

Хмельницький національний університет
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Розробка технології виготовлення деталі кріплення запасного колеса автомобіля

Рівень вищої освіти	бакалавр
Галузь знань	27 «Транспорт»
Спеціальність	274 «Автомобільний транспорт»
Освітня програма	«Автомобільний транспорт»

Шифр КРБАТ 2522017. 000 ПЗ

Виконав студент 3-го курсу
група АТзс 22-2
Шифр

Підпис

Михайло ЗАБОЛОТНИЙ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник к.т.н., доц.
Науковий ступінь, звання

Підпис

Олег БАБАК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер

Підпис

Олег МАКОВКІН
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
Завідувач кафедри ТАМ
Назва

Підпис

Олександр ДИХА
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Дата 9.06.25

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Галузь знань 27 – Транспорт

Спеціальність – 274 Автомобільний транспорт

Рівень вищої освіти – Перший бакалаврський

Освітньо-професійна програма – Автомобільний транспорт

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри TAM

проф., д.т.н. Диха О.В.

20 02

2025 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Заболотньому Михайлу Романовичу

Прізвище, ім'я, по батькові

1. Тема роботи «Розробка технології виготовлення деталі кріплення запасного колеса автомобіля»

керівник роботи

Бабак Олег Петрович к.т.н., доцент

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

Затверджено наказом ректора університету від 7 лютого 2025р. № 23 (Д26)

2. Строк подання студентом роботи на кафедру 10 червня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи Матеріали переддипломної практики; робочі креслення досліджуваних деталей; нормативно – технологічна документація по розбиранню, дефектації, складанню і регулюванню вузла дослідження; вимоги з охорони праці і безпеки роботи при виконанні ремонтних робіт; техніко – економічні показники роботи підприємства.

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

1. Аналіз існуючих видів запасних коліс; 2 Аналіз технологічних варіантів виготовлення деталі; 3. Розробка технологічного процесу; 4. Вибір обладнання і засобів автоматизації; 5. Розробка конструкції штампового оснащення; 6. Безпека і екологічність технічного об'єкту; 7. Економічна частина.

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

Графічна частина роботи представлена у вигляді презентації на слайдах

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання _----

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва розділу кваліфікаційної роботи	Строки виконання	Примітка
1	<i>Літературний огляд</i>	<i>20.05.2025</i>	
2	<i>Технологічний розділ</i>	<i>25.05.2025</i>	
3	<i>Конструкторський розділ</i>	<i>30.05.2025</i>	
4	<i>Оформлення розрахунково-пояснювальної записки</i>	<i>2.06.2025</i>	
5	<i>Оформлення презентації кваліфікаційної роботи</i>	<i>5.06.2025</i>	
6	<i>Нормоконтроль кваліфікаційної роботи</i>	<i>9.06.2025</i>	
7	<i>Підписання розділів. Затвердження дати захисту</i>	<i>10.06.2025</i>	

Студент

_____ Підпис

Керівник роботи

 _____ Підпис

Михайло ЗАБОЛОТНИЙ
Ім'я, прізвище

Олег БАБАК
Ім'я, прізвище

РЕФЕРАТ

Бакалаврська робота студента групи АТзс 22-2 Заболотнього Михайла на тему: «Розробка технології виготовлення деталі кріплення запасного колеса автомобіля»

У випускній роботі розроблено технологічний процес та конструкцію штампового оснащення для виготовлення деталі «Кронштейн запасного колеса» легкового автомобіля з використанням засобів автоматизації.

Метою даної кваліфікаційної роботи є зниження собівартості виготовлення деталі з допомогою збільшення продуктивності шляхом впровадження засобів автоматизації та скорочення операцій.





У технологічній частині проекту проведено перевірку деталі на технологічність, визначено форми та розміри вихідної заготовки, коефіцієнт використання металу, також було розраховано енергосилові параметри щодо операцій технологічного процесу. У роботі був проведений вибір необхідного технологічного обладнання та засобів автоматизації, наведено їх технічні характеристики. По штапвовій оснастці були визначені виконавчі розміри робочих частин штампів, обрані матеріали та способи термообробки деталей штампів. Запропоновано заходи щодо охорони праці. В економічній частині було розраховано собівартість виготовлення деталі «Кронштейн запасного колеса» автомобіля. Визначено розміри капіталовкладень для її виробництва за існуючою та проектною технологіями, проведено їх порівняння.

Обсяг пояснювальної записки – 69 сторінок, кількість рисунків – 20, таблиць – 4, додатків – 1, кількість джерел згідно із переліком посилань – 18.

Перелік ключових слів: КРОНШТЕЙН ЗАПАСНОГО КОЛЕСА, ШТАМПОВА ОСНАСТКА, ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ, ТЕХНОЛОГІЯ ВІДНОВЛЕННЯ

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Аналіз існуючих видів запасних коліс.....	9
1.1 Особливості керованості автомобіля після заміни запасного колеса....	12
1.2 Правила використання запасного колеса.....	12
1.2.1 Важливість своєчасної заміни колеса.....	14
1.2.2 Покрокова інструкція із заміни колеса.....	15
1.3 Місце де в машині знаходиться запасне колесо.....	16
2 Аналіз технологічних варіантів виготовлення деталі.....	18
2.1 Аналіз технологічності деталі.....	18
2.2 Аналіз існуючої технології виготовлення деталі технологічний процес виготовлення деталі.....	19
2.3 Виявлення недоліків існуючої технології виготовлення деталей.....	27
3 Розробка технологічного процесу.....	29
3.1 Схема запропонованого технологічного процесу.....	29
3.2 Визначення форми та розмірів вихідної заготовлі.....	32
3.3 Проектування раціонального розкрою металу та визначення коефіцієнта використання металу (KIM).....	34
4 Вибір обладнання і засобів автоматизації.....	37
4.1 Вибір типорозміру та основні технічні характеристики.....	37
4.2 Вибір засобів автоматизації та основні характеристики.....	37
4.3 Опис роботи автоматичної лінії та планування ділянки штампування...40	
5. Розробка конструкції штампового оснащення.....	43
5.1 Склад, конструкція та робота штампового оснащення.....	44
5.2 Розрахунки на міцність і вибір матеріалів деталей штампів.....	45

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ			
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Розроб.		Заболотний			Розробка технології виготовлення деталі кріплення запасного колеса автомобіля	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Бабак					4	75
Реценз.						ХНУ група АТзс 22-2		
Н. Контр.		Маковкін						
Затверд.		Диха						

5.2.1 Розрахунок опорної поверхні головки пуансона на зминання.....	45
5.2.2 Розрахунок пуансону на стиск у найменшому перерізі.....	45
5.3 Вибір матеріалів деталей штампу.....	46
5.4 Визначення числа та розташування пружних елементів.....	47
5.5 Визначення центру тиску штампу.....	48
5.6 Визначення виконавчих розмірів інструменту.....	50
6 Безпека і екологічність технічного об'єкту.....	51
6.1 Технологічна характеристика об'єкту.	51
6.2 Ідентифікація виробничо-технологічних та експлуатаційних професійних ризиків.....	51
6.3 Методи та технічні засоби зниження професійних ризиків.....	52
6.4 Забезпечення пожежної безпеки технічного об'єкта	53
6.5 Ідентифікація екологічних факторів технічного об'єкту.....	55
6.6 Розроблені організаційно-технічні заходи щодо зниження негативного антропогенного впливу технічного об'єкта на довкілля.....	55
7. Економічна частина.....	58
7.1 Порівняльна характеристика технологічних варіантів.....	58
7.2 Розрахунок собівартості штампового оснащення.....	59
7.3 Вихідні дані для розрахунку собівартості продукції.....	59
7.4 Вихідні дані про штампове оснащення.....	61
7.5 Розрахунок необхідної кількості обладнання, коефіцієнта завантаження, чисельності робітників-операторів та штампового оснащення..	62
7.6. Розрахунок технологічної собівартості двох порівнюваних варіантів	63
7.7 Структура собівартості порівнюваних варіантів.....	66
7.8 Розрахунок капітальних вкладень.....	66
7.9 Розрахунок показників економічної ефективності варіанта, що проектується.....	68

Висновок.....	70
Список використаної літератури.....	71
Додаток.....	75

					<i>КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		6

ВСТУП

Процес обробки металів тиском – це надання матеріалу необхідної форми, розмірів та фізико-механічних властивостей без порушення його суцільності шляхом пластичної деформації .

У сучасному машинобудуванні і металообробці холодне листове штампування займає одне з провідних місць за обсягом металу, що переробляється, за кількістю і масою деталей машин, що виготовляються.

Номенклатура деталей, одержуваних листовим штампуванням, дуже численна та різноманітна. Вона включає плоскі та просторові деталі. Дрібні деталі годинної промисловості та приладобудування та великогабаритні деталі автомобільної промисловості.

Не дивлячись на те, що при температурах холодною штампування опор деформуванню приблизно на порядок більше, ніж при кувальних температурах, холодне листове штампування знаходить все більше застосування в промисловості, тому що в результаті отримують деталі з гарною якістю поверхні (відсутність окалини) і високої точності (малі температурні деформації). Отримання виробів штампуванням дозволяє максимально наблизити вихідну форму заготовки до форми та розмірів готової деталі і тим самим зменшити або повністю виключити дорогі операції із втратою металу у стружку .

Збільшення виробництва виробів, одержуваних холодним листовим штампуванням, досягається удосконаленням окремих операцій виготовлення та всього технологічного процесу, застосуванням багатопозиційного автоматизованого обладнання та складних суміщено-комбінованих штамсів, застосування яких значно знижує трудомісткість виготовлення деталей [17].

Використання засобів автоматизації дозволяє значно знизити трудомісткість виготовлення деталей, зменшити можливість травматизму та покращити умови праці під час виконання штампувальних робіт.

Метою даної кваліфікаційної роботи є зниження собівартості

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

виготовлення деталі з допомогою збільшення продуктивності шляхом впровадження засобів автоматизації та скорочення операцій.

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1 Аналіз існуючих видів запасних коліс

Запасне колесо необхідне на випадок, якщо якась шина автомобіля буде випадково пошкоджено. Особливо висока така ймовірність при частій їзді поганою дорогою. У сучасних умовах запасне колесо представлене кількома різновидами. Серед них:

- Повноцінне запасне колесо;
- "Докатка";
- Також авто може комплектуватись ремонтним комплектом.



Рисунок 1.1 - Повноцінне запасне колесо

Автомобіль може бути оснащений повноцінним запасним колесом, яке за своїми параметрами нічим не відрізняється від стандартних коліс в основному комплекті. Фахівці рекомендують брати його з собою, якщо має бути далека дорога. Повноцінна запаска у разі поломки основного колеса дозволяє продовжити рух, не переживаючи за безпеку їзди.

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

При виборі повноцінної запаски бажано купувати ту, яка має той самий розмір і модель, що й основні. У разі неможливості такої покупки необхідно придбати шину аналогічного розміру, що забезпечує можливість доїхати до найближчої точки продажу або шиномонтажу.

Тут варто сказати про органайзера. Даний аксесуар дозволяє зручно розмістити навколо та в самій запасці інструменти, омивач, знак аварійної зупинки та інше. Організатор у запаску може складатися з різної кількості відділень, а також бути призначеним під конкретну марку авто.



Рисунок 1.2 - «Докатка»

Основне призначення «докатки» можна зрозуміти вже із самої назви. Її функція полягає в тому, щоб водій міг без проблем доїхати до найближчого сервісного центру. На ній можна їхати на швидкості не більше 80 км/год, оскільки параметри такої запаски не збігаються з характеристиками покришок із комплекту. «Докатка» має такі відмінності від стандартного колеса:

- Менше за шириною.

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

- Тиск в двічі більше стандартного.
- Слабке згладжування поштовхів при їзді нерівною дорогою.
- Знижена керованість.

Найменші розміри необхідні для того, щоб запасна покришка займала менше місця у багажнику. Але при цьому автовласнику доведеться миритися з погіршенням керованості через різницю в зчепленні з дорожнім полотном.

Рисунок 1.3 - Ремонтний комплект

Ремкомплект є штатний набір, до якого входять такі елементи:

- Герметик у балончику.
- Базові інструменти для ремонту та гумові (резинотканинні) деталі для герметизації шини.

Балончик при підкачуванні підключають до шлангу. Повітря надходить усередину покришки разом із герметиком, який застигає та «пломбує» місце пробоїни. Ремкомплект підходить тільки для ремонту точкових проколів, причому тільки на протекторі. Якщо поріз буде на боковині, полагодити шину в такий спосіб не вдасться.

					<i>КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

1.1 Особливості керуваності автомобіля після заміни запасного колеса

Якщо запаска для авто представлена "докаткою", то керуваність автомобіля знижується. Це пов'язано з тим, що змінюється рівень зчеплення шини з дорогою. Пляма контакту в нього менше повноцінного колеса із комплекту. Залишає бажати кращого і комфорту руху — все з тих же зрозумілих причин.

Найчастіше виробники комплектують авто однією запаскою. Можливе і повноцінне запасне колесо, призначене для літньої їзди. Взимку вони можуть призвести до деяких складнощів в керуванні автомобілем. Залежно від місця встановлення можуть спостерігатися різні порушення керуваності:

Запасні колеса на передній осі. Тут при сильному гальмуванні виникає обертовий ефект - автомобіль просто розвертає навколо меншої по діаметру покришки («докатки») або шини сезонності, що відрізняється.

Запасні колеса на задній осі. У такому разі необхідно побоюватися можливих заметів. Задня вісь виявляється розвантаженою, через що при гальмуванні та вході в повороти задню частину авто може заносити.

Причина таких проблем з керуваністю у різному складі гуми та малюнку протектора. Літня жорсткіша і на морозі дубіє, через що не може забезпечити потрібне зчеплення. Зимова ж м'якша і має більш «розчленований» Рисунок, тому добре чіпляється за засніжене та крижане покриття.

У разі повноцінного запасного колеса, призначеного спеціально для зими, важливо, щоб воно повністю збігалось з основними колесами з комплекту. Якщо покришки відрізнятимуться, це відразу відчується з перших метрів їзди. Особливо за різниці шипованого комплекту і не шипованої шини.

1.2 Правила використання запасного колеса

Запасне колесо – це обов'язковий елемент оснащення автомобіля, який

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

може виручити у разі проколу або пошкодження однієї з шин. На поганих дорогах ймовірність такої ситуації зростає, тому важливо не лише мати запасне колесо, а й правильно вибрати тип. У цій статті ми розберемо основні види запасних коліс, їх особливості та правила використання.



Рисунок 1.4 - Правила використання запасного колеса

Якщо взимку вам таки доведеться використовувати літню запаску або «докатку», краще встановлювати їх на задню вісь. Це правило діє навіть у випадках, коли пошкоджено переднє колесо. Доведеться переставити заднє його місце, а замість заднього — запаску.

З «докаткою» не рекомендується долати великі відстані. Максимум – до найближчого сервісного центру. Також допустимо пересуватися з такою запаскою за коротким маршрутом «робота — будинок», якщо раптом поки що немає можливості придбати нове.

Правила безпеки при зміні колеса. Завжди вибирати безпечне для зупинки місце за межами проїжджої частини. Під час заміни авто має стояти на рівній горизонтальній поверхні. Обов'язково увімкнути аварійну сигналізацію та встановити знак аварійної зупинки. При необхідності підкласти під основу

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

домкрата будь-який твердий предмет, який запобігатиме провалюванню домкрата в ґрунт. Завжди блокуйте колеса за допомогою противідкатних упорів.

Термін зберігання та стан запасного колеса. Запас для авто повинен зберігатися в багажнику. Термін зберігання запаски дорівнює терміну служби стандартних коліс автомобіля, навіть якщо ви її не використовували. Зовні покриття може виглядати нормально, але гума з роками все одно втрачає свої властивості і їздити на ній буде небезпечно.

Пробите колесо – ситуація, яка може застати зненацька будь-якого водія. Якщо у вас є запаска та необхідні інструменти, ви зможете швидко повернутися в дорогу. У цій статті ми розповімо, як правильно зняти пошкоджене колесо та замінити його запасним. Також обговоримо, що робити, якщо у вас немає часу чи бажання займатися цим самотійно.

1.2.1 Важливість своєчасної заміни колеса

Чому важливо замінити спущене колесо одразу? Їзда на проколотій або спущеній шині небезпечна і має ряд негативних наслідків:

- Погіршення керуваності автомобіля та зниження стійкості на дорозі.
- Пошкодження дисків, що може призвести до дорогого ремонту.
- Зниження ресурсу шин – тривалий рух на пошкодженій шині необоротно її псує.
- Збільшення витрат палива через підвищений опір коченню.

За перших ознак пошкодження необхідно безпечно зупинитися, вийти з автомобіля та оцінити ситуацію.

Щоб замінити колесо, важливо мати під рукою:

- Запасне колесо (повнорозмірне або докатування).
- Домкрат.
- Балонний ключ.
- Світловідбивний жилет та знак аварійної остановки.

					<i>КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Додатково:

- Рукавиці для захисту рук.
- Телескопічний гайковий ключ (для зручного відкручування болтів).
- Ліхтарик (якщо процедура проводиться у темряві).
- Покривало або підстилка для колін.

1.2.2 Покрокова інструкція із заміни колеса

1. Забезпечте безпеку

Увімкніть аварійні вогні.

Встановіть знак аварійної зупинки на відстані:

30-50 м на звичайній дорозі,

100 м – на шосе.

Надягніть світловідбивний жилет, якщо перебуваєте в зоні обмеженої видимості.

2. Знайдіть запаску

Запасне колесо зазвичай розташоване:

Під підлогою багажника.

Під днищем автомобіля (рідше). Переконайтеся, що посібник з експлуатації автомобіля знаходиться під рукою – він допоможе швидко розібратися із механізмом кріплення запаски.

3. Ослабте болті

Використовуючи балонний ключ, злегка послабте болті на пошкодженому колесі (до його підйому).

Якщо болті сильно закручені, скористайтеся телескопічним ключем або трубкою для збільшення важеля.

4. Встановіть домкрат

Знайдіть спеціальні точки під порогами, вказані в інструкції до автомобіля.

Встановіть домкрат на рівну та тверду поверхню.

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Підніміть автомобіль так, щоб пошкоджене колесо відірвалося від землі.

5. Зніміть колесо

Повністю викрутіть ослаблені болті та зніміть пошкоджене колесо.

Покладіть його на землю поряд з автомобілем - воно може стати страховкою, якщо домкрат випадково зісковзне.

6. Встановіть запаску

Надягніть запасне колесо на маточину.

Закрутіть болті навкрест, щоб рівномірно зафіксувати колесо.

Опустіть автомобіль із домкрата.

7. Затягніть болті

Після опускання автомобіля затягніть гвинти за допомогою ключа.

Заміна запасного колеса – проста процедура, якщо ви підготовлені. Але для цього важливо заздалегідь перевірити наявність необхідних інструментів у автомобілі. Не ігноруйте пошкодження коліс – своєчасна заміна забезпечити безпеку та комфорт на дорозі.

1.3 Місце де в машині знаходиться запасне колесо

Запасне колесо – один із найважливіших елементів автомобіля, який здатний врятувати від непередбачених проблем на дорозі. Однак, незважаючи на його значущість, багато людей не знають, де саме в авто є запаска. Насправді, місце для розміщення запасного колеса залежить від типу та моделі автомобіля.

Найбільш поширеним місцем зберігання запасного колеса є багажник автомобіля. Однак його розташування може відрізнитися залежно від конструкції багажника. У деяких автомобілях колесо може бути під допоміжною підлогою багажника, в інших – під нижньою частиною багажного відсіку. Зазвичай колесо кріпиться спеціальними ремнями або тримачами, щоб запобігти його руху під час перевезення.

Однак, у деяких автомобілях може бути відсутній окремий багажник або

					<i>КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

2 Аналіз технологічних варіантів виготовлення деталі

2.1 Аналіз технологічності деталі

Під технологічністю слід розуміти сукупність властивостей та конструктивних елементів, які забезпечують найбільш просте та економічне виготовлення деталей за дотримання технічних та експлуатаційних вимог до них [17].

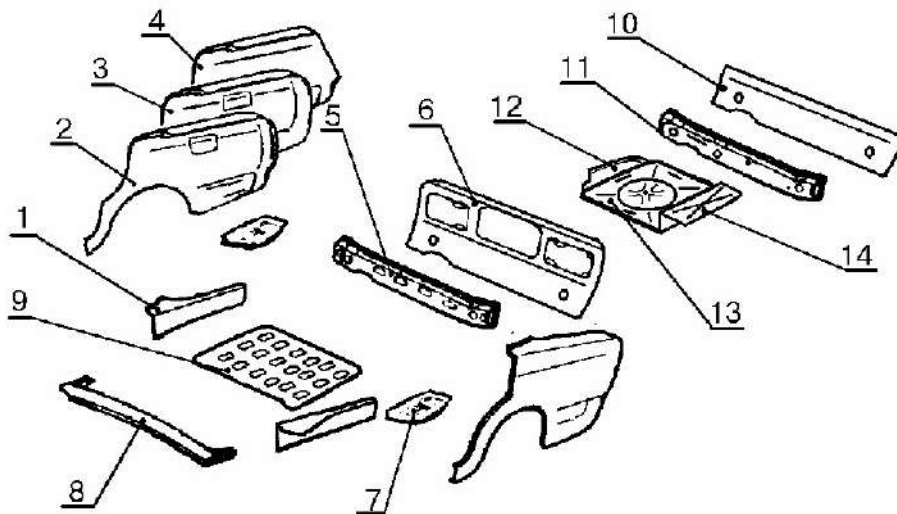


Рисунок 1 – Детали задньої частини кузова

Технічні та експлуатаційні вимоги задаються конструктором.

Результативним показником технологічності є собівартість штампованих деталей[17].

Тому при проектуванні деталей та розробці технологічних процесів слід керуватися такими правилами:

- 1) необхідно уникати складних конфігурацій з вузькими та довгими вирізами контуру або вузькими прорізами $B \geq 2S$, де S -товщина металу;
- 2) при застосуванні цілісних матриць сполучення в кутах внутрішнього контуру слід виконувати радіусом $R 0,5S$, у складених матрицях сполучення робити без закруглень;

									Арк.
									18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

3) допуски на деталі, що штампуються, повинні бути економічно доцільними, тобто. забезпечувати низьку вартість та високу стійкість штампів;

4) необхідно враховувати фактори, що впливають на якість деталей: утяжина, вигин деталі, задирки, зміцнення металу в зоні різання, неоднорідність поверхні зрізу.

Обмеження у можливості та економічності отримання деталей різкою ножицями пов'язані з міцністю основних робочих деталей та їх елементів та технологічністю виготовлення та складання оснастки [17].

Проаналізувавши цю деталь можна дійти невтішного висновку, що вона задовольняє умовам технологічності, отже є технологічною.

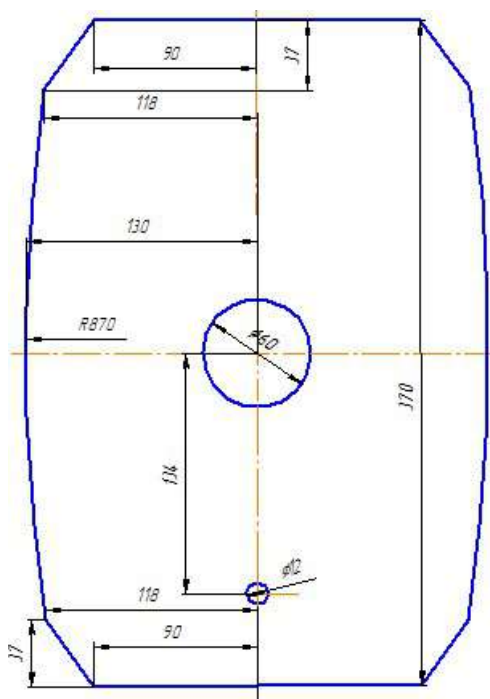


Рисунок 2.1 Шаблон вирубки плоскої заготовки

2.2 Аналіз існуючої технології виготовлення деталі технологічний процес виготовлення деталі

Кронштейн запасного колеса легкового автомобіля складається з наступних операцій:

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

- 1) Вирубвання, пробивання; 2) Витяжка; 3) Пробивання; 4) Обрізання;
 5) Виправлення; 6) Гнучка, правка; 7) Обрізання, пробивання; 8) Пробивання; 9)
 Виправлення, відбортовування

Операція 10 – Вирубвання та пробивання

Ця операція виконується на пресі К-3034 з подачею, із зусиллям МН. Вирубка виконується з лінії 0,8пс шириною 330мм. товщиною 2,5 мм. з кроком подачі 385 мм. Смуга матеріалу 0,8 пс 2,5 х330 подається на рольганг перед пресом. Штампувальник переміщає смугу в робочу зону преса і укладає її в штамп. Тут відбувається пробивання отвору та вирубвання по контуру. Стопа заготовок доставляється до преси для наступної операції.

Схема операції представлена рис. 2.2.

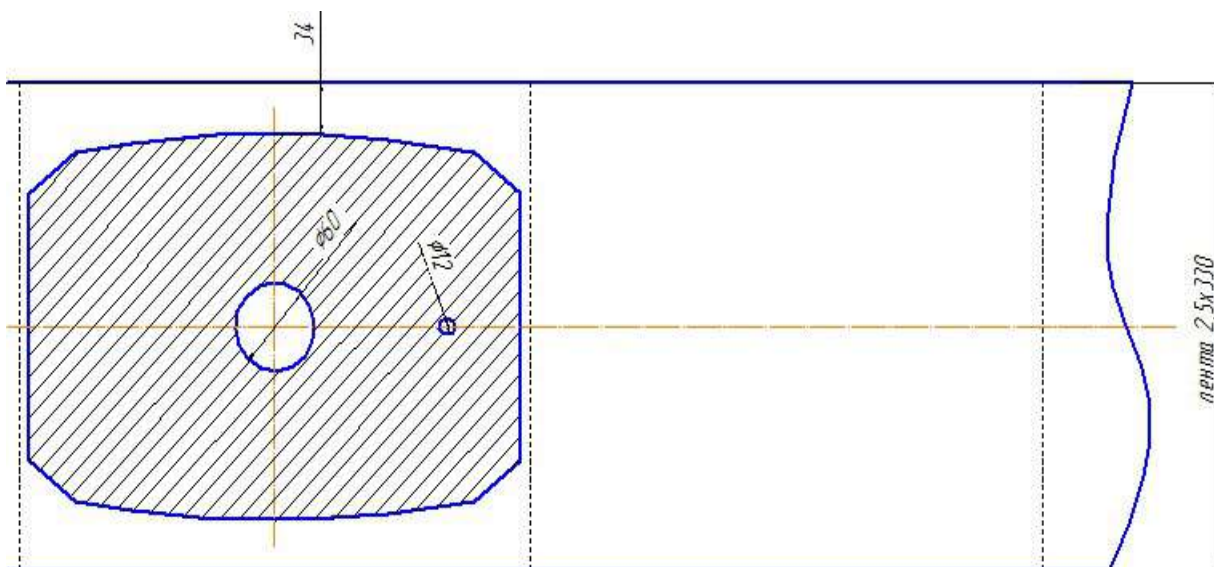


Рисунок 2.2 - Операція 10 -Вирубка-пробивка

Операція 20 – Витяжка.

Ця операція виконується на пресі ГМ-2,5 МН, із зусиллям 0,667 МН.

Пачка заготовок подається на стіл перед пресом. Штампувальник поміщає заготівлю в робочу зону преса і укладає в штамп. На цій операції відбувається витяжка. Видалення відштампованого виробу за допомогою пневмоскидувача. Схема операції представлена на рисунку 2.3.

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

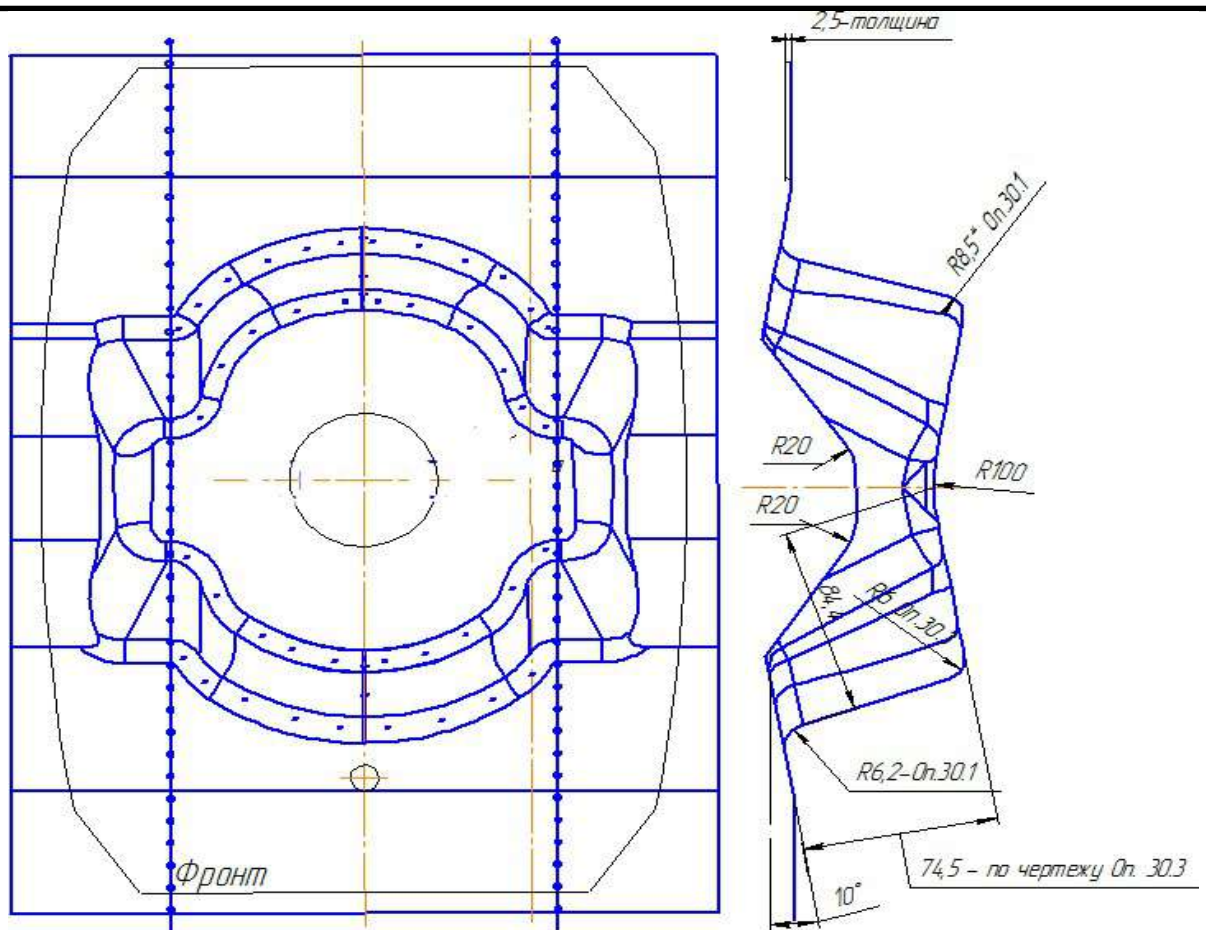


Рисунок 2.3 - Операція 20-витяжка

Операція 30 - Пробивка.

Ця операція виконується на пресі ГМ-2,5 МН, із зусиллям 0,637 МН.

Відштамповані напівфабрикати після витяжки транспортером подаються на стіл перед пресом. Укладання напівфабрикату в штамп проводиться штампувальником вручну, видалення після операції пневмоскидувачем. На цій операції відбувається пробивання. Схема операції представлена на рисунку 2.4.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ

Арк.

21

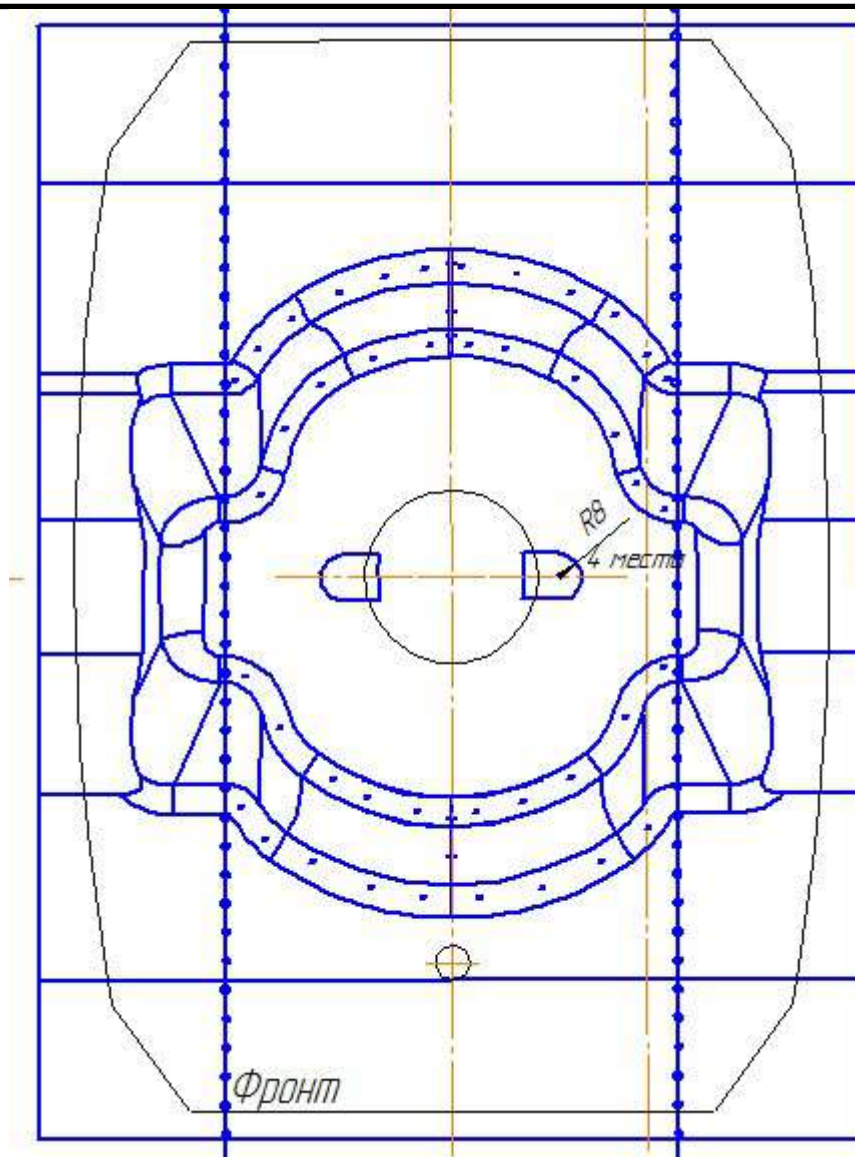


Рисунок 2.4 - Операція 30-Пробивка

Операція 40 - Обрізання.

Ця операція виконується на пресі ГМ-2,5 МН, зусилля операції 0,44 МН.

Напівфабрикати після другої операції з транспортера подаються до преси. Укладання напівфабрикату в штамп проводиться штампувальником вручну, видалення після операції пневмоскидувачем. На цій операції відбувається обрізання. Схема операції представлена на рисунку 2.5.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ

Арк.

22

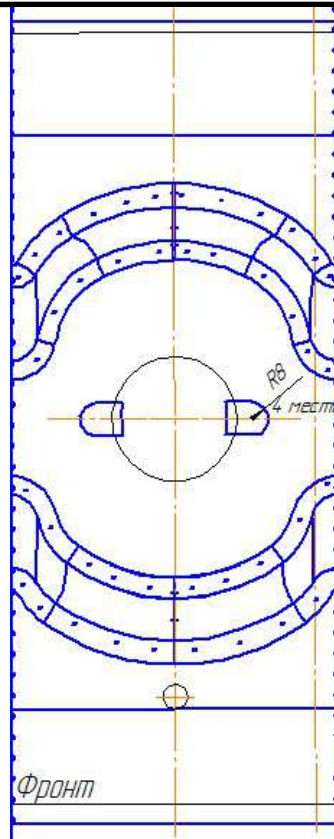


Рисунок 2.5 - Операція 40-обрізання

Операція 50 - Виправлення.

Дана операція виконується на пресі ГМ-2,5 МН, з зусиллям 0,53 МН. Укладання напівфабрикату в штамп проводиться штампувальником вручну, видалення - пневмоскидачем.

На цій операції відбувається правка радіусів та плоских ділянок. Схема операції представлена на рисунку 2.6.

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

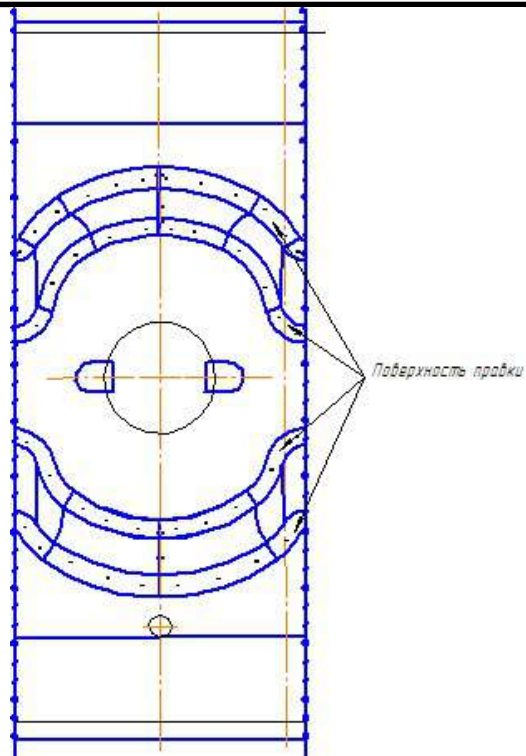


Рисунок 2.6 - Операція 50-Правка

Операція 60 - Гнучка, редагування.

Ця операція виконується на пресі ГМ-2,5 МН, із зусиллям 0,47 МН.

Укладання напівфабрикату в штамп виробляється вручну, видалення - пневмоскидувачем. Схема операції представлена на рисунку 2.7.

Операція 70 - Обрізання, пробивання.

Ця операція виконується на пресі ГМ-2,5 МН, із зусиллям 0,38 МН.

Укладання напівфабрикату в штамп виробляється вручну, видалення - пневмоскидувачем. Схема операції представлена на рисунку 2.8.

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

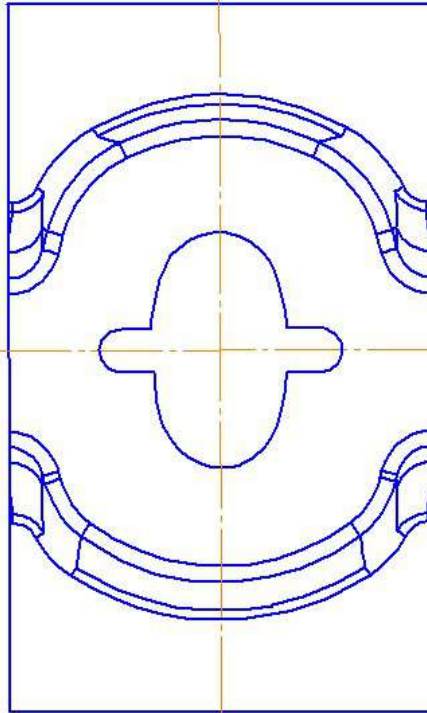


Рисунок 2.7 - Операція 60 -Гнучка-правка

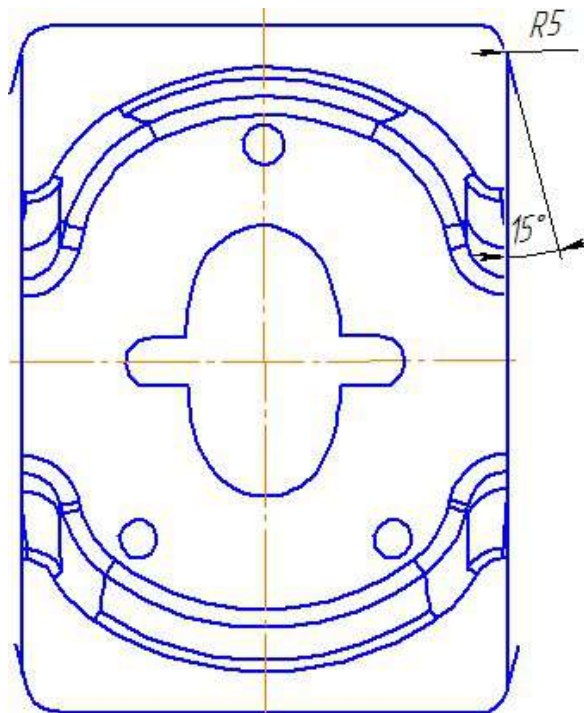


Рисунок 2.8 - Операція 70 - Обрізка-пробивка

Операція 80 - Пробивка.

Ця операція виконується на пресі ГМ-2,5 МН, зусиллям 0,637 МН.

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Укладання напівфабрикату в штамп виробляється вручну, видалення - пневмоскидувачем. Схема операції представлена на рисунку 2.9.

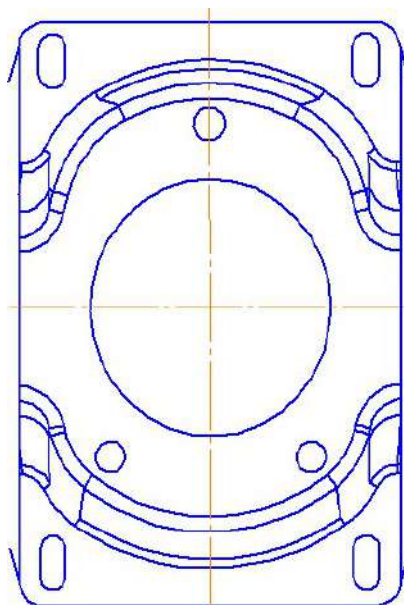


Рисунок 2.9 - Операція 80 - Пробивка

Операція 90 - Виправлення, відгрубкування.

Ця операція виконується на пресі ГМ-2,5 МН, зусиллям 0,45 МН. Укладання напівфабрикату в штамп виробляється вручну, видалення - пневмоскидувачем. Схема операції представлена на рисунку 2.10.

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

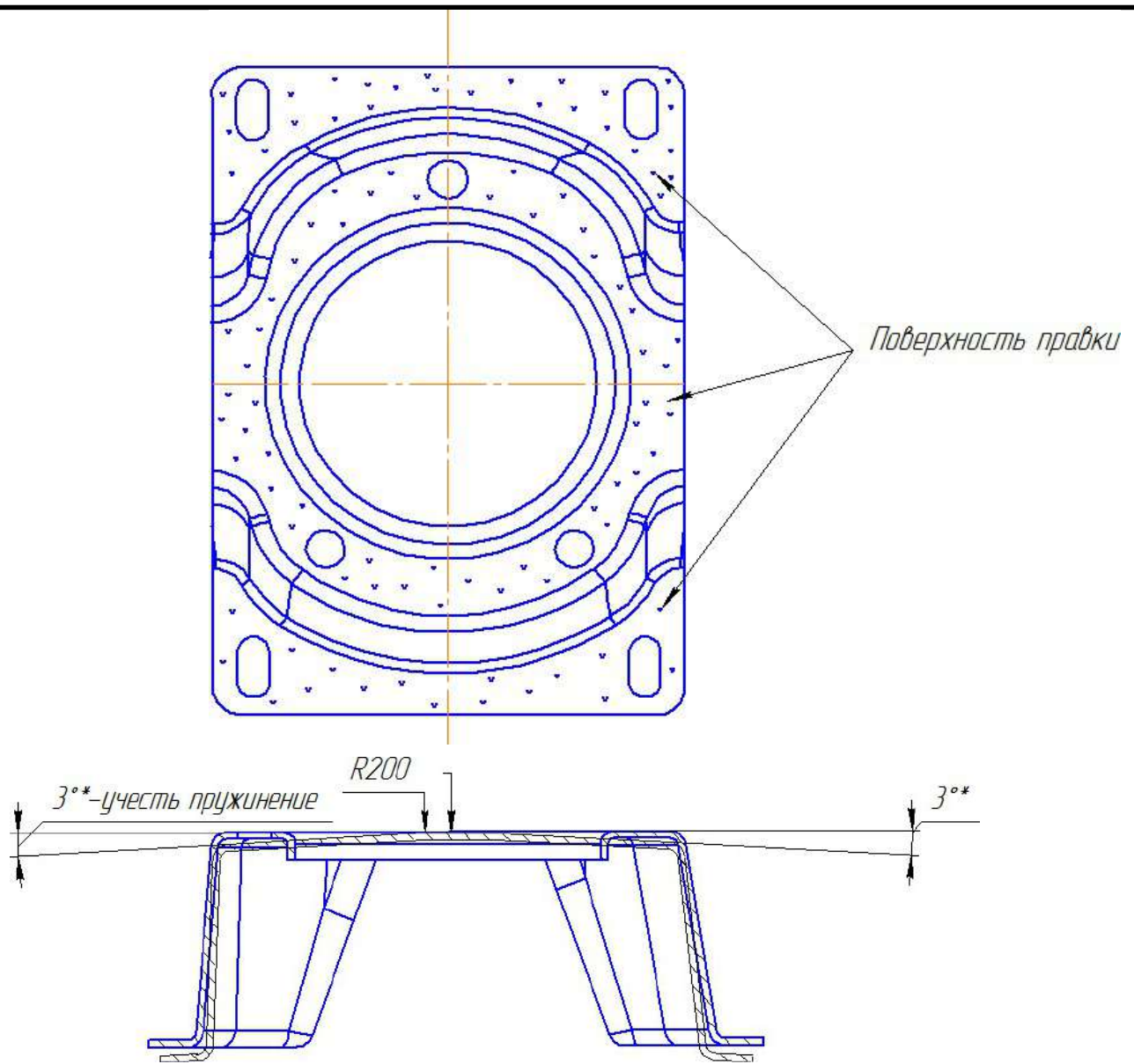


Рисунок 2.10 - Операція 90-Правка-отбортовка

2.3 Виявлення недоліків існуючої технології виготовлення деталей.

Технологічний процес здійснюється з допомогою ручного штампування.

Аналізуючи розглянутий техпроцес, можна виявити такі його недоліки:

- 1) висока трудомісткість виготовлення деталі;
- 2) невисока продуктивність;
- 3) велике кількість операцій, що збільшує час на виробництво деталей;

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

- 4) велика кількість зайнятого для виконання технологічного процесу обладнання та чисельності працюючих;
- 5) великі виробничі площі, які займає устаткуванням;
- 6) процес переналагодження пресів потребує значних часових витрат;
- 7) недосконалі умови праці та небезпека травматизму, т.е. до. використовується ручне штампування.

Завдання випускної кваліфікаційної роботи Проаналізувавши знайдені недоліки розглянутою технології, сформулюємо пропозиції щодо її удосконалення:

- 1) Розробити новий техпроцес виготовлення деталі, з урахуванням знайдених недоліків;
- 2) За розрахованим зусиллям та роботою вибрати відповідне обладнання, а також засоби автоматизації;
- 3) Розробити конструкцію штампового оснащення;
- 4) Розробити математичну модель і керуючу програму для виготовлення деталей спроектованого штампу.
- 5) Перевірити технологічний процес на безпеку та екологічність;
- 6) Провести порівняльний економічний аналіз розглянутого та проектного процесу виготовлення деталі.

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

3 Розробка технологічного процесу

3.1 Схема запропонованого технологічного процесу

Розробка технологічних процесів холодного листового штампування є основою всієї підготовки виробництва[1].

Порівняльна складність та тривалість підготовки виробництва, а також відносно висока вартість штампів вимагають ретельної розробки технологічних процесів та обґрунтованого вибору технічно раціонального та економічно найбільш ефективного варіанту технологічного процесу, що відповідає даному масштабу виробництва[1]. Навіть невеликі подальші зміни технологічних процесів зазвичай призводять до переробки штампів або до проектування та виготовлення нових, що потребує значного часу та обходиться досить дорого[1].

Розробка технологічних процесів холодного листового штампування складається з наступних етапів:

- 1) аналіз технологічності форми чи конструктивних елементів деталі;
- 2) визначення форми та розмірів заготівлі, а також витрати матеріалу при найкращому його використанні;
- 3) розробка найбільш раціонального технологічного процесу, що забезпечує виготовлення потрібних деталей;
- 4) встановлення типу, потужності та габаритів необхідного обладнання;
- 5) виявлення типу та технологічної схеми штампу;
- 6) визначення трудомісткості виготовлення штампованих деталей, а також кількості та розряду виробничих робітників;
- 7) визначення кількості обладнання та його завантаження на річну програму випуску [1].

					<i>КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

При розробці технологічних процесів холодного листового штампування мають бути вирішені такі технологічні питання:[1]

- 1) визначення найбільш вигідного розкрою матеріалу та найменших розмірів заготівлі;
- 2) встановлення характеру, кількості та послідовності операцій;
- 3) вибір ступеня складності операцій;
- 4) встановлення кількості одночасно штампованих деталей;
- 5) визначення операційних розмірів і встановлення операційних допусків[1].

Для усунення основних недоліків існуючого техпроцесу:

- велика кількість зайнятого обладнання та чисельності робітників;
- значні витрати електроенергії для устаткування, що використовується;
- значні виробничі площі;
- невисока продуктивність та несприятливі умови праці ;
- найбільш зручний варіант техпроцесу це автоматизація виробничого циклу з використанням багатопозиційного преса-автомата, оснащеного засобами переміщення напівфабрикату між позиціями.

За результатами штампувань за існуючим варіантом було встановлено, що в низькій частині витяжного переходу металу достатньо для створення необхідного ступеня пластичної деформації для надання потрібної форми і в запропонованому варіанті розмір заготовки можна зменшити, залишаючи незамкнутим витяжний перехід у торцевій частині витяжного отвору, що згодом обрізається виконання операції обрізки.

Пропонований технологічний процес складається з 8 операцій. На другій операції в новому техпроцесі витяжка поєднана з пробивкою двох технологічних отворів, які будуть використовуватися для фіксації виробу на наступних операціях. Таким чином проектний техпроцес містить меншу кількість операцій

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

і виконуватиметься в наступній послідовності:

На першій операції (10) проводиться вирубка заготовки та пробивання технологічних отворів у зоні деталі, яка згодом видаляється при виконанні обрізки-пробивки. Заготівля-стрічка (2,5x300-08ПС), на операції вирубуються контур заготовки і пробиваються два круглі отвори: діаметром 12 мм і 60 мм. (рисунок 3.1).

На наступній операції (301) проводиться витяжка та пробивка 2х фасонних отворів для фіксації на наступних операціях, заготовка набуває форми майбутньої деталі. Фіксація за контуром заготівлі (рисунок 3.2).

Характер і послідовність інших операцій нового техпроцесу не змінюються.

На операції (302) проводиться зразок зайвого металу. Фіксація за формою заготівлі

На операції (303) проводиться правка радіусів. Фіксація заготовки відбувається центральними отворами.

На операції (304) проводиться згинання та правка. Фіксація заготівлі відбувається по центральних отворах. Заготівля набуває остаточного вигляду деталі.

На операції (305) проводиться обрізання полиць та пробивання 3х отворів діаметром 8мм під фіксатори. Фіксація заготовки відбувається центральними отворами.

На операції (306) проводиться пробивання 4х отворів на полицях та центрального отвору діаметром 98,1мм для видалення технологічних отворів. Фіксація заготовки відбувається за отворами отриманими операцією 305.

На операції (307) проводиться правка форми деталі для виправлення пружинення та формоутворення центрального отвору. Фіксація заготовки відбувається центральним отвором.

					<i>КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

деталі проведеним у характерних перерізах та розраховуються аналогічно розрахункам для згинання, без урахування розтягнення утоніння, так як дуже важко точно розрахувати ступінь формоутворень металу в конкретних місцях заготовки, що піддається витяжки. Розрахунок дає збільшені розміри, які коригуються при пробних штампуваннях під час налагодження штампу. Розміри заготівлі визначаються з умови рівності довжини заготівлі довжині нейтрального шару формоутвореної деталі.

Розбиваємо характерні перерізи на ділянки простої геометричної форми та визначаємо довжини прямолінійних ділянок та довжини нейтрального шару закруглених ділянок. Довжина перерізу деталі визначається без відрахування розмірів отворів, що потрапляють у переріз, тобто. Метал вважається суцільним. (Рисунок 3.3; Рисунок 3.4).

Довжина заготовки знаходиться за формулою:

$$L_{\Sigma} = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 \text{ де } l_1 = 15 \text{ мм} - \text{довжина першої ділянки};$$

$$l_2 = 0,017 \cdot \varphi \cdot (r + xS) = 0,017 \cdot 95 \cdot (3,5 + 0,40 \cdot 2,5) = 7,4 \text{ мм};$$

де $\varphi = 95^\circ$ - кут;

$x = 0,40$ коефіцієнт нейтрального шару; $S = 2,5$ мм – товщина матеріалу.

$$l_3 = 74,5 \text{ мм} - \text{довжина третьої ділянки};$$

$$l_4 = 0,017 \text{ мм}$$

$$l_5 = 161 \text{ мм} \text{ довжина п'ятої ділянки};$$

$$l_6 = 0,017 \text{ мм}$$

$$l_7 = 74,5 \text{ мм} - \text{довжина сьомої ділянки};$$

$$l_8 = 0,017 \text{ мм}$$

$$l_9 = 15 \text{ мм} - \text{довжина дев'ятої ділянки};$$

$$L_{\Sigma} = 15 + 7,4 + 74,5 + 7,4 + 161 + 7,6 + 74,5 + 7,6 + 15 = 370 \text{ мм}$$

Ширина заготовки знаходиться за формулою:

$$L_{\Sigma} = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 \text{ де, } l_1 = 35 \text{ мм} - \text{довжина першої ділянки};$$

$$l_2 = 0,017 \cdot \varphi \cdot (r + xS) = 0,017 \cdot 95 \cdot (3,5 + 0,40 \cdot 2,5) = 7,4 \text{ мм};$$

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

де $\varphi = 95^\circ$ - кут;

$x = 0,40$ коефіцієнт нейтрального шару; $S = 2,5$ мм – товщина матеріалу.

$L_3 = 30$ мм – довжина третьої ділянки;

$l_4 = 0,017 \cdot \varphi \cdot (r + xS) = 0,017 \cdot 95 \cdot (3,5 + 0,40 \cdot 2,5) = 7,4$ мм – для середньої лінії четвертої ділянки;

$l_5 = 160$ мм довжина п'ятої ділянки;

$l_6 = 0,017$ мм

$l_7 = 30$ мм – довжина сьомої ділянки;

$l_8 = 0,017$ мм

$l_9 = 35$ мм – довжина дев'ятої ділянки;

$L_{\Sigma} = 35 + 7,4 + 30 + 7,4 + 160 + 7,6 + 30 + 7,6 + 35 = 275$ мм

Виходячи з розмірів деталі та даних виробництва, заготовкою буде стрічка шириною 330 мм. Крок між позиціями вирубки заготівлі з урахуванням перемичок становитиме 374 мм.

3.3 Проектування раціонального розкрою металу та визначення коефіцієнта використання металу (КІМ)

Економія металу та зменшення відходів у холодному листовому штампуванні мають дуже велике значення, особливо у великосерійному та масовому виробництві, тому що при великих масштабах виробництва навіть незначна економія металу на одному виробі дає в результаті велику економію [17].

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

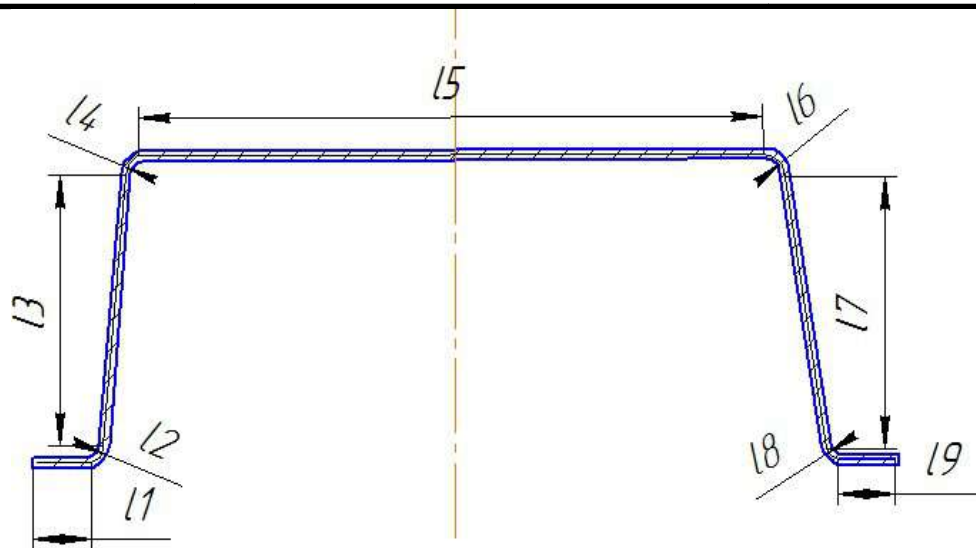


Рисунок 3.3 Перетин по довжині заготовлі

Перетин за шириною заготовки:

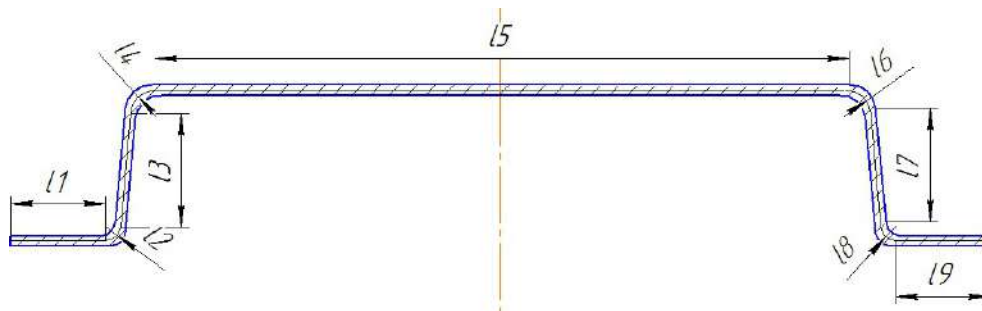


Рисунок 3.4 - Перетин по ширині заготовлі

Вибираємо прямий однорядний тип розкрою. Визначимо ширину стрічки та крок подачі:

$$B = 300 \text{ мм}$$

$$t = 374 \text{ мм}$$

Знайдемо коефіцієнт використання металу:

$$\eta = \frac{F_{\text{дет.}}}{B \cdot t} \cdot 100\% \quad (2.1)$$

де η - коефіцієнт використання металу (КІМ),

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Fдет - площа деталі, Fдет. = 103898 мм²

^{dim.}
B - ширина стрічки, =330 мм

t- Крок подачі, t = 374 мм.

$$\eta = \frac{103898}{300 \times 374} \cdot 100\% =$$

Коефіцієнт використання матеріалу дорівнює 92%, тобто більше, ніж у існуючому варіанті [17].

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

4 Вибір обладнання і засобів автоматизації

4.1 Вибір типорозміру та основні технічні характеристики

При виборі преса виходять із таких міркувань:

- 1) тип преса та величина ходу повзуна повинні відповідати технологічній операції;
- 2) номінальне зусилля преса має бути більшим за зусилля, необхідного для штампування;
- 3) потужність преса повинна бути достатньою для виконання роботи, необхідної для цієї операції;
- 4) прес повинен мати достатню жорсткість (малу пружну деформацію), а для роздільних операцій - також підвищену точність направляючих;
- 5) закрыта висота преса повинна відповідати або бути більшою за закрыту висоту штампу;
- 6) габаритні розміри столу та повзуна преса повинні давати можливість встановлення та закріплення штампу та подачу заготовок, а отвір у столі преса – дозволяти вільне провалювання деталей, що штампуються;
- 7) кількість ходів преса має забезпечувати досить високу продуктивність штампування;
- 8) залежно від роду роботи має бути передбачено наявність спеціальних пристроїв та пристроїв;
- 9) зручність та безпека обслуговування преса повинні відповідати вимогам охорони праці.

Отже, основними механічними параметрами вибору преса є: зусилля, робота, жорсткість, величина ходу, закрыта висота і розміри столу преса[8].

Оскільки преси виготовляють у певному інтервалі за номінальним зусиллям, то зазвичай при виборі преса розрахункове зусилля не відповідає точно номінальному зусиллю. Тому прес беруть свідомо більшого зусилля, ніж

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

потрібно з розрахунку. Застосування сильнішого преса забезпечує підвищену жорсткість і менше пружинення станини, а отже, і більшу стійкість штампів, особливо для роздільних операцій. Застосування преса більшого зусилля, ніж потрібно за розрахунком, оберігає від поломки при випадковому попаданні більш товстої заготівлі, що має важливе значення для згинання з калібруванням, рельєфною та просторовою правкою [1].

Також необхідним параметром для вибору преса є величина ходу преса. Ходом преса називається рух повзуна преса вниз і вгору, що виробляється за один оберт кривошипа. Продуктивність пресів вимірюється кількістю ходів за хвилину. Великою ходом преса називається шлях, пройдений повзуном в одному напрямку. Вибір преса за величиною ходу має особливе значення для витяжних та згинальних робіт, що вимагають великого ходу преса. Зазвичай величина ходу преса для витяжки береться в 2,5 рази більше висоти деталі, що витягується, щоб забезпечити зручність установки заготовки і видалення готової деталі [1].

При виборі обладнання слід враховувати розбіжності центру тиску штампів з віссю повзуна. У цьому випадку виникає перекидальний момент, що збільшує бічне зусилля, а отже, і бічне зміщення повзуна преса та верхньої частини штампів[1].

Горизонтальна жорсткість преса залежить від конструкції напрямних преса та повзуна. Сучасні швидкохідні штампувальні автомати мають вісім напрямних площин, забезпечених роликівими напрямними та пристроєм для точного регулювання. У цих пресів різко знижено бічні вібрації повзуна, що значно розвантажує напрямні колонки штампів і дозволяє отримати високу стійкість твердосплавних штампів[1].

Обладнання підбирається за максимально розрахованим зусиллям на операціях. Заздалегідь вибирається прес-автомат із більшим зусиллям, ніж необхідно на операції. Це необхідно для того, щоб забезпечити підвищену жорсткість і меншу пружну деформацію станини, а, отже, і більшу стійкість

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

штампів. А також надлишок зусилля оберігає від поломки при попаданні більш товстої заготовки.

В даному випадку сумарне зусилля дорівнює 5,056 МН. Вибір прес-автомата необхідно враховувати, щоб кількість операцій відповідала кількості робочих позицій на автоматі [1].

З усього перерахованого вибираємо обладнання – прес-автомат ФТ2/60М зусиллям 6,0 МН.

Таблиця 4.1. Основні характеристики обладнання

Характеристика	Значення
Загальне зусилля	6,0 МН
Зусилля кожної позиції	2.0 МН
Число позицій	8 шт
Величина регулювання утримувача штампів	80мм
Відстань між позиціями	500 мм
Хід повзуна	400 мм
Глибина витяжки	140 мм
Число ходів	12-32 хід/хв
Повна закрита висота повзуна	840 мм
Тиск повітря в мережі	5 атм
Товщина монтажної плити	125 мм
Рівень підхоплення деталі	

4.2 Вибір засобів автоматизації та основні характеристики

Автоматизація процесів листового штампування дозволяє суттєво покращити виробничі та економічні показники (такі як коефіцієнт завантаження обладнання, штучний час виготовлення деталі, технологічну собівартість тощо),

у кілька разів збільшити продуктивність праці, а також забезпечити повну безпеку робіт на пресах[1].

Пристрої автоматизації вибираються із конкретних умов технологічного процесу та виду матеріалу. Залежно від виду матеріалу застосовують такі типи автоматичних пристроїв для подачі заготовок в зону обробки:

- 1) для рулонного та смугового матеріалу – автоматизація подачі за допомогою пристроїв валкового та гачкового типів;
- 2) для листового матеріалу - механізація і автоматизація підйому інапрями листа до штампу (листозавантажувальні пристрої);
- 3) для штучних заготовок – автоматизація подачі з допомогою бункерних і грейферних пристроїв[1].

До засобів автоматизації для виконання даного технологічного процесу найбільш зручними є грейферні пристрої.

Грейферні механізми можуть бути однокоординатними, що мають зворотно-поступальний рух. Захоплення виконані у вигляді пружних односторонніх скоб. У двокоординатному механізмі грейферні лінійки здійснюють чотири рухи: захоплення заготовки, переміщення її на наступну позицію, розтискання заготовки, повернення лінійок у вихідне положення. У трьохкоординатному механізмі грейферні лінійки здійснюють шість рухів, тобто. е. до перерахованих вище додаються підйом відштампованого напівфабрикату та опускання його на таку позицію[1].

4.3 Опис роботи автоматичної лінії та планування ділянки штампування

Планування обладнання штампувальних цехів має передбачати відповідну площу біля преса для укладання заготовок, готових деталей та відходів, а також необхідні проходи та проїзди для внутрішньоцехового транспорту[1].

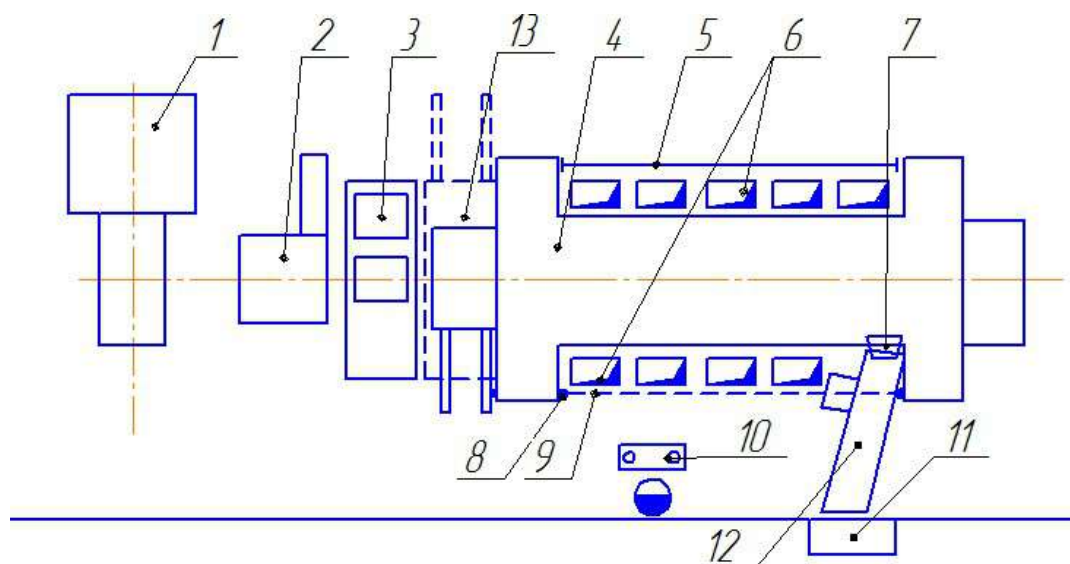
Загальну площу холодноштампувального цеху прийнято поділяти на виробничу та допоміжну. До виробничої відноситься площа, займана пресами,

					<i>КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

механізмами, інвентарем, проходами та проїздами між пресами, місцями для складання заготовок, деталей та відходів. Виробнича площа цеху разом із проходами і проїздами, що припадає однією прес, значно більше площі підстави преса[1].

Схема планування ділянки, у складі якої використовується прес-автомат FT2/60-М з живильником штучних заготовок та організація робочого місця, представлені на Рисунок 4.2.

Лінія працює наступним чином: заготівля з штучного живильника (2) за допомогою грейферних лінійок подається на позицію захоплення (13) і далі робочу зону послідовного штампу. Відхід, отриманий під час штампування, по склизах потрапляє у вирви для видалення відходів (6). Після проходження всіх технологічних операцій готова деталь по склизу (7) і стрічковому транспортеру (12) потрапляє в тару для готових деталей (11).



- 1 – Піддони штучних заготовок
- 2 – Живильник штучних заготовок
- 3 – Механізм подачі заготовок
- 4 - Прес FT2/60-М
- 5 – Захисні ґрати
- 6 – Вирви для видалення відходів
- 7 – Вікно для видалення готових деталей

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ

Арк.

41

- 8 - Фотоелемент
- 9 - Захисний ґрат преса FT2/60-М
- 10 – Пульт дворукого включення
- 11 – Тара для готових деталей типу 6801.011.1456.525
- 12 - Стрічковий транспортер ф. «Рапестан»
- 13 - Позиція захоплення заготовок

Рисунок 4.2 - Прес-автомат FT2/60-М

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

5. Розробка конструкції штампового оснащення

Конструкція штампу повинна забезпечувати задану продуктивність і якість деталей, що одержуються. Для цього повинна бути обрана оптимальна схема штампу, оптимальна конструкція окремих його частин, повинна бути забезпечена чітка та надійна фіксація заготовки в штампі, надійне видалення відходів, зручне та надійне видалення деталі із зони штампування. Також конструкція штампу повинна передбачати оптимальну металомісткість, максимально використовувати стандартні деталі та вузли, необхідно забезпечити транспортування штампу в цілому та окремих його великогабаритних деталей та вузлів.

До штампів, що працюють у складі автоматичних ліній, висувається низка додаткових вимог:

- 1) спосіб фіксації заготівлі в штампі повинен визначатися формою захватних елементів транспортуючих механізмів;
- 2) у разі подачі заготовки штовхаючим способом (шиберна подача) у штампі необхідно передбачати проведення;
- 3) необхідна наявність опорних елементів при використанні великогабаритних та тонколистових заготовок;
- 4) вузли, що забезпечують видалення заготовок, не повинні заважати роботі транспортних механізмів;
- 5) спрямовуючі колонки повинні знаходитися у верхній частині штампу для забезпечення безперешкодної роботи транспортних механізмів;
- 6) всі штампи, встановлені в один прес-автомат, повинні забезпечувати єдиний рівень підняття заготівлі для подальшого транспортування механізмами передачі напівфабрикату з попередньої позиції на наступну [17].

					<i>КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

5.1 Склад, конструкція та робота штампового оснащення

Поєднаний штамп складається з двох частин: нижньої та верхньої плити. До нижньої плити (1) кріпиться витяжний пуансон (4), в якому запресовані матриці (14) для пробивання технологічних отворів, що використовуються для фіксації наступних позиціях штампування. Навколо пуансона розміщений притиск (5), в який вмонтовані фіксатори (23, 26) орієнтують заготовку по контуру. Підйомники оснащені магнітами для утримання виробу від зсуву перед його підхватом грейферними лінійками.

До верхньої плити (2) кріпиться монтажна плита (6), в якій розміщені секції матриці (16-19), виконано гніздо під тримач (11) пуансонів (9). У матриці виконані отвори під виштовхувачі (10) для видалення деталі з матриці.

Притиск наводиться в рух маркетними штовхачами, які працюють від пневмоподушки преса. Для обмеження ходу притиску цією конструкцією штамп передбачені обмежувальні скоби.

Кріплення нижньої плити до пресу здійснюється за допомогою гвинтів та Т-подібних пазів. Верхня плита кріпиться за допомогою клемс - гідрозатискачів, що є приналежністю прес-автомата. Для цього на верхній плиті штамп передбачено спеціальні чистооброблені накладки, які кріпляться до плити за допомогою двох гвинтів.

Принцип дії штамп:

Заготовка подається в штамп за допомогою грейферної подачі. Притиск знаходиться у верхньому положенні, при подачі на заданий крок лінійки йдуть з робочої зони, матриця тисне на підйомники, з заготовкою, що лежить на них, утоплює їх всередину притиску, притискає заготовку до площини притиску. тиском матриці опускається та відбувається витяжка заготовки. Наприкінці операції витяжки відбувається пробивання двох отворів. При зворотному ході повзуна матриця піднімається, слідом за нею піднімається вгору притиск із відштампованою деталлю до упору в обмежувальні скоби. Далі заготовка

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

піднімається вище підпружиненими підйомниками рівня підхвату грейферними лінійками, які знімають деталь і переносять її наступну операцію.

5.2 Розрахунки на міцність і вибір матеріалів деталей штампів

Міцному розрахунку на міцність підлягають в основному найбільш навантажені пробивні пуансони невеликих розмірів.

Встановлено, що при пробиванні отворів, розміри яких можна порівняти з товщиною металу, локальне питоме навантаження на ріжучі кромки пуансону в два рази більше, ніж на кромці ріжучої вирубної матриці.

Виходячи з вищевикладеного, розрахунок на міцність будемо робити на прикладі пробивного пуансону.

Наближений розрахунок пуансону на міцність робимо за таблицею 208 [8].

5.2.1 Розрахунок опорної поверхні головки пуансону на зминання

$$\sigma_{cm} = \frac{P}{F} \quad (4.1)$$

де P - зусилля пробивання; P = 13379 кгс = 131,2 кН;

F – опорна поверхня пуансону, мм²;

$$F = a \times b + \frac{\pi \times r^2}{2} = 341 \text{ мм}^2$$
$$\sigma_{cm} = \frac{13379}{341} = 39,2 \text{ кгс/мм}^2 = 392 \text{ МПа}$$

5.2.2 Розрахунок пуансону на стиск у найменшому перерізі

$$\sigma_{cm} = \frac{P}{f} \leq [\sigma_{cm}] \quad (4.2)$$

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де f – площа найменшого перерізу пуансону, мм²;

$[\sigma_{сж}]$ – напруга на стиск, що допускається, $[\sigma_{сж}]=160$ кгс/мм²=160МПа

$$f = a \times b + \frac{\pi \times r^2}{2} = 341 \text{ мм}^2$$

Стискаюча напруга склала 392 МПа < 1600 МПа, що менше допускаються, отже, умова міцності на стиск задовольняється.

5.3 Вибір матеріалів деталей штампів

До робітників частинам штампів (Пуансона і матрицям) пред'являються певні вимоги. Основними є такі:

- 1) здатність металу протистояти великому тиску та ударам;
- 2) добре чинити опір зносу від тертя;
- 3) зберігати гострі ріжучі кромки без руйнування і затуплення може бути більший період часу[17].

Таблиця 5.1 Матеріали, які застосовуються для виготовлення деталей штампів

Найменування деталі	Марка матеріалу	Термічна обробка
Верхні і нижні плити штампів	Виливка	Отже
Плити монтажні	Сталь 45	50 – 54 HRC
Напрямні колонки та втулки	Сталь 20Х	40 - 45 HRC
Уловлювачі	Сталь У8А,	59 - 63 HRC 0,8 - 1,2 цемент.

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Утримувач	Сталь 45	-
Робітники частини: пуансони, матриці, секції верху	X12МФ X12М1 У10А	55 – 59 HRC
Опори під пуансон	Сталь 40Х	40 - 45 HRC
Товкачі, підйомники, втулки	Сталь 40 - 45	42 – 46 HRC
Притиск	Сталь 40 – 45	50 – 54 HRC
Гвинти, болти	Сталь 40 - 45	40 - 45 HRC
Штифти, уловлювачі	У8А	45 - 50 HRC
Пружини	Дріт Б-2-2,00;	40 - 48 HRC

5.4 Визначення числа та розташування пружних елементів

Для притиску матеріалу, що штампується, для зняття матеріалу з пуансону, для виштовхування відходу і готових виробів з матриці і т.д. застосовуються різні пружини[2].

«Гвинтові циліндричні пружини для штампів, що працюють на стиск, виготовляються з дроту різних перерізів: круглого, квадратного, прямокутного та ін. Найчастіше для пружин застосовується дріт круглого чи квадратного перерізів»[2].

У цьому штампі пружини виконують підйом відштампованого напівфабрикату за допомогою підйомників на рівень підхоплення греферних лінійок.

Розрахуємо зусилля зняття на операції 301 (витяжка, пробивання).

На цій операції відбувається витяжка заготовки та пробивання двох отворів.

Загальне зусилля операції:

$$P_{06} = P_1 + P_2 = 666,4 \text{кН}$$

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Потім визначаємо зусилля виштовхування деталі з матриці:

$$P_{\text{CH}} = P \cdot k_{\text{CH}},$$

де P - розраховане операційне зусилля ($P = 666,4$ кН);

k_{CH} - коефіцієнт зняття ($k_{\text{CH}} = 0,15$).

$$P_{\text{CH}} = 666,4 \cdot 0,15 = 99,96 \text{ кН}$$

Виходячи з необхідного зусилля, вибираємо певні пружини та задаємо їх кількість.

Геометричні розміри пружини:

$D = 20$ мм – зовнішній діаметр пружини;

$P = 2548$ кгс = 24,99 кН.

$H_0 = 64.2$ мм = висота пружини у вільному стані. $d = 2$ мм – діаметр дроту.

Для забезпечення зусилля виштовхування та підйому деталі на рівень підхоплення нам необхідно 4 пружини.

5.5 Визначення центру тиску штамп

При використанні в штампуванні багатопозиційних пресів, на яких розміщуються кілька штампів, призначених для виконання різних за характером та зусиллями операцій, правильне розміщення їх на столі преса щодо осі повзуна необхідно розраховувати.

«Існує два способи визначення центру тиску штамп: графічний та аналітичний. У цій роботі центр тиску штамп визначається аналітичним способом. Він заснований на рівності моменту рівнодіє кількох сил сумі моментів цих сил щодо однієї й тієї осі»[17].

Однак, оскільки деталь симетрична, вісь X збігатиметься з віссю плити преса. Залишилося визначити координату X місцезнаходження осі Y .

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$Y = \frac{P_1 a + P_2 b + P_3 c + P_4 d + P_5 f + P_6 g + P_7 e}{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7}$$

де $P_1 = 666,8$ кН - зусилля операції 301;

$P_2 = 441,3$ кН- зусилля операції 302;

$P_3 = 529,5$ кН- зусилля операції 303;

$P_4 = 470,7$ кН- зусилля операції 304;

$P_5 = 382,4$ кН- зусилля операції 305;

$P_6 = 637,4$ кН- зусилля операції 306;

$P_7 = 451,1$ кН- зусилля операції 307;

a, b, c, d, f, g, e - відповідні відстані від прийнятою(допоміжної) осі до осей Y штампів [17]».

$$Y = \frac{2163766 + 1211368.5 + 1188727.5 + 821371.5 + 476088 + 474863 + 110519.5}{666.8 + 441.3 + 529.5 + 470.7 + 382.4 + 637.4 + 451.1}$$

$$= 1801$$

Відхилення від центральної осі преса дорівнює 56мм (Рисунок 5.1), що допустимо.

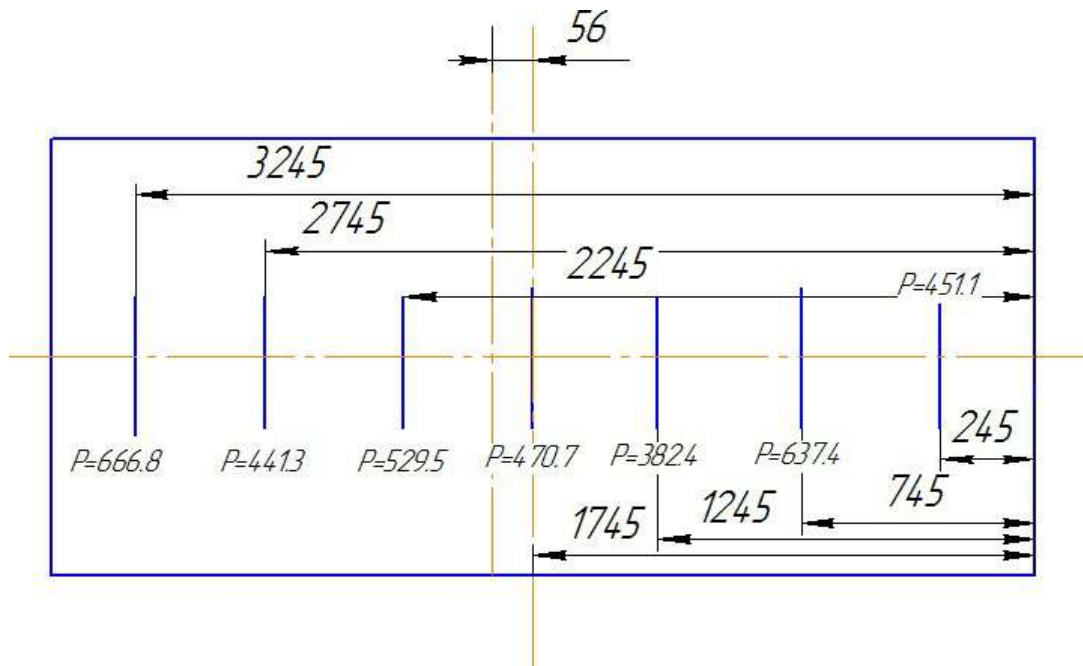


Рисунок 5.1 Визначення центру тиску штампу

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

5.6 Визначення виконавчих розмірів інструменту

«Визначимо виконавчі розміри пуансона для пробивки отворів:

Для розміру $\varnothing 16,0+0,1$

$$A_n=(A+\Delta)-\delta_n=(16,0+0,1)-0,027=16,1-0,027$$

Тоді розмір робочого отвору (матриці) буде: $A_m=(A+\Delta)+\delta_m=(16,0+0,14)+0,027=16,14+0,027$

Аналогічно знаходимо виконавчі розміри пуансону та матриці на геометричні розміри інших контурів для вирубки та пробивання [17]».

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

6 Безпека і екологічність технічного об'єкту

6.1 Технологічна характеристика об'єкту.

Технологічний паспорт об'єкта:

- Технологічний процес – виготовлення деталі "Кронштейн запасного колеса";
- Види дій для виконання робіт – багатопозиційне штампування за вісім операцій;
- Посада працівника, який виконує технологічний процес, операцію – оператор;
- Обладнання, пристрій, пристрій - прес-автомат ФТ-2/60;
- Матеріали, речовини - 08Ю.

6.2 Ідентифікація виробничо-технологічних та експлуатаційних професійних ризиків

Виробничо-технологічна та/або експлуатаційно-технологічна операція, вид виконуваних робіт:

Робота прес – автомата ФТ-2/60;

Робота електродвигуна, кулачкових, зубчастих механізмів та пневмосистеми прес-автомата. Видалення деталей та відходів по склизах. Робота штампів. Здійснення штампувальних операцій;

Вантажні, транспортні, розвантажувальні роботи. Переміщення рухомих частин обладнання, засобів автоматизації та штампового оснащення.

Небезпечний та/або шкідливий виробничий фактор: Фізичний – підвищений рівень вібрації; Фізичний – підвищений рівень шуму;

Переміщення рухомих частин устаткування.

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Джерело небезпечного та/або шкідливого виробничого фактора:

Силове (пресове) обладнання. Штамповані операції;

Електродвигун, кулачкові, зубчасті механізми та пневмосистема прес-автомата. Вікна для деталей та відходів. Робота штампів.

Штамповані операції;

Пресове обладнання, механізми та пристрої автоматизації їх незахищені рухомі частини. Внутрішньоцеховий транспорт.

6.3 Методи та технічні засоби зниження професійних ризиків.

Небезпечний та/або шкідливий виробничий фактор:

- Підвищений рівень вібрації;
- Підвищений рівень шуму;
- Переміщення рухомих частин устаткування;
- Токсична дія.

Організаційні методи та технічні засоби захисту, зниження, усунення небезпечного та/або шкідливого виробничого фактора:

- Регламентований режим роботи, зміна конструкції фундаменту, прогресивне обладнання, віброізоляція;
- Змащування частин обладнання та штампів, що труться, засоби індивідуального захисту, герметизація джерела шуму;
- Інструктаж з техніки безпеки, автоматизація та механізація, подвійна ізоляція струмопровідних частин, розташування струмопровідних частин на недоступній висоті;
- Огородження штампувального простору. З фронту преса – фотоелементи, що зупиняють прес, у разі перетину будь-яким предметом світлового променя. З тилу – механічна решітка, переносний пульт включення муфти та гальма преса, розташований на відстані 1-1,5 від преса, кнопки аварійної зупинки на пульті управління завантажувачем для швидкої зупинки

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

всієї лінії, вбудована запобіжна муфта відключає автоматичну лінію у разі перевантаження подання;

- Контролює концентрацію токсичних речовин. Після закінчення робочої зміни обов'язково зняти спецодяг, вмитися, вимити руки з милом чи прийняти душ»[5].

6.4 Забезпечення пожежної безпеки технічного об'єкта

Ідентифікація класів та небезпечних факторів пожежі.

Ділянка, підрозділ:

Автоматизована лінія.

Обладнання:

Прес - автомат.

Клас пожежної безпеки: У, Е.

Небезпечні фактори пожежі:

Полум'я іскри. Підвищена температура навколишнього середовища, підвищена концентрація токсичних продуктів горіння та термічного розкладання, знижена концентрація кисню, зниження видимості диму (в задимлених просторових ділянках);

Супутні прояви факторів пожежі:

Винесення (замикання) високої електричної напруги на струмопровідні частини технологічних установок, обладнання, агрегатів, виробів та іншого майна.

Технічні засоби забезпечення пожежної безпеки.

Первинні засоби пожежогасіння: Вогнегасник;

Пісок; Кошма.

Мобільні засоби пожежогасіння:

Пожежні автомобілі; Мотопомпи;

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Спец. засоби (тягачі, причеви).

Стаціонарні установки та системи пожежогасіння: водяні установки систем пожежогасіння; газіві установки систем пожежогасіння;

Встановлення систем пожежогасіння.

Засоби пожежної автоматики: Датчики диму;

Теплові датчики;

Контрольні прилади приймання сигналу.

Пожежне обладнання: Пожежні рукави;

Пожежний інвентар; Пожежна стовпчик.

Засоби індивідуального захисту та порятунку людей під час пожежі:●

Протигази;

Ноші;

Захисні костюми. Пожежні інструменти:

Пожежні багри; Пожежні сокири;

Лопата совкова штикова.

Пожежна сигналізація, зв'язок та оповіщення: Оповіщувачі про пожежу;

Світлові покажчики «ВИХІД»; Пожежні сповіщувачі.

Організаційні (організаційно-технічні) заходи щодо забезпечення пожежної безпеки.

«Найменування технологічного процесу, обладнання технічного об'єкта – Листове штампування деталей на прес-автоматі.

Найменування видів реалізованих видів організаційних заходів:

- Навчання персоналу вимог ПБ;
- Дотримання техніки безпеки;
- Дотримання послідовності алгоритму технологічного процесу;
- Наявність засобів пожежогасіння;
- Своєчасне прибирання промасленої ганчірки з робочого місця;
- Обмеження вибухонебезпечних матеріалів та компонентів на робочому місці;

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

- Зберігання вибухонебезпечних матеріалів та компонентів відповідно до вимог ПБ.

Пред'явлені вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки, ефекти, що реалізуються:

- Кваліфікований персонал;
- забезпечення захисту приміщень системою виявлення пожежі;
- Оповіщення про евакуацію;
- наявність систем пожежогасіння»[3].

6.5 Ідентифікація екологічних факторів технічного об'єкту

«Найменування технічного об'єкта, технологічного процесу – багатопозиційне штампування.

Структурні складові технічного об'єкта, технологічного процесу (виробничої будівлі або споруди за функціональним призначенням, технологічні операції, обладнання), енергетичне встановлення транспортний засіб тощо:

- Прес-автомат, живильник штучних заготовок, грейферні механізми, штампове оснащення.

Вплив технічного об'єкта на атмосферу:

- Виділення шкідливих випарів, газів відпрацьованого мастила, олії та скупчення пилу.

Вплив технічного об'єкта на гідросферу:

- Утилізація промасленої ганчірки, використаних мастильних матеріалів, при заміні олії в технічних агрегатах та ряді подібних випадків.

Вплив технічного об'єкта на літосферу:

- Утилізація промасленої ганчірки »[3].

6.6 Розроблені організаційно-технічні заходи щодо зниження негативного антропогенного впливу технічного об'єкта на довкілля.

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Найменування технічного об'єкта:

- Листове штампування.

Заходи щодо зниження негативного антропогенного впливу на атмосферу:

- Використання витяжної вентиляції із системою очищення повітря.

Заходи щодо зниження негативного антропогенного впливу на гідросферу:

- Очисні споруди стічних вод.

Заходи щодо зниження негативного антропогенного впливу на літосферу:

- Підвищений контроль над процесом утилізації використаних технологічних матеріалів, збирання, здавання, розміщення відходів виробництва за договорами, організація, які мають ліцензії працювати з відходами[3].

У розділі "Безпека та екологічність технічного об'єкта" наведено характеристику технологічного процесу виготовлення деталі "Кронштейн запасного колеса", перераховано технологічні операції, посади працівників, виробничо-технічне обладнання, застосовуваний матеріал.

Проведено ідентифікацію професійних ризиків по здійснюваному технологічному процесу листового штампування деталі "Кронштейн запасного колеса", за видами робіт, що виконуються. Як небезпечні та шкідливі виробничі фактори ідентифіковані такі: підвищений рівень вібрації та шуму, виробничий травматизм, токсична дія.

Розроблено організаційно-технічні заходи, що включають технічні пристрої зниження професійних ризиків, а саме інструктаж з техніки безпеки, застосування засобів автоматизації та механізації, змащення частин устаткування, що труться, і штампового оснащення, зміна в конструкції фундаменту, віброізоляція, контроль концентрації токсичних речовин і т.д. Підібрано засоби індивідуального захисту для працівників.

Розроблено заходи щодо забезпечення пожежної безпеки технічного

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

об'єкта. Проведено ідентифікацію класів пожежі та небезпечних факторів пожежі та розробку засобів та заходів забезпечення пожежної безпеки. Розроблено заходи щодо забезпечення пожежної безпеки на технічному об'єкті.

Ідентифіковано технологічні чинники та розроблено заходи щодо забезпечення екологічної безпеки на технічному об'єкті[3].

					<i>КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		57

7. Економічна частина

7.1 Порівняльна характеристика технологічних варіантів

Існуючий варіант з організаційним причин формування оптимального виробничого циклу виготовлення виробу складає потокової лінії традиційного технічного виконання з повним комплектом штампової оснастки [3].

Існуючий технологічний процес складається з восьми операцій:

- 2) Витяжка
- 3) Пробивка
- 4) 1-а обрізка
- 5) Виправлення 1-а
- 6) Гнучка, виправлення 2-а
- 7) Обрізка, пробивання
- 8) Пробивка
- 9) Виправлення, відбортування

Умови праці важкі – завантаження заготовок та напівфабрикатів у робочу зону штампу та штампування деталей здійснює вручну[2].

У існуючому варіанті використовуються наступні види обладнання:

- 1) Прес К3034 з подачею
- 2) 8 пресів фірми ГМ-250 зусиллям 2,5 МН

Проектний технологічний процес складається із семи операцій:

- Витяжка, пробивання
- 1-а обрізка
- Виправлення 1-а
- Гнучка, виправлення 2-а
- Обрізка, пробивання
- Пробивка

					<i>КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

- Виправлення, відборівка

Умови праці легкої важкості – автоматична лінія.

Устаткування, що використовується в проектному варіанті:

- 1) Прес К3034 з подачею
- 2) автоматична лінія FT2/60-М зусиллям 6,0 МН.

7.2 Розрахунок собівартості штампового оснащення

Калькуляція виготовлення витяжного штампу

Матеріальні витрати (М) – 237 092;

Транспортно-заготівельні витрати (ТЗР) - 3379 (0,02% від М);

Основна заробітна плата робітників (ЗПЛОСН) - 128470 (Ст = 145 грн / год);

Єдиний соціальний внесок (Сс) - 39825 (Сс = 22% ЗПЛОСН);

Витрати на утримання та експлуатацію обладнання (РСО) - 98754 (76,87% від ЗПЛОСН);

Загальновиробничі (цехові) витрати (Рцех) - 107 902 (83,99% від ЗПЛОСН);

Загальновиробнича (цехова) собівартість (Сцех) - 612400 (Сума) [14]».

7.3 Вихідні дані для розрахунку собівартості продукції.

Загальні вихідні дані:

- Річна програма випуску, шт. (Nr) - 65000;•
- Ефективний фонд часу роботи, година:
 - обладнання (Фе) - 3809;
 - робітника (Фе.р.) - 1142.
- Коефіцієнт виконання норм (КВК) – 1,1;

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

- Коефіцієнт багатостатного обслуговування (Кмн) - 1,0;
- Коефіцієнт втрат часу у відпустку працівників, % (К) – 11,8;•

Коефіцієнт монтажу (Кмонт):

- у розрахунку собівартості – 1,1;
- у розрахунку капітальних вкладень – 0,1.
- Ціна матеріалу (Цм) – 27;
- Ціна відходів (метал), грн/кг (Цотх) - 1143;
- Маса заготівлі, кг. (Мзб) – 2,775;•
- Маса відходів, кг. (Мотх.б) - 0,118, (Мотх.пр) - 0,092;
- Коефіцієнт транспортно-заготівельних витрат (Ктз) - 1014;
- Коефіцієнт доплат із заробітної плати (від 3 до 5 розряду):
 - до годинного фонду зарплати (КДОП) - 1,08;
 - за проф. майстерність (КПФ) – 1,15;
 - за умови праці (Ку) – 1,2;
 - за вечірні та нічні години (Кн) – 1,1;
 - преміальні (Кпр) – 1,1;
 - на соціальні фонди (КС) – 1,31;
 - Загальний коефіцієнт доплат (КЗПЛ) – 2,36.
- Коефіцієнт завантаження обладнання за потужністю (Км) – 0,8;
- Коефіцієнт завантаження обладнання за часом (Кв) – 0,7;
- Коефіцієнт втрат у мережі (Кп) – 1,03;

Коефіцієнт одночасної роботи електродвигунів (Код) – 0,8;

- Виручка від, % від Ц:
 - зношеного обладнання (ВР) - 5;
 - зношеного штамп (Вр.і.) - 15.
- Норма амортизації, % (На) – 8;
- Коефіцієнт загальновиробничих (цехових) витрат (КЦЕХ) – 1,72;

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

- Годинна тарифна ставка, грн/година:
 - робітника (Ст) - 66,71;
 - наладчика (Ст) - 79,89.
- Ціна електроенергії, грн/кВт (Це) – 3,8;
- Ціна площі, грн/м² (ЦПЛ) - 4500;
- Норматив економічної ефективності (Ен) - 0,33 [14].

7.4 Вихідні дані про штампове оснащення:

- Існуючий варіант:

1. Витяжка – 1000000.ШТ, ударів, 1200000ЦШТ, грн.;
2. Пробивка - 1000000.ШТ, ударів, 900000ЦШТ, грн.;
3. 1-а обрізка - 1000000.ШТ, ударів, 800000ЦШТ, грн.;
4. 1-а редагування – 1000000.ШТ, ударів, 770000ЦШТ, грн.;
5. Гнучка, виправлення 2-а – 900000 ШТ, ударів, 750000Ц, грн.;
6. Обрізання, пробивання – 900000.ШТ, ударів, 900000ЦШТ, грн.;
7. Пробивка - 900000.ШТ, ударів, 880000ЦШТ, грн.;
8. Виправлення, відбортування – 900000.ШТ, ударів, 950000ЦШТ, грн.

- Проектний варіант:

1. Витяжка, пробивання – 1600000.ШТ, ударів, 612400ЦШТ, грн.;
2. Обрізання – 1700000.ШТ, ударів, 460000ЦШТ, грн.;
3. Правка 1-а – 1700000.ШТ, ударів, 440000ЦШТ, грн.;
4. Гнучка, редагування – 1600000.ШТ, ударів, 410000ЦШТ, грн.;
5. Обрізання, пробивання – 1600000.ШТ, ударів, 500000ЦШТ, грн.;
6. Пробивка - 1700000.ШТ, ударів, 540000ЦШТ, грн.;
7. Виправлення, відбортування – 1600000.ШТ, ударів, 530000ЦШТ, грн.

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

7.5 Розрахунок необхідної кількості обладнання, коефіцієнта завантаження, чисельності робітників-операторів та штампового оснащення

«Кількість обладнання, необхідне для виробництва річної програми випуску, шт.:

$$n_{об} = t_{шт} \times N_{Г} / (\Phi_{Э} \times K_{ВН} \times 60)$$

- Існуючий: $n_{об.б} = 0,21465000 / (3809 \cdot 1,1 \cdot 60) = 0,051 \approx 1 \cdot 8 = 8$;
- Проектний: $n_{об.пр} = 0,1114 \cdot 65000 / (3809 \cdot 1,1 \cdot 60) = 0,027$.

«Коефіцієнт завантаження обладнання виконанням цієї операції:

$$K_3 = n_{об.}^{Расч} / n_{об.}^{Прин}$$

- Існуючий: $K_{3.б} = 0,051/1 = 0,051$;
- Проектний: $K_{3.п} = 0,027/1 = 0,027$.

Чисельність робочих-операторів, необхідні виробництва річний програми деталей, чол.:

$$P_{оп} = [t_{шт} \times N \times_{Г} (1 + K_{о}/100)] / (\Phi_{Эр} \times K_{МН} \times 60)$$

- Існуючий: $POП.б2 = [0,21465000(1 + 11,8/100)]$
- Проектний: $POП.пр = [0,111465000(1 + 11,8/100)]$

За технологічною потребою кількість робітників:

Існуючий: 18чол. - 4 розряд;

Проектний: 4чол. - 5 розряд.

Кількість штампів для випуску річної програми, шт.:

$$n_{штамп} = N_{Г} / T_{и.шт.}$$

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

- Існуючий:

$$- n_{\text{штамп}20}^{\text{б}} = 65000/1000000 = 0,065;$$

$$- n_{\text{штамп}30}^{\text{б}} = 65000/1000000 = 0,065;$$

$$- n_{\text{штамп}40}^{\text{б}} = 65000/1000000 = 0,065;$$

$$- n_{\text{штамп}50}^{\text{б}} = 65000/1000000 = 0,065;$$

$$- n_{\text{штамп}60}^{\text{б}} = 65000/900000 = 0,07;$$

$$- n_{\text{штамп}60}^{\text{б}} = 65000/900000 = 0,07;$$

$$- n_{\text{штамп}70}^{\text{б}} = 65000/900000 = 0,07;$$

- Проектний:

$$- n_{\text{штамп}20^1}^{\text{пр}} = 65000/1600000 = 0,04;$$

$$- n_{\text{штамп}20^2}^{\text{пр}} = 65000/1700000 = 0,038;$$

$$- n_{\text{штамп}20^3}^{\text{пр}} = 65000/1700000 = 0,038;$$

$$- n_{\text{штамп}20^4}^{\text{пр}} = 65000/1600000 = 0,04;$$

$$- n_{\text{штамп}20^5}^{\text{пр}} = 67000/1600000 = 0,04;$$

$$- n_{\text{штамп}20^6}^{\text{пр}} = 65000/1700000 = 0,038;$$

7.6. Розрахунок технологічної собівартості двох порівнюваних варіантів

Розрахунок собівартості продукції по порівнюваним варіантам.

Матеріальні витрати, грн.:

$$M = (M_3 \times C_M \times K_{T3}) - (M_{OTX} \times C_{OTX})$$

Зарплата робітників, грн.:

$$Z_{\text{ПЛ}} = P \times C_T \times \Phi_{\text{ЭР}} \times K_{\text{ЗПЛ}} \times K_3 / N_{\Gamma}$$

- Існуючий: ЗПЛ.б = $18\ 66,71\ 1142\ 2,36\ 0,033/65000 = 2,79;$

- Проектний: ЗПЛ.пр = $(479,89)\ 1142\ 2,36\ 0,033/65000 = 0,73.$

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Витрати на амортизацію та експлуатацію обладнання, грн.:

$$P_A = [(C_{\text{ОБ}} \times (1 - B_p))] \times N_A \times t_{\text{ШТ}} \times 1,3] / (\Phi_{\text{Э}} \times K_{\text{ВН}} \times 60 \times 100)$$

Існуючий: $P_{A.б} = 10 [(950000) (1 - 0,05)] 0,214 1,3 / (3809 1,1 60 100) = 0,068;$

- Проектний: $P_{A.пр} = 10 [(5000000 (1 - 0,05)] 0,1114 1,3 / (3809 1,1 60 100) = 0,18.$

Витрати на електроенергію, грн. (ККД = 0,8):

$$P_{\text{Э}} = (M_y \times t_{\text{МАШ}} \times K_{\text{ОД}} \times K_M \times K_B \times K_{\text{П}} \times C_{\text{Э}}) / (КПД \times 60)$$

Витрати на амортизацію штампового інструменту, грн.:

$$P_{\text{И}} = (C_{\text{ШТ}} \cdot [1 - B_{\text{р.и.}}]) / T_{\text{и. шт.}}$$

- Існуючий:

- $P_{I.61} = (1200000 \cdot [1 - 0,15]) / 1000000 = 1,02;$

- $P_{I.62} = (900000 \cdot [1 - 0,15]) / 1000000 = 0,78;$

- $P_{I.63} = (800000 \cdot [1 - 0,15]) / 1000000 = 0,7;$

- $P_{I.64} = (770000 \cdot [1 - 0,15]) / 1000000 = 0,67;$

- $P_{I.65} = (750000 \cdot [1 - 0,15]) / 900000 = 0,71;$

- $P_{I.66} = (900000 \cdot [1 - 0,15]) / 900000 = 0,85;$

- $P_{I.67} = (880000 \cdot [1 - 0,15]) / 900000 = 0,74;$

- $P_{I.68} = (950000 \cdot [1 - 0,15]) / 900000 = 0,9.$

- Проектний:

- $P_{I.пр1} = (6124000 \cdot [1 - 0,15]) / 1600000 = 0,3;$

- $P_{I.пр2} = (460000 \cdot [1 - 0,15]) / 1700000 = 0,23;$

- $P_{I.пр3} = (440000 \cdot [1 - 0,15]) / 1700000 = 0,22;$

- $P_{I.пр4} = (410000 \cdot [1 - 0,15]) / 1600000 = 0,2;$

- $P_{I.пр5} = (500000 \cdot [1 - 0,15]) / 1600000 = 0,17;$

- $P_{I.пр6} = (540000 \cdot [1 - 0,15]) / 1700000 = 0,2;$

- $P_{I.пр7} = (530000 \cdot [1 - 0,15]) / 1600000 = 0,19 [1]».$

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Витрати утримання і експлуатацію виробничих площ, грн.:

$$P_{\text{ПЛ}} = S_y \times n_{\text{ОБ}} \times Ц_{\text{ПЛ}} \times K_3 / N_{\Gamma}$$

- Існуючий: РПЛ.б= 10 8 4500 0,051/ 65000 = 0,28;
- Проектний: РПЛ.пр= 37 1 4500 0,027/ 65000 = 0,069.

Зарплата наладчику, грн.:

$$Z_{\text{НАЛ}} = (n_{\text{ОБ}} \times C_{\Gamma} \times \Phi_{\text{ЭР}} \times K_{\text{ЗПЛ}} \times K_3) / (n_{\text{ОБСЛ}} \times N_{\Gamma})$$

- Існуючий: ЗНАЛ.б = (879,891142 2,36 0,051) / (6 65000) = 0,379;
- Проектний: ---

Технологічна собівартість, грн.:

$$C_{\text{ТЕХ}} = M + Z_{\text{ПЛ}} + P_{\text{А}} + P_{\text{Э}} + P_{\text{И}} + P_{\text{ПЛ}} + Z_{\text{НАЛ}}$$

- Існуючий: 90,67;
- Проектний: 75,8.

Загальновиробничі витрати, грн.:

$$P_{\text{ЦЕХ}} = Z_{\text{ПЛ}} \times K_{\text{ЦЕХ}}$$

- Існуючий: РЦЕХ.б= 2,791,72 = 4,8;
- Проектний: РЦЕХ.пр= 0,731,72 = 1,256.

«Загальновиробнича (цехова) собівартість, грн.:

$$C_{\text{ЦЕХ}} = P_{\text{ЦЕХ}} + C_{\text{ТЕХ}}$$

- Існуючий: 95,47;
- Проектний: 77,06.

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

7.7 Структура собівартості порівнюваних варіантів

№	Найменування витрат	сума, грн.		Частка, %	
		Існуючий	Проектний	Існуючий	Проектний
1.	Матеріали	80,3	73,1	84,1	94,86
2.	Заробітна плата основних та допоміжних робітників	2,79	0,73	2,92	0,95
3.	Витрати на обладнання	0,068	0,18	0,08	0,23
4.	Витрати на електроенергію	0,55	0,21	0,58	0,27
5.	Витрати виробн. площа	0,28	0,069	0,29	0,09
6.	Витрати штамп. оснащення	6,3	1,51	6,59	1,96
7.	Загальновиробничі витрати	4,8	1,256	5,03	1,63
	Загальновиробнича собівартість	95,47	77,06	100	100

7.8 Розрахунок капітальних вкладень

Прямі капітальні вкладення устаткування, грн.:

$$K_{\text{ОБ.}} = n_{\text{ОБ.}} \cdot C_{\text{ОБ.}} \cdot K_3$$

- Існуючий: $K_{\text{ОБ.б}} = 8 \cdot 950000 \cdot 0,051 = 387600$;
- Проектний: $K_{\text{ОБ.пр}} = 1 \cdot 5000000 \cdot 0,027 = 135000$.

Супутні капітальні вкладення:

- витрати на доставку та монтаж обладнання, грн.:

$$K_{\text{М}} = K_{\text{ОБ.}} \cdot K_{\text{МОНТ}}$$

- Існуючий: $K_{\text{М.б2}} = 387600 \cdot 0,1 = 38760$;

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

- Проектний: $KM.пр = 135000 \cdot 0,1 = 13500$.

- витрати на спец. оснащення, грн.:

$$KI = ЦШТ \cdot nШТ$$

- Існуючий: $KI.61 = 1200000 \cdot 1 = 1200000$;

$$KI.62 = 900000 \cdot 1 = 900000$$

$$KI.63 = 800000 \cdot 1 = 800000$$

$$KI.64 = 770000 \cdot 1 = 770000$$

$$KI.65 = 750000 \cdot 1 = 750000$$

$$KI.66 = 900000 \cdot 1 = 900000$$

$$KI.67 = 880000 \cdot 1 = 880000$$

$$KI.68 = 950000 \cdot 1 = 950000$$

$$\Sigma 7150000$$

- Проектний: $KI.пр1 = 612400 \cdot 1 = 612400$; $KI.пр2 = 460000 \cdot 1 = 460000$;

$$KI.пр2 = 440000 \cdot 1 = 440000$$

$$KI.пр2 = 410000 \cdot 1 = 410000$$

$$KI.пр2 = 500000 \cdot 1 = 500000$$

$$KI.пр2 = 540000 \cdot 1 = 540000$$

$$KI.пр2 = 530000 \cdot 1 = 530000$$

$$\Sigma 2892400$$

- Витрати на виробничу площу, грн.:

$$K_{ПЛ} = n_{ОВ} \cdot S_y \cdot Ц_{ПЛ} \cdot K_3$$

- Існуючий: $K_{ПЛ.б} = 8 \cdot 10 \cdot 4500 \cdot 0,051 = 18360$;

- Проектний: $K_{ПЛ.пр} = 1 \cdot 37 \cdot 4500 \cdot 0,027 = 4495,5$.

- Підсумки: $K_{СОП} = KM + KI + K_{ПЛ}$

- Існуючий: $K_{СОП.б} = 719152 + 7150000 + 35325 = 7207120$;

- Проектний: $K_{СОП.пр} = 46000 + 3790000 + 3829,5 = 2910395,5$.

Загальні капітальні вкладення, грн.:

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

КОБЩ = КОБ + КСОП.

- Існуючий: $КОБЩ.б = 387600 + 7207120 = 7594720$;
- Проектний: $КОБЩ.пр = 135000 + 2910395,5 = 3045395,5$.

«Питомі капітальні вкладення, грн.:

КУД = КОБЩ/НГ.

- Існуючий: $КУД.б = 7594720/65000 = 116,84$;
- Проектний: $КУД.пр = 3045395,5 / 65000 = 46,85$.

7.9 Розрахунок показників економічної ефективності варіанта, що проектується.

Наведені витрати:

$$З_{пр} = C_{цех} + E_n \cdot K_{уд}$$

- Існуючий: $З_{прб} = 95,47 + 0,33 \cdot 116,84 = 134,03$;
- Проектний: $З_{прпр} = 77,06 + 0,33 \cdot 46,85 = 92,52$.

Умовно-річна економія від зниження собівартості:

$$E_{уг} = (C_{цехбаз} - C_{цехпр}) \cdot N_{г} E_{уг} = (95,47 - 77,06) \cdot 65000 = 1196650.$$

Термін окупності капвкладень:

$$СТРУМ = K_i \cdot пр/ЕУГ$$

$$СТРУМ = 2892400/1196650 = 2,4 \approx 3.$$

Річний економічний ефект:

$$E_{г} = (З_{прбаз} - З_{прпр}) \cdot N_{г}$$

$$E_{г} = (134,03 - 92,52) \cdot 65000 = 2698150.$$

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Висновок по розділу

В результаті впровадження нового технологічного процесу виготовлення деталі "Кронштейн запасного колеса" автомобіля було виявлено, що собівартість деталі змінилася з 95,47 грн. до 77,06 грн. - На 18,41 грн. (тобто на 23%), за рахунок:

1. зменшення трудомісткості з 0,214 хв до 0,1114 хв;
2. зниження витрат на основну заробітну плату робітників за рахунок зменшення їхньої чисельності;
3. зниження витрат на амортизацію та експлуатацію обладнання;
4. зменшення витрат за штампову оснастку з допомогою зменшення числа штамів з 6.3 грн. до 1,51 грн.

Умовно річна економія становить 1196 650 грн; річний економічний ефект становить 2698150 грн при терміні окупності штампової оснастки протягом 3 років.

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Висновок

У даній випускній кваліфікаційній роботі процес виготовлення деталі "Кронштейн запасного колеса" легкового автомобіля було переведено в автоматичний режим. Було зроблено вибір обладнання для проведення штампувальних операцій – багатопозиційний прес-автомат, підбрано засоби автоматизації, сконструйовано штампове оснащення, розглянуто безпеку та екологічність проекту та його економічну ефективність.

Як показали розрахунки та дослідження автоматизація технологічного процесу, має низку переваг. технологічний процес є кращим, ніж базовий використовуваний у виробництві, оскільки усуваються багато небезпечних і шкідливих виробничих факторів, умови роботи робітників поліпшуються.

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Автоматизоване проектування технологічного оснащення для холодного штампування: навч. посібник для студентів вузів, навч. за напрямом "Конструкторсько-технол. забезпечення машинобуд. за ред. В. В.Морозова. -. – Стара Синява: ТНТ, 2016. – 343 с.: іл. - Бібліогр: с. 341-343. –
2. Автоматизоване проектування штампів [Електронний ресурс]: чеб. посібник / А. Г. Схіртладзе [та ін.] - Вид. 2-е, стер. Підручники для вузів (спеціальна література). 978-5-8114-1633-2.
3. Агарков А. П. Управління якістю [Електронний ресурс]: підручник/О. П. Агарків. -К: Дашков і К °, 2014. - 204 с. - (Учбові видання для бакалаврів). - ISBN 978-5-394-02226-5.
4. Акулович Л. М. Основи автоматизованого проектування технологічних процесів у машинобудуванні [Електронний ресурс]: навч. посібник / Л. М. Акулович, В. К. Шелег. .: іл. 978-985-475-484-0 - ISBN 978-5-16-009917-0.
5. Берлінер е. М. САПР технолога машинобудівника [Електронний ресурс]: підручник/Е. М. Берлінер, О. Ст. Таратинов. - К: Форум: ІНФРА-М, 2015. - 336 с.: Іл. - (Вища освіта). - ISBN 978-5-00091-043-6.
6. Берлінер е. М. САПР технолога машинобудівника [Електронний ресурс]: підручник/Е. М. Берлінер, О. Ст. Таратинов. - Львів: Форум: ІНФРА-М, 2015. - 336 с.: Іл. - (Вища освіта). - ISBN 978-5-00091-043-6.
7. Константинов І. Л. Основи технологічних процесів обробки металів тиском [Електронний ресурс]: підручник/І. Л. Константинов, С. Б. Сидельников. - 2-ге вид., стер. - Львів: ІНФРА-, 2016. – 488 с.: іл. - (Вища освіта. Бакалаврат). - ISBN 978-5-16-011541-2.
8. Муромцев Д. Ю. Математичне забезпечення САПР [Електронний ресурс]: навч. посібник / Д. Ю. Муромцев, І. В. Тюрін. - 464 с.: Іл. 978-5-8114-1573-1.

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

9. Огаджанян О. І. Гідравлічний привід штампувального обладнання [Електронний ресурс]: метод.розробка до виконання самостійних робіт та проведення практ.і лаб. занять з дисциплін «Ковальсько-штампувальне обладнання» та «Гідропривід у машинобудуванні» / О. І. Огаджанян, Н. Н. Моллюкова. - Л: Липець. держ. техн.ун-т: ЕБС АСВ, 2015. – 33 с.

10. Основи автоматизованого проектування [Електронний ресурс]: під ред. А. П. Карпенка. -010213-9.

11. Почекуєв Е. Н. Проектування в SIEMENS NX технологічних процесів виготовлення деталей листовим штампуванням [Електронний ресурс]: електрон, навч. -т машинобудування; каф. Хм: ТГУ, 2014. - 230 с.: Бібліогр.

12. Почекуєв Е. Н. Проектування штампів для послідовного листового штампування в системі NX / Е. Н. Почекуєв, П. А. Путеев, П. Н. Шенбергер. - Львів: ДМК Прес, 2012. - 331 с. .328. - Предм.указ. с. 329-331. - Дод.: с. 305-327. - ISBN 978-5-94074-858-8: 665-00.

13. Почекуєв Е. Н. Проектування штампів для послідовного листового штампування в системі NX / Е. Н. Почекуєв, П. А. Путеев, П. Н. Шенбергер. – Львів: ДМК Прес, 2012. – 331 с. мул. - Бібліогр. с. 328. - Предм.указ. с. 329-331. - Дод.: с. 305-327. - ISBN 978-5-94074-858-8: 665-00.

14. Почекуєв Є. Н. Основи методів автоматизованого проектування штампів листового штампування в САПР [Електронний ресурс]: електрон.навч. - метод. посібник / Є. Н. Почекуєв; ТДУ; Ін-т машинобудування; кав. "Зварювання, обробка матеріалів тиском та споріднені процеси". – Бердичів: ТДУ, 2014. – 158 с. : іл. - Дод.: с.157. – ISBN 978-5-8259-0767-3: 1-00.

15. Почекуєв Е. Н. Проектування в SIEMENS NX технологічних процесів виготовлення деталей листовим штампуванням [Електронний ресурс]: електрон.навч. -метод. посібник / Є. Н. Почекуєв, П. А. Путеев, П. Н. Шенбергер; ТДУ; Ін-т машинобудування; кав. "Зварювання, обробка матеріалів тиском та споріднені процеси". – Бердичів: ТДУ, 2014. – 230 с.: іл. - Бібліогр. с. 228. – ISBN 978-5-8259-0766-6: 1-00.

					<i>КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

16. Почекуєв Е. Н. Проектування в SIEMENS NX технологічних процесів виготовлення деталей листовим штампуванням [Електронний ресурс]: електрон.навч. -т машинобудування; каф. Бердичів: ТДУ, 2014. – 230 с.: іл. – Бібліогр.: с.

17. Романовський В.П. Довідник з холодної штампування / В.П. Скрипачов А. Ст. Витяжка листового матеріалу [Електронний ресурс]: електрон.навч. -метод. посібник/А. Ст. Скрипачів; ТДУ; Ін-т машинобудування; кав. "Зварювання, обробка матеріалів тиском та споріднені процеси". – ТДУ. – Бердичів: ТДУ, 2016. – 51 с.: іл. – Бібліогр.: с. 45. - Дод.: с. 46-51. - ISBN 978-5-8259-0966-0.

18. Сухів С. Ст. Основи проектування технологій листового штампування [Електронний ресурс]: учеб.посібник/С. Ст. Сухів, А. Ст. Соколов, М. Ст. Жарів. - Львів: ІНФРА-М, 2015. - 124 с.: Іл. - (Вища освіта. Бакалаврат). - ISBN 978-5-16-010615-1.

19. Управління якістю [Електронний ресурс]: підручник для вузів/С. Д. Ілленкова [та ін]. - Львів: ЮНІТІ-ДАНА, 2013. - 287 с. - ISBN 978-5-238-02344-1.

20. Фетісова Т. С.Проектування ливарних форм для виготовлення пластмасових виробів: учеб.посібник/Т. З. Фетісова; ТДУ; Ін-т машинобудування; кав. "Зварювання, обробка матеріалів тиском та споріднені процеси". – ТДУ. – Бердичів: ТДУ, 2013. – 101 с.: іл. - Бібліогр. с. 100. – 31-00.

21. An Alternate Method to spring back Compensation for Sheet Metal Forming Мінімальний елемент Analysis of Spring back in L-Bending of Sheet Metal Fuh-Kuo Chen, Shen-Fu Ko Department of Mechanical Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC

22. Methods of Optimization of Sheet Metal Forming Processes Concerning The Reduction Of Spring back ChiritaBogdanAlexandru – The Annals of “Dunărea De Jos” University of Galați Fascicle V, Technologies In Machine Building, Issn 1221-4566, 200.

23. Spring back Analysis in Sheet Metal Forming Using Modified Ludwik

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

Stress-Strain Relation Sanjay Kumar Patel, Radha Krishna Lal, JP Dwivedi, and VP Singh-ISRN Mechanical Engineering Volume 2013. WaluyoAdiSiswanto, AgusDwiAnggono, 2Badrul Omar, andKamaruzamanJusoff - The Scientific World Journal Volume 2014.

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Додаток

					КРБАТ 25. 22017. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75