів / Ю.П. Рогалевич. - К. : Вища школа, 1993. - 255 с.

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

21. Мотуз І.К. Гідравліка і гідравлічні машини в довідках і таблицях: навч. посіб. для студ. енергомехан. і технол. спец. / І.К. Мотуз. - К.: 1996. - 260 с

22. Кулінченко В.Р. Гідравліка та гідравлічні машини в розрахунках і конструюванні: навч. посібник для студ. вузів України / В.Р. Кулінченко, І.К. Мотуз; Український держ. ун-т харчових технологій. - К. : 1996. - 624 с.

23. Науменко І.І. Гідравліка: підручник для студ. вищих навч. закл., які навч. за спец. "Гідротехнічне будівництво", "Гідромеліорація" та "Гідроенергетика" / І.І. Науменко; Національний ун-т водного господарства та природокористування. - Рівне: НУВГП, 2005. - 476 с.

24. Гідравліка, гідро- та пневмопривод. - К.: Знання, 2009. - 502 с.

25. Дідур В.А. Гідравліка. - Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. - 622 с.

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

					БРМА23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		