

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

Пояснювальна записка до дипломної роботи бакалавра

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»


Спеціальність: 132 «Матеріалознавство»

Освітньо-професійна програма: «Відновлення та технічний сервіс автомобілів»
на тему: «Зміцнення фланця коробки передач тягача КрАЗ-255Б»

Шифр: ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ

Виконав: студент 3 курсу, група МТВАс-20-2  Е.Р. Любовецький

Керівник  к.т.н., доц. О.Ю. Рудик

До захисту допускаю:
Зав. кафедри ТАМ  Диха О.В.
8 06 2023 р.

Хмельницький, 2023 р.

РЕФЕРАТ

Бакалаврська робота студента гр. МТВАс-20-2 Любовецького Едуарда Руслановича на тему: «Зміцнення фланця коробки передач тягача КрАЗ-255Б».

Обсяг пояснювальної записки – 63, кількість рисунків – 8, таблиць – 6, додатків – 1, кількість джерел згідно із переліком посилань – 29.

Об'єкт дослідження: фланець коробки передач тягача КрАЗ-255Б.

Мета роботи: розробка технологічного процесу зміцнення фланця коробки передач тягача КрАЗ-255Б.

Актуальність теми: основна задача автомобільної промисловості – збільшити потужності діючого підприємства. Для цього потрібно знайти нові підходи проектування із застосуванням новітніх технологічних методів. Тому задачею даної роботи є розробка технологічного процесу зміцнення фланця коробки перемикачів передач тягача КрАЗ-255Б з відповідним обґрунтуванням вибору матеріалу для його виготовлення та методу одержання заготовки з проектуванням ділянки зміцнення.

Новизна роботи: обґрунтований вибір матеріалу фланця коробки перемикачів передач – сталь 40Х; вибраний метод одержання заготовки фланця – штампування на кривошипному гаряче-штампувальному пресі; призначене обладнання термічної ділянки: під гартування – 2 камерні електричні печі СНЗ, під відпускання – 3 шахтних електричні печі СШЗ. Розроблений технологічний процес зміцнення і спроектована виробнича ділянка з термічної обробки фланців.

Перелік ключових слів: КРАЗ-255Б, КОРОБКА ПЕРЕДАЧ, ФЛАНЕЦЬ, ШТАМПУВАННЯ, ТЕРМООБРОБКА, ГАРТУВАННЯ, ВІДПУСКАННЯ, ДІЛЯНКА.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерної механіки
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою ТАМ
Диха О.В.
" 20 " березня 2023 р.

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

Любовецькому Едуарду Руслановичу

1. Тема проекту:

«Зміцнення фланця коробки передач тягача КрАЗ-255Б»

керівник проекту: Рудик Олександр Юхимович, к.т.н., доц.

Затверджено наказом університету від 1.03.2023 р. № 5 (Д_14)

2. Строк подання студентом проекту на кафедру: 10.06.2023 р.

3. Вихідні дані до проекту:

1) Технічні умови на технологію зміцнення фланця коробки передач тягача КрАЗ-255Б.

2) Результати літературного огляду і патентного пошуку.

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

1. Загальні відомості й технічні характеристики тягача КрАЗ-255Б.

2. Загальні відомості і ТО КПП тягача КрАЗ-255Б».

3. Вибір матеріалу фланця КПП тягача КрАЗ-255Б

4. Технологія термічної обробки фланця

5. Організація робочого місця для технічного забезпечення термообробки

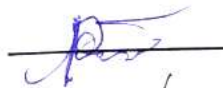
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання: 20 березня 2023 р.

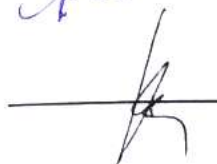
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
		01.05.2023	
1	Огляд літературних джерел	05.05.2023	
2	Загальні відомості й технічні характеристики тягача КрАЗ-255Б	10.05.2023	
3	Загальні відомості і ТО КПП тягача КрАЗ-255Б	15.05.2023	
4	Вибір матеріалу фланця КПП тягача КрАЗ-255Б	18.05.2023	
5	Технологія термічної обробки фланця	20.05.2023	
6	Організація робочого місця для технічного забезпечення термообробки	01.06.2023	
7	Оформлення пояснювальної записки	10.06.2023	
8	Оформлення презентаційних матеріалів		

Студент

 Любовецький Е.Р.

Керівник роботи

 Рудик О.Ю.

Зміст

Перелік скорочень	7
Вступ.....	9
1 Загальні відомості й технічні характеристики тягача КрАЗ-255Б.....	10
1.1 Переваги і недоліки автомобілів КрАЗ.....	10
1.2 Конструктивні особливості тягача КрАЗ-255Б.....	11
2 Загальні відомості і ТО КПП тягача КрАЗ-255Б.....	12
2.1 Загальні відомості про КПП тягача.....	12
2.2 Ремонт КПП ЯМЗ : етапи, усунення основних несправностей	14
2.2.1 Особливості КПП ЯМЗ	14
2.2.2 Етапи ремонту КПП ЯМЗ	14
2.2.2.1 Пошук несправності КПП.....	14
2.2.2.2 Усунення неполадок.....	15
2.2.2.3 Перевірка функціональності.....	15
2.2.3 Основні несправності КПП та способи їх усунення.....	15
2.2.3.1 Ускладнене перемикування передач	15
2.2.3.2 Сторонні шуми при роботі КПП.....	16
2.2.3.3 Виключення передачі в ході руху автомобіля.....	16
2.2.3.4 Виключення діапазонів демультіплікаторів.....	16
2.2.3.5 Проблеми з включенням діапазонів демультіплікатора (на нейтральній швидкості)	16

ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ								
Зм.	Арк.	Недокум.	Підпис	Дата	Зміцнення фланця коробки передач тягача КрАЗ-255Б	Літера	Аркуш	Аркушів
Виконав		Любовецький		8.06 08.06		У	4	68
Перевір.		Рудик				ХНУГр.МТВАс-20-2		
Н.контр.		Бабак		8.06				
Затвер.		Диха		8.06				

Зміст

Перелік скорочень	
Вступ	
1 Загальні відомості й технічні характеристики тягача КрАЗ-255Б	
1.1 Переваги і недоліки автомобілів КрАЗ.....	
1.2 Конструктивні особливості тягача КрАЗ-255Б.....	
2 Загальні відомості і ТО КПП тягача КрАЗ-255Б	
2.1 Загальні відомості про КПП тягача.....	
2.2 Ремонт КПП ЯМЗ : етапи, усунення основних несправностей	
2.2.1 Особливості КПП ЯМЗ	
2.2.2 Етапи ремонту КПП ЯМЗ	
2.2.2.1 Пошук несправності КПП.....	
2.2.2.2 Усунення неполадок.....	
2.2.2.3 Перевірка функціональності	
2.2.3 Основні несправності КПП та способи їх усунення.....	
2.2.3.1 Ускладнене перемикування передач	
2.2.3.2 Сторонні шуми при роботі КПП.....	
2.2.3.3 Виключення передачі в ході руху автомобіля.....	
2.2.3.4 Виключення діапазонів демультиплікаторів.....	
2.2.3.5 Проблеми з включенням діапазонів демультиплікатора (на нейтральній швидкості)	

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ			
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	Зміцнення фланця коробки передач тягача КрАЗ-255Б	Літера	Аркуш	Аркушів
Виконав	Любовецький						4	68
Перевір.	Рудик							
Н.контр.	Бабак							
Затвер.	Диха							
						ХНУгр.МТВАс-20-2		

2.2.3.6 Перегрів КПП.....	.....
2.2.3.7 Теча мастила.....	.....
2.2.3.8 Перекіс осей первинних і вторинних валів .....	.....
2.2.3.9 Включення 1-ї передачі зі скреготом .....	.....
2.4 Технічне обслуговування КПП тягача.....	.....

3 Вибір матеріалу фланця КПП тягача КрАЗ-255Б

3.1 Обґрунтування вибору матеріалу фланця .....	.....
3.2 Аналіз технологічності конструкції фланця .....	.....
3.3 Вибір методу одержання заготовки фланця.....	.....
3.3.1 Штампування фланців на КГШП.....	.....

4 Технологія термічної обробки фланця.....

4.1 Загальні поняття про термічну обробку .....	.....
4.2 Розробка ТП термічної обробки фланця .....	.....
4.2.1 Тривалість нагрівання та витримки при гартуванні фланців .....	.....
4.2.2 Тривалість нагрівання і витримки фланців при відпусканні.....	.....
4.2.3 Призначення обладнання для термічної ділянки .....	.....
4.2.3.1 Камерна електрична піч з контрольованою атмосферою СНЗ-2,5.5.1,7/10 .....	.....
4.2.3.2 Електропіч шахтна з вентилятором і газощільним корпусом СШЗ-12.15/11 .....	.....
4.2.4 Графік роботи і річний фонд часу роботи устаткування дільниці .....	.....
4.2.5 Розрахунок кількості устаткування на дільниці термічної обробки фланця.....	.....
4.2.6 Розрахунок потрібної кількості основного устаткування.....	.....
4.3 Визначення глибини загартованого шару фланця .....	.....

- 4.4 Розрахунок частоти струму при гартуванні фланця
- 4.5 Тепловий розрахунок гартування фланця

5 Організація робочого місця для технічного забезпечення термообробки.....

- 5.1 Планування ділянки зміцнення фланців коробки передач тягача КрАЗ-255Б.....
- 5.2 Розрахунок основних параметрів будівлі й плану розташування устаткування
- 5.3 Контроль якості ТП термообробки фланців
- 5.3.1 Основні види браку і дефектів, що виникають при термообробці
- 5.4 Контроль якості термообробки фланців.....
- 5.4.1 Зовнішній огляд деталей перед термічною обробкою
- 5.4.2 Дослідження твердості фланців
- 5.4.3 Контроль мікроструктури фланців
- 5.5 Розрахунки вентиляції ділянки термічної обробки фланців

Висновки

Список літератури.....

Додатки.....

Перелік скорочень

ТО – технічне обслуговування.

ТП – технологічний процес.

КПП – коробка перемикачів передач.

КГШП – кривошипний гаряче-штампувальний прес;

ВТК – відділ технічного контролю.

Технічні умови – ТУ.

σ_B – межа короткочасної міцності, [МПа].

σ_T – межа пропорційності (межа текучості для постійної деформації), [МПа].

δ_5 – відносне подовження при розриві, [%].

ψ – відносне звуження, [%].

КСУ – ударна в'язкість, [кДж/м²].

НВ – твердість за Брінеллем, [МПа].

НV – твердість за Віккерсом, [МПа].

HRC – твердість за Роквеллом, [МПа].

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

HRB – твердість за Роквеллом, шкала В [МПа].

HSD – твердість за Шором, [МПа].

T (t) – температура, при якій виходять ці властивості, [Град].

E – модуль пружності першого роду, [МПа].

α – коефіцієнт теплового (лінійного) розширення (діапазон 20° – T), [1/Град].

λ – коефіцієнт теплопровідності (теплоємність матеріалу), [Вт/(м·град)].

ρ – щільність матеріалу, [кг/м³].

C – питома теплоємність матеріалу (діапазон 20° – T), [Дж/(кг·град)].

R – питомий електричний опір, [Ом·м].

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

K_u – коефіцієнт відносної оброблюваності.

$s_{0,2}$ – номінальна межа текучості з допуском навантаження 0,2% від величини пластичної деформації.

t_{-1} – межа витривалості на кручення (симетричний цикл).

s_{-1} – межа витривалості на стиск-розтягнення (симетричний цикл).

N – кількість циклів деформацій/напружень, утримуваних об'єктом під навантаженням до появи втомного руйнування/тріщини.

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Основна задача автомобільної промисловості – збільшити потужності діючого підприємства за рахунок [1, 2]:

- покращання ТП;
- інтенсифікації та механізації виробництва;
- встановлення новішого устаткування.

Для цього потрібно знайти нові підходи проектування із застосуванням новітніх технологічних методів:

- запровадити високопродуктивну техніку;
- використати прогресивні ТП.

Тому метою і задачею даної роботи є розробка ТП зміцнення фланця КПП тягача КрАЗ-255Б з відповідним обґрунтуванням вибору матеріалу для його виготовлення та методу одержання заготовки з проектуванням ділянки зміцнення.

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

1 Загальні відомості й технічні характеристики тягача КрАЗ-255Б

Славу простих і придатних для використання в умовах від Крайньої Півночі до тропіків придбали тягачі КрАЗ, які випускаються в Україні [3]. Ця вантажівка – одна з кращих радянських важких позашляховиків [4]. У 1958 р. в Кременчуку на базі комбайнового заводу створили підприємство з випуску великовантажних автомобілів. Самоскиди – пріоритетний напрямок заводу. Почали випускати різноманітні моделі на вибір: машини, оснащені звичайними «дорожніми» шинами або широкопрофільними, розрахованими на використання в умовах відсутності дороги (рис. 1.1) [3].



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд тягача КрАЗ-255Б

1.1 Переваги і недоліки автомобілів КрАЗ

Автомобілі КрАЗ завжди були надійними, простими, «живучими»:

- добре ремонтуються;
- до них легко знаходяться запчастини;
- ремонт нескладний;
- невисока ціна.

Недолік самоскидів КрАЗ:

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ

Арк.

- погана шумоізоляція;
- малоефективна вентиляційна система;
- погане регулювання сидіння [3].

1.2 Конструктивні особливості тягача КрАЗ-255Б

КрАЗ-255Б – тривісний тягач з підвищеною прохідністю з колісною формулою 6×6. Автомобіль-шасі використовувався для установки різного устаткування, а бортова модель – щоб перевезти вантажі і людей [4].

Тягач упевнений на дорогах з твердим і ґрунтовим покриттям, а також на бездоріжжі. Через 360-міліметровий дорожній провіт, повний привод, широкопрофільним шинам з системою централізованого регулювання тиску КрАЗ-255Б працює у важких дорожніх умовах і пересувається на складних ділянках: болотах, бруду, по рихлому ґрунту. Тягач долає підйоми 58% і форсує брід з твердим дном, глибиною до 1 м.

КрАЗ-255Б – капотний автомобіль (місце водія – за двигуном). Незважаючи на капот, що випинає вперед, і виконане з декількох секцій лобове скло, непогана обзорність забезпечується високою посадкою. Тягач оснащено 2-дверною 3-місною кабіною з каркасом з дерева і металевою обшивкою. Розміщення не є комфортним: як водія, так і пасажирів [4].

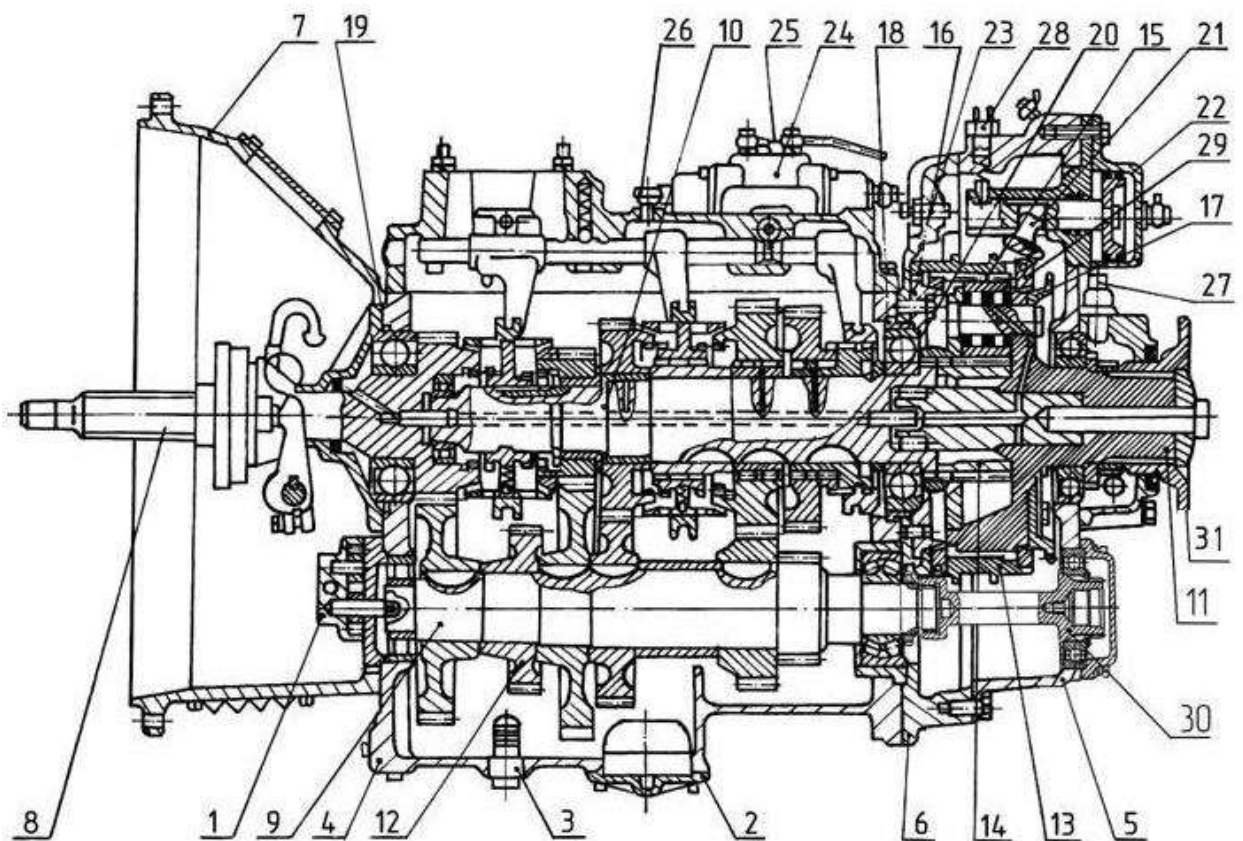
КрАЗ-255 перебував на озброєнні в СРСР як окремо, так і в якості шасі під спецобладнання. На шасі КрАЗ-255Б базувалося (у тому числі) наступне устаткування: КрАЗ-255Д — тягач для роботи з 14-тонним активним напівпричепом ММЗ-881 у складі транспортної машини зенітно-ракетних військ 5Т55 [5].

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

2 Загальні відомості і ТО КПП тягача КрАЗ-255Б

2.1 Загальні відомості про КПП тягача

На тягачі КрАЗ встановлюються механічні коробки передач ЯМЗ з нерухомими осями валів, шестернями постійного зачеплення (окрім шестерень I-ї передачі та заднього ходу), 3-ходові, 5-ступінчасті, із синхронізаторами на II – III і IV – V передачах. Вони забезпечують безшумне й безударне перемикання передач (рис. 2.1) [6, 7].



1 – Насос масляний; 2 – Кришка забірника насоса з сіткою; 3 – Пробка зливна з магнітом; 4 – Картер основної коробки; 5 – Картер демультіплікатора; 6 – Проставка; 7 – Картер зчеплення; 8 – Вал первинний; 9 – Вал проміжний; 10 – Вал вторинний; 11 – Вал вихідний; 12 – Шестерня відбору потужності; 13 –

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ

Арк.

Шестерня коронна; 14 – Шестерня сонячна; 15 – Сателіти; 16 – Муфта включення нижчого діапазону; 17 – Муфта включення вищого діапазону; 18 – Центрувальне кільце; 19, 20 – Прокладки регулювальні; 21 – Вилка перемикачів демультиплікатора; 22 – Циліндр перемикачів демультиплікатора; 23 – Болт регулювання упору штока перемикачів демультиплікатора; 24 – Розподільник повітря; 25 – Сапун розподільника повітря; 26 – Сапун картера; 27 – Датчик швидкості перемикачів нижчого діапазону; 28 – Вмикач сигналізатора перемикачів демультиплікатора; 29 – Конусне кільце синхронізатора; 30 – Вал відбору потужності; 31 – Фланець

Рисунок 2.1 – Подовжній розріз коробки передач

Картер КПП відлитий із сірого чавуна. Його кріплять до картера зчеплення 8-а болтами. Щоб перевірити рівень мастила в картері, на лівій стороні картера є контрольний отвір, а в нижній частині – 2 різьбові отвори (закриті пробками) для зливу мастила. Щоб установити кришку з магнітом і сіткою, у нижній частині картера є вікно, яке призначене для фільтрації мастила, що поступає до насоса по каналу. Між кришкою і картером встановлено ущільнюючу прокладку. Отвори для установки підшипників і різьбові отвори для кріплення кришок підшипників розташовані у передній і задній стінках картера.

КПП має три вали: ведучий, ведений і проміжний. На ведучому – розміщені:

- косозуба шестерня постійного зачеплення;
- зубчастий вінець для включення 4-ї передачі;
- конус для синхронізатора.

Ведені диски зчеплення встановлені на шліцьовому кінці ведучого валу. Вони передають крутний момент від двигуна до КПП.

Фланець 31 (рис. 2.1), щоб кріпити карданний вал, встановлений на задньому шліцьовому кінці веденого (вихідного) валу [8].

						ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата			

2.2 Ремонт КПП ЯМЗ : етапи, усунення основних несправностей

2.2.1 Особливості КПП ЯМЗ

КПП у залежності від модифікації виготовляють під 2-дискові і діафрагмові зчеплення. Ряд моделей може відбирати потужність. Для забезпечення підвищеної прохідності виготовляють КПП ЯМЗ 236 і 238 у герметичному виконанні (кришки люків картера зчеплення відлиті), а також із сапунами на верхній і пробками на нижній кришці. Деякі вузли укомплектовані картерами демультиплікаторів, виготовлених з алюмінієвого сплаву [9].

Щоб змастити вузли КПП застосовують спеціалізоване мастило об'ємом 7,5 л. Його рівень потрібно перевіряти під час ТО1 і ТО2. Заміну мастила проводять через кожні 30000 км. Для промивання КПП використовують індустріальне мастило.

2.2.2 Етапи ремонту КПП ЯМЗ

Ремонт КПП включає наступні стадії:

- пошук несправності;
- усунення неполадки;
- перевірку функціональності вузла.

2.2.2.1 Пошук несправності КПП

Потрібно шукати несправність КПП наступним:

- керуючись скаргами водія;
- візуальним оглядом КПП;

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

- звуками, що виникають при зміні швидкості (на стенді або при русі тягача);
- діагностичним устаткуванням (наприклад, виявити несправності електромагнітних клапанів).

2.2.2.2 Усунення неполадок

Неполадки усувають заміною тих або інших комплектуючих або самої КПП. Рекомендують доброзичливо експлуатувати КПП і своєчасно виконувати регламентні роботи з її ТО для продовження терміну служби і заощадження відповідних засобів.

2.2.2.3 Перевірка функціональності

Після закінчення робіт з ремонту виконують тестування її функціональності на спеціальному стенді. Якщо КПП працює нормально, то тягач можна здавати в експлуатацію. Якщо встановлюється нова оригінальна КПП, то на неї поширюються гарантійні зобов'язання її виробника.

2.2.3 Основні несправності КПП та способи їх усунення

2.2.3.1 Ускладнене перемикання передач

Ця проблема викликана частковим вимиканням зчеплення. Тому потрібно провести регулювання ходу зчеплення педалі. Якщо несправні відповідні деталі, чи знос синхронізуючого механізму, чи ушкодженні зуби муфт, то ці комплектуючі замінюють.

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

2.2.3.2 Сторонні шуми при роботі КПП

Якщо КПП шумить, то, можливо, потрібно долити мастило для нормального змащування деталей, які зазнають фрикційні навантаження. Шуми також виникають через знос підшипників валів КПП. Тому потрібно замінити ці складальні вузли. Також до збільшення шуму призводить знос зубів шестерень: їх потрібно замінити.

2.2.3.3 Виключення передачі в ході руху автомобіля

Деколи при русі авто передача може мимоволі вимикатися, що трапляється при нерівномірному зносі зубів муфти. Тому потрібно поміняти стару муфту на нову. Також виключення може відбуватись через знос підшипників валів або несправності фіксаторів штоків. У цих випадках потрібно установити нові комплектуючі.

2.2.3.4 Виключення діапазонів демультиплікаторів

Ця несправність виникає через знос сухарів вилки або вступ стислих повітряних мас в порожнину циліндра, протилежної до діючої передачі. У 1-му випадку неполадку усувають заміною деталей, у 2-му – міняють кільця ущільнювачів золотників і впускні клапани розподільників повітря.

2.2.3.5 Проблеми з включенням діапазонів демультиплікатора (на нейтральній швидкості)

Це виникає через знос гуми впускного клапана або поломкою його пружини: потрібно їх замінити. Деколи причиною цієї неполадки є заїдання

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

клапана або його нерівномірне прилягання до корпусу: замінюють клапан або очищують, змащують і полірують клапанний стержень.

2.2.3.6 Перегрів КПП

Підвищення температури при русі викликається недостатнім рівнем мастила. Тому потрібно:

- долити мастильний матеріал;
- або відремонтувати масляний насос;
- або замінити його.

2.2.3.7 Теча мастила

Можливий витік мастила – що при ТО його багато залили. В інших випадках теча утворюється унаслідок знос манжет і порушення герметичності з'єднань. Потрібно замінити манжети і прокладки, підтягнути кріплення.

2.2.3.8 Перекіс осей первинних і вторинних валів

Причина – ослаблене затягування:

- болтових з'єднань картера зчеплення до аналогічної деталі маховика;
- болтів кріплення задньої опори КПП.

2.2.3.9 Включення 1-ї передачі зі скреготом

Причини:

- зчеплення не повністю вимикається;
- неповне зачеплення зубів шестерень.

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Потрібно відрегулювати механізм перемикачів – його тяга повинна забезпечувати повне виключення передач.

2.4 Технічне обслуговування КПП тягача

Щоб продовжити термін використання КПП й уникнути його поломок, потрібно правильно проводити ТО:

- доливка і заміна мастила;
- перевірка болтових з'єднань;
- регулювання задньої опори КПП;
- очищення і змащення комплектуючих розподільника повітря тощо [9].

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

3 Вибір матеріалу фланця КПП тягача КрАЗ-255Б

3.1 Обґрунтування вибору матеріалу фланця

Щоб забезпечити високі експлуатаційні характеристики деталей автомобільної техніки, потрібно правильно вибрати марку сталі. Вона істотно впливає на ТП виготовлення цих деталей:

- створення поковок;
- термічну обробку;
- обробку різанням тощо.

Марка сталі максимально сприяє високим і стабільним механічним та експлуатаційним властивостям конкретних деталей.

Фланець працює у складних напружених умовах і зазнає високих динамічних навантажень. Його матеріал повинен володіти високою поверхневою твердістю, поєднаною з м'якою серцевиною. Такі властивості має сталь 40Х ДЕСТ 4543-71. Це конструкційна легована покращувана сталь: має підвищену міцність. Тому її застосовують для деталей відповідального призначення [10 – 12]. Її хімічний склад наведений у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад сталі 40Х

Склад елементів, %							
C	Si	Mn	Ni	S i P	Cr	Cu	Fe
0,36 – 0,44	0,17 – 0,37	0,50 – 0,80	до 0,30	до 0,035	0,80–1,10	до 0,30	97

Розшифрування марки сталі 40Х: містить 0,40 % вуглецю і 1,0 % хрому.

Вплив складу сталі на її властивості [25]:

Вуглець С – невід'ємна частина сталі, оскільки вона – це сплав вуглецю із залізом Fe. Відсотковий вміст С визначає механічні властивості сталі: при збільшенні вмісту С твердість, міцність і пружність сталі збільшуються, але пластичність та опір удару знижуються, а оброблюваність і зварюваність погіршується.

Кремній Si: незначний його вміст у складі сталі особливого впливу на її властивості не чинить. Але з підвищенням вмісту Si покращуються пружні властивості, магнітопроникність, опір корозії та стійкість до окислення при високій температурі.

Марганець Mn у вуглецевій сталі міститься у невеликій кількості, тому особливого впливу на її властивості не чинить. Проте він утворює із Fe тверду сполуку, яка підвищує твердість і міцність сталі, але зменшуючи її пластичність. Mn зв'язує сірку S в з'єднання MnS, перешкоджаючи утворенню шкідливого з'єднання FeS. Крім того, Mn розкислює сталь.

Сірка S – шкідлива домішка у складі сталі, де вона знаходиться у вигляді FeS. Це з'єднання надає сталі крихкість при високих температурах – червоноламкість. S збільшує знос сталі, знижує опір втоми і зменшує корозійну стійкість. У вуглецевій сталі допустимий вміст сірки – не більше 0,07%.

Фосфор P також шкідлива домішка у складі сталі. Він утворює із залізом з'єднання Fe₃P. Кристали цього з'єднання дуже крихкі, внаслідок чого сталь набуває високої крихкості в холодному стані – холодноламкість. Негативний вплив P підвищується при збільшенні вмісту С.

Вплив легуючих компонентів у складі сталі на її властивості [25]:

Алюміній Al – надає підвищену жаростійкість та окалинотійкість.

Мідь Cu – покращує корозійнотійкі властивості.

Хром Cr – збільшує твердість, міцність, корозійну стійкість, але зменшує пластичність.

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Нікель Ni – підвищує корозійну стійкість, а також збільшує міцність сталі та її пластичність.

Вольфрам W – утворює тверді хімічні сполуки (карбіди), що різко збільшують твердість і червоність. W перешкоджає розширенню сталі при нагріві, сприяє усуненню крихкості при відпусканні.

Ванадій V – збільшує твердість і міцність сталі, збільшує її щільність, є хорошим розкислювачем.

Кобальт Co – збільшує стійкість проти ударних навантажень, підвищує жароміцність та магнітні властивості.

Молібден Mo – підвищує межу міцності на розтяг, червоність, пружність, антикорозійні властивості та опір окисленню при високих температурах.

Титан Ti – збільшує корозійну стійкість, міцність і щільність, розкислюваність, покращує оброблюваність.

У табл. 3.2 наведені механічні властивості сталі 40X до термічної обробки.

Таблиця 3.2 – Механічні властивості сталі 40X до термічної обробки

σ_B , МПа	σ_m , МПа	δ , %	KCU , кДж/м ²	ψ , %	HV
590	345	18	590	45	217

У сталі 40X кількість C достатня для забезпечення необхідної зносостійкості й контактної витривалості. Проте відомо, що з підвищенням вмісту C збільшується твердість і міцність, поріг холодноламкості, ударна в'язкість і пластичність сталі (рис. 3.1) – [26].

З ростом вмісту C збільшується твердість HV сталі у зв'язку зі збільшенням кількості найтвердішої фази у сталі – цементиту.

Пластичність (δ) та ударна в'язкість (KCV) понижуються через зменшення кількості фериту – найм'якшої, еластичнішої й в'язкішої фази.

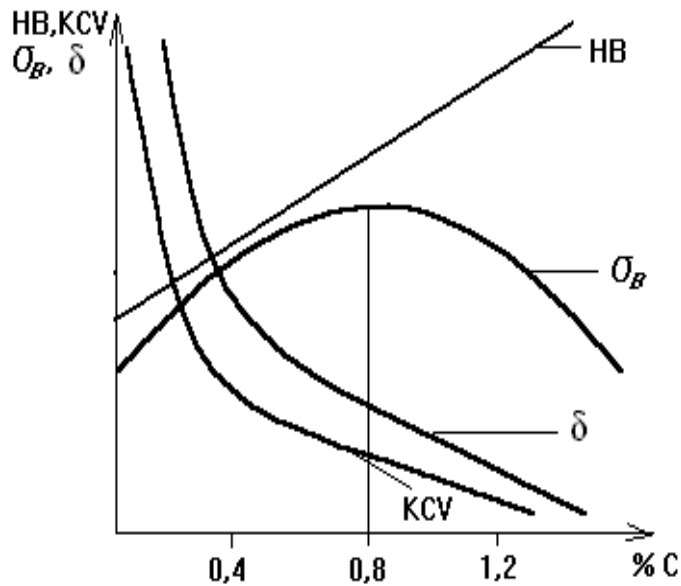


Рисунок 3.1 – Вплив вуглецю на механічні властивості сталі у відпаленому (рівноважному) стані

Зі збільшенням вмісту С до 0,8% збільшується міцність через підвищення кількості перліту в структурі сталі: максимальної міцності досягають при вмісті вуглецю 0,8% з найміцнішою структурною складовою сталі у рівноважному стані – перліт. Міцність сталі з вмістом $C > 0,8\%$ знижується через виникнення у її структурі цементиту у вигляді сітки по межах перлітових зерен [26].

Високий вміст С збільшує міцність мартенситу, разом з опором пластичним деформаціям. При збільшенні вмісту С зростають межі пружності та плинності, а також зменшується внутрішнє тертя при підвищених напруженнях. Це відбувається внаслідок збільшення вмісту С: змінюється субструктура мартенситу і в результаті відпускання зростає кількість часток карбідної фази, які перешкоджають рух дислокацій [26]. Також зі збільшенням вмісту С сталь гірше деформується в гарячому стані.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Сталь 40Х (легована, покращувана) відрізняється кращою релаксаційною стійкістю, ніж вуглецева, й дозволяє отримати високі міцнісні властивості й межу пружності з підвищеною в'язкістю та опором крихкому руйнуванню.

При невеликому вмісті Сг підвищує ударну в'язкість фериту, а при вмісті 1,0% він практично не впливає на його зміцнення. Сг вводиться, щоб забезпечити необхідну прокалюваність (він розчинний в обох фазах відпаленої сталі – фериті та цементиті). Легований Сг цементит повільно розчиняється в аустеніті, який уповільнено розпадається. Це призводить до меншої критичної швидкості гартування хромованих сталей порівняно з вуглецевими.

Сг в сталі утворює карбіди, які стійкі при зростанні температури. Надмірні карбіди, нерозчинені в аустеніті, не дають зростати аустенітному зерну. Тому сталь з нерозчиненими карбідами Сг має дрібнозернисту будову до високих температур нагрівання. Прокалюваність хромованої сталі 40Х невелика внаслідок малої стійкості переохолодженого аустеніту [10 – 12].

3.2 Аналіз технологічності конструкції фланця

Якісна оцінка технологічності аналізує:

- матеріал заготовки й способи її одержання;
- оброблюваність;
- можливості заміни матеріалу.

Кількісна оцінка технологічності полягає у визначенні:

- коефіцієнта точності обробки фланця;
- коефіцієнта шорсткості його поверхонь.

1) Коефіцієнт точності обробки фланця:

$$k_{\text{точн}} = 1 - \frac{1}{Q_{\text{сер}}}, \quad (3.1)$$

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{сер} = \sum Q_i n_i / \sum n_i, \quad (3.2)$$

де Q_i – квалітет точності i -ї поверхні;

n_i – число поверхонь для визначеного квалітету точності.

Параметри кількісної оцінки технологічності фланця наведені у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Параметри кількісної оцінки технологічності фланця

Квалітет точності, Q_i	Кількість поверхонь, n_i	$Q_i * n_i$
14	13	182
12	1	12
8	1	8
Σ	16	202

$$k_{точн} = 1 - \frac{1}{202/16} = 1 - \frac{1}{12,625} = 0,921.$$

2) Коефіцієнт шорсткості поверхонь фланця:

$$k_{шорст} = \frac{1}{R_{a.сер}} \quad (3.3)$$

$$R_{a.сер} = \sum R_{a.i} z_i / \sum z_i, \quad (3.4)$$

де $R_{a.i}$ – параметр шорсткості i -ї поверхні, мкм;

z_i – число поверхонь для кожного параметра шорсткості.

Параметри коефіцієнта шорсткості поверхонь фланця наведені у табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Параметри коефіцієнта шорсткості поверхонь фланця

Параметр шорсткості $R_{a,i}$, мкм	Кількість поверхонь, z_i	$R_{a,i} * z_i$
2,5	2	5
5,0	2	10
10	4	40
Σ	8	55

$$k_{шорст} = \frac{1}{55/8} = 0,145$$

Так як досліджувані коефіцієнти $k_{точн}$ й $k_{шорст}$ за своїми значеннями менше одиниці, то фланець є технологічним.

3.3 Вибір методу одержання заготовки фланця

Розглянемо штампування на пресах (КГШП) як метод одержання заготовки фланця. Для цього потрібно розрахувати собівартість одержання заготовки даним методом з обчисленням маси фланця та його заготовки:

$$m_{фланця} = \rho \times V, \quad (3.5)$$

де $\rho = 7810 \text{ кг/м}^3$ – щільність сталі, з якої виготовлений фланець;
 V – його об'єм.

Об'єм фланця (див. рис. А2):

$$V_{\text{циліндра}} = \frac{\pi * d^2}{4} * l \quad (3.6)$$

$$V_1 = \frac{3,14 * 220^2}{4} * 10 = 379940 \text{ мм}^3 = 379,940 \text{ см}^3$$

$$V_2 = \frac{3,14 * 110^2}{4} * 115 = 1092327,5 \text{ мм}^3 = 1092,3275 \text{ см}^3$$

Тоді маса фланця:

$$m_{\text{фланця}} = (379,940 + 1092,3275) * 7,81 = 5,846 \text{ кг}$$

Отже, маса заготовки (рис. А1):

$$V_1 = \frac{3,14 * 230^2}{4} * 115 = 4775,5 \text{ см}^3$$

$$V_2 = \frac{3,14 * 40^2}{4} * 115 = 144,44 \text{ см}^3$$

$$m_{\text{заготовки}} = (4775,5 - 144,44) * 7,81 = 6,42 \text{ кг}$$

Тоді собівартість одержання заготовки методом КГШП [27-29]:

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$B_{заг} = \left[\frac{B + k_{mo}}{1000} \times m_{заг} \times k_{точн} \times k_{сер} - (m_{заг} - m_{детали}) \times \frac{B_{відх}}{1000} \right] \times k_{інфл} \quad (3.7),$$

де $B = 165$ грн./т – базова вартість 1 т заготовок;

$k_{mo} = 6,2$ грн./т – коефіцієнт доплати за термічну обробку й очищення заготовки фланця;

$m_{заг} = 6,42$ кг – маса заготовки фланця;

$m_{детали} = m_{фланця} = 5,846$ кг – маса фланця;

$k_{точн} = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує точність заготовки фланця;

$k_{сер} = 1,48$ – коефіцієнт, що враховує серійність випуску заготовки фланця;

$B_{відх} = 65$ коп./кг – вартість 1 т відходів фланця;

$k_{інфл} = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує інфляцію.

Отже:

$$\begin{aligned} B_{заг} &= \left[\frac{165 + 6,2}{1000} * 6,42 * 1,2 * 1,48 - (6,42 - 5,846) * \frac{65}{1000} \right] * 1,2 = \\ &= [1,952 - 0,037] * 1,2 = 2,298 \text{ грн.} \end{aligned}$$

3.3.1 Штампування фланців на КГШП

Штампування на КГШП – прогресивний спосіб штампування, який піддається механізації та автоматизації та замінює штампування на молотах (рис. 3.2). Штампи КГШП відрізняються від молотових наступним [27-29]:

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

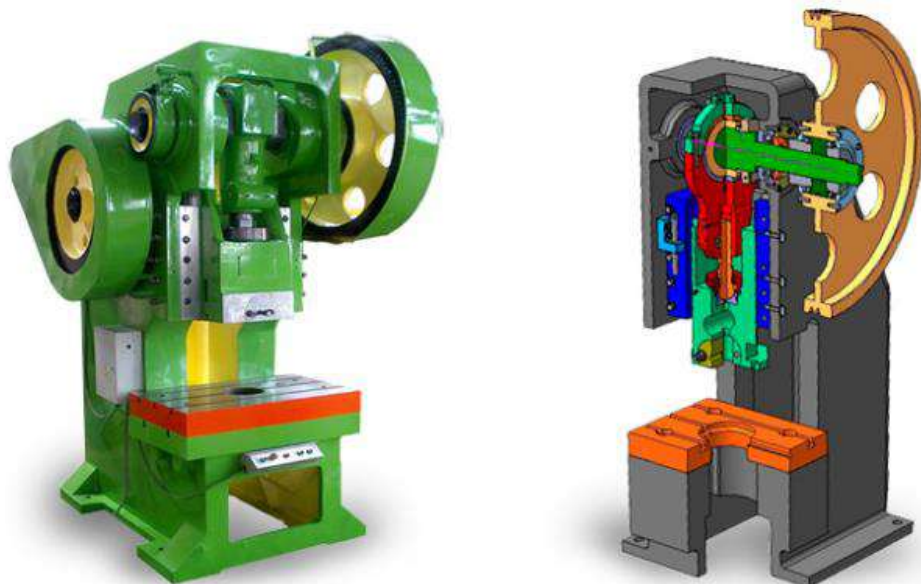


Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд КГШП

– вони характеризуються спокійним (неударним) характером роботи, тому їх виготовляють складеними (на відміну від масивних суцільних молотових штампів); це призводить до зменшення витрат штампової сталі та збільшення стійкості штампів;

– їх напрямні колонки і втулки забезпечують високу точність поковок в площині розняття і спрощують налагодження штампів: через постійну величину ходу преса поковки володіють підвищеною точністю розмірів по висоті;

– їх механізм виштовхування поковок із штампувальних ривчаків (приводяться в дію від штовхачів пресу), зменшує штампувальні ухили до $(1 - 3)^\circ$, тим самим знижує витрату металу і зменшує наступну механічну обробку поковок;

– у них не передбачають протягувальний і підкатувальний ривчаки, які при штампуванні на пресі не забезпечують високої продуктивності; вихідні фасонні заготовки у цьому разі одержуються на іншому обладнанні; відрубний

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ніж у КГШП також не використовується внаслідок штампування зі штучної заготовки.

КГШП (рис. 3.3) – це пакет змінних рівчакових вставок, який з урахуванням старанного догляду й періодичному ремонті служить 5 –10 р. Він складається з:

- нижньої 1 і верхньої 6 плит;
- упорних планок 2, 15 і 17;
- прихватів 13 і 23;
- підкладної плити 16;
- механізму виштовхування 10;
- напрямної колонки 3;
- втулки 5.

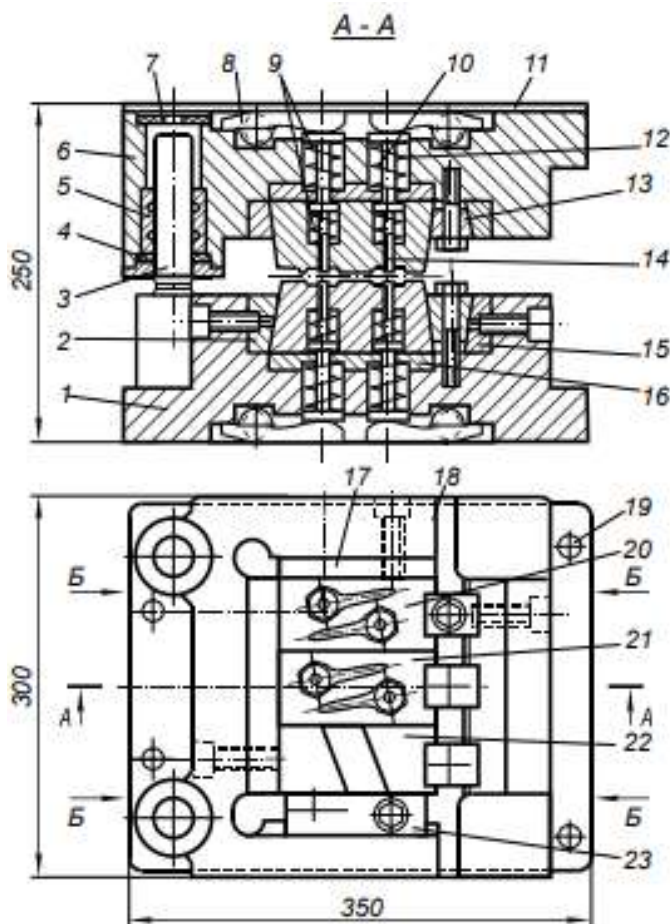


Рисунок 3.3 – Штамп КГШП

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ

Арк.

Плити блоку від передчасного зносу захищаються термообробленими упорними планками і підкладними плитами, які також компенсують похибки виготовлення плит.

Механізм виштовхування – це 4 2-плечі важелі 8, які діють через виштовхувачі блоку 12 на виштовхувачі вставок 14. Штовхачі повертаються у вихідне положення пружинами 9. Напрямні колонки і втулки містяться на пакеті позаду, щоб не заважати штампувальнику керувати нагрітою заготовкою. Зазори поміж колонками і втулками вибирають з причини розширення колонок при штампуванні.

Знизу від прямої втулки встановлюють ущільнювальне кільце 4, щоб очистити колонки від мастила при ході повзуна униз, а також від пилу та окалини. Отвір під прямую втулку зверху закривають брудозахисною шайбою 7 з отвором для постачання повітря.

Штамп КГШП складається з 3-х рівчаків у змінних рівчакових вставках: перетискного 22, чорнового 20 і чистового 21 (рис. 3.3). Вставки чистового рівчака (у ньому під час штампування виникають максимальні сили деформації) розташовують у центрі штамп, а перетискного і чорнового – з боків. Вставки перетискного рівчака встановлюють зліва від штампувальника і збоку від нагрівального устаткування.

Кількість рівчакових вставок в штампах КГШП: 2 – 4 пари, які відповідають прийнятому числу переходів при штампуванні. Якщо для штампування потрібно 2 рівчака або 1, а пакет розраховано на підвищену кількість вставок, у нього додаються гладкі вставки із зазором між поверхнями (15 – 30) мм. При зносі рівчака кожна вставка замінюється незалежно від інших (без знімання пакету з преса).

Рівчакові вставки виготовлюють призматичними або циліндричними. Використовують в основному призматичні, які простіші для налаштування при

елімінації за допомогою прокладок зміщення поміж верхньою і нижньою частинами рівчака.

Рівчакові вставки штампувальних і заготівельних рівчаків виготовляють з тих самих марок сталей, що і молотові штампи. Але стійкість вставок штампувальних рівчаків перевищує у середньому на (20 – 25) % стійкість молотових штампів (стійкість до поновлення штампувальних вставок становить 4000 – 15000, а заготівельних 25000 – 100000 поковок).

Рівчакові вставки можна поновлювати більше 5-и разів: у зношеній вставці зверху знімають шар необхідної товщини і поновлюють конфігурацію рівчака. Знизу вставки гвинтами закріплюють пластину такої самої товщини.

Кріплення штампів КГШП здійснюють болтами. Вони пропускаються через отвори 19 у плитах і вкручуються у різьбові отвори у повзуні та столі пресу. Щоб зафіксувати та закріпити пакет клинами від сил зсування, у нижній плиті знаходяться нахилені поверхні 18 з уклоном (1:32), а у верхній – фіксаційний паз 11 глибиною (4 – 5) мм і шириною, більшою ширини виступу надштампової плити. Нижню плиту фіксують спереду і позаду від усунення в повздовжньому напрямі гвинтами Б, закрученими у виступи на столі пресу.

Для штампування фланців використовуємо КГШП К8542.

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

4 Технологія термічної обробки фланця

4.1 Загальні поняття про термічну обробку

Первинною термічною обробкою поковки фланця є відпал. При ньому одночасно забезпечується дрібнозерниста структура і поліпшення структури сталі для полегшення її наступної механічної обробки.

Сталь 40Х – доевтектоїдна. Для неї проводять повний відпал деталі при 840 °С, витримують при цій температурі 2 год. і повільно охолоджують з камерною термічною піччю з висувним подом ТДО13.26.13/11: ферито-перлітна структура переходить при нагріві в аустенітну, а при повільному охолодженні перетворюється назад у ферит і перліт. Тобто відбувається повна перекристалізація [10 – 12].

Наступна операція – гартування з відпусканням. Вона заснована на перекристалізації сталі при нагріві до температури, вищої за критичну. Температура нагріву сталі при загартуванні та ж, що і при повному відпалі: для доевтектоїдної сталі на (30 – 50) °С вище за точку A_{c3} . Після витримки 2 год. при цій температурі для завершення гартування потрібне швидке охолодження, щоб запобігти перетворенню аустеніту на перліт.

Загартована сталь має нерівноважну структуру мартенситу. Для пом'якшення гартування сталь відпускають, нагріваючи до температури, нижче за точку A_1 . Ця операція:

- пом'якшує дію гартування;
- зменшує або знімає залишкове напруження;
- підвищує в'язкість;
- зменшує твердість і крихкість сталі.

Відпускання проводять шляхом нагріву деталей, загартованих на мартенсит, до температури, нижче критичної.

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

При високій (500 – 700) °С відпусканні сталь зі стану мартенситу переходить у стан сорбіту відпускання. З ростом відпускання зменшується твердість відпущеної сталі та зростає її пластичність і в'язкість.

За високого відпускання у сталі відбувається найкраще поєднання механічних властивостей, пластичності, міцності, в'язкості. Тому її застосовують після гартування на мартенсит.

Структура після гартування:

- на поверхні мілкоголчастий мартенсит;
- серцевина в'язка і пластична (сорбіт відпускання).

Загартовані деталі відрізняються сильною розбіжністю структури через:

- підвищену концентрацію вуглецю у твердому розчині;
- високу щільність дефектів кристалічної будови;
- внутрішню напругу.

Тому завжди після гартування деталь додатково термообробляють – відпускають. Це пом'якшує дію гартування, зменшує або знімає залишкове напруження.

Низьке відпускання застосовують для деталей, які повинні мати високу твердість і міцність. При низькій відпусканні мартенсит загартування перетворюється на мартенсит відпускання: вони відрізняються відсутністю внутрішнього напруження за рахунок виділення з нього надлишку вуглеводню у вигляді дуже дрібних карбідів. Твердість мартенситу відпускання майже така, як у мартенситу гартування (58 – 62) HRC.

Механічні властивості сталі 40X після гартування і високого відпускання наведені в табл. 4.1.

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1 – Механічні властивості сталі 40X після термічної обробки:

σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ_5 , %	КСУ, кДж/м ²	ψ , %	НВ
980	345	10	59	45	-

На рис. 4.1 наведена мікроструктура сталі 40X після загартування і високого відпускання.



а



б

а – на поверхні деталі сорбіт, твердість 258-269 НВ;

б – середина перерізу деталі – перліт, сорбіт і сітка фериту, твердість 248-258 НВ

Рисунок 4.1 – Мікроструктура сталі 40X після загартування і високого відпускання

4.2 Розробка ТП термічної обробки фланця

Фланець приходить на термообробку у вигляді заготовки заданих розмірів і з припуском на механічну обробку. Після відпалу заготовка поступає на

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ

Арк.

попередню механічну обробку. Після загартування з відпусканням контролюють твердість. Далі проводять кінцеву механічну обробку і деталь поступає на склад [13 – 15].

У табл. 4.2 наведений ТП термічної та механічної обробки фланця

Таблиця 4.2 – ТП термічної та механічної обробки фланця

Найменування ділянки	Вид роботи
Заготівельна	Отримання поковки
Термічна	Відпал (піч ТДО13.26.13/11 знаходиться уливарному цеху)
Механічна	Попередня механічна обробка
Термічна	Гартування
Термічна	Відпускання
ВТК	Контроль твердості
Механічна	Кінцева механічна обробка
Склад	

4.2.1 Тривалість нагрівання та витримки при гартуванні фланців

Нагрів деталей під гартування здійснюється до 860 °С зі швидкістю нагріву $V = 90$ град/год. [13 – 15].

Загальний час нагрівання (перебування фланців у нагріваючому середовищі $\tau_{\text{гарт}}$), складається з двох доданків – часу нагріву до заданої температури τ_t і часу витримки при цій температурі τ_T :

$$\tau_{\text{гарт}} = \tau_t + \tau_T \quad (4.1)$$

Тривалість нагрівання [16]:

$$\tau_t = Y \frac{V}{S}, \quad (4.2)$$

де V – об'єм фланця, см^3 ;

S – площа поверхні фланця, см^2 ;

$Y = 40$ хв./см – сумарний фізичний фактор нагрівання.

Циліндричні поверхні фланця – циліндри, тому його геометричний показник:

$$Q = \frac{d * l}{4 * l + 2 * d}, \quad (4.3)$$

де $d = 22$ см – діаметр фланця (див. рис. А2);

$l = 12,5$ см – його довжина.

$$Q = \frac{22 * 12,5}{4 * 12,5 + 2 * 22} = 2,93 \text{ см}$$

Тому тривалість нагрівання фланців під гартування [13 – 15]:

$$\tau_t = 0,40 \frac{7312,5}{32,5} = 0,40 * 225 = 90 \text{ хв.}$$

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Час витримки τ_t складає (18-24)% від часу нагріву τ_T . Тому витримка фланців при температурі 860 °С [14]:

$$\tau_T = 0,20 * \tau_t = 0,20 * 90 = 18 \text{ хв.}$$

Отже, загальна тривалість гартування [14]:

$$\tau_{заг} = 90 + 18 = 108 \text{ хв.}$$

4.2.2 Тривалість нагрівання і витримки фланців при відпусканні

Нагрів фланців під відпускання здійснюється до 500 °С [15, 16].

Час нагріву деталей при відпусканні береться з розрахунку 1 хвилина на 1 мм умовної товщини (діаметр) деталі.

Тоді час нагріву деталей при відпусканні [15, 16]:

$$\tau_{відп} = 1 * 110 = 110 \text{ хв.}$$

4.2.3 Призначення обладнання для термічної ділянки

Щоб вибрати устаткування для термічної ділянки, потрібно на основі розробленої технології термічної обробки врахувати характеристики устаткування: тип устаткування підбирається для повного забезпечення виконання ТП, а основні розміри печей вибирають на основі типу виробництва і габаритів деталей. Якщо устаткування вибрано вірно, то забезпечується

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

висока якість оброблюваних деталей, необхідна продуктивність та економічність обробки [14].

Устаткування для дільниці повинно складатись з шахтних електропечей, які мають вентилятори, автоматичний контроль за управлінням температур, а також сконструйовані з урахуванням останніх досягнень науки і техніки. Шахтні електропечі економніші порівняно з раніше випущеними аналогами, так як споживають менше електроенергії [15].

Електропечі застосовують для відпалу, нормалізації та гартування сталевих деталей. Їх перевага – у застосуванні контрольованої атмосфери, механізації завантаження і розвантаження. Контрольовану атмосферу вводять через задню торцеву стінку. А в нижній частині кожуха печі кріплять трубопровід. Він змонтований з 2-х ліній: по одній подається газ, по іншій – повітря, які при змішуванні в пальнику і згоранні в камері створюють полум'яну газову завісу, що перекриває проїм при відкритих дверцях [17, 18].

4.2.3.1 Камерна електрична піч з контрольованою атмосферою СНЗ-2,5.5.1,7/10

Електропечі обладнані металевими нагрівачами, які підбираються у залежності від температури нагріву: 700, 1000 і 1250 °С. Печі з $t < 700$ °С призначені для відпускання сталевих деталей. Печі з $t < 1000$ °С – для відпалу, нормалізації та загартування сталевих деталей, а печі з $t < 1200$ °С – для термічної обробки деталей та інструментів зі швидкорізальних та високолегованих сталей. Ці печі мають індекс СНЗ. На рис. 4.2 наведена піч СНЗ-2,5.5.1,7/10 [17].

Розшифрування маркування СНЗ [19]:

С – вид нагріву – електропіч опору;

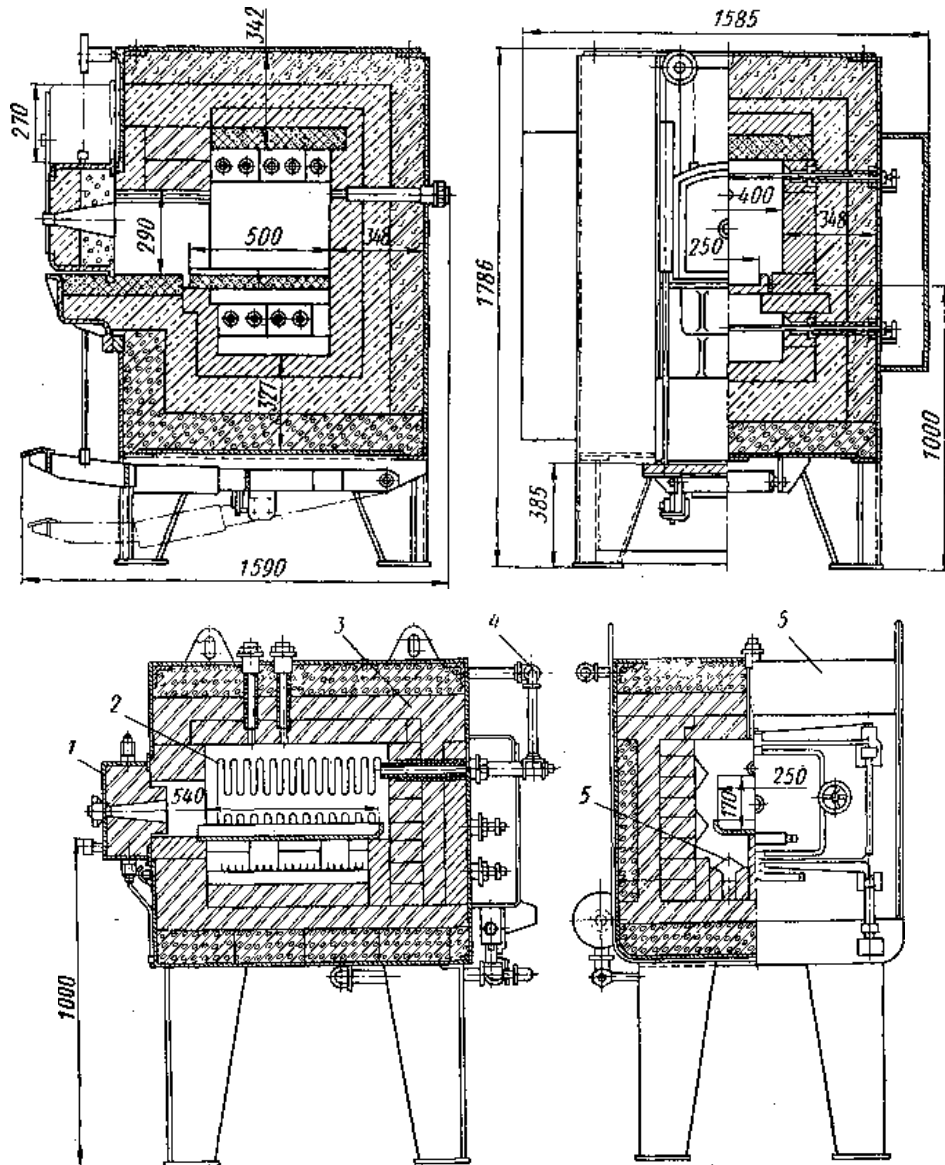
Н – основна конструктивна прикмета – камерна;

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

З – характер середовища в робочому просторі – захисна атмосфера.

Мета захисної атмосфери: запобігання окисленню, знеуглецюванню й іншим небажаним хімічним змінам на поверхні металу.

Кожух печі герметичний, дротяні зигзагоподібні нагрівачі розташовані на поді й бічних стінках робочої камери. Пристрій для створення полум'яної завіси змонтований під дверцями [17].



1 – дверці; 2 – бічний нагрівач; 3 – футерування; 4 – газопідведення; 5 – подовий нагрівач; 6 – кожух

Рисунок 4.2 – Камерна електрична піч з контрольованою атмосферою СНЗ-2,5.5.1,7/10

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ

Арк.

Витрата захисного газу на робочу камеру складає 2,5 м³/год., а на полум'яну завісу – 5,0 м³/год. (при безперервному горінні). Споживана потужність печі при садці 50 кг і нагріві до 850 °С складає 12 кВт. Газ (природний чи ендогаз) з повітрям змішуються у пальнику і, згораючи, утворюють полум'яну газову завісу при відкритих дверцях 1. Контроль температури здійснюють термопарами.

4.2.3.2 Електропіч шахтна з вентилятором і газощільним корпусом СШЗ-12.15/11

Розшифрування маркування СШЗ [19]:

С – вид нагріву – електропіч опору;

Ш – основна конструктивна прикмета – шахтна;

З – характер середовища в робочому просторі – захисна атмосфера.

Електропіч шахтна СШЗ-12.15/11 [18] з вентилятором і газощільним корпусом обладнана мікропроцесорними регуляторами температури, які дозволяють задавати температуру, час її набору і час витримки садки при цій температурі. Дискретність температури – 1 °С, дискретність таймера — 1 хв. Останні введені параметри зберігаються в енергонезалежній пам'яті. Камера футерована волокнистими матеріалами, а під — шамотними вогнетривкими матеріалами.

Усередині камери є циліндричний екран з матеріалу для організації циркуляції повітря і захисту нагрівачів.

Нагрівачі розміщені на бічних стінках шахти печі, на трубках.

Для транспортування електропечі автотранспортом кришка печі і поворотний кронштейн кришки виконані в знімному варіанті.

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Пульт управління виконаний у виносному підлоговому варіанті (шлейф 5 м).

Максимальна температура в робочому просторі – 1100 °С. Номінальна потужність – 60 ±1 кВт

На рис. 4.3 наведена електропіч шахтна СШЗ-12.15/11 [18].



**Рисунок 4.3 – Електропіч шахтна СШЗ-12.15/11 (габаритні розміри:
діаметр 2300 мм, висота 3200 мм**

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ

Арк.

4.2.4 Графік роботи і річний фонд часу роботи устаткування ділянки

Ділянка з обробки фланців працюватиме у 3 зміни по 16 год./добу з 2-а вихідними днями в тиждень, тобто п'ять днів і 41 год. у тиждень.

Ефективний річний фонд часу роботи одиниці устаткування $\Phi_{\text{ефект}}$ визначають як різницю між номінальним фондом $\Phi_{\text{номін}}$ і проєктованими витратами часу на ремонт, наладку і переналадку устаткування впродовж року [20]:

$$\Phi_{\text{ефект}} = \Phi_{\text{номін}} * \left(1 - \frac{Z_{\text{норм}}}{100}\right), \quad (4.4)$$

де $Z_{\text{норм}} = 5,8 \%$ – витрати часу на ремонт, наладку і переналадку устаткування до номінального фонду [21];

$\Phi_{\text{номін}} = 5840 \text{ год.}$ – номінальний фонд часу роботи устаткування при 3-змінному режимі роботи [22].

Тоді:

$$\Phi_{\text{ефект}} = 5840 * \left(1 - \frac{5,8}{100}\right) = 5806 \text{ год.}$$

4.2.5 Розрахунок кількості устаткування на ділянці термічної обробки фланця

Основа для проєктування термічної ділянки – річна виробнича програма виготовлення фланців масою $m = 5,846 \text{ кг}$:

– $n = 10000 \text{ шт.}$;

– $m_{\Sigma} = 58,46 \text{ тон.}$

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Початкові дані для розрахунку кількості основного і додаткового устаткування [23, 24]:

- річне завдання по операціях термічної обробки;
- обраний тип устаткування;
- встановлений режим роботи основного устаткування;
- питомі норми витрати матеріалів для допоміжного устаткування.

Необхідна кількість устаткування:

$$n_{устатк} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{X_{річн}}, \quad (4.5)$$

де X_i – фонд ефективної тривалості роботи устаткування, агрегато-год.;

$n = 10000$ шт. – кількість оброблюваної продукції за рік;

$X_{річн}$ – річний фонд ефективного часу роботи одиниці устаткування, год..

$$X_i = \frac{m_{\Sigma}}{P_i}, \quad (4.6)$$

де P_i – розрахункова норма годинної продуктивності одиниці устаткування i -го виду.

4.2.6 Розрахунок потрібної кількості основного устаткування

Річний час для нагріву фланців для гартування у камерних печах СНЗ-2,5.5.1,7/10 ($P_{СНЗ} = 0,0056$ тон/год.):

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$T_{CHЗ} = \frac{58,46}{0,0056} = 10374,21 \text{ год.}$$

Необхідна кількість устаткування для гартування фланців у камерних печах СНЗ-2,5.5.1,7/10:

$$H_{CHЗ} = \frac{10374,21}{5490} = 1,89$$

Приймаємо 2 камерні печі під гартування (рис. А3). Тоді коефіцієнт завантаження устаткування:

$$K_{CHЗ} = \frac{1,89}{2} = 0,945$$

Річний час для нагріву фланців під відпускання у камерних печах СШЗ-12.15/11 ($P_{СШЗ} = 0,0036$ тон/год.):

$$T_{СШЗ} = \frac{58,46}{0,0036} = 16140,6 \text{ год.}$$

Необхідна кількість устаткування для відпускання фланців у камерних печах СШЗ-12.15/11:

$$H_{СШЗ} = \frac{16140,6}{5490} = 2,94$$

Приймаємо 3 шахтні печі під відпускання (рис. А3). Тоді коефіцієнт завантаження устаткування:

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$K_{СШЗ} = \frac{2,94}{3} = 0,98$$

4.3 Визначення глибини загартованого шару фланця

Глибину загартованого шару вибираємо на основі ТП термічної обробки [12]: для діаметра $d = 110$ мм (рис. А2) $h_{зарт} = 1,4 - 2,1$ мм. Достатню міцність фланця можна досягти з умови:

$$h_{зарт} = (0,01 - 0,05) * r \quad (4.7)$$

де r – радіус фланця, мм.

Отже:

$$h_{зарт} = (0,01 - 0,05) * 55 = 0,55 - 2,75 \text{ мм}$$

Приймаємо $h_{зарт} = 2,00$ мм

4.4 Розрахунок частоти струму при гартуванні фланця

Розрахунок частоти струму при гартуванні фланця проводять з необхідності отримання високого коефіцієнта корисної дії нагрівання з умови забезпечення необхідної глибини загартованого шару. Рекомендується використання середніх частот при застосуванні машинних перетворювачів [13]. Оскільки у нашому випадку $h_{зарт} = 2,00$ мм, то використовуємо ламповий перетворювач частоти.

При поверхневому нагріванні оптимальна частота струму:

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$$j_{оптим} = \frac{6 * 10^{-2}}{(h_{гарт})^2} \quad (4.8)$$

Тому:

$$j_{оптим} = \frac{6 * 10^{-2}}{(2,00 * 10^{-3})^2} = 30000 \text{ Гц}$$

Згідно [14], промислові лампові генератори випускають з робочими частотами струму 25000 Гц, 66000 Гц, 250000 Гц, 440000 Гц. Оскільки, чим більше частота струму, тим менша глибина загартованого шару, то приймається $j_{оптим} = 66000 \text{ Гц}$.

4.5 Тепловий розрахунок гартування фланця

Визначаємо глибину проникнення струму у фланець [15, 16]:

$$H = \frac{0,503}{\sqrt{j_{оптим}}} = \frac{0,503}{\sqrt{66000}} = \frac{0,503}{256,9} = 1,958 * 10^{-3} \text{ м} \quad (4.9)$$

Отриманий результат відповідає прийнятій $h_{гарт}$.

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

5 Організація робочого місця для технічного забезпечення термообробки

5.1 Планування ділянки зміцнення фланців коробки передач тягача КрАЗ-255Б

Планування ділянки зміцнення фланців складається з:

- вибору її найбільш раціонального компонування;
- розрахунку геометричних розмірів будівлі;
- нанесення будівельних елементів, устаткування, допоміжних компонентів і комунікацій [22, 23].

Ділянка термічної обробки розташована у будівлі при розташуванні устаткування уздовж прольоту (рис. А3). Основа ділянки – камерні та шахтні печі для загартування та відпускання. Відстань між печами і прольотами складає 0,9 – 1,6 м. Відповідно до основного напрямку термообробки фланців за операціями розташоване допоміжне устаткування на відстані від стіни 0,5 м:

- стенд техніки безпеки;
- щит пожежної охорони;
- пожежний ящик з піском;
- контейнер для деталей;
- контейнер для заготовок;
- тумбочка робочого;
- електрощит;
- двошнековий конвеєр;
- пожежний кран;
- аптечка.

Також розміщене наступне допоміжне обладнання для підведення:

- технічної та харчової води;
- стиснутого повітря та робочого газу (природний чи ендогаз);

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

– електроенергії.

5.2 Розрахунок основних параметрів будівлі й плану розташування устаткування

Виробнича площа ділянки визначається:

- за річним випуском готової продукції у тонах на 1 м^2 площі;
- або за площею на одиницю устаткування.

Допоміжна площа приймаються у відсотковому відношенні від виробничої: 10 – 15% [22, 23].

Ширину окремих прольотів ділянки визначають на підставі планування устаткування і засобів транспорту. Ширина прольоту – це відстань між осями підкранових колон (залежно від прольоту мостового крану).

Загальна довжина ділянки має бути кратній величині кроку колон, який приймається рівним 6 м.

У будівлях з мостовими кранами висоту приміщень (від підлоги до низу несучих конструкцій) приймають незалежно від вантажопідйомності кранів. Висоту до верху консолей колон будівлі приймають залежно від вантажопідйомності мостових кранів [22, 23]. Тому приймаємо висоту прольоту при підвісному підйомно-транспортному устаткуванні вантажопідйомністю 6 тон, рівною 8,0 м.

При плануванні устаткування проходи між камерними печами приймають рівними 1,2 – 1,4 м. [22, 23]. Устаткування встановлюють так, щоб до нього був відкритий вільний доступ.

При розробці планувань печі розташовують в одну лінію Гартівні баки і ванни для охолодження розташовують у безпосередній близькості від печей для забезпечення мінімальної відстані при перенесенні фланців з печі у бак.

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Планування термічної дільниці є графічним зображенням приміщення та розташованому у ньому (див. рис. А3). Правильність планування та організації роботи дільниці перевіряють за вантажопотоком фланців.

На розроблюваній дільниці розташовано 5 печей:

– 2 камерні електричні печі з контрольованою атмосферою СНЗ-2,5.5.1,7/10 (рис. 4.2) площею $1,590 \times 1,585 = 2,520 \text{ м}^2$;

– 3 шахтних електричні печі з вентилятором і газощільним корпусом СНЗ-12.15/11 (рис. 4.3) площею $\pi * R^2 = 3,14 * 1,150^2 = 4,153 \text{ м}^2$.

Виробнича площа дільниці визначається за питомою площею, що доводиться на одиницю устаткування:

$$S_{\text{виробн}} = S_i * n \quad (5.1)$$

де S_i - площа одиниці устаткування, м^2 ;

n - кількість печей.

Тому виробнича площа дільниці під безпосереднє обладнання для термообробки:

$$S_{\text{виробн}} = (2 * 2,520) + (3 * 4,153) = 5,04 + 12,459 = 17,499 \text{ м}^2$$

Допоміжна площа (стенд техніки безпеки; щит пожежної охорони; пожежний ящик з піском; контейнер для деталей; контейнер для заготовок; тумбочка робочого; електрощит; двошнековий конвеєр; пожежний кран; аптечка; підведення технічної та харчової води, стиснутого повітря та робочого газу, електроенергії) приймається у відсотковому відношенні від виробничої: (40 – 85)%:

$$S_{\text{дон}} = 17,499 * 0,8 = 13,999 \text{ м}^2$$

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Тому загальна розрахункова площа ділянки:

$$S_{заг.розрах} = S_{виробн} + S_{дон} = 17,499 + 13,999 = 31,498 \text{ м}^2$$

Приймаємо $S_{заг.розрах} = 32 \text{ м}^2$. З урахуванням відстані між опорами ділянки (6 м) і краном (12 м): $S_{заг.} = 12 \times 36 = 432 \text{ м}^2$.

5.3 Контроль якості ТП термообробки фланців

Виконання операцій з контролю якості термообробки поєднують з контролем за дотриманням ТП. Основний об'єкт контролю ТП термообробки фланців [12 – 16]:

- контроль температури, тривалості нагрівання і витримки;
- контроль атмосфери в печі;
- контроль глибини загартованого шару;
- справність пристосувань, індукторів, інструментів.

Вода для гартування та охолодження електроустаткування контролюється за температурою, механічними і мінеральними домішками.

На установках з ламповим генератором контролюють [12 – 16]:

- анодну напругу й на контурі;
- струми відповідно аноду та сітки;
- швидкість переміщення деталі відносно індуктора (виконується при налаштуванні режиму для кожної партії фланців);
- зазор між індуктором і деталлю (індикатором, щупом тощо – систематично оглядається зовнішній вигляд і вузли кріплення).
- атмосфери в робочому просторі печі (проводять постійно в процесі роботи).

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

5.3.1 Основні види браку і дефектів, що виникають при термообробці

Під дефектом деталі розуміють кожне відхилення від форми, розмірів, маси, зовнішнього вигляду, макро- і мікроструктури, фізичних або механічних властивостей і норм, встановлених відповідними стандартами або технічними умовами. Причини дефектів при термічній обробці штоків наступні: застосування сталей невідповідних марок; внутрішні вади стали, своєчасно не виявлені; порушення технологічного процесу термічної обробки (температурного режиму, складу середовища, в якому відбувається термообробка); застосування неправильних прийомів роботи і контролю; невдала конструкція деталі [13].

При загартуванні на етапі охолодження сталі в результаті структурних перетворень і зміни об'єму металу з'являється внутрішнє напруження, яка призводить до таких дефектів:

- утворення тріщин;
- деформація і викривлення;
- зміна об'єму деталі;
- знеуглецювання та окислення;
- поява м'яких плям;
- низька твердість і перегрівання.

Гартівні тріщини є непоправним браком, утворюваним при термічній обробці. У масивних деталях вони з'являються навіть при загартуванні у маслі. Тому такі деталі охолоджують до (150 – 200) °С зі швидким наступним відпусканням [13].

Тріщини виникають при [14]:

- неправильному нагріві (перегріванні);
- великій швидкості охолодження;

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

- невідповідності хімічного складу сталі;
- неправильній конструкції деталей;
- різких переходах, грубих рисках, що залишилися після механічної обробки;
- гострих кутах, тонких стінках тощо [15].

Найчастіше гартівні тріщини утворюються при різкому охолодженні чи нагріві через внутрішнє напруження, що виникає у фланцях. Це спостерігається при загартуванні легованих сталей, якою є матеріал фланця. Тому деталі з таких сталей нагрівають повільніше й більш рівномірно, ніж з вуглецевих [16]. Найчастіше гартівні тріщини виникають у кутах деталей і мають дугоподібний або звивистий вигляд.

Часто зустрічаються поверхневі тріщини, які розташовуються у вигляді суцільної або розірваної сітки. Ці тріщини виникають при поверхневому гартуванні з нагріванням струмами високої частоти при охолодженні холодною водою, а також при перегріванні металу.

Поверхневі тріщини також виникають не лише в процесі термічної обробки, але і при шліфуванні загартованих деталей, при умові, що вони були неправильно відпущені. Рівномірне відпускання після гартування і потрібні режими шліфування усувають виникнення тріщин.

Щоб уникнути браку, усі ділянки фланців, на яких з'являються тріщини, обмотуються азбестовим шнуром і замазуються вогнетривкою глиною. Тільки виконання технологічних режимів загартування скорочує кількість бракованих деталей.

Деформація та викривлення фланців виникають при нерівномірних структурних та об'ємних перетворень і виникнення в результаті цього внутрішнього напруження при охолодженні.

При гартуванні фланці також викривляються і без значних об'ємних змін, а в результаті нерівномірного нагріву й охолодження. При нагріванні деталі

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

невеликого перерізу і великої довжини тільки з одного боку, то відбувається її згинання: при цьому нагріта сторона подовжується через теплове розширення і стає опуклою, а протилежна – увігнутою. Якщо охолодження одностороннє, то при гартуванні у воді охолоджена сторона деталі за рахунок теплового стискування приймає увігнутість, а зворотна – опуклість. Тому нагрівати й охолоджувати фланці під час гартування слід рівномірно.

Великий вплив на деформацію деталей чинить спосіб охолодження: при зануренні деталей у гартівне середовище враховується їх форма та розміри.

Приклади:

– деталі з товстими й тонкими частинами занурюють у гартівне середовище спочатку товстою частиною (вали, штоки, осі тощо) – у вертикальному положенні;

– тонкі плоскі деталі (диски, відрізи фрези, пластинки тощо) – ребром.

Для зменшення деформації й викривлення деталей при гартуванні велике значення мають правильно вибрані та виготовлені пристосування. За масового виробництва для кожної деталі виготовляють спеціальні пристосування. При серійному – більш економічно мати універсальні пристосування.

Наступний вид браку і дефектів, що виникають при термообробці – м'які плями (ділянки на поверхні фланців зі зниженою твердістю). Причини такого дефекту:

– наявність на поверхні окалини і забруднень, які викликані зіткненням деталей при охолодженні у гартівному середовищі;

– ділянки зі зневуглецьованою поверхнею або нешвидкий рух деталей у гартівному середовищі.

М'які плями усувають при струменистому гартуванні й у підсоленій воді [16].

При перегріванні при гартуванні виникає крупнозерниста структура з блискучим зламом, що погіршує механічні властивості деталі. Щоб подрібнити

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

зерно та підготувати структуру для повторного гартування, перегріту сталь піддають відпалу.

А недогрівання відбувається, якщо температура гартування нижча критичної точки A_{C3} для доєвтектоїдних сталей і A_{C1} – для заєвтектоїдних. При цьому структура загартованої сталі – мартенсит і зерна фериту з низькою твердістю. Недогрівання виправляють відпалом з наступним гартуванням.

5.4 Контроль якості термообробки фланців

Контроль якості фланців здійснюються контролерами ВТК. У свою чергу, якість їх термічної обробці залежить від дотримання режимів ТП виробництва: недотримання режимів нагріву, часу витримки та охолодження призводить до браку.

Контроль за підготовкою фланців до термообробки:

- перевіряють чистоту деталей;
- сталь контролюють на величину зерна (не більше 5 номерів за ДЕСТ 5639-82);
- глибина знеуглецьованого шару має бути меншою 0,24 мм [14].

Так як при поверхневому знеуглецьованні погіршується міцність при статичному і багатоциклового навантаженні та релаксаційна стійкість, то методи контролю термообробки повинні відповідати затвердженим інструкціям.

Після термообробки фланців проводять наступні контрольні операції:

5.4.1 Зовнішній огляд деталей перед термічною обробкою

Огляд фланців проводиться, щоб визначити їх зовнішні дефекти (тріщини, викривлення, тощо):

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

- прямолінійність перевіряють за допомогою лінійки;
- тріщини й викривлення визначаються за допомогою 5-10-кратного збільшення або мікроскопа.

На поверхні фланців неприпустимі тріщини, риски, волосовини та інші грубі дефекти. Контролюють розмір деталі по висоті, зовнішньому або внутрішньому діаметрам. Відповідно до ТУ контролюють 100% деталей від партії.

5.4.2 Дослідження твердості фланців

Твердість – одна з важливих характеристик якості термообробки. Її вимірюють після гартування та високого відпускання. Контроль твердості проводять за методом Роквелла (ДЕСТ 9013-59) приладом ТК-2 шляхом втискування в зачищену поверхню алмазного конуса при навантаженні $F = 1470 \text{ Н}$ (показання твердоміра знімають за шкалою «С» – чорного кольору [14]).

5.4.3 Контроль мікроструктури фланців

Мікроструктура досліджується мікроскопами на зразках термооброблених фланців: вміст вуглецю визначають пошаровим хімічним або спектральним аналізом.

Прийняті контролером фланці таврують кислотою, гумовим клеймом або забарвлюють зеленою фарбою. На придатні деталі виписується квитанція за підписом працівника ВТК, який прийняв ці фланці.

Браковані фланці після контролю забарвлюють жовтим кольором і забирають у металевий ящик браку.

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

5.5 Розрахунки вентиляції дільниці термічної обробки фланців

На дільниці термічної обробки фланців встановлене наступне устаткування:

– камерна електрична піч з контрольованою атмосферою СНЗ-2,5.5.1,7/10 (2 шт.);

– електропіч шахтна з вентилятором і газощільним корпусом СШЗ-12.15/11 (3 шт.).

Тепловиділення від кожної електропечі, Вт [12]:

$$W_{печи} = S * k * (t_{печи} - t_{дильн}) \quad (5.2)$$

де S – площа поверхні печі, м²;

k – коефіцієнт теплопередачі стінок печі, Вт/(м² *°C);

$t_{печи}$ – температура всередині печі, °C;

$t_{дильн} = 20$ °C – температура повітря на дільниці.

Коефіцієнт теплопередачі стінок печей при їх однаковій теплоізоляції [15, 16]:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{b_1}{\lambda_1} + \frac{b_2}{\lambda_2} + \frac{b_3}{\lambda_3}}, \quad (5.3)$$

де $\alpha_1 = 11,63$ Вт/(м²*°C) – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої стінки із шамотної цегли [13];

$\alpha_2 = 8,7$ Вт/(м²*°C) – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої стінки з будівельної цегли [13];

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

$b_1 = 0,25$ м – товщина стінки із шамотної цегли [13];

$b_2 = 0,12$ м – товщина стінки з будівельної цегли [13];

$b_3 = 0,003$ м – товщина сталевого кожуха [13];

$\lambda_1 = 0,8$ Вт/(м²*°С) – коефіцієнт теплопровідності стінки із шамотної цегли [13];

$\lambda_2 = 1,0$ Вт/(м²*°С) – коефіцієнт теплопровідності стінки з будівельної цегли [13];

$\lambda_3 = 7,0$ Вт/(м²*°С) – коефіцієнт теплопровідності сталевого кожуха [13].

$$k = \frac{1}{\frac{1}{11,63} + \frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{0,8} + \frac{0,12}{1,0} + \frac{0,03}{7,0}} = 1,568 \text{ Вт}/(\text{м}^2 * ^\circ\text{С})$$

Тепловиділення від кожної з печей протягом 1 год.:

1. Камерна електрична піч з контрольованою атмосферою СНЗ-2,5.5.1,7/10 (2 шт.) – $t_{печи} = 860$ °С; $S = 2,520$ м²:

$$W_{СНЗ} = 2,520 * 1,568 * (860 - 20) = 3319,14 \text{ Вт.}$$

2. Електропіч шахтна з вентилятором і газощільним корпусом СШЗ-12.15/11 (3 шт.) – $t_{печи} = 500$ °С; $S = 4,153$ м²:

$$W_{СШЗ} = 4,153 * 1,568 * (500 - 20) = 3125,71 \text{ Вт.}$$

Сумарне тепловиділення від усіх печей протягом 1 год.:

$$W_{сум} = 2 * W_{СНЗ} + 3 * W_{СШЗ} = 2 * 3319,14 + 3 * 3125,71 = \\ = 6638,28 + 9377,13 = 16015,41 \text{ Вт.}$$

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Тепловиділення від металу, який остигає, Вт:

$$W_{ост} = m_{ост} * Q_{ост} * (t_{початк} - t_{кінець}), \quad (5.4)$$

де $m_{ост}$ – маса металу, що остигає, за 1 год.;

$Q_{ост} = 0,46$ кДж/(кг * °С) – середня теплоємність металу, що остигає;

$t_{початк}$ – початкова температура деталей при їх вилученні з печі, °С;

$t_{кінець} = 40$ °С – температура, при якій деталі відправляються з термічної ділянки [15].

1. Камерна електрична піч з контрольованою атмосферою СНЗ-2,5.5.1,7/10 (2 шт.) – температура вивантаження фланців з печі $t_{печи} = 860$ °С; продуктивність печі $P_{СНЗ} = 0,320$ тон/год., тому $m_{остСНЗ} = 320$ кг.

Отже:

$$W_{остСНЗ} = 320 * 0,46 * (860 - 40) = 120704 \text{ Вт.}$$

2. Електропіч шахтна з вентилятором і газощільним корпусом СШЗ-12.15/11 (3 шт.) – температура вивантаження фланців з печі $t_{печи} = 500$ °С; продуктивність печі $P_{СШЗ} = 0,268$ тон/год.):тому $m_{остСШЗ} = 268$ кг.

Отже:

$$W_{остСШЗ} = 268 * 0,46 * (550 - 40) = 62873 \text{ Вт.}$$

Тоді сумарне тепловиділення від металу, що остигає, за 1 год.:

$$W_{\Sigma ост} = 120704 + 62873 = 183577 \text{ Вт.}$$

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Тоді повне надлишкове тепловиділення на ділянці:

$$W_{повне} = W_{сум} + W_{\sum ост} = 16015,41 + 183577 = 199592,41 \text{ Вт} \quad (5.5)$$

Кількість повітря, щоб вилучити надлишкове тепло з ділянці, м³/год.
[15]:

$$\Pi = \frac{W_{повне}}{(t_{дільн} - t_{зовні}) * c * \gamma}, \quad (5.6)$$

де $t_{зовні} = 18^{\circ}\text{C}$ – середня температура зовнішнього повітря в літню пору, °C [16];

$t_{дільн} = 20^{\circ}\text{C}$ – температура повітря на ділянці;

$c = 0,992 \text{ Дж/}^{\circ}\text{C}$ – теплоємність повітря;

$\gamma = 1,222 \text{ кг/м}^3$ – щільність приточного повітря.

$$\Pi = \frac{199592}{(20^{\circ} - 18^{\circ}) * 0,992 * 1,222} = 82325 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Кратність обміну повітря на ділянці:

$$k = \frac{\Pi}{V_{дільн}}, \quad (5.7)$$

де $V_{дільн}$ – об'єм приміщення ділянці, м³.

При площі ділянці $S_{заг.} = 432 \text{ м}^2$, її висоти $h_{дільн} = 9,7 \text{ м}$ (див. рис. А3):

$$V_{дільн} = S_{заг.} * h_{дільн} = 432 * 9,7 = 4190,4 \text{ м}^3 \quad (5.8)$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Тоді кратність обміну повітря на ділянці зміцнення фланців:

$$k = \frac{82325}{4190,4} = 19,65 \text{ разів/рік.}$$

Висновок: для нормальної вентиляції приміщення ділянці зміцнення фланців необхідно забезпечити кратність обміну повітря 20 разів за рік.

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Наведені загальні відомості й технічні характеристики тягача КрАЗ-255Б. Представлена інформація про особливості КПП тягача, її основні несправності та способи усунення, технічне обслуговування.

Обґрунтований вибір матеріалу фланця КПП з урахуванням технологічності його конструкції – конструкційна легована покращувана сталь 40Х. Вибраний метод одержання заготовки фланця – штампування на КГШП К8542 (собівартість одержання заготовки методом $B_{заг} = 2,298$ грн.).

На основі коефіцієнта точності обробки фланця та шорсткості його поверхонь проаналізована технологічність конструкції.

Призначене обладнання термічної дільниці під гартування – 2 камерні електричні печі з контрольованою атмосферою СНЗ-2,5.5.1,7/10:

– витрата захисного газу на одну камеру складає $2,5 \text{ м}^3/\text{год.}$, а на полум'яну завісу (природний газ) – $5,0 \text{ м}^3/\text{год.}$;

– нагрів фланців під гартування здійснюється до $t = 860 \text{ }^\circ\text{C}$ зі швидкістю нагріву $V = 90 \text{ град/год.}$;

– споживана потужність печі при садці 50 кг складає 12 кВт;

– глибина загартованого шару фланця $h_{зарт} = 1,958 \text{ мм}$ (охолодження у маслі);

– тривалість нагрівання фланців під гартування $\tau_t = 90 \text{ хв.}$;

– витримка фланців при температурі $860 \text{ }^\circ\text{C}$ $\tau_T = 18 \text{ хв.}$;

– загальна тривалість гартування $\tau_{заг} = 108 \text{ хв.}$;

– проведені розрахунки частоти струму і тепловий розрахунок гартування фланця.

Призначене обладнання термічної дільниці під відпускання – 3 шахтних електричні печі з вентилятором і газощільним корпусом СШЗ-12.15/11:

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

– нагрів фланців здійснюється до $t = 500 \text{ }^\circ\text{C}$ (охолодження у воді);

– час нагріву $\tau_{\text{відп}} = 110 \text{ хв.}$

Створений графік роботи та розрахований річний фонд часу роботи устаткування дільниці з термообробки фланців: 3 зміни по 16 год./добу з 2-а вихідними днями в тиждень. Визначена площа дільниці $S_{\text{заг.}} = 432 \text{ м}^2$ та її висота $h_{\text{дільн}} = 9,7 \text{ м.}$

Для спроектованої виробничої дільниці з термічної обробки фланців проведені розрахунки тепловиділення від кожної електропечі, кількості повітря для вилучення надлишкового тепла з дільниці, кратності обміну повітря (20 разів за рік).

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Список літератури

1. Форнальчик Є. Ю. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: Навчальний посібник / Є. Ю. Форнальчик, М. С. Оліскевич, О. Л. Мاستикаш, Р. А. Пельо. – Львів: Афіша, 2004. – 492с.
2. Мигаль В. Д. Техническая диагностика трансмиссии автомобилей: Учеб. Пособие / В. Д. Мигаль, С. А. Гаврилов. – Харьков: Майдан, 2016. – 272 с.
3. Самоскиди КрАЗ — важкі та невибагливі трудяги [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://allspectech.com/gruzovaya-tehnika/samosvaly/karernye/kraz.html>
4. Шасі і бортовий КрАЗ-255Б [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://truck.ironhorse.ru/kraz-255b.html>
5. КрАЗ-255Б [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/КрАЗ-255Б>
6. Коробки передач ЯМЗ-2381 ЯМЗ-238ВМ ЯМЗ-238ВК ЯМЗ-238ВУ та їх модифікації. Керівництво з експлуатації [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.astradizel.ru/instrukcii/kpp_2381.pdf
7. Автопрактикум [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://elib.osu.ru/bitstream/123456789/11406/1/88050_20190124.pdf
8. Коробка перемикачів передач КПП ЯМЗ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://orbita-zip.com.ua/ua/g9492036-korobka-pereklyucheniya-peredach>
9. Ремонт КПП ЯМЗ: етапи, усунення основних несправностей [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://b2b.rumotors.com/useful/review/remont-kpp-yamz-etapy-ustraneniye-osnovnyh-neispravnostei>
10. Сталь марки 40Х [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://metallcheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/40X

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

11. Сталь 40X – характеристика, хімічний склад, властивості, твердість [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://s-metall.com.ua/index/stal_40kh/0-254

12. Місце термічної і хіміко-термічної обробок в технологічних процесах виготовлення виробів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://tmetall.narod.ru/tehmash/jgtehmash/term.html>

13. Сігова В. І. Методи локальної поверхневої обробки деталей машин: Навчальний посібник / В. І. Сігова, П. В. Руденко. – Суми: Вид-во СумДУ, 2008. – 218 с.

14. Савуляк В. І. Матеріалознавство. Організація самостійної та практичної роботи : навчальний посібник / В. І. Савуляк, О. П. Шиліна, В. Й. Шенфельд. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 123 с.

15. Погребна Н. Е. Способи зміцнення металів: Навчальний посібник / Н. Е. Погребна, В. З. Куцова, Т. В. Котова. – Дніпро: НМетАУ, 2021. – 89 с.

16. Лисенко О. Б. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Теорія і практика термообробки» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 104 Фізика та астрономія всіх форм навчання / О. Б. Лисенко, Т. В. Калініна. – Кам'янське, ДДТУ, 2019. – 68 с.

17. Камерні печі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://otherreferats.allbest.ru/physics/00243927_0.html

18. Шахтна піч із захисною атмосферою, світлий відпал, загартування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://bortek.org/ua/p231259738-shahtnaya-pech-zaschitnoj.html>

19. Електропечі із захисною атмосферою СНЗ, СШЗ, СГЗ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bortek.ua/promyshlennye-ehlektropechi/pechi-zashchitnoj-atmosferoj/>

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

20. Проектування ТП відновлення деталей і ремонту складальних одиниць [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/5853311/page:11/>

21. Коваленко А. В. Конспект лекцій з дисциплін «Ремонт транспортних засобів», "Ремонт технічних засобів електричного транспорту". Частина II / А. В. Коваленко, М. А. Голтв'янський; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2009. – 107 с.

22. 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.

23. Морозюк С. В. Методичні вказівки для виконання практичних робіт із навчальної дисципліни «Виробничо-технічна база підприємств автомобільного транспорту» / С. В. Морозюк, Р. М. Ігнатюк, В. А. Кужій. – Рівне: НУВГП, 2019. – 48 с.

24. Нікітн М. М. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Технологічне проектування автотранспортних підприємств» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / М. М. Нікітн, А. Г. Кусий, О. В. Нестеренко, В. В. Крук. – Бережани: РВВ ВП НУБіП України «БАТІ», 2019. – 121 с.

25. Вплив складу сталі на її властивості [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.metallobaza.kg/spravka/st/38-v.html>

26. Вплив вуглецю на механічні властивості сталі у відпаленому (рівноважному) стані [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/7001043/page:12/>

27. Штампування на кривошипних гаряче штампувальних пресах (КГШП) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vseosvita.ua/lesson/thshleksiia-1shtampuvannia-na-kryvoshypnykh-hariacheshtampuvalnykh-presakhkhshp-17522.html>

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

28. Носуленко В. І. Кування і гаряче об'ємне штампування: метод. рекомендації до виконання лаб. робіт : для студ. ден. і заочно-дистанц. форми навч. спец. 131 "Прикладна механіка" / В. І. Носуленко, В. Я. Мірзак; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. обробки металів тиском та спецтехнологій. – Кропивницький: ЦНТУ, 2019. – 66 с.

29. Плєснецов Ю. О. Ковальсько-штампувальне обладнання. Механічні преси: навч. посіб. / Ю. О. Плєснецов, В. О. Маковей – Х.: НТУ «ХПІ», 2014. – 236 с.

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Додатки

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Графічне забезпечення дипломної роботи

					ДРМТВАТАМ 23.20101.000. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

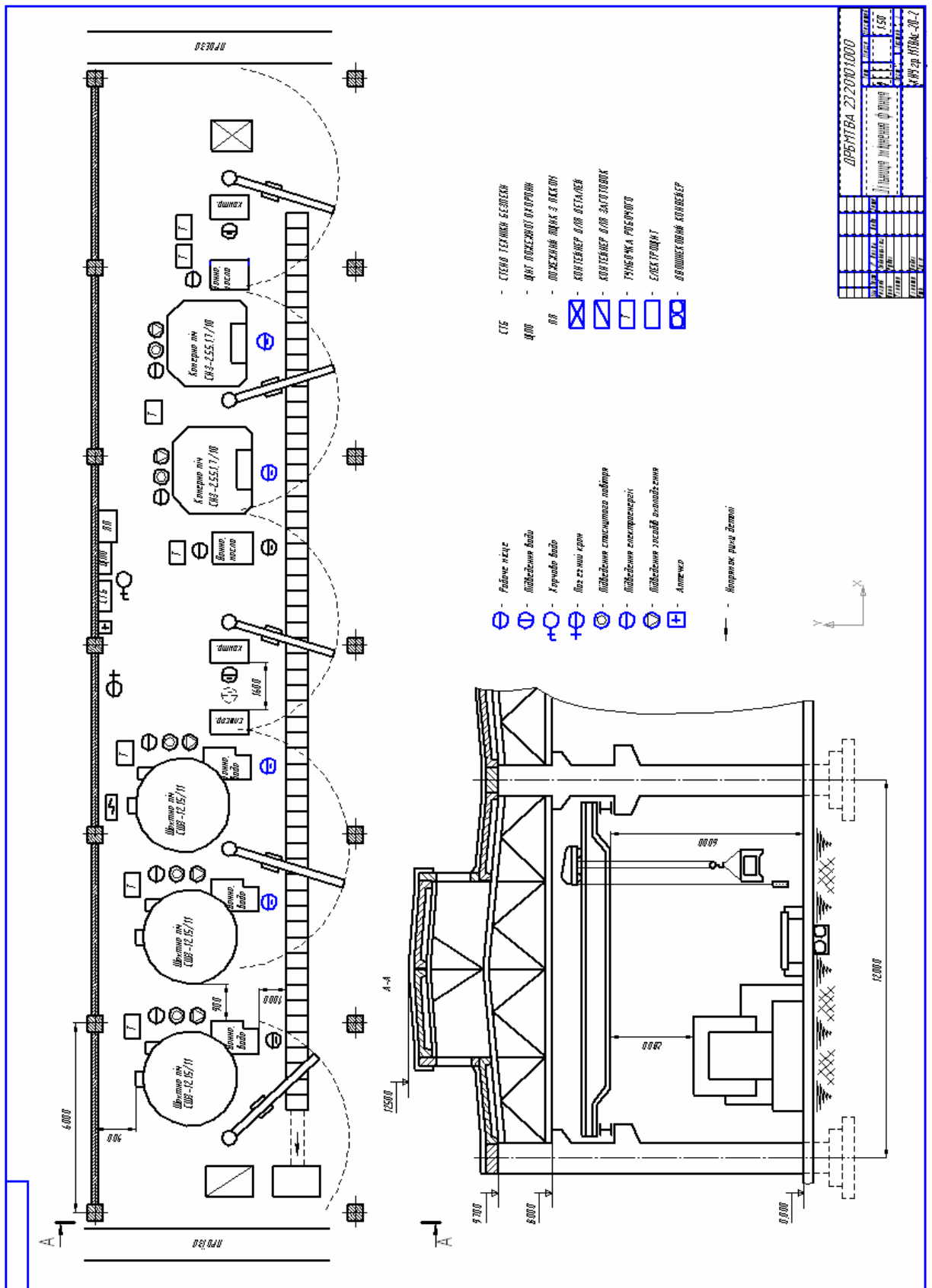


Рисунок А3 – Дільниця відновлення фланця (Compas-3D)