

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ, ТРАНСПОРТУ ТА АРХІТЕКТУРИ
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

бакалавра

Освітньо-кваліфікаційний рівень

Галузь знань **13 Механічна інженерія**

Шифр і назва галузі знань

Напрямок підготовки (спеціальність): **132 «Матеріалознавство.**

Відновлення та технічний сервіс автомобілів»

Шифр і назва напрямку підготовки (спеціальності)

на тему: «Зміцнення деталей для виробництва допоміжного обладнання
вантажного автомобіля»

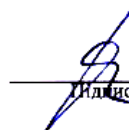
Шифр **ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ**

Виконав: студент 3-го курсу,
група *МТВАс-21-2*



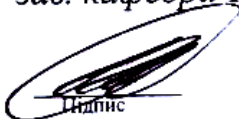
Вадим ПІДЛІСНИЙ
Ім'я, прізвище

Керівник: *к.т.н., доц. каф ТАМ.*



Олександр РУДИК
Ім'я, прізвище

До захисту допускаю:
зав. кафедри ТАМ д.т.н., проф.



Олександр ДИХА
Ім'я, прізвище

11 06 2024 р.

Хмельницький, 2024

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Освітньо-кваліфікаційний рівень: спеціаліст
Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»
Спеціальність: 132 «Матеріалознавство»
Спеціалізація: «Відновлення та технічний сервіс автомобілів»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедрою ТАМ
Диха О.В.
" 11 " 06 2024 р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Підлісному Вадиму Олександровичу

1. Тема проєкту (роботи): «Зміцнення деталей для виробництва допоміжного обладнання вантажного автомобіля».

Керівник роботи: Рудик Олександр Юхимович, к.т.н., доц. каф. ТАМ.

Затверджено наказом університету від 15 лютого 2024 р. № 8 (Д 16).

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) на кафедру: 20.06.2024 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи): *матеріали переддипломної практики.*

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

1). *Загальна інформація про аварійно-рятувальний автомобіль КраЗ-63221 САРМ-В.*

2). *Скринька для підручних засобів вантажних автомобілів – загальна інформація.*

3). *Розробка ТП з виготовлення скриньки (розрахунок коефіцієнта використання матеріалу, вибір обладнання для штампування).*

4). *Конструювання штампу для виробництва скриньки (вибір типу й технологічної схеми штампу, розробка його конструкції; призначення матеріалів й термообробки деталей штампу – сталей У10А, 35Л, 20; розрахунок деталей штампу та визначення його стійкості; розрахунок автоматизації дільниці).*

5). *Проектування дільниці штампування скриньки.*

6). *Організація ТП виготовлення скриньки.*

7). *Безпека праці на дільниці штампування скриньки.*

5. Перелік графічного матеріалу (презентація):

– розробити презентацію у вигляді слайдів з розкриттям питань відповідно до мети роботи.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи).

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

7. Дата видачі завдання: 4 березня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

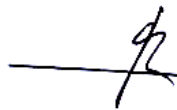
№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Загальна інформація про аварійно-рятувальний автомобіль КраЗ-63221 САРМ-В.	15.04.2024	вик.
2	Скринька для для підручних засобів вантажних автомобілів – загальна інформація.	20.04.2024	вик.
3	Розробка ТП з виготовлення скриньки	01.05.2024	вик.
4	Конструювання штапу для виробництва скриньки	15.05.2024	вик.
5	Проектування ділянки штампування скриньки. Організація ТП виготовлення скриньки.	25.05.2024	вик.
6	Безпека праці на ділянці штампування скриньки.	10.06.2024	вик.
7	Оформлення роботи	20.06.2024	вик.
8	Захист роботи	22.06.2024	

Студент



Вадим ПІДЛІСНИЙ

Керівник роботи



Олександр РУДИК

РЕФЕРАТ

Обсяг пояснювальної записки – 85 сторінок, кількість рисунків – 10, таблиць – 5, додатків – 1, кількість джерел згідно із переліком посилань – 33.

Студент гр. МТВАс-21-2 Підлісний Вадим Олександрович

Тема: «Зміцнення деталей для виробництва допоміжного обладнання вантажного автомобіля».





Дана бакалаврська дипломна робота присвячена розробці конструкції штампу послідовної дії, щоб виготовити скриньку для підручних засобів вантажного аварійно-рятувального автомобіля КрАЗ-63221 САРМ-В, яка дозволяє обійтися без ручної праці при подачі стрічки (заготовки), а також вилученні готових деталей та відходів. У дипломній роботі також вирішувались наступні задачі:

- вибрати обладнання для штампування та матеріали, термообробку, шорсткість поверхонь основних частин штампу; провести їх розрахунки;
- спроектувати ділянку з автоматизованою лінією штампування корпусу скриньки для підручних засобів, розробити відповідний технологічний процес з інструкцією безпеки праці.

Перелік ключових слів: КрАЗ-63221 САРМ-В, СКРИНЬКА ДЛЯ ПІДРУЧНИХ ЗАСОБІВ, ШТАМПУВАННЯ, ДІЛЯНКА.

Зміст

Анотація	6
Abstract	7
Перелік скорочень.....	8
Вступ	9
1 Загальна інформація про аварійно-рятувальний автомобіль	
КрАЗ-63221 САРМ-В.....	10
2 Скринька для підручних засобів вантажних автомобілів – загальна інформація	14
3 Розробка ТП з виготовлення скриньки для підручних засобів	16
3.1 Існуючий ТП.....	16
3.2 Пропонований ТП	17
3.3 Розрахунок коефіцієнта використання матеріалу	18
3.4 Вибір обладнання для штампування.....	23
4 Конструювання штампу для виробництва скриньки для підручних засобів	25
4.1 Вибір типу й технологічної схеми штампу	25
4.2 Розробка конструкції штампу.....	26
4.3 Призначення матеріалів й термообробки деталей штампу	27
4.3.1 Термообробка деталей штампу зі сталі У10А	28
4.3.2 Термообробка деталей штампу зі сталі 35Л	29
4.3.3 Термообробка деталей штампу зі сталі 20	29
4.4 Визначення розмірів розділюючих матриць та пуансонів штампу	29

ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ				
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Підлісний		
Перевір.		Рудик		
Н. Контр.		Маковкін		
Затверд.		Диха		
Зміцнення деталей для виробництва допоміжного обладнання вантажного автомобіля			Літ.	Арк.
			4	62
ХНУ, гр.МТВАс-21-2				

Зміст

Анотація	6
Abstract	7
Перелік скорочень.....	8
Вступ	9
1 Загальна інформація про аварійно-рятувальний автомобіль	
КрАЗ-63221 САРМ-В	10
2 Скринька для підручних засобів вантажних автомобілів – загальна	
інформація	14
3 Розробка ТП з виготовлення скриньки для підручних засобів	16
3.1 Існуючий ТП.....	16
3.2 Пропонований ТП	17
3.3 Розрахунок коефіцієнта використання матеріалу	18
3.4 Вибір обладнання для штампування.....	23
4 Конструювання штампу для виробництва скриньки	
для підручних засобів	25
4.1 Вибір типу й технологічної схеми штампу	25
4.2 Розробка конструкції штампу.....	26
4.3 Призначення матеріалу й термообробки деталей штампу	27
4.3.1 Термообробка деталей штампу зі сталі У10А	28
4.3.2 Термообробка деталей штампу зі сталі 35Л	29
4.3.3 Термообробка деталей штампу зі сталі 20.....	29
4.4 Визначення розмірів розділюючих матриць та пуансонів штампу	29

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Підлісний				Зміцнення деталей для виробництва допоміжного обладнання вантажного автомобіля	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Рудик						4	65
Н. Контр.	Маковкін					ХНУ, гр.МТВАс-21-2		
Затверд.	Диха							

4.5 Розрахунок деталей штампу	31
4.6 Визначення стійкості штампу.....	33
4.7 Розрахунок автоматизації дільниці	34
4.7.1 Розрахунок розмотуючого пристрою	35
4.7.2 Розрахунок правильного пристрою	36
4.7.3 Розрахунок валкової подачі.....	37

5 Проектування дільниці штампування скриньки для підручних засобів	39
---	-----------

6 Розробка ТП виготовлення скриньки для підручних засобів.....	40
---	-----------

7 Безпека праці на дільниці штампування скриньки для підручних засобів	42
7.1 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів на дільниці.....	42
7.2 Розрахунок рівня шуму на дільниці штампування.....	44
7.3 Нормативи рівня шуму на дільниці штампування	46
7.4 Заходи щодо зниження шуму на дільниці.....	48

Висновки.....	52
----------------------	-----------

Список використаних джерел	53
---	-----------

Додатки	57
----------------------	-----------

Анотація

Наведена загальна інформація про аварійно-рятувальний автомобіль КрАЗ-63221 САРМ-В та скриньку для його підручних засобів. Розглянуто конструкцію штампу послідовної дії для виготовлення скриньки. Вибране обладнання для штампування та матеріали, термообробка, шорсткість поверхонь основних частин штампу; проведені їх розрахунки. Спроектована діляниця штампування скриньки підручних засобів, розроблений відповідний технологічний процес з інструкцією безпеки праці.

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Abstract

General information about the KrAZ-63221 SARM-B emergency rescue vehicle and the box for its improvised means is provided. The construction of a stamp of sequential action for the manufacture of a box is considered. Selected stamping equipment and materials, heat treatment, surface roughness of the main parts of the stamp; their calculations were carried out. A toolbox punching station was designed, a corresponding technological process with labor safety instructions was developed.

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік скорочень

ТП – технологічний процес.

HRC_e – твердість за Роквеллом, шкала С [МПа].

C – вуглець.

Si – кремній.

Mn – марганець.

Cr – хром.

Ni – нікель.

S – сірка.

P – фосфор.

Cu – мідь.

As – миш'як.

ТБ – техніка безпеки.

БніП – будівельні норми і правила

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Актуальність теми. КрАЗ-63221 САРМ-В призначений для оперативної доставки рятувальників, спеціального обладнання до місця виникнення надзвичайних подій. На ньому встановлюють скриньку для підручних засобів, яку використовують, щоб зберігати інструментів, обслуговувати та ремонтувати авто в будь-якій непередбаченій ситуації. Скриньку виготовляють на дільниці з автоматизованою лінією, основним обладнанням якої є штампи. Тому потрібно вибрати обладнання для штампування та матеріали, термообробку, шорсткість поверхонь основних частин штампу; провести їх розрахунки.

Новизна роботи. Розроблено конструкцію штампу послідовної дії для виготовлення скриньки для підручних засобів, яка дозволяє обійтися без ручної праці при подачі стрічки (заготовки), а також вилученні готових деталей та відходів. Вибране обладнання для штампування.

Можливість використання висновків і рекомендацій у наукових дослідженнях та на практиці: розроблене компонування дільниці з автоматизованою лінією штампування корпусу скриньки для підручних засобів надає економію виробничих площ та спрощення конструкції дільниці порівняно з аналогом.

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Загальна інформація про аварійно-рятувальний автомобіль КрАЗ-63221 САРМ-В

Кременчуцький автомобільний завод, відомий як ПрАТ "АвтоКрАЗ", є виробником вантажних автомобілів українського походження. Розташований у місті Кременчук Полтавської області, завод виробляє широкий асортимент автомобільної техніки під торговою маркою "КрАЗ", включаючи 25 основних моделей та понад 150 варіацій вантажних автомобілів з різними конфігураціями коліс (рис. 1.1) – [1-10].



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ

Арк.

10



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд автомобіля КрАЗ-63221 САРМ-В

Автомобіль КрАЗ-63221 САРМ-В служить для оперативного транспортування рятувальників та спеціального обладнання до місця надзвичайних подій, як природного, так і техногенного характеру. Він забезпечує виконання різноманітних завдань, таких, як аварійно-рятувальні операції, пошук та надання медичної допомоги постраждалим, ліквідацію пожеж, радіаційну та хімічну розвідку, забезпечення зв'язку та оповіщення під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, катастроф та стихійних лих.

КрАЗ-63221-САРМ-В обладнаний 7-місною 4-дверною кабіною та секційним відсіком для зберігання та транспортування спеціального обладнання. Цей відсік обладнаний гофрованими шторками для забезпечення безпеки обладнання. Технічні характеристики цього автомобіля наведені у табл. 1.1.

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики КрАЗ-63221-САРМ-В

Шасі	КрАЗ
Колісна формула	6×6
Маса спорядженого автомобіля, т	14,50
Вантажність, т	13,45
Максимальна швидкість пересування, км/год.	90,0
Діапазон робочих температур, °С	від -50,0 до +60,0
Максимальний кут подолання підйому, град	35,0
Контрольна витрата палива, л/100 км	35,0
Мінімальний радіус повороту, м	13,50
Мінімальний дорожній просвіт при повному завантаженні, мм	300,0
Максимальна глибина подолання броду, м	1,50
Двигун:	YaMZ, Cummins, Deutz
– потужність, кВт (к.с.), не більше	294 (400)
– зчеплення	YaMZ, MFZ-430
Коробка передач	YaMZ, Fast Gear
Шини	16.00R20 чи 445/65R22,5
Ємність паливних баків, л	2×250,0
Спеціальне обладнання:	
Краноманіпуляторна установка ИМ-150*:	
– вантажний момент, кН*м (тс*м), не менше	118,50 (12,10)
– максимальна вантажність на вильоті стріли, тс:	
– мінімальному	4,02
– максимальному	1,32
Виліт стріли, м:	
– мінімальний	3,0
– максимальний	8,6
Спеціальне обладнання: гідравлічний аварійно-рятувальний інструмент;	

комплект пневматичного, бензинового та електроінструменту; комплект первинних засобів пожежогасіння; зварювальне обладнання; мотопомпа, переносна (потужністю 5 кВт) і стаціонарна електростанція; прилади радіаційної та хімічної розвідки; засоби надання першої медичної допомоги; надувний човен на 8 осіб із двигуном; водолазне обладнання; бонове загородження; радіостанції, GPS; автономна стаціонарна електростанція; додаткова переносна електростанція; установка плазмового різання; гідро-, пневмо- і електроінструмент; слюсарний, шанцевий і діелектричний інструмент; мотопомпа з комплектом рукавів; вентиляційне обладнання; гірничорятувальне обладнання; такелажне обладнання; освітлювальне обладнання; засоби радіаційної та хімічної розвідки контролю; прилади для надання медичної допомоги; обладнання для пожежогасіння; висувна переносна драбина; бонове загородження; засоби радіозв'язку.

КрАЗ-63221 САРМ-В – спеціальний важкий автомобіль, який призначений для оперативної транспортування екіпажу, спеціального обладнання та спорядження до місця надзвичайних ситуацій, незалежно від їхнього походження – природного або техногенного.

Основні завдання, які вирішує цей автомобіль:

- оперативна доставка рятувального екіпажу та необхідного обладнання для невідкладних рятувальних операцій;
- пошук та евакуація постраждалих з небезпечних місць і надання невідкладної медичної допомоги;
- боротьба з локальними пожежами;
- проведення радіаційної та хімічної розвідки;
- забезпечення зв'язку та оповіщення під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, катастроф і стихійних лих.

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Скринька для підручних засобів вантажних автомобілів – загальна інформація

Інструментальні скриньки широко використовуються для зберігання інструментів та обладнання для обслуговування автомобілів. Ці скриньки зазвичай встановлюються на різні види транспортних засобів, такі як вантажні автомобілі, причепа, напівпричепа, вахтові автобуси та інша спеціальна техніка. Вони виготовляються з міцного листового металу, який має спеціальне антикорозійне покриття, щоб забезпечити тривалий термін служби. Часто вони мають невеликі приварені кріплення, щоб можна було прямо закріпити їх на шасі автомобіля. При виборі такої скриньки важливо враховувати конструкцію рами та спосіб кріплення платформи або будки на машині. Наприклад, деякі моделі можуть мати куточки для кріплення до рами, що може ускладнити максимальне наближення скриньки до платформи. У таких випадках можна опустити скриньку чи за рахунок глибини кронштейнів висунути її назовні.

Скринька для підручних засобів для автомобілів є невід'ємним елементом, оскільки дуже часто на транспортному засобі немає окремого місця для зберігання інструментів. Такий ящик може бути також ефективним захистом для вантажного автомобіля. Важливо, щоб він був міцним і вмістким, готовим до будь-яких викликів і ситуацій.

Скринька для підручних засобів – це спеціально розроблений тип ящика для зберігання інструментів з великою місткістю та різними внутрішніми відділеннями і кишнями. Зазвичай вона виготовляється з міцного металу або пластику, що забезпечує безпеку інструментів. Така скринька може мати замки або системи безпеки для захисту вмісту від крадіжок або несанкціонованого доступу. Він ідеально підходить для професіоналів, які мають велику кількість різних інструментів і потребують зручного і організованого зберігання. Такий ящик дозволяє швидко знаходити потрібний інструмент і зберігати їх у відповідних місцях, що допомагає зберегти їх у готовності до використання і запобігає втратам. Скриньки для підручних засобів можуть мати різні розміри і

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

конфігурації, що дозволяє вибрати оптимальну модель для потреб кожного користувача. Вони можуть мати ручки для перенесення, висувні ящики, колеса для переміщення, додаткові частини для полегшення зберігання інструментів в автомобілі. Для цього важливо, щоб скринька була компактною і практичною, максимально використовуючи доступний простір і забезпечуючи легкий доступ до необхідних засобів у будь-який час [15].

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Розробка ТП з виготовлення скриньки для підручних засобів

3.1 Існуючий ТП

При існуючому технологічному процесі (рис. А3) виготовлення деталі "скриньки для підручних засобів" відбувається штампуванням за допомогою 7-ми послідовних технологічних кроків.

На ділянці заготовлення з листа розміром (1×1250×2500) мм вирізаються картки розміром (1×1250×600) мм. Потім транспортер доставляє їх на ділянку штампування. Там здійснюється формування ребер жорсткості на пресі під керівництвом та контролем оператора-налаштувальника. Транспортер доставляє отримані заготовки до наступного пресу, де відбувається пробивання отворів на пресі під керівництвом та контролем оператора-налаштувальника. Черговий етап полягає у транспортуванні деталей "скриньки для підручних засобів" до наступного пресу.

Виконується операція відрізання напівфабрикату. Потім заготовки транспортують на наступну операцію. Відбувається згин полиць, передбачена попередня згин двох петель Ø4 мм. Транспортер доставляє заготовки до наступного пресу, на якому відбувається остаточне завивання і кінцеве згинання бокових стінок скриньки.

Закладання заготовок у штамп і вилучення деталей зі штампу робиться вручну. Це збільшує час виготовлення виробу і може призвести до травмування робітника, який обслуговує цей технологічний процес.

Існуючий технологічний процес має наступні недоліки: використання ручної праці, велика трудомісткість виготовлення скриньки; відсутність автоматизації; низька продуктивність; витрати часу на налагодження технологічного процесу та на транспортування заготовок від пресу до пресу .

Для удосконалення технологічного процесу, розглянемо такі варіанти: вибір більш технологічного матеріалу з удосконалення заготовки; зменшення трудомісткості та к-ті операцій; зміна конструкції деталі для підвищення

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технологічності; використання новішого та продуктивнішого обладнання; застосування засобів автоматизації та механізації; зменшення витрат.

Найкращий – вибір продуктивнішого обладнання і зміна технологічного процесу: виготовлення скриньок на 1-му пресі-автоматі об'єднанням усіх операцій у штампі послідовної дії та використання засобів механізації та автоматизації.

3.2 Пропонований ТП

Деталь "Скринька для підручних засобів" (рис. А1) має складну форму та відноситься до середнього класу деталей. Оптимальним варіантом для її виготовлення є послідовна штамповка на прес-автоматі. Відомо, що при цьому застосовуються складні штампи послідовної дії.

Процес виготовлення цієї деталі складається з 3-х технологічних етапів: 1 – обрізка за кроком, пробивання, формування; 2 – надрізка стрічки, пробивка її; 3 – відрізання (вирізання перемички). Стандартний технологічний процес зображений на рис. А3.

Деталь "Скринька для підручних засобів " не має бути силовою, і їй не потрібні спеціальні вимоги до зовнішнього вигляду, але вона повинна бути міцною. Для її виготовлення використовують різні метали та неметали. Матеріал, який використовується для холодного штампування, повинен відповідати не лише функціональним вимогам та умовам роботи, а й задовольняти технологічні вимоги та бути економічно вигідним. Тому найбільш поширеним матеріалом є тонколистова, якісна, низьковуглецева сталь марки 08кп (низьковуглецева, високоякісна конструкційна сталь загального призначення), яка має відмінні механічні та технологічні властивості.

Основні механічні властивості [17, 18]: тимчасовий опір розриву $\sigma_p = 320,0$ МПа; границя текучості $\sigma_T = 200,0$ МПа; опір зрізу $\sigma_{зр} = 230,0$ МПа; відносне видовження $\delta = 33,0$ %; відносне звуження $\psi = 60,0$ %. У табл. 3.1 наведено хімічний склад сталі.

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 – Хімічний склад сталі 08кп

Масова доля елементів, %			
C	Si	Mn	Cr
0,05-0,12	0,03	0,25-0,50	0,10

Масова концентрація S, P, Ni та Cu в сталі повинна відповідати стандартам: не більше 0,040 %, 0,035 %, 0,30 %, та 0,30 % відповідно. Щодо As, його масова концентрація не може перевищувати 0,08%.

При виготовленні деталі "Скринька для підручних засобів" використовуваний матеріал поділяється на листи, стрічки, лінійні вироби та штучні заготовки.

У великосерійному виробництві доцільно використовувати безперервний матеріал, оскільки для будь-якого розміру заготовки можна замовити відповідно широку стрічку, що мінімізує відходи. Це дозволяє широко використовувати засоби автоматизації, що підвищує продуктивність, зменшує витрати на робочу силу та забезпечує безпеку на робочому місці. Для виробництва деталі "Скринька для підручних засобів" обирається холоднокатана сталь рулоном за ДСТУ 503-81.

Штапування проводитиметься без використання перемичок, що забезпечує економію матеріалу та точність виготовленої деталі. При розгортанні даної деталі отримується заготовка, розміром (520,0×1206,0) мм, тому обирається стрічка шириною 1250,0 мм (найближча за сортаментом). Крок подачі – 520,0 мм.

3.3 Розрахунок коефіцієнта використання матеріалу

При розкрої необхідно забезпечити економію металу, високу якість скриньки, продуктивність і простоту штампу та безпеку роботи. Існують різноманітні типи розкрою з відходами, такі, як прямий, нахилений, зустрічний, комбінований, багаторядний та інші. При нахилених типах розкрою відходи

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

можуть бути дуже великими. При зустрічних, комбінованих, багаторядних розкроях ускладнюється конструкція штампу. Для цього типу деталі найзручніше застосувати ланцюжковий тип розкрою.

Коефіцієнт використання матеріалу для існуючого ТП [19, 20]:

$$K_{\text{вм}} = (M_{\text{д}} / N_{\text{р.р}}) * 100\%, \quad (3.1)$$

де $M_{\text{д}} = 4,800$ кг – маса деталі;

$N_{\text{р.р.}} = 5,164$ кг – норма розходу для рулону.

Тому:

$$K_{\text{вм}} = (4,800 / 5,164) * 100\% = 93 \%.$$

Необхідно розрахувати навантаження та виконувану роботу на кожному технологічному переході:

1. Формування 8 ребер жорсткості.
2. Пробивка 7 отворів розміром (30,0 × 11,5) мм.
3. Пробивка 4 отворів розміром (8,0 × 16,0) мм.
4. Пробивка 2 технологічних отворів діаметром 15 мм.
5. Відрізання напівфабрикату за кроком.

Сила деформування при формуванні [16]:

$$P_{\text{дф}} = L * S * \sigma_{\text{в}} * k, \quad (3.2)$$

де $L = 540,0$ мм – довжина формованого елемента;

$S = 8,0$ мм – товщина матеріалу;

$\sigma_{\text{в}} = 300$ МПа – границя міцності;

$k = 0,7$ – коефіцієнт.

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{\text{дф.}} = 540,0 * 8,0 * 300 * 0,7 = 907\,200,0 \text{ Н.}$$

Робота пластичної деформації при формуванні:

$$A_{\text{ф}} = \lambda * P_{\text{дф}} * h / 1000, \quad (3.3)$$

де $\lambda = 0,65$ – коефіцієнт повноти діаграми;

$h = 3,0$ мм – хід формування.

$$A_{\text{ф.}} = 0,65 * 907200,0 * 3,0 / 1000 = 1769,040 \text{ Дж.}$$

Сила деформування при пробиванні:

$$P_{\text{пр.}} = K * L * S * \sigma_{\text{зр}}, \quad (3.4)$$

де $K = 1,2$ – коефіцієнт;

$L = 83,0$ мм – довжина контуру, який пробивається;

$S = 8,0$ мм – товщина металу;

$\sigma_{\text{зр}} = 250$ МПа – опір зрізу.

Пробивання 7-ми отворів ($8,0 * 11,5$) мм:

$$P_{\text{пр.1}} = 1,2 * 11,5 * 8,0 * 250 * 7 = 174\,300 \text{ Н.}$$

Пробивання 4-х отворів ($8,0 * 16,0$) мм:

$$P_{\text{пр.2}} = 1,2 * 16,0 * 8,0 * 250 * 4 = 57\,600 \text{ Н.}$$

Пробивання 2-х отворів $\varnothing 15$ мм:

$$P_{\text{пр.3}} = 1,2 * 16,0 * 15 * 250 * 2 = 28\,200 \text{ Н.}$$

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Повна сила при пробиванні:

$$P_{\text{пр.пов}} = P_{\text{пр.1}} + P_{\text{пр.2}} + P_{\text{пр.3}}, \quad (3.5)$$

$$P_{\text{пр.пов}} = 174\,300 + 57\,600 + 28\,200 = 260\,100 \text{ Н.}$$

Робота пластичної деформації при пробиванні:

$$A_{\text{пр.}} = \lambda * P_{\text{пр.пов}} * S / 1000, \quad (3.6)$$

де λ – коефіцієнт повноти діаграми;

$$A_{\text{пр.}} = 0,65 * 260\,100 / 1000 = 169,0 \text{ Дж.}$$

Сила деформування при відрізання по кроку (див. формулу 3.4):

$$P_{\text{відр.}} = K * L * S * \sigma_{\text{зр}}, \quad (3.7)$$

$$P_{\text{відр.}} = 1,2 * 1206,0 * 1,0 * 250,0 = 361\,800 \text{ Н.}$$

Робота пластичної деформації при відрізання:

$$A_{\text{відр.}} = \lambda * P_{\text{відр.}} * S / 1000, \quad (3.8)$$

$$A_{\text{відр.}} = 0,65 * 361\,800 * 1,0 / 1000 = 235,170 \text{ Дж.}$$

Сила прошовування:

$$P_{\text{прошт.}} = k_{\text{пр.}} * P * n \quad (3.9)$$

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де P – сумарна сила пробивання та обрізання, Н;

$k_{пр.} = 0,05$ – коефіцієнт;

n – к-ть деталей у шийці матриці.

$$P_{\text{прошт.}} = 0,05 * (260\ 100 + 361\ 800) * 1,0 = 31\ 095\ \text{Н.}$$

Робота пластичної деформації при проштовхуванні:

$$A_{\text{прошт.}} = \lambda * P_{\text{прошт.}} * S / 1000, \quad (3.10)$$

$$A_{\text{прошт.}} = 0,65 * 31\ 095 * 1,0 / 1000 = 20,20\ \text{Дж.}$$

Сумарна сила штампування:

$$P_{\text{сум.}} = P_{\text{дФ.}} + P_{\text{пр.пов}} + P_{\text{відр.}} + P_{\text{прошт}} \quad (3.11)$$

$$P_{\text{сум.}} = 907\ 200 + 360\ 100 + 361\ 800 + 31\ 095 = 1\ 660\ 195\ \text{Н} \cong 166,0\ \text{т. с.}$$

Сумарна робота деформації:

$$A_{\text{сум}} = A_{\text{дФ.}} + A_{\text{пр.}} + A_{\text{відр.}} + A_{\text{прошт.}} \quad (3.12)$$

$$A_{\text{сум}} = 1769,04 + 169,0 + 235,17 + 20,20 = 2193,410\ \text{Дж.}$$

Отже, загальна сила для виконання технологічних операцій – 160 т.с На основі цієї величини обирається листоштампувальне обладнання.

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4 Вибір обладнання для штампування

Під час вибору номінальної сили та габаритів штампового простору пресу ми керувалися наступними міркуваннями (табл. 3.2):

Таблиця 3.2 – Технічна характеристика пресу

Параметр		Величина
Номінальна сила, т.с		315,0
Хід повзуна, мм		450,0
Регулювання закритої висоти, мм		400,0
Частота ходів повзуна, хв. ⁻¹	безперервних	20,0
	одинарних	17,0
Закрита висота пресу		900,0
Висота висувного стола		500,0
Регульованість повзуна		400,0
Розміри стола, мм	Зліва-направо	2550,0
	Спереду-назад	3400,0
Товщина підштампувальної плити, мм		100,0
Потужність електродвигуна головного приводу, кВт		55,0

При виборі типу пресу та величини ходу бігуна враховувалися потреби технологічної операції; номінальна сила пресу має перевищувати силу, необхідну для штампування; потужність пресу має бути достатньою для виконання роботи, необхідної для даної операції; закрита висота пресу повинна відповідати або бути більшою за закриту висоту штампів; габаритні розміри столу та бігуна пресу мають забезпечувати можливість встановлення та закріплення штампів; к-ть ходів пресу повинна забезпечувати достатню продуктивність штампування; залежно від характеру роботи, мають бути спеціальні пристрої та пристосування (висувні механізми та подушки). Зручність та безпека обслуговування пресу повинні

відповідати вимогам ТБ. У даному випадку тах сила технологічної операції становить 160,0 т.с.

Оскільки преси виготовляють у певному інтервалі за номінальною силою, то зазвичай при виборі пресу розрахункова сила не точно відповідає номінальній. Тому прес вибирають з більшою силою. Використання потужнішого пресу забезпечує > жорсткість та < деформацію стояка, що дозволяє отримувати точніші скриньки за висотою. Так як при роздільних операціях сила штампування не повинна бути > 0,7 від номінальної сили пресу, а також з урахуванням того, що в усій номенклатурі деталей можливий розкид сил, обираємо силу 315 т.с.

Таким чином, для виробництва скриньки пропонується автоматизована лінія на базі листоштампувального пресу силою 315 т.с., загальний вигляд лінії подано на рис. А.5.

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 Конструювання штампу для виробництва скриньки для підручних засобів

4.1 Вибір типу й технологічної схеми штампу

Штампи для листового штампування поділяються за трієдиними критеріями: технологічним (за характером та поєднаністю операцій), конструктивним (за способом направлення) та експлуатаційним (за способом подачі заготовок та видалення деталей).

За технологічним критерієм штампи поділяються на типові групи за характером виконання операцій. Щодо поєднаності операцій, штампи бувають прості та комбіновані, які виконують одночасно кілька операцій. Комбіновані штампи, у свою чергу, розділяються за характером поєднання операцій в часі на штампи:

- послідовного дії, де виготовлення деталі відбувається за кілька етапів під різними пуншами при послідовному переміщенні заготовки;
- одночасного дії, де деталі виготовлюють за 1 хід пресу концентровано розташованими пуншами при незмінному положенні заготовки;
- послідовно-одночасного дії, де деталі виготовлюють за допомогою поєднання послідовної та одночасної штамповок.

За конструктивним критерієм штампи поділяють на штампи без та з напрямними пристроями. Штампи без них простіші у виготовленні, мають меншу масу і габаритні розміри, але незручні при встановленні, небезпечні в експлуатації та невисокої міцності. Їх застосовують лише у дрібносерійному виробництві. Штампи з напрямними пристроями простіші та надійніші в експлуатації, зручніші при встановленні, підвищеної міцності, але складніші у виготовленні. Їх застосовують у серійному, великосерійному та масовому виробництві. Найбільш поширення отримали штампи з напрямними колонками, які обладнані нерухомим або рухомим знімачем.

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За експлуатаційним критерієм, який визначається методами та способами роботи, штампи відрізняються за: способом подачі та встановлення заготовок; способом вилучення деталей і відходів.

Залежно від методу подачі та встановлення заготовок, штампи поділяються на ті, що користуються ручною подачею, та автоматичні, що є складовою штампу або пресу. Штампи з ручною подачею відрізняються один від одного лише конструкцією застосованого упору або фіксатора; тоді, як штампи з автоматичною подачею різняться за типом подачі стрічки чи штучних заготовок.

За методом вилучення деталей виокремлюють наступні типи штампів із: виїмкою через отвір у матриці; зворотнім впровадженням у стрічку та видаленням разом із нею; зворотнім виштовхуванням на поверхню штампу та ручним видаленням; зворотнім виштовхуванням та автоматичним видаленням. Зворотне вилучення здійснюють пружиною викидача або висувальника пресу.

Щодо поєднаності операцій, обираємо комбінований штамп послідовного дії. За конструктивним ознакою вибираємо штамп з напрямними колонками. За експлуатаційною ознакою обираємо штамп з автоматичною роликовою подачею та автоматичним вилученням деталей [22-26].

4.2 Розробка конструкції штампу

Рисунок А6 демонструє складові штампу. Для точного центрування та направлення верхньої частини штампу використовуються чотири напрямні колонки. подача матеріалу відбувається за допомогою валкової системи, яка активується від валу пресу. Щоб забезпечити точність подачі, у верхній плиті вбудовані спеціальні ловці.

Верхню та нижню плити штампу кріплять безпосередньо до пресу пневматичними затискачами. Крім того, штамп має спеціальні пази для кріплення болтами та хвостовик для з'єднання верхньої частини.

До верхньої плити прикріпленій тримач пробивного пуансона та штопорних ножів, згинальний пуансон. Останній відокремлює готову деталь від стрічки, яка

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

потім переходить на транспортер та надалі у контейнер для деталей. Під час вирізання скриньки використовують пружинний віджимник, а під час остаточного згинання – виштовхувачі, які працюють за рахунок пружин.

На початку стрічки встановлено спеціальний кронштейн з напрямними, щоб запобігти боковим відхиленням. Відходи від обрізання стрічки вилучаються за допомогою штопорних ножів у спеціальний паз на нижній плиті штампу, де вони періодично вилучаються за допомогою пневматичного механізму.

Штампи для холодного листового штампування складаються з великої кількості різних деталей, які вимагають різної точності виготовлення в залежності від умов роботи та призначення. Поверхні (які не контактують з іншими деталями) та отвори після свердління повинні мати шорсткість не $< 6,3$. Опорні поверхні звичайної твердості мають шорсткість 1,6. Робочі поверхні згинальних та витяжних пуансонів повинні мати шорсткість не $< 0,8$, а робочі поверхні інших деталей – не $< 0,4$.

4.3 Призначення матеріалів й термообробки деталей штампу

Елементи робочих штамів піддаються імпульсному навантаженню з високою концентрацією напружень на робочих краях або поверхнях. Тому для матеріалу пуансонів і матриць ставляться вимоги високої твердості і стійкості до зношування за наявності достатньої в'язкості. Матеріал повинен ефективно протистояти зношуванню від тертя, зберігати ДСТУрі ріжучі краї без пошкодження і затуплення протягом максимально можливого часу. Матеріал має бути економічним і доступним.

Вибір матеріалу проводимо з урахуванням локального фактичного навантаження ріжучих країв пуансонів і матриць залежно від відношення S/d . При вирізанні деталей простої конфігурації товщиною до 5 мм можна використовувати такі матеріали:

– вуглецеві інструментальні сталі із гартуванням (\varnothing до 25,0 мм) – У8А, У10А, У8, У10;

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- леговані сталі із гартуванням (\varnothing до 45,0 мм) – ШХ9, 9Х, 9ХС, ХВГ, 9ХВГ;
- високохромисті сталі (\varnothing до 80 мм) Х12Ф1, Х12Ф, Х12М, Х12ТФ, Х12М;
- леговані сталі з підвищеною в'язкістю 4ХС, 6ХС, 5ХВ2С, 5ХВГ.

Згідно рекомендацій вибираємо наступні матеріали для деталей штампу:

- пробивні та згинальна матриці, пробивні та згинальний пуансони, крокові ножі – У10А, HRC_e 55-61;
- плити – Сталь 35Л
- державка, притиски, напрямні колонки та втулки – Сталь 20.

4.3.1 Термообробка деталей штампу зі сталі У10А

Маркування сталі У10А можна розшифрувати так: літера У вказує на те, що маємо справу з інструментальною нелегованою сталлю, в якій присутній С у кількості 1%, а літера А в кінці позначення свідчить про те, що це високоякісна сталь з мінімумом шкідливих домішок [27-31]. Для сталі У10А також застосовується [32]: ступінчасте гартування в соляній ванні з $t = (160-170)^{\circ}\text{C}$ (KOH+NaOH) з додаванням води $\cong(3-5)\%$. У випадку, якщо деталь перевищує допустимі значення ступінчастого гартування, може бути застосована гартування з "підохолодженням" (гартування у воді з попереднім недовгим охолодженням на повітрі).

Твердість сталі У10А після термообробки наведена у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Твердість сталі У10А після термообробки (ДСТУ 1435-99)

Режими термообробки	HRC _e (HB)
Відпал	До (207)
Гартування 770-800 °С, вода	> 68
Переріз до 10-12 мм. Гартування 800 °С, масло або розплав солей при 190 °С. Відпуск (160-200) °С	57-61
Переріз до 8 мм. Гартування 800 °С, масло або розплав солей при 190 °С. Відпуск (380-480) °С	44-50
Переріз до 60 мм. Гартування 770 °С, вода або (5-10%)-ний розчин NaCl. Відпуск 170 °С.	59-63

У залежності від потрібної твердості деталі штампу приймаємо наступні режими термообробки [27-31]:

– переріз до (10-12) мм.: гартування 800 °С, масло або розплав солей при 190 °С. Відпуск 160-200 °С;

– переріз до 60 мм.: гартування 770 °С, вода або (5-10) %-ний розчин NaCl. Відпуск 170 °С.

4.3.2 Термообробка деталей штампу зі сталі 35Л

Матеріал 35Л – це стандартна нелегована сталь для відливок [32]. Пояснення позначення сталі 35Л: літера Л в кінці вказівки вказує на те, що це ливарна сталь, а цифра 35 вказує на наявність 0,35% С.

Термообробка: нормалізація (860-880) °С, відпуск (600-630) °С.

Твердість матеріалу: $HV 10^{-1} = (137-229)$ МПа.

4.3.3 Термообробка деталей штампу зі сталі 20

Сталь 20 – вуглецева сталь, яку використовують у машинобудуванні та інших галузях промисловості. Вона має вміст вуглецю приблизно 0.2%, що надає їй високу здатність до зварювання та достатню міцність.

З цієї сталі виготовляють деталі, які вимагають високої міцності поверхні, а також знижену міцність серцевини [33]. Для цього застосовують цементацію на глибину 0,5 мм при (920-950) °С, повітря (до твердості HRC_e 61-65). Гартування при (800-820) °С, вода. Відпуск при (180-200) °С, повітря.

4.4 Визначення розмірів розділюючих матриць та пуансонів штампу

При встановленні робочих параметрів пуансонів та матриць для роздільних операцій необхідно уважно враховувати зазори та допуски на робочі розміри інструменту. Розмір вирізаної деталі визначається розміром матриці, тоді як

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розмір пробиваного отвору залежить від розміру пуансона. При пробиванні отворів розміри пуансона та матриці розраховуються відповідно до таких взаємозв'язків [22-26]:

$$\begin{aligned}d_n &= (d + \Delta)_{-\delta_n} \\d_m &= (d + \Delta + 2z)^{+\delta_m}\end{aligned}\tag{4.1}$$

де d – розмір деталі номінальний;

Δ_v – відхилення допуску на цей розмір верхнє;

z – односторонній зазор;

δ_n, δ_m – допуски на виготовлення пуансона та матриці.

Розміри пуансона та матриці при вирубці отворів:

$$\begin{aligned}d_m &= (d + \Delta)^{+\delta_m} \\d_n &= (d + \Delta - 2z)_{-\delta_n},\end{aligned}\tag{4.2}$$

де Δ_n – відхилення допуску на цей розмір нижнє;

У цьому сценарії розраховуються розміри інструменту для пробивання отвору $\varnothing 8,30$ мм.

Допуски на розміри виробу, встановлені за 14-м квалітетом ЕСДП, складають: $\varnothing 15^{+0,52}$. Односторонній зазор для металу товщиною 1 мм із сталі з $\sigma_s = 300 \text{ МПа}$ становить 0,030 мм. Отже, робочі розміри пуансонів та матриць визначаються наступним чином, мм:

$$d_m = 15^{+0,040}$$

$$d_n = (15 - 2 \times 0,030)_{-0,040} = 14,94_{-0,040}$$

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.5 Розрахунок деталей штампу

Робочий витратний інструмент, яким є матриця та пуансон, визначає ефективність, надійність та тривалість служби штампу. Розрахунок їх параметрів є ключовим етапом у розробці документації для штампу.

Перевірному розрахунку на міцність зазвичай підлягають найбільш навантажені пробивні пуансони малих розмірів. При пробиванні отворів, розміри яких порівняні з товщиною матеріалу, місцеві нормовані навантаження на ріжучі кромки пуансона в 2-3 рази більше, ніж на ріжучі кромки матриці. У даному випадку таких отворів немає, тому розрахунок нормованих тисків на ріжучі кромки пуансонів необов'язковий.

Пуансон потрібно перевірити на стискання за найменшим перерізом. Умова задовільної міцності на стискання:

$$\sigma_{cm} = \frac{P}{F} \leq [\sigma_{cm}] \quad (4.3)$$

де P – сила різання, Н;

F – площа ріжучої кромки, мм²;

$[\sigma_{cm}] = 1200$ МПа – допустиме напруження стискання для загартованої сталі У10А.

$$\sigma_{сж} = 1,20 * 3,14 * 15,0 * 0,90 * 300 * 1,0 / 3,14 * 7,5^2 = 86,40 \text{ МПа.}$$

При виготовленні штампу може виникнути певне зсування пуансона відносно матриці через неточності. Це призводить до появи згинального моменту; тому необхідно додатково перевірити пуансон на зсув внаслідок згинання. Приймаємо величину зсуву пуансона рівною половині зазору між матрицею та пуансоном. У нашому випадку стержень (пуансон) зазнає поперечного згинання,

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

навантаженого з одного кінця (жорстко закріпленого) певним згинальним моментом M_3 . [7]

Умова міцності згинання:

$$\sigma_{32} = \frac{M_{32}}{W} \leq [\sigma_{32}] \quad (4.4)$$

де $M_{32} = P_{32}L$ – згинаючий момент;

$W = 0.1d^3$ – момент опору перерізу, мм^3 ;

$[\sigma]_{32} = 300 \text{ МПа}$ – допустиме напруження згинання для сталі У10А.

$$\sigma_3 = 1,20 * 3,14 * 15,0 * 0,90 * 300,0 * 1 / 0,1 * 153,0 = 45,20 \text{ МПа.}$$

Перевіряємо плиту штампу під опорною головкою пуансону на зминання:

$$\sigma_{3м} = \frac{P}{F} \leq [\sigma]_{3м} \quad (4.5)$$

де F – опорна поверхня головки пуансону, мм^2 ;

$[\sigma]_{3м} = 100 \text{ МПа}$ – допустиме напруження зминання плити штампу (сталь 35Л), в яку пуансон впирається.

$$\sigma_{3м} = 1,20 * 3,14 * 15,0 * 0,90 * 300,0 * 1,0 / 0,1 * 252,0 = 9,80.$$

Так як $\sigma_{3м} < [\sigma]_{3м}$, то під головку пуансону сталю пластину не підкладаємо.

Поздовжнє згинання пуансону:

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$l = 4.43 \sqrt{\frac{EJ}{nP}}, \quad (4.6)$$

де $E = 200 \text{ ГПа}$ – модуль пружності 1-го першого роду;

$J = 0.05d^4$ – момент інерції перерізу пуансону, м^4 ;

$n = 2.5$ – коефіцієнт запасу.

$$l = 4,43 * (200,0 * 0,05 * 0,0154 / 2,50 * 1,20 * 3,14 * 15,0 * 0,90 * 300,0 * 2.5) - 1/2 = 16,0 \text{ мм.}$$

У даному випадку вільна довжина пуансона рівняється 16 мм. Розрахований пуансон відповідає необхідним умовам міцності та жорсткості.

4.6 Визначення стійкості штампу

Життєздатність штамтів визначається кількістю виготовлених деталей до повного зносу їх робочих частин, коли вони втрачають можливість відновлення і призводять до виробничого браку. Цей брак зазвичай виникає дещо раніше внаслідок погіршення якості деталей (наприклад, заусенців під час вирізання або пробивання; подряпин під час витягання або згинання). Однак, цей вид браку можна виправити шліфуванням або очищенням від наростів металу на робочих частинах штамтів. Таким чином, важливо розрізнити загальну життєздатність, або повну стійкість штамтів, від проміжної стійкості, коли потрібне тимчасове вдосконалення шляхом шліфування.

Повна стійкість штамтів безпосередньо залежить від їхньої якісної стійкості, оскільки кількість можливих шліфувань або очищень обмежена максимальним використанням їх робочих частин.

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стійкість штампів залежить від різних факторів, таких, як механічні властивості матеріалу, форма деталі, її товщина, конструкція штампу, тип виконуваної операції, розмір зазору, матеріал та термообробка робочих частин штампу, стан пресу, а також метод та засіб змащення.

Стійкість штампів – це умовне поняття, оскільки різні робочі частини зношуються по-різному. Розрахунок стійкості штампу проводиться для окремої операції, наприклад, пробивання, до проведення шліфування:

$$N = K_1 K_2 \frac{16000}{\sqrt[3]{s^2 \sigma_{\sigma} \sqrt{\sigma_{\sigma}}}} \quad (4.7)$$

де σ_{σ} – межа міцності матеріалу, який штампується, МПа;

$K_1 = 0,30$ – коефіцієнт матеріалу робочих частин деталей;

$K_2 = 0,55$ – коефіцієнт товщини матеріалу деталей.

Формула (4.7) розрахована на такі виробничо-технологічні умови: матеріал для штампування – сталь 3, сталь 4, сталь 08кп, сталь 08пс; товщина матеріалу – 1 мм; матеріал для пуансона та матриці – сталь У10А; критерій зносу – утворення заусенця висотою 0,20 мм.

$$N = K_1 * K_2 * 16\,000 / ((1^2 * 300,0 * 300^{1/2}))^{1/3} = 70 \text{ тис. дет.}$$

4.7 Розрахунок автоматизації дільниці

Щоб підвищити продуктивність та покращення умов праці при штампуванні використовують засоби автоматизації. На прийнятому прес-автоматі використовують розмотуючий і правильний пристрій і штовхаюча валкова подача. Тому охарактеризуємо кожний механізм.

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.7.1 Розрахунок розмотуючого пристрою

Вимоги до розгортально-правильних пристроїв полягають у їх універсальності, що означає можливість використання з різноманітними технологічними агрегатами та постійній швидкості подачі.

Вибір типу розгортальних пристроїв рекомендується проводити в залежності від маси рулону: для маси до 100,0 кг рекомендуються непривідні пристрої типу катушок; для маси до 150,0 кг – привідні типу катушок; для маси до 500,0 кг – привідні пристрої з установкою на катки; для маси > 500,0 кг – привідні установки барабанного типу.

При виборі привідного розгортального пристрою типу катушки важливо враховувати передаточне число редуктора, щоб швидкість розгортання була незначно вищою за середню швидкість подачі (добуток числа ходів на хв. на крок подачі). Під час роботи автоматизованої установки між подаючим та розгортальним пристроєм формується компенсаційна петля. Щоб підтримувати довжину петлі у заданих межах, які забезпечують стабільну роботу подачі, розгортальний пристрій має командний датчик. При утворенні великої петлі датчик, за допомогою кінцевих вимикачів, відключає електродвигун приводу. Коли петля зменшується, стрічка натягується, а коли досягається задана довжина, подається команда на включення електродвигуна приводу.

Сила для розпрямлення деталі:

$$Q_3 = 1,1 \frac{\sigma_s s^2 b_{np}}{2\mu z} \quad (4.7)$$

де Q_3 – сила для передачі робочого моменту, Н;

σ_s – напруження (приймається рівним межі текучості), МПа;

s – товщина матеріалу;

b_{np} – ширина матеріалу;

$\mu = 0,1$ – коефіцієнт тертя (для металу по металу зі змащуванням);

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$z = 3$ – число затискних кулачків захватної деталі.

$$Q_3 = 1.1 \frac{200 \times 1 \times 1250}{2 \times 0,1 \times 3} = 458,3 \text{ Н}$$

4.7.2 Розрахунок правильного пристрою

Ефективна робота подаючого пристрою та якісне отримання деталей з безперервного матеріалу в значній мірі залежать від процесу правки матеріалу. Для цього правильні ролики розташовані у шаховому порядку, їх установка здійснюється з урахуванням того, що кожна ділянка матеріалу повинна отримати змінні згинальні напруження, які перевищують межу текучості матеріалу. Як наслідок, наявні на матеріалі випуклості та інші нерівності усуваються. Для поліпшення якості матеріалу зазначені напруження повинні перевищувати межу текучості.

Зараз випрямляючі пристрої зазвичай комбінуються з розгортальними, рідше – з подаючими. Спеціалізовані випрямляючі пристрої встановлюються дуже рідко.

Кількість правильних роликів залежить від товщини стрічки; приймаємо кількість роликів 9.

$$Q_{np} = \frac{1,1 \sigma_s s^2 b_{np} z_{np}}{2 \left(r + \frac{s}{2} \right)} \quad (4.8)$$

$$Q_{np} = \frac{1,1 \times 200 \times 1 \times 1250 \times 9}{2 \left(35 + \frac{1}{2} \right)} = 34859 \text{ Н}$$

де Q_{np} – сила для просування безперервного матеріалу через z_{np} безперервних валків;

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

σ_s – напруження (приймається рівним межі текучості), МПа;

s – товщина матеріалу;

b_{np} – ширина матеріалу;

r – радіус валків;

z_{np} – число правильних валків.

Потужність електродвигуна приводу правильних пристроїв визначається по розрахунковому крутному моменту:

$$M_{p.n} = \frac{1,1\sigma_s s^2 b_{np} z_{np}}{2} \quad (4.9)$$

$$M_{p.n} = \frac{1,1 \times 200 \times 1 \times 1250 \times 9}{2} = 12 \text{ кВ}$$

4.7.3 Розрахунок валкової подачі

У системах валкової подачі використовують фрикційний захоплюючий пристрій. Залежно від кількості кареток, в яких встановлюються валки захоплюючого пристрою, відрізняються односторонні (зазвичай штовхального типу), і двосторонні валкові подачі. При застосуванні валкових подач для автоматизованого ковальсько-штампового виробництва потрібно враховувати, що вони надійно працюють при використанні матеріалу, товщиною (0,3-2,5) мм. При товщині менше < 0,30 мм відбувається нестійке захоплення матеріалу через його малу жорсткість; при товщині > 2,5 мм збільшуються інерційні навантаження від матеріалу, що також призводить до нестійкої роботи захоплюючого пристрою валкової подачі.

У сучасних подачах шарніри перетворювального механізму виконуються на опорах кочення; вали захоплюючого пристрою – порожні та оснащені постійно закритими гальмами; діаметри валів обираються як найменші, а для збільшення кута повороту використовують зубчасту передачу.

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рух вали подачі отримують від головного валу пресу під час проходження ковзуна вгору. При ході ковзуна донизу відбувається виставлення валів за рахунок спрацьовування відбійної муфти.

Кут повороту валів, який забезпечує переміщення матеріалу на заданий крок подачі, наступний:

$$\varphi_3 = \beta_0 \times \frac{2 \times h_3}{D} + \varphi_0, \quad (4.10)$$

де $\beta_0 = 1,02-1,03$ – коефіцієнт, який враховує проковзування у захватній деталі;

h_3 – крок подачі, мм;

D – діаметр валків, мм;

φ_0 – кут заклинювання обгінної муфти, град.

Отримуємо:

$$\varphi_3 = 1,03 \times \frac{2 \times 520}{160} + 1,05 = 9,5 \text{ рад.} = 54,5^\circ$$

Тоді середня швидкість подачі:

$$V_{\text{сер}} = \frac{h_3}{t}, \quad (4.11)$$

де h_3 – крок подачі, мм;

t – час переміщення матеріалу на крок, с.

Отримуємо:

$$V_{\text{сер}} = \frac{520}{5,2} = 100 \text{ (мм/с.)}$$

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 Проектування ділянки штампування скриньки для підручних засобів

Відповідно до проведених розрахунків, на ділянці необхідно розмістити 2 автоматизовані лінії. У проекті ділянки пропонується використати об'ємне розміщення лінії, агреговане зі складом штампів і рулонів. Таке розміщення займає мало виробничих площ і дозволяє скоротити тривалість переналаштування пресу на нову деталь за рахунок автоматизації процесу заміни штампів.

Ширина прольоту – 24 м, висота прольоту – 12 м. У прольоті працює мостовий кран вантажопід'ємністю $Q = 50,0$ т. Колони одна від одної розташовані на відстані 6,0 м (рис. А7). На ділянці передбачено розміщення наступних допоміжних приміщень: склади деталей, контрольних пристроїв ВТК, технологічного оснащення, ділянка ремонту штампів та іншого обладнання, кабінет майстра, санвузол на 20 осіб, приміщення для відпочинку.

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 Розробка ТП виготовлення скриньки для підручних засобів

Для початку технологічного процесу потрібно доставити на робоче місце початкову стрічку та встановити новий штамп. Для цього на складі штампів та монтажних плит виконують кріплення плит штампу до адаптерних плит. Ця операція не забирає машинного часу, так як вона проводиться поза пресом. Потім штамп разом з плитами за допомогою мостового крана розміщується на висувному столі пресу, де проводиться центрування штампу та кріплення адаптерних плит до підштампової плити за допомогою 8-ми пневматичних затискачів. Після цього плита пресу переміщується до робочої зони, і верхня частина штампу приєднується до повзуна за допомогою 8-ми гідравлічних затискачів.

Подачу стрічки до розгортального пристрою здійснюють електрокаром. Розгортальний пристрій подає матеріал. Стрічка протягується за допомогою транспортних валків через правильний апарат, який забезпечує правку протягнутої стрічки до її подальшого штампування. Верхні валки правильного апарату автоматично піднімаються після кожного ходу; тому забезпечується центрування стрічки посередині.

Використання контролюючих електричних систем на робочому місці та в процесі переходу забезпечує безперебійне обслуговування та роботу пресу. Після встановлення нового рулону та оснастки лінія готова до роботи. Після заповнення, ящик зі скриньками транспортують електрокаром на площадку зберігання готової продукції біля ділянка ВТК та контрольних пристроїв: скриньки контролюють і сортують.

Під час процесу штампування на робочому місці утворюється багато металевого відходу, що в середньому становить не < 15% від загальної кількості переробленого на дільниці металу. Тому при її проектуванні необхідно приділити значну увагу питанням вивезення, часткового використання та обробки відходів для їх транспортування та переплавки у металургійних цехах.

Існують кілька способів збирання та транспортування відходів:

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- їх збирають їх у контейнери або на візки, розташовані поруч з пресами;
- їх транспортують візками у підвальні приміщення під цехом, куди їх перекидають через люки у перекриття підвалу;
- їх транспортують стрічковими конвеєрами, встановленими у підвалах під дільницею;
- їх транспортують комбінованим способом, поєднуючи поверхнєве та підземне очищення та вивезення відходів.

Згідно з проектом дільниці перевагу надають 1-му способу вивезення відходів через їх компактні розміри. На спроектованій дільниці передбачені ремонтні служби, які здійснюють роботи з ТО та дрібного ремонту. Інші види ремонту проводяться в ремонтно-механічних та інструментальних цехах заводу.

До складу допоміжного обладнання входять: ручні преси, обдирально-шліфувальні верстати, настільні свердлильні верстати і точила.

Склад ремонтних служб включає: площі для розташування основного та допоміжного обладнання; робочі місця для слюсарних робіт; складські приміщення для металу та запасних частин; приміщення для зберігання інструментів, пристосувань та допоміжних матеріалів.

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 Безпека праці на ділянці штампування скриньки для підручних засобів

7.1 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів на ділянці

На ділянці, де проводиться холодне листове штампування, можуть виникати різноманітні фактори, які загрожують здоров'ю працівників:

- виробничий шум та вібрація;
- ризик ураження електричним струмом;
- забруднення технічними рідинами;
- потенційна небезпека пожежі;
- погана освітленість;
- можливість травматичних подій;
- неприємні погодні умови.

Ділянці, де працюють преси, характеризуються високим рівнем шуму. У процесі листового штампування основними джерелами шуму є підшипники, зубчасті передачі тощо. Також сам процес різання металу, коли ріжучі кромки штампу входять у метал, спричиняє шумові ефекти на ділянці.

Шум негативно впливає на всі органи людини, особливо на центральну нервову, серцево-судинну систему та органи слуху. Продовжений вплив може призвести до погіршення слуху, а в деяких випадках – навіть до глухоти [21].

Шум на робочому місці негативно впливає на працівника, зменшує його увагу, підвищує витрату енергії при тому самому навантаженні, сповільнює швидкість психічних реакцій та знижує продуктивність праці. Захист працівників від шуму може бути колективним або індивідуальним. Боротьба з шумом у промислових приміщеннях спрямована на його зниження до допустимого рівня.

Зменшення шуму на робочому місці здійснюється за 3-ма напрямками: зменшення шуму в джерелі, використання засобів звукоізоляції та застосування засобів індивідуального захисту.

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільш ефективними є заходи, спрямовані на зниження шуму в самому джерелі його утворення. Для цього простір навколо пресу закривають спеціальним кожухом. Підлога цеху холодного листового штампування має звукопоглинаюче покриття, яке зменшує звукопровідність. На клапанах пневмосистеми, яка відводить стиснений повітря, встановлені заглушники. Вентиляційні канали звукоізолювані. Для зменшення вібрації прес встановлюють на фундамент з віброгасними прокладками. У приводах допоміжних пристроїв є віброгасячі елементи. Норми щодо рівня шуму на робочих місцях встановлені ДСТУ 12.1.003-83, а параметри вібрації – ДСТУ 12.1.012-78.

Забруднення технічними рідинами (мастилом тощо) в ТП холодного листового штампування мінімізовані. У використовуваному пресі система змащення організована так, що масло не потрапляє у навколишнє середовище. Використане масло замінюють новим без викидів. Змащення заготовок перед штампуванням проводиться в робочій зоні пресу. Готові скриньки укладаються в спеціальну тару, що запобігає забрудненню мастилом робочого місця та ділянки.

Освітлення на робочих місцях забезпечується як природним, так і штучним освітленням, що відповідає вимогам БНіП 11-4-79 і регулярно перевіряється у заводській лабораторії. Планово проводиться очищення та заміна світильників і скла для забезпечення оптимальних умов роботи.

Мікроклімат на ділянці листового штампування (допустима температура, вологість, швидкість руху повітря та його чистота) регулюють системами опалення та вентиляції відповідно до вимог ДСТУ 12.1.005-76. Для робіт середньої важкості, які проводяться в даному ТП, допустимі параметри повітряного середовища визначені в табл. 7.1 для робочих зон.

На зоні холодного листового штампування розташовано кілька електроприймачів. Для уникнення можливого ураження людини електричним струмом, обладнання цих приймачів повинно відповідати вимогам "Правил монтажу електроустановок", які встановлені відповідними стандартами, і його експлуатація – вимогам "Правил технічної експлуатації електроустановок

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

споживачів". Крім цього, слід дотримуватися інструкцій від виробників щодо коректної експлуатації обладнання.

Таблиця 7.1 – Оптимальні норми мікроклімату

Період року	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря не >, м/с
Холодний та перехідний	18,0-20,0	60,0-40,0	0,20
Теплий	21,0-23,0	60,0-40,0	0,30

Підключення та відключення від електричного кола, а також нагляд за станом електрообладнання, здійснює електротехнічний персонал дільниці. Включення обладнання до електричної мережі допускається при заземленому корпусі. Всі дроти повинні бути захищені від механічних порушень. Для оперативного зупинення всіх механізмів на пульті керування передбачені кнопки.

7.2 Розрахунок рівня шуму на дільниці штампування

На дільниці штампування шум виникає через роботу електродвигунів, викидання у повітря стиснутого повітря з пневмосистем, наявність зазорів у механізмах пресів. Це призводить до характерного металевого стуку при зіткненні робочих частин штапу. Для зменшення шуму від зазорів налаштовують їх розміри у механізмі до моменту початку деформації заготовки. Для цього в пресах встановлюють урівноважувальники повзуна, які виконують ще одну важливу роль у забезпеченні БП: утримують повзун пресу в крайньому верхньому положенні і не дозволяють йому впасти при будь-якій можливій неполадці (відмові системи керування і розблокуванні гальма, поломці шатуна тощо). Для зменшення шуму від випуску стиснутого повітря на пресах встановлюють глушник клапану розподільвача.

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При штампуванні у режимі безперервних ходів муфта постійно увімкнена, і перепуск повітря через клапани не відбувається. Це призводить до відсутності шуму від викиду стиснутого повітря. Отже, основним джерелом шуму в ковальсько-пресових дільницях залишається гудіння електродвигунів. Тому, щоб оцінити відповідність шуму тах допустимим нормам, необхідно провести розрахунок рівня звукового тиску на робочому місці:

$$L_{pш} = L_1 + 10 \lg \left(1 + \frac{4}{F \alpha_p} \right), \quad (7.1)$$

де $L_{pш}$ – рівень звукового тиску на робочому місці;

L_1 – рівень звукової потужності 1-го джерела, дБ;

F – площа, займана обладнанням, м²;

α_p – зведений до 1-ці площі коефіцієнт звукопоглинання.

Рівень звукової потужності 1-го джерела:

$$L_1 = 10 \lg * \left(\frac{W}{W_0} \right) = 10 \lg * \left(\frac{W}{10^{-12}} \right) \quad (7.2)$$

де W – випромінювана звукова потужність, кВт. [21].

Звукова потужність пресів становить 0,001% від номінальної установочної потужності електродвигуна [21]. Сумарна встановлена потужність електродвигунів на цій дільниці складає 140,0 кВт. Площа дільниці – 620,0 м². Коефіцієнт звукопоглинання, який зведений до 1, становить 0,30. Тому:

$$L_1 = 10 \lg \left(\frac{140 \cdot 0.001}{10^{-12}} \right) = 113.8 \text{ дБ},$$

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_{p.ш.} = 113.8 + 10 \lg \left(1 + \frac{4}{630 \cdot 0.3} \right) = 113.9 \text{ дБ}$$

7.3 Нормативи рівня шуму на дільниці штампування

Інтенсивний шум може призвести до професійних захворювань органів слуху, особливо шкідливим є високочастотний шум (1000-4000) Гц. Цей шум (зокрема розривний та імпульсивний) може впливати на точність виконання операцій та ускладнювати мислення.

Нормування шуму проводиться у 2-х напрямках:

- гігієнічне нормування;
- нормування шумових характеристик машин згідно з ДСТУ 8.055-73.

Діючі норми шуму на робочих місцях регламентуються ДСТУ 12.1.003-83. Для постійних шумів нормування відбувається за межами спектру шуму. Граничний спектр шуму визначається, як набір нормативних рівнів звукового тиску в 8-миооктавних смугах частот: 63,0; 155,0; 250,0; 500,0; 1000,0; 2000,0; 4000,0; 8000,0 Гц.

Для орієнтовної оцінки ДСТУ рекомендує використання рівня звуку в дБА як характеристики постійного шуму на робочому місці, виміряного за шкалою "А" шумоміра:

$$L_a = 20 \lg \left(\frac{P_a}{P_0} \right) \quad (7.3)$$

де P_a – середньоквадратичний звуковий тиск з урахуванням корекції шумометра, Па;

$P_0 = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ – середньоквадратичний звуковий тиск.

У виробництві стикаються із ситуаціями, коли рівень шуму не є постійним, а змінюється від часу до часу. У таких випадках зручно використовувати показник, який називають еквівалентним рівнем звуку за енергією. Це величина, що визначає середнє значення енергії звуку в децибелах за шкалою А, яке може бути

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

корисним для оцінки загального рівня шуму в приміщенні або на виробничій ділянці. Під час вимірювання шуму враховується той факт, що величина шуму може змінюватися залежно від інтенсивності виробничих процесів, робочого обладнання та інших факторів.

Важливо пам'ятати, що регульовальні стандарти встановлюють max допустимі значення рівня шуму для різних типів приміщень на основі характеру робіт, які в них виконуються. Такі нормативи спрямовані на забезпечення безпеки та комфорту працівників. Наприклад, у зонах із рівнем звуку вище 85,0 дБ, потрібно вживати заходи щодо зниження шумового навантаження та забезпечення працівників необхідними засобами індивідуального захисту. У випадках, коли рівень шуму $> 135,0$ дБ в будь-якій октавній полосі, навіть короточасне перебування працівників у таких умовах є недопустимим з точки зору безпеки та охорони здоров'я (див. табл. 7.2).

Таблиця 7.2 – Допустимі рівні звукового тиску (дБ) та рівня звуку (дБА) на постійних робочих місцях діляниць

Вид приміщення	Середньгеометричні значення частот основних смуг								Рівні звуку та еквівалент рівня звуку, дБА
	63,0	125,0	250,0	500,0	1000,0	2000,0	4000,0	8000,0	
Рівні звукового тиску									
Конструкторські бюро, лабораторії, медичні пункти	72	62	55	48	46	41	39	37	51
Управління (робочі кімнати)	78	71	67	57	54	51	49	48	62
Приміщення та діляниць точного збирання	95	88	83	79	76	74	72	71	82
Постійні робочі місця та робочі зони на території діляниць	98	93	87	84	81	79	77	75	86

"Шумним технологічним обладнанням" вважається те, на робочих місцях якого рівні шуму перевищують такі допустимі значення, встановлені чинними нормами, на 10,0 дБ. [21].

7.4 Заходи щодо зниження шуму на ділянці

Захист від шуму може бути реалізований використанням як колективних, так й індивідуальних засобів. Зниження шуму в джерелі, а саме – вибір засобів, які зменшують його у місцях виникнення, залежить від походження самого шуму. Наприклад, для зменшення шуму від підшипників і зубчастих передач можуть бути використані наступні заходи:

- поліпшення точності обробки та складання зубчастих передач;
- розташування зубчастих зачеплень у масляних ваннах;
- використання примусового мащення у з'єднаннях;
- застосування пружних вставок і прокладочних матеріалів для зменшення коливань;
- зменшення інтенсивності вібрацій поверхонь, які створюють шум, через підвищення жорсткості їх кріплення;
- використання змащувальних матеріалів та присадок у підшипниках.

Один з найбільш ефективних методів зниження шуму – використання звукоізоляції. За допомогою звукоізолюючих бар'єрів можна значно зменшити рівень шуму на (30-40 дБ). Цей метод ґрунтується на відбитті звукової хвилі, яка падає на бар'єр, так як більша частина звукової енергії, яка падає на нього, відбивається, а лише маленька частина проникає через бар'єр. Отже, звукова енергія проникає за бар'єр лише через коливання самого бар'єру. Так як опір бар'єру залежить від його інерції, то звукові коливання високої частоти ізолюються краще, ніж низької. Тому необхідно враховувати характер шуму джерела.

Отже, необхідно обгородити всі наявні на ділянці електродвигуни захисними кожухами. Це дозволить значно знизити рівень шуму:

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\alpha_{\Sigma} = L_{p_{ш}} - R + 10 * \lg(s) + 10 * \lg * \left(\frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{1}{B} \right), \quad (7.4)$$

де $L_{p_{ш}} = 113.9$ дБ – рівень звукового тиску в приміщенні;

s – площа перегородки, м²;

r – відстань від джерела шуму, м;

B – постійна приміщення.

– коефіцієнт звукопоглинання для однорідної перегородки:

$$R = 20 * \lg * (G * f) - 60 \quad (7.5)$$

де G – маса 1 м² огорожі, кг;

f – частота звукових коливань, Гц;

Розрахунок проводимо для найбільш небезпечної частоти – 8000,0 Гц:

$$R = 20 * \lg * (5 * 8000) - 60 = 32 \text{ дБ},$$

$$\alpha_{\Sigma} = 113.9 - 32 + 10 * \lg 5 + 10 * \lg * \left(\frac{60}{4 * 3.14 * 12} + \frac{1}{95} \right) = 88,0 \text{ дБ}.$$

Отримавши результати встановлення звукоізоляційних кожухів, рівень шуму на дільниці зменшується до 88,0 дБ, і дільниця відповідає санітарним нормам за рівнем шуму. Так як найбільший ефект у боротьбі з шумом досягається комплексними заходами захисту, то потрібно використовувати усі доступні заходи для зменшення шуму.

Незважаючи на відповідність рівня шуму після проведених заходів нормам, потрібно обробляти стіни будівель пористою штукатуркою, яка має коефіцієнт

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

звукопоглинання (0,2-0,8). При такому коефіцієнті ступінь поглинання шуму значно підвищується:

$$\delta = 10 * \lg * \left(\frac{\alpha_2}{\alpha_1} \right), \quad (7.6)$$

де: α_1, α_2 – коефіцієнти звукопоглинання до та після обробки.

$$\delta = 10 * \lg * \left(\frac{0,30}{0,03} \right) = 10,0 \text{ дБ.}$$

Також рекомендується використання засобів індивідуального захисту органів слуху – навушники, протишумові каски, заглушки, вкладиші, які захищають організм від подразнюючої дії шуму, запобігають виникненню різних функціональних порушень і розладів.

Вкладиші – це найпростіший, найбільш доступний і зручний захисний засіб. Їх вставляють у слуховий канал. Вони можуть бути жорсткими (у формі конуса з гуми чи пластмаси) і м'якими. М'які виготовляють з бавовняної вати та інших матеріалів. Вкладиші не заважають носити головний убір та окуляри. До їх недоліки – можливість подразнення слухового каналу, особливо при підвищеній температурі повітря.

Навушники щільно прилягають до вушної раковини та утримуються пружиною, стрічкою або каскою. Вони зручні, мають невелику масу, активно ослаблюють шум (особливо високочастотну частину спектру, яка найбільш негативно впливає на організм).

При високих рівнях шуму, що перевищують 120,0 дБ, вкладиші та навушники не є придатними, оскільки шум, діючи на черепну коробку, проникає безпосередньо до мозку. Це пояснюється наступним чином: шум такого рівня викликає вібрацію кісток черепа, а вона впливає на слухові нерви і

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

впливає на мозок. Тому потрібно використати шлемофон, який герметично закриває усю область навколо вуха.

Засоби індивідуального захисту понижують рівень звуку на (10-45) дБ, причому найбільше заглушення шуму спостерігається в області високих частот, які є найбільш небезпечними для працівника.

Отже, розглянуті основні шкідливі та небезпечні фактори, які виникають на листоштампувальних ділянках. Серед них:

- виробничий шум та вібрація;
- безпека ураження електричним струмом;
- забруднення технічними рідинами;
- безпека пожежі;
- недостатня освітленість;
- можливість травмування;
- невідповідні кліматичні умови.

На пресових ділянках найпоширенішим негативним фактором є шум. Тому основна увага має бути спрямована на боротьбу з цим проблемним аспектом. У нашому випадку це підтверджується результатами проведеного розрахунку.

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Наведена загальна інформація про аварійно-рятувальний автомобіль КрАЗ-63221 САРМ-В та скриньку для його підручних засобів.

Розроблено конструкцію штампу послідовної дії для виготовлення скриньки, яка дозволяє обійтися без ручної праці при подачі стрічки (заготовки), а також вилученні готових деталей та відходів. Вибране обладнання для штампування.

Обрані матеріали (сталі У10А, 35Л, 20), термообробка (гартування, відпуск, нормалізація) та шорсткість поверхонь основних частин штампу. Розрахунками найбільш навантаженої деталі штампу (пуансону) встановлений достатній запас його міцності та жорсткості (стійкість вирубного інструменту становить 70 тис. дет.).

Щоб точно відцентрувати верхню та нижню плити, штамп має 4 напрямні колонки. Кріплення штампу до пресу здійснюється як швидкодіючими затискачами, так і звичайними болтами. Верхню плита штампу можна закріпити за хвостовик.

Розроблене компонування дільниці з автоматизованою лінією штампування корпусу скриньки для підручних засобів надає:

- економію виробничих площ за рахунок використання всього об'єму відведеного прольоту дільниці;
- спрощення конструкції (як за рахунок ліквідації проміжних столів-завантажувачів транспортно-складською системою, так і за рахунок транспортерів для готових виробів і відходів).

Розташування лінії під мостовими кранами дозволяє підвищенню її надійності, ремонтпридатності, продуктивності. При виході з ладу будь-якого пристрою (наприклад, пресу) він оперативно видаляється з лінії мостовим краном. Після цього його замінюють справним пристроєм і лінія штампування продовжує функціонувати. Ремонт несправного пристрою здійснюють на спеціально обладнаному майданчику (знаходиться поза лінією).

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаних джерел

1. Створення КрАЗ САРМ-В [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=КрАЗ_САРМ-В&action=edit&redlink=1
2. Українські вантажівки виходять на ринок Європи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://glavcom.ua/techno/auto/ukrajinski-vantazhivki-vihodyat-na-rinok-jevropi-foto-773289.html>
3. Армія США замовила українські вантажівки КрАЗ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://lb.ua/economics/2021/05/19/485064_armiya_ssha_zamovila_ukrainski.html
4. КрАЗ-63221-САРМ-В [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uoe.com.ua/products/ua/?id=0&pid=catalogue&language=ukr&catalogue_id=370&type=content
5. Аварійно-рятувальний автомобіль КрАЗ-63221 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.autokraz.com.ua/index.php/uk/produktsiya/automobile/civil/spec/item/1349-kraz-63221-sarm-v>
6. КрАЗ-63221 САРМ-В [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://hydromarket.com.ua/ua/p563299822-avarijno-spatatelnyj-avtomobil.html>
7. Спеціальна аварійно-спасальна машина важкого типу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vsauto.com.ua/ru/catalog/sarm-v/>
8. КрАЗ-6322 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/КрАЗ-6322>
9. КрАЗ САРМ-В на базі повнопривідного шасі КрАЗ-63221 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://banga.ua/news/1048-kraz-sarm-v-na-baze-polnoprivodnogo-shassi-kraz-63221>
10. Аварійно-спасальний автомобіль КрАЗ 63221 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://flagma.ua/avariyno-spatatelny-avtomobil-kraz-63221-o4603985.html>

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Скринька для інструментів для вантажних автомобілів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://hydrolider.com.ua/ua/p2004904835-instrumentalnyj-yaschik-dlya.html>

12. Скринька для інструментів для вантажних автомобілів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zapchasti.ria.com/uk/instrumentalnyy-yaschik-dlya-gruzovyh-avtomobiley-47-40-60-158971390.html>

13. Скринька для інструментів на вантажні автомобілі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://strument.com.ua/ua/product/jashik-dlja-instrumentov-alta-960mm-na-gruzovye-avtomobili/>

14. Скринька для інструментів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://snabzhenie.com.ua/uk/ruchnye-instrumenty/yaschiki-dlya-instrumentov-uk/skrinka-dlya-instrumentiv-standart/>

15. Найкращі автомобільні ящики для інструменту [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://santeho.com.ua/ua/kakoj-yashchik-dlya-instrumentov-luchshe>

16. Стеблюк В.І. Технологія листового штампування. Курсове проектування / В.І. Стеблюк, В.Л. Марченко, В.В. Белов, А.Г. Гривачевський. – К.: Вища школа. Головне видавництво, 2013. – 280 с. – Режим доступу: <https://tm.khmn.edu.ua/wp-content/uploads/sites/13/proektuvannya-tehnologichnyh-prochesiv-ta-instrumentiv-shtampovogo-ta-presovogo-vyrobnyctva.pdf>

17. Дробот О. С. Теорія і технологія термічної обробки : методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 132 «Матеріалознавство» / О. С. Дробот. Хмельницький : ХНУ, 2022. – 35 с.

18. Сігова В. І. Технологія і проектне рішення термічних цехів і діляниць: навч. посіб. / В. І. Сігова, В. Б. Юскаєв, А. Ф. Будник. – Суми: Вид-во СумДУ, 2010. – 318 с.

19. Горбатюк С. О. Технологія машинобудування: Навчальний посібник / С. О. Горбатюк, М. П. Мазур, А. С. Зенкін, В. Д. Каразей. – Львів: «Новий світ – 2000», 2009. – 358 с.

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20. Ковалевський С. В. Технологія обробки типових деталей і складання машин: конспект лекцій / С. В. Ковалевський, С. Г. Онищук, Ю. Б. Борисенко. – Краматорськ: ДГМА, 2015. – 119 с.

21. Запорожець О. І. Безпека життєдіяльності : підручник. / О. І. Запорожець, Б. Д. Халмурадов, В. І. Применко та ін. – К. : «Центр учбової літератури», 2013. – 448 с.

22. Боков В. М. Методичні рекомендації з дисципліни «Технологія холодного штампування» до лабораторних робіт / В. М. Боков. – Кропивницький: ЦНТУ, 2019. – 64 с.

23. Виготовлення деталей методом холодного листового штампування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://praktiker.com.ua/obrobka-metalu/vigotovlennya-detalej-metodom-kholodnogo-listovogo-shtampuvannya>

24. Виробництво штампів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://promservis.cn.ua/ua/shtamp.html>

25. Убизький М.М. Холодне листове штампування [Текст]: навч. посіб./ М.М. Убизький, О.В. Кулик, А.Г. Фесенко, Д.І. Шевчук. – Д.: РВВ ДНУ, 2008. – 124 с.

26. Боков В. Технологія холодного штампування : методичні рекомендації до практичних занять для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Прикладна механіка» спеціальності 131 «Прикладна механіка» всіх форм навчання / В. Боков, О. Сіса, В. Мірзак; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. обробки металів тиском та спецтехнологій. – Кропивницький : ЦНТУ, 2020. – 58 с.

27. Сталь марки У10А інструментальна [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://metallcheckiy-portal.ru/marki_metallov/sti/U10A

28. Сталь У10А [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://auremo.org/reference/stal-u10a.html>

29. Сталь У10, У10А інструментальна вуглецева [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://enginiger.ru/materials/instrumentalnye-uglerodisty/stal-u10-u10a-instrumentalnaya-uglerodistaya/>

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

30. Сталь У10А [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://1metal.com/infosteel-steel_u10a.html

31. Сталь У10А: розшифрування, характеристики та застосування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pellete.ru/stal/soderzhanie-ugleroda-v-stali-u10.html>

32. Сталь марки 35Л [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://metallischekiy-portal.ru/marki_metallov/sto/35L

33. Сталь 20, опис, властивості [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://global-stock2000.in.ua/ua/a477188-stal-opisanie-svoystva.html>

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатки

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Графічне забезпечення дипломної роботи

					ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

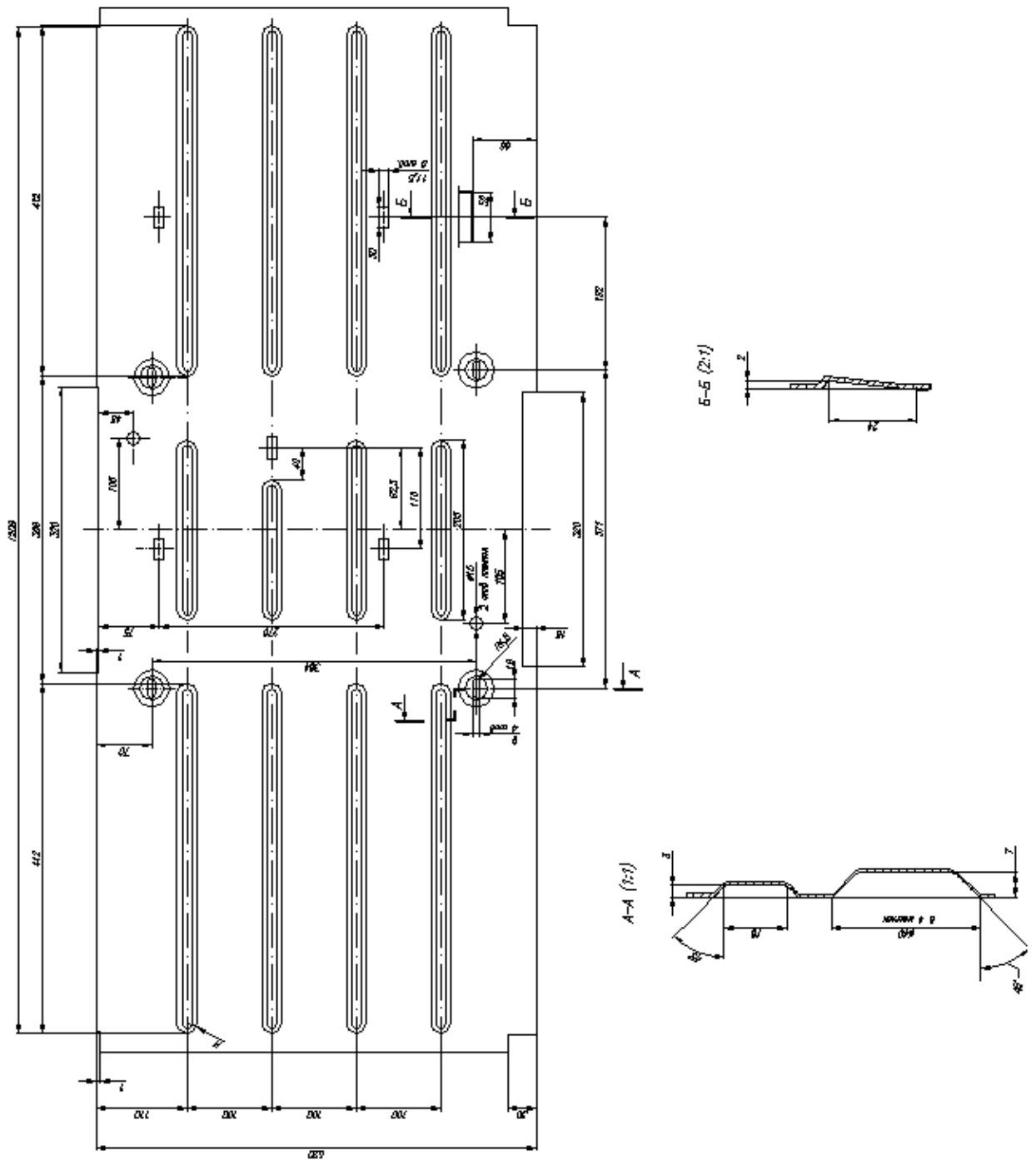


Рисунок А1 – Корпус скриньки для інструментів (AutoCAD)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

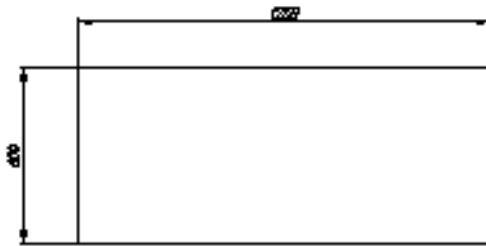
ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ

Арк.

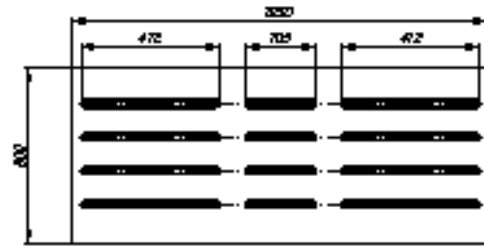
59

Існуюча технологія

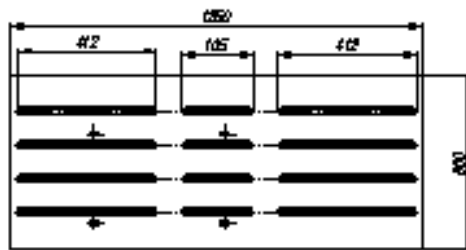
Різка заготовок



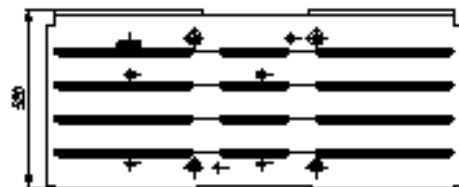
Формування ребер жорсткості



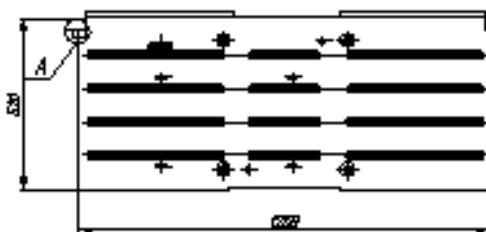
Пробивання отворів



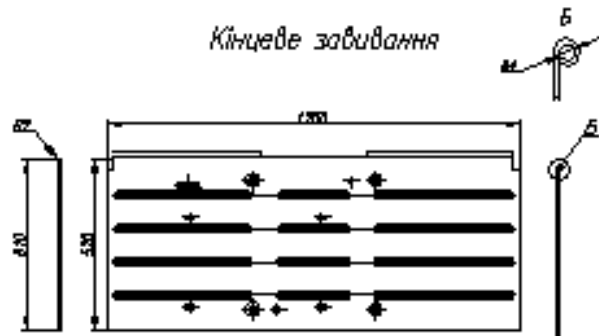
Відрізання напіввиробкату за кроком



Гнуття 2-х полицок з попереднім загибанням



Кінцеве загибання



A (2:1)



Гнуття

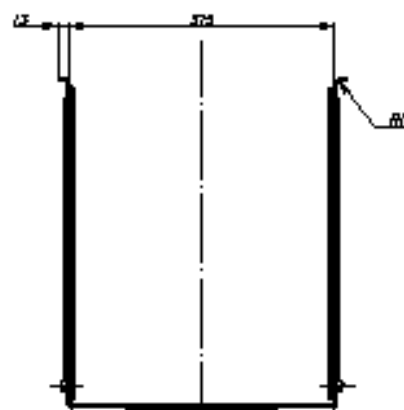


Рисунок А3 – Переходи штампувань у старому ТП (AutoCAD)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

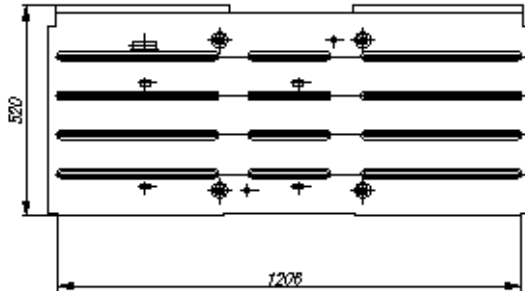
ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ

Арк.

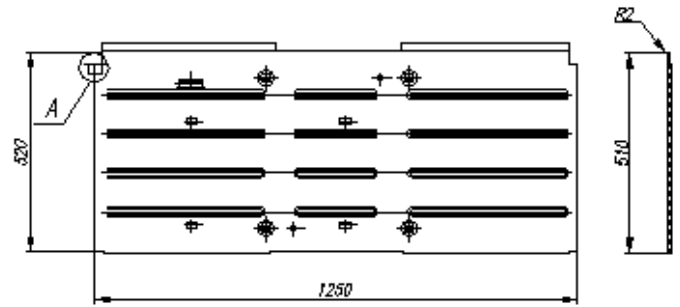
61

Пропонована технологія

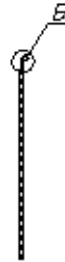
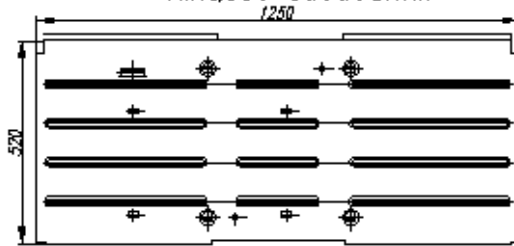
Комбіноване штампування,
формування ребер жорсткості,
пробивання отворів
та відрізання по кроку



Гнуття 2-х полицок
з попереднім
завиванням



Кінцеве завивання



Гнуття

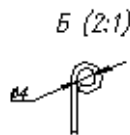
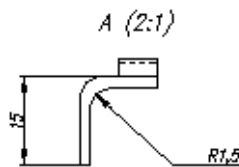
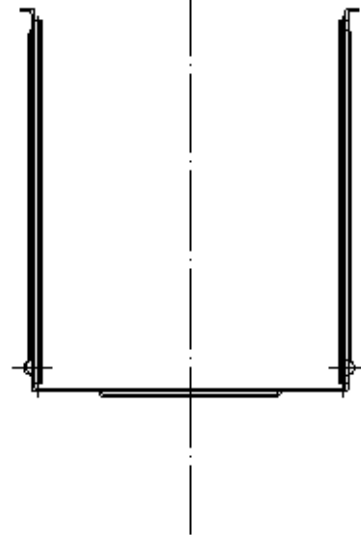


Рисунок А4 – Переходи штампувань у розробленому ТП (AutoCAD)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ

Арк.

62

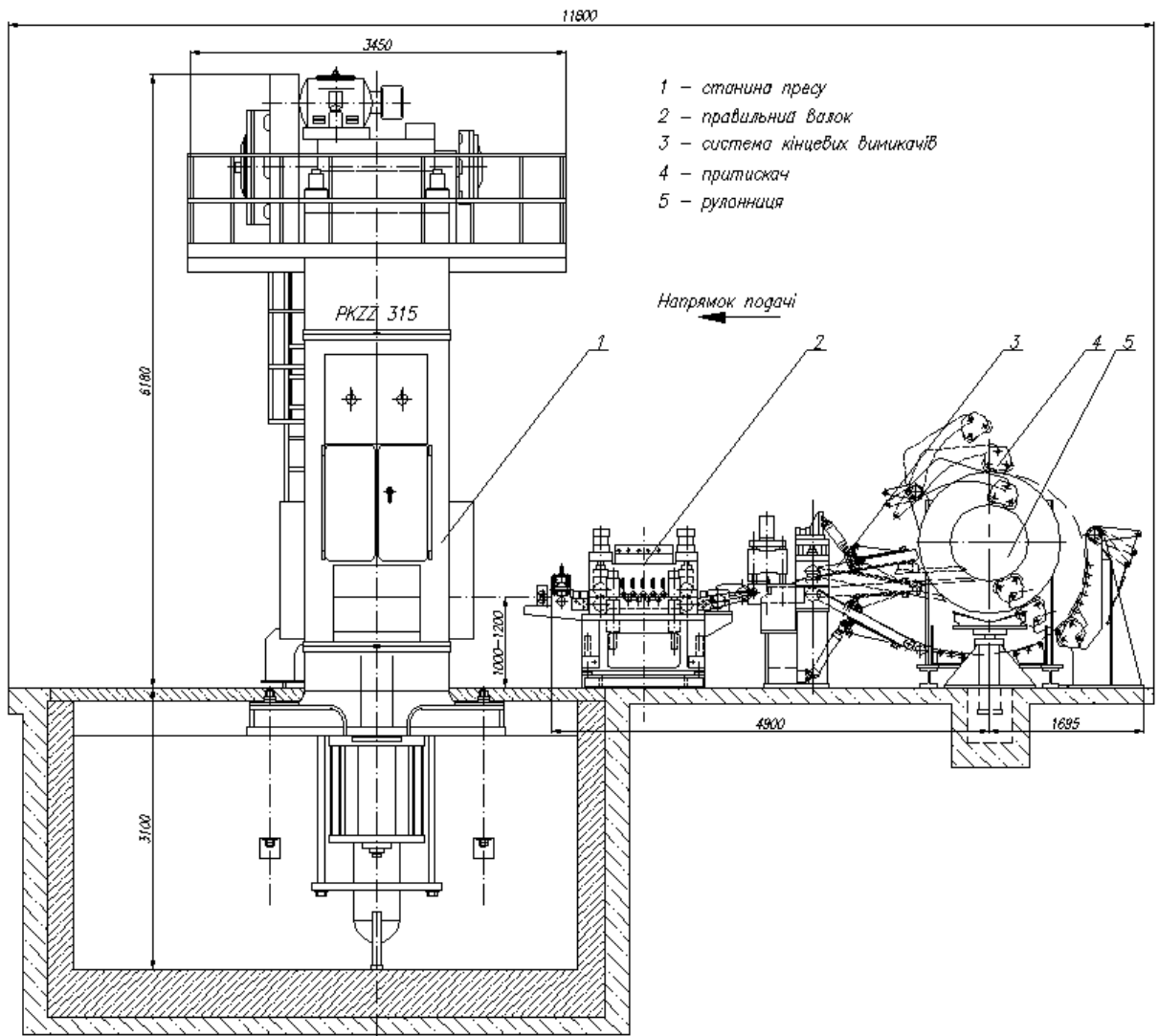


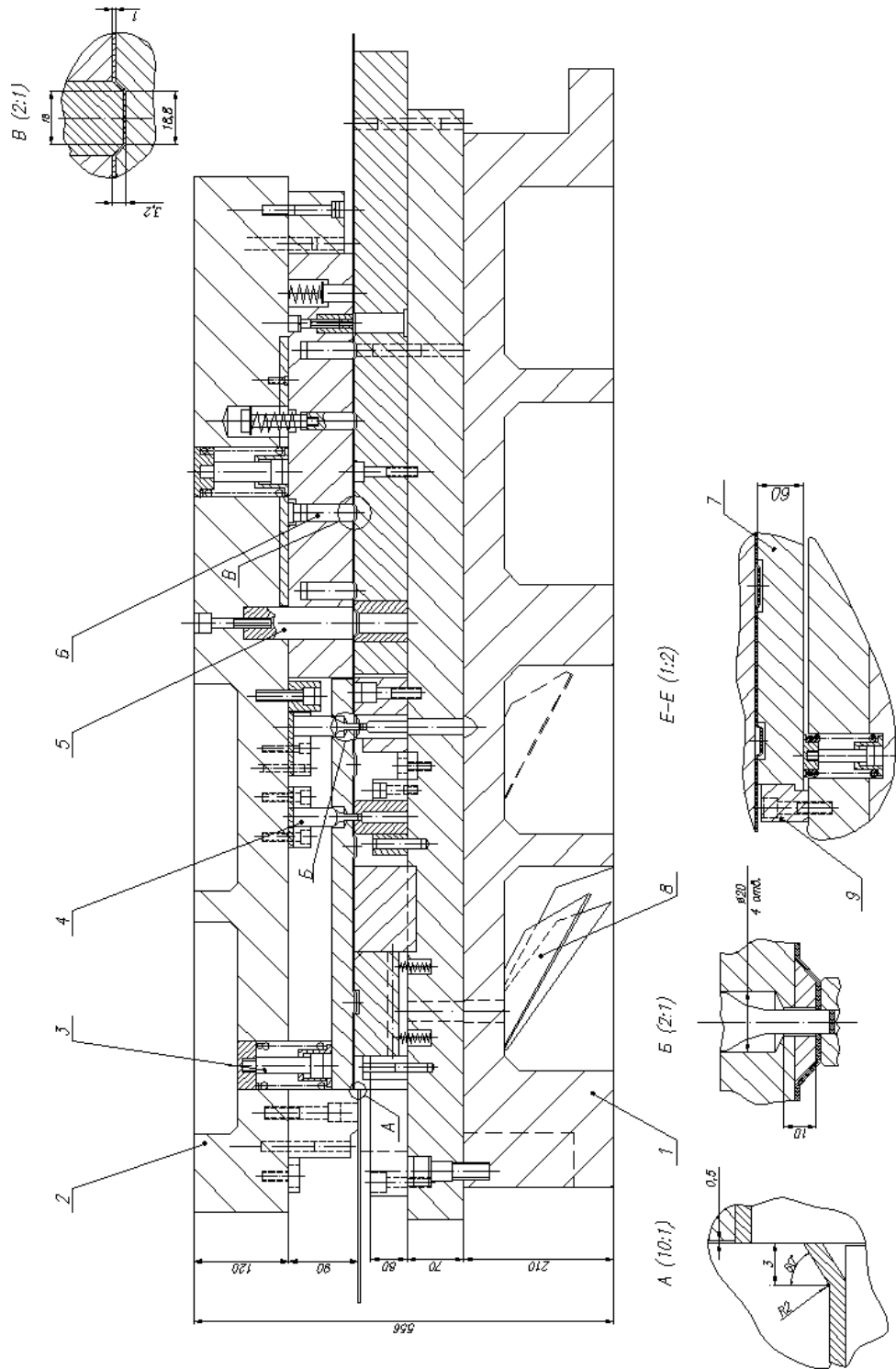
Рисунок А5 – Автоматизована лінія штампування скриньки (AutoCAD)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ

Арк.

63



1, 2 – плити; 3, 4, 5, 6 – пуансони; 7 – матриця; 8 – кришка; 9 – державка

Рисунок А6 – Штамп – поздовжній розріз (AutoCAD)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ

Арк.

64

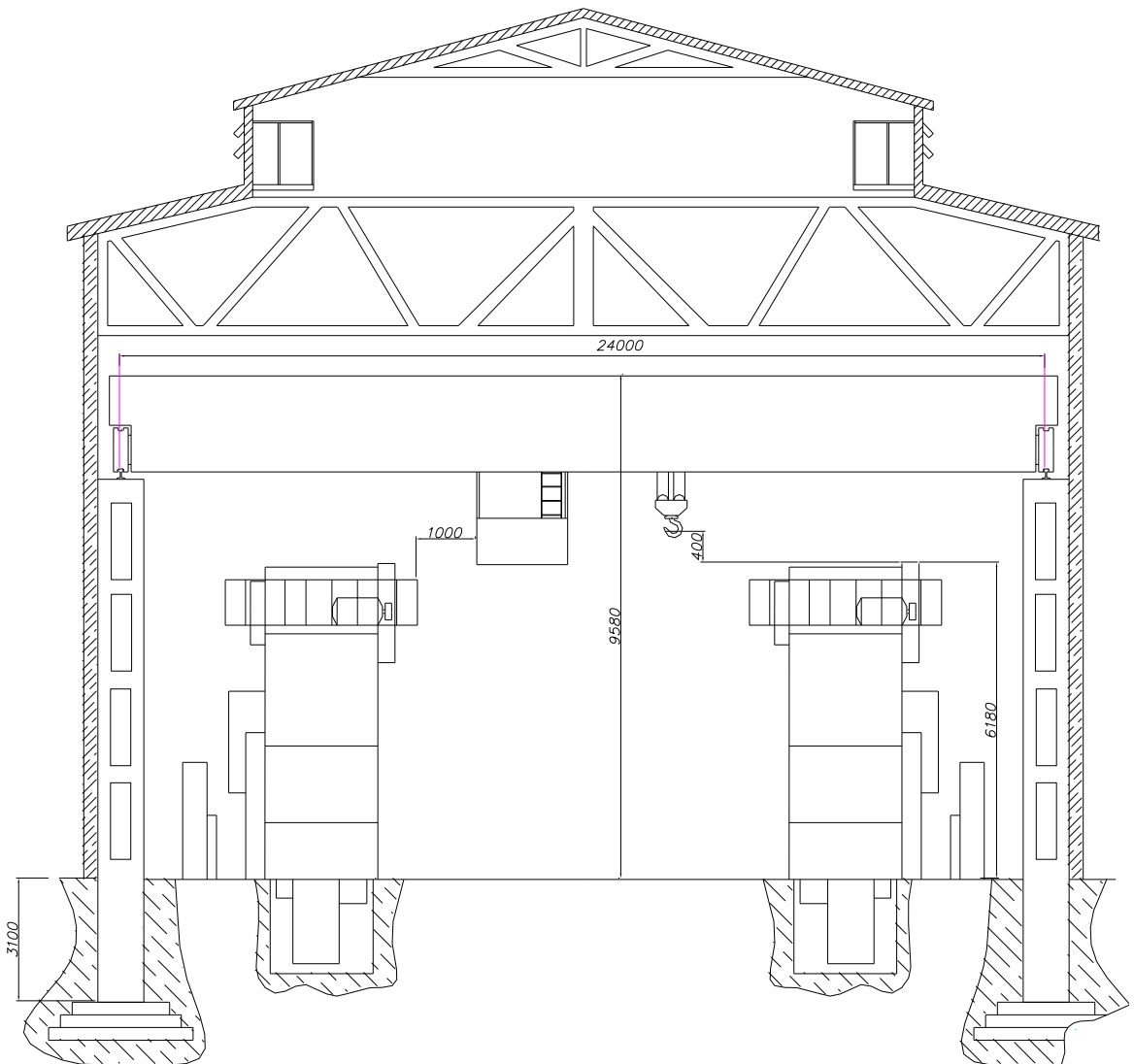


Рисунок А7 – Поперечний розріз дільниці (AutoCAD)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРМТВА 24.21145.000 ПЗ

Арк.

65