

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Олег ЦЬОНЬ
(підпис) (прізвище та ініціали)
«20» листопада 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 Автомобільний транспорт
(шифр і назва спеціальності)

студенту Рудому Василю Ярославовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект ділянки ремонтного цеху для проведення кузовних робіт автомобілів Skoda з дослідженням триботехнічних випробовувань конструкційних та мастильних матеріалів у режимі вибіркового переносу

Керівник роботи Гупка А.Б., к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «20» листопада 2022 року № 4/7-1072.

2. Термін подання студентом завершеної роботи 18 грудня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес ремонту кузова автомобіля Skoda

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Кузовна ділянка 1 лист – А1

Стенд 2 листа – А1

Гідросхема 1 лист – А1

Деталювання 1 лист – А1

Станція технічного обслуговування 1 лист – А1

Результати досліджень мастильних матеріалів 2 листа – А1

РЕФЕРАТ

Магістерська робота з кузовних робіт легкових автомобілів розглядає актуальні аспекти в сфері обслуговування та відновлення кузовів автомобілів. Досліджуються сучасні технології та матеріали, використовувани при ремонті кузовів, зокрема звертається увага на ефективність їх застосування та екологічний аспект.

Автор розглядає технічні аспекти робіт з ремонту кузова, аналізує ризики та вирішує завдання забезпечення максимальної якості виконаних робіт. Додатково, досліджується вплив кузовних робіт на загальну безпеку автомобіля та його власників. Робота є цінним внеском у розуміння процесів ремонту кузовів легкових автомобілів та надає практичні рекомендації для підвищення ефективності та якості відновлювальних заходів.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	1
ЗМІСТ	2
ВСТУП	4
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	5
1.1 Кузовна дільниця – її призначення та види виконуваних робіт	5
1.1.1 Основні етапи технологічного процесу при ремонті кузовів автомобілів	5
1.1.2 Технологія усунення деформацій деталей	7
1.1.3 Основні види ремонтних робіт	8
1.1.4 Порядок проходження автомобіля при ремонті на кузовній дільниці	9
1.2 Основні етапи технологічного процесу при ремонті кузовів автомобілів	12
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	15
2.1 Вихідні дані для технологічних розрахунків	15
2.2 Розподіл річних обсягів робіт по видах і місцю їх виконання	16
2.3 Розрахунки загальної чисельності робітників	18
2.4 Розрахунок загального числа робочих постів	20
2.5 Визначення загальної кількості постів і місць для автомобілів проектної СТО	23
2.6 Визначення складу та площ приміщень	24
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	27
3.1 Призначення й конструкція проектованого пристрою	27
3.2 Порядок роботи із стендом для ремонту кузова автомобіля	31
3.3. Розрахунки елементів стенда для відновлення геометрії кузова	32
3.3.1 Розрахунки основної рами.	32
3.3.2 Розрахунки захвата	35
3.3.3 Розрахунки балки рами на кручення	37
3.3.4 Розрахунки зварного шва осі центральної скоби	38

3.3.5 Розрахунки осі важеля силового пристрою	39
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	43
4.1 Дослідження мастильних матеріалів в режимі вибіркового переносу	43
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	55
5.1 Оцінка проектованого технологічного процесу з умов електробезпеки	55
5.2 Санітарно – гігієнічна характеристика умов праці на проектованій ділянці	57
5.3 Оцінка стійкості роботи цеху до дії проникаючої радіації та радіоактивного зараження	62
ВИСНОВКИ	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	66

ВСТУП

Автомобільна індустрія є невід'ємною складовою сучасного світу, а питання технічного обслуговування та відновлення автотранспортних засобів стає дедалі більш актуальним і складним завданням. У цьому контексті проведення кузовних робіт автомобілів здобуває особливе значення, оскільки технічний стан кузова визначає безпеку та естетичний вигляд транспортного засобу.

Магістерська робота спрямована на дослідження та вдосконалення процесів кузовного ремонту, враховуючи сучасні технологічні виклики та вимоги до якості. Ця робота стане вагомим внеском у сферу технічного обслуговування автомобілів, сприяючи підвищенню ефективності та надійності кузовних робіт.

Проведення кузовних робіт стає важливим аспектом технічного обслуговування транспортних засобів, визначаючи не лише їх естетичний вигляд, але й безпеку та функціональність.

Магістерська робота, присвячена проведенню кузовних робіт автомобілів, націлена на дослідження та оптимізацію цього складного процесу. З урахуванням високих вимог до якості, технологічних викликів та сталого розвитку автомобільної індустрії, робота спрямована на вдосконалення методів, матеріалів та технологій, застосовуваних у кузовному ремонті. В контексті стрімкого технологічного розвитку та постійних змін у конструкції автомобілів, мета роботи полягає в створенні підґрунтя для ефективних та інноваційних підходів до виконання кузовних робіт.

Здійснюючи глибокий аналіз та впроваджуючи передові технології, магістерська робота сприятиме покращенню стандартів безпеки, якості та ефективності кузовних робіт, сприяючи подальшому розвитку сучасної автомобільної техніки.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Кузовна дільниця – її призначення та види виконуваних робіт

1.1.1 Основні етапи технологічного процесу при ремонті кузовів автомобілів

Основне призначення кузовної дільниці - ліквідація можливих дефектів та несправностей кузовів автомобілів, які виникають під час його експлуатації. В результаті робіт, які проводяться в кузовній дільниці кузову автомобіля, який підлягає ремонту надають первісну його форму та відновлюють основні параметри міцності, що дозволяє підтримувати кузов автомобіля в цілому та основних його механізмів в належному технічному стані. Серед основних робіт, які виконуються в кузовній дільниці: зварювальні, арматурні, бляхарські, кузовні. Забезпечуються дані операції процесами розбирання, складання, виправлення пошкоджених деталей, механізмів або агрегатів автомобіля. Автомобілі, які підлягають ремонту доставляються в кузовну дільницю.

До бляхарських робіт, які виконуються в кузовній дільниці, відносяться операції по усуненню таких дефектів, як вм'ятина, тріщина, розрив матеріалу деталі. Дані дефекти найбільш характерні для таких деталей автомобіля: крила, брызговики, капоти, двері, кабіна та інші, які виготовленні із тонкого листового матеріалу. При панельному методі ремонту передбачена заміна пошкоджених деталей на нові.

При розбірно-складальних роботах виконуються операції по зняттю та встановленню дверей, панелей салону, окремих частин кузова автомобіля. лобового та двірного скла. Обсяг часткового розбирання автомобіля повинен забезпечити якісне виконання всіх операцій по ремонту окремих деталей. При подальшому складанні відремонтованих деталей кузова автомобіля, тобто встановлення окремих деталей та цілих вузлів використовують

спеціальні приспособлення та інструменти із комплектом контрольних пристроїв.

Для відновлення геометричної форми та розмірів елементів кузова автомобіля (усунення нерівностей з деформованих поверхонь) виконують рихтувальні роботи.

Широкий обсяг робіт в кузовній дільниці виконується з використанням технології зварювання. Враховуючи специфічні властивості, форму та розміри деталей які підлягають ремонту, використовуються, як правило наступні види зварювання: дугове, точкове та газове. Основне призначення операцій зварювання: видалення пошкодженої ділянки на даній деталі, встановлення нових ділянок, або додаткових деталей, в якості яких служать підсилювальні коробки, накладки, вкладиші. Ефективні процеси зварювання при усуненні тріщин, розривів поверхонь та наскрізних пробоїн, завдяки процесу накладення відповідних латок в залежності від геометричних розмірів дефектної поверхні.

При ремонті рухомих деталей та механізмів кузова автомобіля, таких як замки, дверні петлі, скло піднімачі, склоочишувачі та інші виконують арматурні роботи. Після ремонту дані деталі або вузли встановлюються на своє робоче місце з подальшим регулюванням та перевіркою працездатності. Використовують при цьому монтажні-демонтажні приспособлення, контрольні пристрої.

Залежно від технічного стану кузова автомобіля застосовують наступні способи його ремонту:

виправлення механічним впливом (рихтуванням, витяжкою) у холодному стані або із застосуванням місцевого нагрівання; ремонт вирізкою зруйнованої частини деталі з виготовленням ремонтної вставки й припасуванням її по місці; ремонт із використанням колишніх у вживанні деталей, або блоків таких деталей, або частини деталі для заміни ушкодженого дільниці з вибрактованих аварійних кузовів; ремонт кузова заміною ушкодженої частини ремонтними вставками, виготовленими з

номенклатури запасних частин заводу, який їх виготовляє (часткова заміна); ремонт заміною ушкодженої деталі або блоку деталей запасними частинами з номенклатури заводу-виготовлювача; зварювання кузовних елементів залежно від конструкції вузла, яку виконують встик, внахлест або з використанням проміжної вставки. При зварюванні встик зазор між крайками не повинен перевищувати 1,5 діаметра зварювального дроту. Зварювання внахлест здійснюють крапковим, переривчастим або суцільним швом з перекриттям країв 10 – 20 мм. Зварювання проміжного зварювання проводять відповідно до застосовуваного способу її з'єднання (встик або внахлест); зварні шви на лицьових поверхнях панелей кузова зачищають до рівня основного металу. Допускається наявність зварених швів на закритих поверхнях, які не заважають монтажу деталей; перед установкою деталей, які утворюють сховані (важкодоступні) порожнини, необхідно вилучити корозію й виконати в зазначених місцях протикорозійну обробку.

1.1.2 Технологія усунення деформацій деталей

Технологія усунення деформацій кузова залежить від виду перекосу й характеру деформацій деталей. Вм'ятини в панелях кузова у яких метал після удару не розтягнуть, найчастіше вирівнюють видавлюванням або витягуванням увігнутої ділянки до надання їй правильної кривизни й при необхідності наступним рихтуванням видавленої поверхні. Випнуті вм'ятини, які утворюються в панелі при розтяганні металу не можна виправити рихтуванням, оскільки в процесі її виконання вершина випнутості може втратити стійкість і переміститися на іншу сторону. Тому наступним технологічним процесом ремонту автомобіля є заміна ушкодженого елемента.

Перелік основних технологічних операцій, які забезпечують відновлення працездатності кузовів легкових автомобілів заміною ушкодженої ділянки включає наступні види робіт:

розмітка та відрізка ушкодженої частини деталі;
рихтування деформованих крайок, якими з'єднуються деталі і виготовлення або припасування ремонтної деталі з 10 мм припуском на з'єднання;

формування крайки на стику відновлюваної деталі;

проколка або свердління отворів діаметром 5 мм на крайці деталі, яка приєднується зварним кроком аналогічно заводським крапкам зварювання;

зачищення двох сторін крайки, якими з'єднуються деталі, припасування по місці та приварювання по отворах ремонтної деталі;

підготовка відновлювальної ділянки кузова до фарбування, яке передбачає зачищення зварених швів заодно з основним металом, шпаклювання та шліфування поверхні.

Спосіб відновлення кузовів легкових автомобілів шляхом заміни їх складових частин заснований на використанні напівавтоматів для електрозварювання в середовищі вуглекислого газу та кліщів для крапкового електроконтактного зварювання.

1.1.3 Основні види ремонтних робіт

Залежно від ступеня ушкодження, деформації й корозійного руйнування деталей існує 6 видів ремонту кузова автомобіля:

Ремонт №1 – виправлення ушкоджень із площею поверхні до 20% у легкодоступних місцях;

Ремонт №2 – виправлення ушкоджень зі зварюванням або «Рем.№1» на площі поверхні до 50%;

Ремонт №3 – усунення пошкоджень розкриттям та процесом зварювання при місцевому відновленні пошкодженої поверхні. До ремонтних робіт, які виконуються при місцевому відновленні даної поверхні відносяться: технологічні процеси витяжки та виправлення з відповідною усадкою матеріалу деталі; вирізка пошкоджених ділянок деталі та їх виправлення у

випадку неможливості проведення ремонтних робіт; виготовлення нових ремонтних вставок, або з матеріалу вибракованої деталі, або з нового листового матеріалу, які за формою та розмірами відповідають деталі яка відновлюється.

Ремонт №4 – усунення ушкоджень частковим відновленням деталей на площі поверхні понад 30%;

Ремонт №5 – заміна ушкодженої частини деталі кузова ремонтною вставкою з номенклатури запасних частин або виготовленої по кресленнях заводу – виготовлювача;

Ремонт №6 – ремонт, який передбачає заміну ушкоджених частин кузова блоками деталей від вибракуваних кузовів з розміткою, відрізуванням, припасуванням, витяжкою, рихтуванням, зварюванням останніх;

Аварійні ушкоджені частини кузова автомобіля можна усувати з достатньою надійністю способом заміни ушкоджених елементів шляхом установок ремонтних деталей або вставок. Даний спосіб передбачає заміну кузовних деталей тільки в тому випадку, якщо ушкодження неможливе відновити виправленням, рихтуванням або частковою заміною. Склад основних технологічних операцій, які забезпечують відновлення працездатності кузовів легкових автомобілів, можна відобразити на прикладі структурної схеми організації технологічного процесу.

1.1.4 Порядок проходження автомобіля при ремонті на кузовній дільниці

Технологічний процес прийому автомобіля до ремонту на СТО, проводиться в наступній послідовності: заявка замовника на ремонт; при потребі мийка автомобіля; проведення діагностики автомобіля.

Дефектацію кузова автомобіля виконують із метою виявлення на ньому дефектів, визначення виду ремонту й способів усунення наявних ушкоджень. Процес дефектації проводять, як при прийманні автомобіля в ремонт, так і

безпосередньо при виконанні ремонтних робіт. Приймання автомобілів у ремонт здійснюють на пості, оснащеним контрольно-вимірними інструментами, необхідними для визначення технічного стану кузова. При необхідності використовують устаткування для контролю геометрії підстави кузова. Кузова, не ушкоджені аварійними ушкодженнями, мають, як правило, зноси, які проявляються головним чином у вигляді корозії, тріщин, розривів і т.п.

Відповідно до технічних вимог кузов у ремонт не направляють при наявності наскрізної корозії по лініях несучих елементів, що виключає можливість приєднання зварюванням ремонтних вставок одночасно по передніх і задніх лонжеронах і підсилювачам підлоги. За умови, якщо підлога кузова в зборі не поставляється в якості запасної частини; деформацій після пожежі зі зсувом не менш 30 мм двох і більш контрольні крапок у різних зонах підстави кузова.

Одночасно не підлягають ремонту деталі кузова, які змінили свою форму в результаті обгорання або, що мають наскрізну корозію по лініях з'єднання з іншими частинами кузова. При складанні замовлення – прийняття на ремонт здійснюються наступні операції:

оформлення замовлення – прийняття на ремонт; перевірка документів на автомобіль; перевірка комплектності автомобіля; контрольний огляд; визначення й узгодження із замовником обсягу ремонтних робіт; орієнтовне визначення вартості та термінів виконання робіт; внесення у замовлення на ремонт запасних частин, відправлення автомобіля на пости ПР; повторне діагностування автомобіля в присутності клієнта та старшого майстра; оплата за виконані послуги по ремонту автомобіля; видача гарантійного талона терміном на 30 днів, при умові дотримання клієнтом рекомендованих технічних вимог по експлуатації автомобіля; видача автомобіля замовникові.

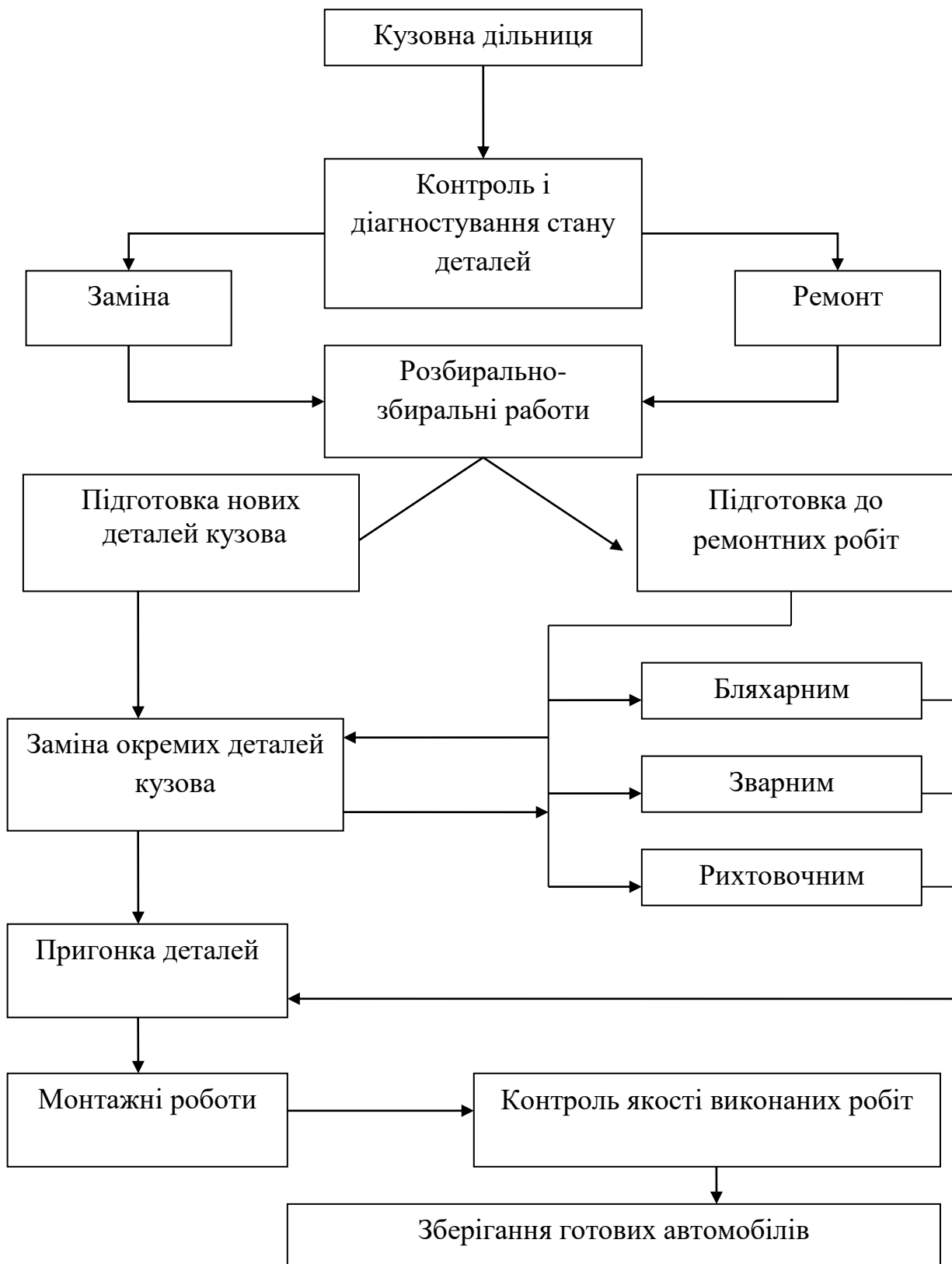


Рисунок 1.1 - Структурна схема організації технологічного процесу на кузовній дільниці

1.2 Вибір технологічного устаткування для кузовної дільниці

У таблиці 1.1 представлений перелік технологічного устаткування необхідного для проведення робіт з кузовного ремонту.

Таблиця 1.1

Устаткування для кузовної дільниці

Вид устаткування	Опис	Розміри, мм	Займана площа, м ²
1	2	3	4
1. Стационарний стапель Професіонал	1 силовий пристрій, гідравлічний 10 т, вага 1700 кг,	робоча зона 6000x2000	12
2. Комплект допоміжних затискачів	4 шт., розширюють можливості використання стендів	-	-
3. Комплект допоміжних кронштейнів	Для кріплення на стенді кузовів, які не мають відбортовки порогів 4шт.	-	-
4. Апарат для крапкового зварювання та виправлення порожнин кузова	Апарат для крапкового зварювання та виправлення порожнин кузова, 400В (1 фаза), 6,7 кВт, макс товщ металу при 2 сторонньому зварюванні 1,5+1,5 мм	1500x800	1,2
5. Апарат електродугового зварювання	230-400 В (3 фази), 60-320 А, (35%-260А, 60%-180А), діаметр	800x600	0,48

	електрода 2-6 мм, 7/11,2 кВт		
6. Апарати плазмового різання	230В, 7 кВт, (45%-25А, 30%-30А) максимальна товщина металу, що розріжеться, 6 мм	980x800	0,78
7. Мобільний стелаж	Для зберігання демонтованих деталей	1000x500	0,5
8. Кран гаражний	Складний, гідравлічний, вага 173 кг, гп 2000/ 1750/1650 кг, виліт стріли 1275/1420/1570 мм,	635x570x1790	0,4
9. Верстак м	Двохтумбовий: дві тумби із трьома ящиками; лещата. Оцинкування 1,5 мм, навантаження на ящик 25 кг	1900x686x845	1,4
10 Домкрат гідравлічний підкатний	3 тн, спуск поворотом ручки, швидке підведення в режимі холостого ходу, вага 52 кг, підйом 525 мм	1220x250	0,3
11 Візок інструментальний	6 ящиків, ц/замок	759x451x828	0,4
12.Комплект пневмоінструмента	Комплект: 131S-ЕА Ударний гайковерт 1/2", 34-610 Нм, 120		

	л/хв, 2,6 кг; 1770 Пневмотрещітка 1/2", 14-68 Нм, 113 л/хв, 1,1 кг; набір ударних головок 13, 16, 17, 21 мм, пластиковий кейс	-	-
13.Набір інструмента бляхаря	-	-	-
14.Набір слюсарного інструмента	-	-	-
Всього:			17,46

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

Зазвичай, після аварій на дорозі геометрія кузова значно порушується. Для відновлення та контролю над нею необхідне спеціалізоване обладнання. Враховуючи це, технічні розрахунки слід проводити для автопарку, який обслуговується на станції технічного обслуговування (СТО) автомобілів. $N_{\text{СТО}}$ за формулою:

$$N_{\text{СТО}} = N \cdot K, \quad 2.1$$

Де: N – кількість автомобілів у регіоні, шт; K - коефіцієнт, що враховує кількість власників автомобілів, які скористалися послугами СТО. За експертною оцінкою, для вітчизняних транспортних засобів ДО може коливатися від 0,45 до 0,60, а для іноземних автомобілів — від 0,75 до 0,85.

$$N_{\text{СТО}} = 437 \cdot 0,6 = 262,8 \text{ шт.}$$

2.1 Вихідні дані для технологічних розрахунків

Для проведення технологічних розрахунків використовуються такі вихідні дані: річна кількість автомобілів, що проходять обслуговування на СТО - N ; середньорічний пробіг автомобіля - L_r ; кількість робочих днів на рік в СТО. - $D_{\text{роб.дн}}$; тривалість зміни - $T_{\text{зм}}$; число змін - C .

Прийняті вихідні дані, наведені в таблиці 2.1

Таблиця 2.1

Вихідні дані для технологічних розрахунків.

Річна кількість автомобілів, які обслуговуються на СТО, N , шт.	Середньорічний пробіг автомобіля L , тис,км.	Число робочих днів у році, D робочих днів	Тривалість зміни, $T_{\text{зм}}$, год.	Число змін C
262,8	17000	305	8	1

2.2 Розподіл річних обсягів робіт по видах і місцю їх виконання

Розподіл загального щорічного обсягу робіт з планового ремонту (ПР) за типами та місцем виконання ґрунтується на кількості робочих постів, згідно із даними, наведеними в таблиці. 2.4

Таблиця 2.4

Розподіл обсягу робіт по видах та місцю їх виконання на СТО, %

Види виконуваних робіт	Обсяги виконуваних робіт в залежності від кількості робочих постів					Обсяги робіт на робочому посту	
	До 5	Від 6 до 10	Від 11 до 20	Від 21 до 30	Понад 30	Робочий пост	Виробнича дільниця
1	2	3	4	5	6	7	8
Діагностування	7	6	5	5	4	150	—
Технічний огляд	30	20	10	10	5	150	—
Змащування	4	3	2	2	3	150	—
Регулювання кутів керованих коліс автомобіля	15	6	5	5	4	150	-
Плановий ремонт та регулювання гальмівної системи	15	6	4	4	3	150	-
Електротехнічні роботи	6	6	5	3	4	80	25
Контроль приладів для системи живлення	6	6	5	5	4	75	35
Ремонт акумуляторів	2	3	3	3	3	15	85
Заміна шин	6	6	1	2	2	35	80

Ремонтні роботи для основних вузлів, та агрегатів автомобіля	18	12	6	6	8	60	60
Ремонт кузова	-	12	20	30	30	80	25
Фарбування	—	12	18	18	20	90	—
Шпаклювання	—	2	2	4	2	55	60
Слюсарні роботи-	-	10	6	6	6	-	90
Збирання та мийка	—	—	-	—	-	150	-
Боротьба з корозією	-	-	-	-	-	150	-

При виборі розподілу обсягу робіт на СТО, яка проектується попереднє число робочих постів визначається за формулою:

$$X = \frac{T \cdot \varphi \cdot K_{\Pi}}{D_{\text{раб.г}} \cdot T_{\text{см}} \cdot C \cdot P_{\Pi} \cdot \eta_{\Pi}}, \quad 2.6$$

Де: T – загальний річний обсяг робіт на СТО, люд/год;

φ – коефіцієнт нерівномірності поступлення автомобілів на СТО, ($\varphi=1,15$);

K_{Π} - доля робіт на посту в загальному об'ємі, (0,75...0,85);

$D_{\text{раб.г}}$ - число робочих днів в році;

$T_{\text{см}}$ – тривалість зміни, год;

C - число змін;

P_{Π} - середнє число робітників, які одночасно працюють на посту ($P_{\Pi}=0,9...1,1$);

η_{Π} - коефіцієнт використання робочого часу на пост ($\eta_{\Pi} = 0,9$)

$$X = \frac{10380,6 \cdot 1,15 \cdot 0,85}{305 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 5,1$$

За використанням інформації з колонки від 6 до 10 робочих постів у таблиці 2.3, здійснюємо розподіл річного обсягу робіт з планового ремонту на проектній СТО за основними видами та місцями виконання цих робіт. (таблиця 2.5).

Таблиця 2.5

Розподіл річного обсягу робіт планового ремонту по видах та місцях їх виконання

Вид робіт	Розподіл обсягу робіт		Розподіл обсягу робіт ПР по місці виконання			
	ПР по видах		На робочих постах		На виробничих дільницях	
	%	люд/год	%	люд/год	%	люд/год
Діагностичні	20	2055,1	100	2055,1	-	-
Кузовні та арматурні	40	4110,2	75	3082,5	25	1027,6
Фарбувальні	40	4110,2	100	4110,2	-	-
Разом	100	10275,5	-	9247,8	-	1027,6

2.3 Розрахунки загальної чисельності робітників

Технологічно необхідне (явочне) число виробничих робітників P_T та штатних робітників $P_{ш}$, розраховується за формулами:

$$P_T = \frac{T}{\Phi_T}, \quad 2.7$$

$$P_{ш} = \frac{T}{\Phi_{ш}}, \quad 2.8$$

Де: T - виконуваних робіт протягом року, люд/год;

Φ_T – сумарний річний фонд робочого часу для одного робітника в режимі однозмінної роботи;

$\Phi_{ш}$ - сумарний річний фонд робочого часу для штатного робітника в режимі однозмінної роботи;

Для працівників, які працюють в умовах, що можуть бути шкідливими протягом робочого тижня тривалістю 35 годин і мають відпустку тривалістю 24 дні, відповідні значення цих параметрів складають $\Phi_T=1780$ год і $\Phi_{ш}=1560$ год. У іншій категорії працівників, які працюють 40 годин на

тиждень і мають також відпустку тривалістю 24 дні, відповідні значення цих показників становлять $\Phi_T=2020$ год і $\Phi_{Ш}=1770$ год.

Наведено розрахунки загальної кількості виробничих працівників, які займаються плановим ремонтом (ПР), усуненням несправностей (УМР) та обслуговуванням при прийманні та видачі автомобілів на СТО.

Таблиця 2.6

Результати розрахунків загальної чисельності виробничих робітників СТО по видах робіт і місцю їх виконання

Вид робіт	Обсяг робіт ПР виконуваний		Чисельність виробничих робітників							
	на робочих постах	на вільних, дільницях	На робочих постах				На виробничих дільницях			
			Р _Т		Р _Ш		Р _Т		Р _Ш	
	людо/год	люд/год	розр.	прин.	розр.	прин.	розр.	прин.	розр.	при
Діагностичні	2055,1		1,02	1	1,16	1	-	-	-	-
Кузовні та арматурні	3082,5	1027,6	1,52	2	1,74	2	0,5	1	0,6	1
Фарбувальні	4110,2		2,3	2	2,6	3	-	-	-	-
Приймання та видача	52,56		0,03	-	0,03	-	-	-	-	-
Збтрально-мийні роботи	52,56		0,03	1	0,03	1	-	-	-	-
Разом				6		7		1		1

Остаточна кількість працівників визначається шляхом округлення розрахункового значення до найближчого цілого числа.

Чисельність допоміжних робітників

$$P_T = \frac{1038}{2020} = 0,51 \approx 1 \text{ люд.}$$

$$P_{ш} = \frac{1038}{1770} = 0,51 \approx 1 \text{ чіл.}$$

2.4 Розрахунок загального числа робочих постів

Пости по своєму технологічному призначенню підрозділяються на робочі та допоміжні.

За своєю службовою призначеністю робочі пости представляють собою зони для автомобілів, обладнаних відповідним технологічним устаткуванням, знаряддям та інструментами, які використовуються для проведення ремонтних робіт з відновлення технічного стану та зовнішнього вигляду автомобіля. За характером виконуваних робіт пости можуть бути призначені для миття, діагностики технічного стану, планового ремонту, а також для кузовних та фарбувальних робіт. Кількість робочих постів визначається відповідною формулою.:

$$X = \frac{T_{п} \cdot \varphi}{D_{\text{раб.г}} \cdot T_{\text{см}} \cdot C \cdot P_{п} \cdot \eta_{п}}, \quad 2.9$$

Де: $T_{п}$ - річний обсяг робіт на посту, люд/год;

φ - коефіцієнт нерівномірності завантаження постів - 1,15;

$D_{\text{раб.г}}$ - число робочих днів у році;

$T_{\text{см}}$ - тривалість зміни, год;

C - число змін;

$P_{п}$ - середнє число робітників на посту;

$\eta_{п}$ - коефіцієнт використання робочого часу поста (0,85...0,90).

Для розрахунків числа робочих постів ПР приймаємо $\varphi=1,15$ і $P_{п}=1,0$ люд.

Результати розрахунків числа постів ПР по видах робіт приведено в таблиці 2.7

Таблиця 2.7

Результати розрахунків числа робочих постів ПР по видах робіт

Види робіт	Річний обсяг робіт, люд/год	Число робочих постів	
		Розрахунков е значення	Прийняте значення
Діагностичні	2055,1	1,05	1
Кузовні й арматурні	3082,5	1,69	2
Фарбувальні	4110,2	2,13	2
Разом	9247,8	4,97	5

Запропоновано проводити діагностичні процедури на робочому посту, призначеному для кузовного ремонту.

Кількість робочих місць для виконання мийних процедур, які проводяться перед початком запланованого ремонту, розраховується за допомогою формули.:

$$X_{\text{умр}} = \frac{52,65 \cdot 1,18}{303 \cdot 9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8} = 0,04 \text{ поста}$$

Для даної станції технічного обслуговування приймаємо кількість робочих постів для проведення мийних робіт – 1.

В таблиці 2.8 приведена розрахункова кількість робочих постів для виконання ремонтних робіт:

Таблиця 2.8

Послідовність розміщення робочих постів по видах виконуваних робіт.

Кількість робочих постів	Число постів по видах робіт		
	Мийні роботи	Кузовні, арматурні роботи, діагностування технічного стану автомобіля	Фарбувальні роботи
5	1	2	2

Допоміжні робочі зони для обслуговування автомобілів, зазвичай, не обладнані необхідним обладнанням і інструментами, і призначені для виконання вторинних операцій, таких як приймання та видача автомобіля, підготовка поверхонь деталей до фарбування та наступний їхній сушіння..

Загальне число постів для приймання та видачі автомобілів

$$X_{\text{пв}} = \frac{52,56 \cdot 1,15}{305 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9} = 0,03 \text{ пост}$$

У цьому випадку розумно здійснювати процес приймання та видачі автомобілів на відповідних робочих місцях або спеціально відведених зонах для автомобілів..

Загальне число допоміжних постів

Кількість допоміжних робочих місць на фарбувальному відділі визначається відповідно до потреби, з рекомендованою кількістю від 2 до 4 допоміжних постів на одне робоче місце фарбування:

$$X_{\text{всп}} = (2 \dots 4) \cdot X_{\text{окр}} \quad 2.10$$

Загальне число допоміжних постів на один робочий пост не повинне перевищувати 0,25...0,50.

$$X_{\text{всп}} = 2 \cdot 2 = 4 \text{ поста}$$

Розрахунки потрібної кількості місць для очікування та зберігання автомобілів

У залежності від конкретних умов можуть бути спроектовані місця для очікування та зберігання автомобілів, які можуть розташовуватися як у закритих приміщеннях, так і на відкритих майданчиках.

Місця для очікування автомобілів Кількість місць для очікування при веденні автомобіля на пости технічного обслуговування та планового ремонту визначається з розрахунку 0,5 місця на один робочий пост.

$$X_{\text{ож.}} = 6 \cdot 0,5 = 3$$

Планується, що одне місце розташоване в приміщенні робочих постів, а два інші місця - на відкритій території..

Місця для зберігання автомобілів

Кількість місць для зберігання автомобілів $X_{\text{гот}}$ визначається за формулою:

$$X_{\text{гот}} = \frac{N_c \cdot T_{\text{пр}}}{T_{\text{в}}}, \quad 2.11$$

$$N_c = \frac{N_{\text{СТО}}}{D_{\text{раб.г}}}, \quad 2.12$$

Де: N_c - добове число заїздів автомобіля;

$T_{\text{пр}}$ - середній час перебування автомобіля на СТО після його обслуговування до видачі власникові;

$T_{\text{в}}$ - тривалість роботи ділянки по видачі автомобілів за добу, год.

$$X_{\text{гот}} = \frac{0,9 \cdot 4}{8} = 0,45 \text{ пости}$$

$$N_c = \frac{262,8}{305} = 0,9 \text{ заїздів.}$$

Приймаємо кількість місць для зберігання автомобілів - 1.

2.5 Визначення загальної кількості постів і місць для автомобілів проектної СТО

Загальна кількість постів становить 9,

а кількість місць для автомобілів - 4 (2 у приміщенні СТО та 2 на відкритій стоянці), включаючи:

робочі пости - 5;

допоміжні пости на ділянці фарбування автомобілів - 4;

місця для очікування при веденні автомобілів на пости - 3 (з них 1 у приміщенні робочих постів і 2 на відкритій стоянці);
місце для зберігання автомобілів - 1.

2.6 Визначення складу та площ приміщень

Кількісний склад та загальні площі всіх приміщень формуються на основі габаритних розмірів даної станції технічного обслуговування автомобілів та виконання різних видів робіт. На початковому етапі, площі приміщень приблизно обчислюються за загальними показниками. Уточнення розмірів площ проводиться на етапі розробки варіанту плану станції технічного обслуговування.

Згідно з їх функціональним призначенням, площі станції технічного обслуговування розділяються на:

Виробничі площі (зони для виконання робіт на постах, зони виробничої діяльності);

Складські приміщення;

Приміщення технічного призначення (компресорна підстанція, трансформаторна підстанція, електрощит, водозабірний вузол, пункт обігріву, насосна станція);

Приміщення для адміністрації (офісні приміщення);

Побутові приміщення (гардероби, душові кабінки, санвузли);

Сервісні приміщення для продажу автомобілів (виставковий салон, зони зберігання автомобілів);

Обслуговуючі приміщення (кімната для обслуговування клієнтів, зона відпочинку, відділення по продажу запасних частин та інші).

Загальна площа, що охоплює в собі простори для виробничої діяльності, розташування робочих та допоміжних постів, а також площі для очікування та зберігання автотранспортних засобів, обчислюється за допомогою формули.:

$$F = f_a \cdot X \cdot K_{\text{п}}, \quad 2.13$$

Де: f_a – площа під автомобіль, згідно його габаритних розмірів, м²;

X - загальне число постів;

$K_{\text{п}}$ - коефіцієнт, який враховує щільність розміщення постів.

Коефіцієнт $K_{\text{п}}$ визначається відношенням загальної площі, яку займають автомобілі, проїзди, проходи та робочі місця, до площі автомобіля у плані. Залежно від розташування постів, значення $K_{\text{п}}$ різне: $K_{\text{п}} = 5,6$ для одностороннього розміщення постів і $K_{\text{п}} = 4,6$ для двостороннього розміщення..

Приблизно обчислюють загальну площу для виробничих ділянок, враховуючи площу, яку займає устаткування та автомобіль, із урахуванням коефіцієнта щільності розміщення устаткування..

$$F_y = f_{\text{об}} \cdot K_{\text{п}}, \quad 2.14$$

Де: $f_{\text{об}}$ – загальна площа згідно габаритних розмірів устаткування, м²;

$K_{\text{п}}$ – коефіцієнт, який характеризує щільність розміщення даного устаткування.

На підставі практики при проектуванні станції технічного обслуговування зазвичай орієнтовно визначають площу для технічних приміщень в межах 6–12% від загальної площі виробничих приміщень і 8–12% для складських приміщень.

Площі для адміністративних та побутових приміщень, обчислені на одного працівника, варіюють від 7 до 9 м² для офісних приміщень та від 3 до 5 м² для побутових..

Розміри площ для обслуговування клієнтів, продажу автомобілів та відповідних запасних частин визначаються у залежності від площі станції технічного обслуговування, а за інших умов - за кількістю клієнтів. Площа на одного клієнта приблизно складає 2–4 м² відносно одного робочого поста, і площа приміщення для продажу запасних частин для автомобіля становить приблизно 25% від визначеної площі для обслуговування клієнтів.

Загальна кількість робочих постів та місць для автомобілів, які розташовані у приміщенні, становить 13, з них 6 – робочі пости, 5 – допоміжні пости, 1 – місце для очікування автомобілів та 1 – місце для зберігання автомобілів.

Загальна площа, зайнята робочими постами та ділянками для виробничих потреб, є::

$$7,2 \cdot 11 \cdot 6 = 382 \text{ м}^2$$

Площа виробничої зони призначена для проведення кузовного ремонту та діагностики автомобілів:

$$7,5 \cdot 3 \cdot 4 = 82 \text{ м}^2$$

Площа, призначена для малярської ділянки для сухої підготовки кузова автомобіля перед фарбуванням, а також для камер для сушіння:

$$6,0 \cdot 1 \cdot 6 = 36 \text{ м}^2$$

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Призначення й конструкція проектного пристрою

Розроблена конструкція стану призначена для відновлення кузова легкового автомобіля після аварії. Цей пристрій дозволяє досить точно відновлювати правильні форми автомобільного кузова. Стенд представляє собою складну рамну конструкцію, яка складається з звареної рами, силового елемента, комплекту заїзних платформ і ремонтних пристосувань (див. рис. 3.10).

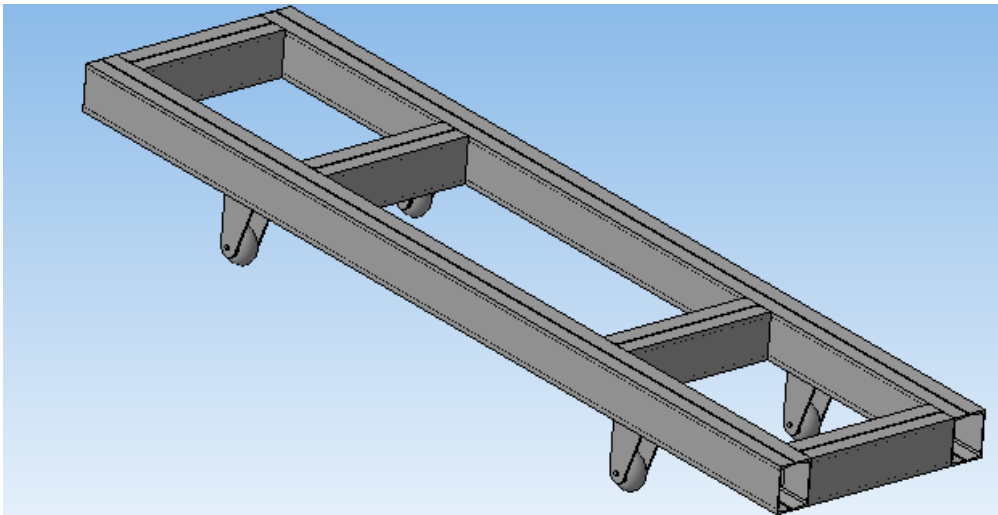


Рисунок 3.10 Рама з поворотними колесами.

Рама стану представляє собою зварну конструкцію з подвійних швелерів, що забезпечує необхідну жорсткість та компактність. Її оснащено поворотними колесами для легкості переміщення стану в межах кузовного цеху. Конструкція рами дозволяє встановлювати як силовий елемент, так і захватні пристосування практично в будь-якому місці.

На рамі, для зручності експлуатації, розміщуються знімні заїзні платформи, які, в принципі, дозволяють встановлювати ушкоджений автомобіль на стенд без використання будь-яких підйомно-транспортних механізмів. Конструкція заїзних платформ дозволяє встановлювати їх на

раму без використання нарізних сполучень та різних стопорів (див. рис. 3.11).

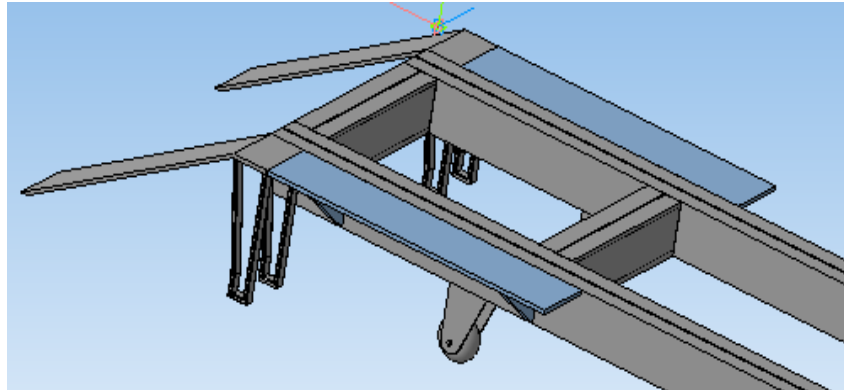


Рисунок 3.11. Платформи для заїзду автомобіля

Силовий пристрій представляє собою тришарнірний силовий важіль. Робочий хід силового важеля здійснюється за допомогою гідравлічного пристрою, що складається з гідронасоса та гідроциліндра. Кут нахилу поворотної балки може бути вибраний в межах $\pm 90^\circ$ від вертикального положення з кроком 15° (13 різних положень). Перевернута балка, при необхідності, може бути фіксована відносно рами під кутом $\pm 60^\circ$ з кроком 15° (9 різних положень). Це дозволяє точно налаштувати напрямок дії розтяжних зусиль. Максимальний кутовий хід важеля становить 30° .

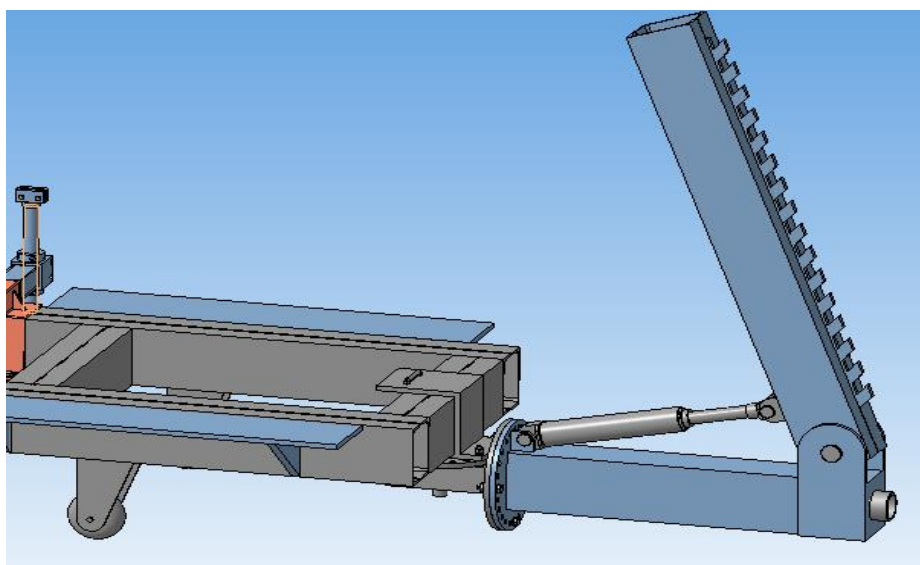


Рисунок 3.12. Силовий пристрій

Для уникнення вивертання при напрямках, які відхиляються від перпендикулярних, передбачено використання стопора у вигляді вилки, який можна легко вставити. Для запобігання сповзання ланцюгів по важелю передбачено використання спеціальної гребінки (див. рис. 3.12). Конструкція захватних пристосувань дозволяє здійснювати ортогональні переміщення вздовж осей XYZ, при цьому рух може здійснюватися без дискретності. Можливі переміщення практично на будь-яку величину, залежно від доступної довжини елементів та прольотів рами.

Вертикальна стійка виготовлена у вигляді гвинта. Упорні гайки, що використовуються для закріплення стійки, мають отвори для використання гайкового ключа і можуть використовуватися для встановлення стенда на потрібну висоту. Горизонтальна балка та самі скоби захоплення, які закріплюють захоплення на рамі, фіксуються за допомогою болтів. Притискна губа обладнана спеціальними шипами для проколювання порогів, забезпечуючи більш надійне закріплення автомобіля (див. рис. 3.13).

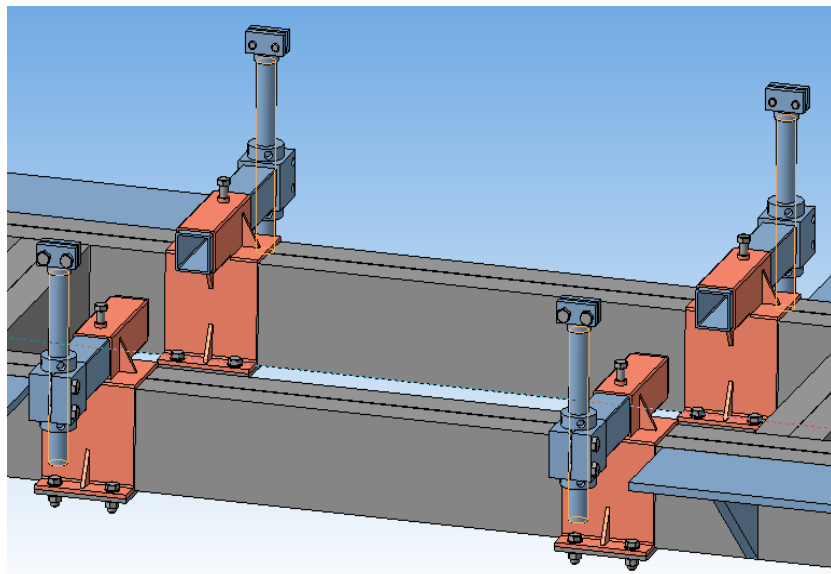


Рисунок 3.13. Захватне пристосування

Технічна характеристика проектованого стенда для правки приведена в таблиці 3.4

Таблиця 3.4

Технічна характеристика стенда для правки.

Параметри	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Тип стенда	Універсальний	
Ширина	мм	1772
Довжина	мм	6200
Висота	мм	1890
Заїздна висота	мм	620
Вага стенда	кг	1500
Рама		
Тип	Зварений	
Ширина	мм	1200
Довжина	мм	5000
Висота	мм	240
Силовий пристрій		
Тип	Зварений, шарнірний, з гідроприводом	
Довжина	мм	1300
Ширина	мм	450
Висота	мм	1890
Максимальне зусилля витяжки	т	10
Діапазон напрямків у площині XOY	град	$\pm 60^\circ$
Діапазон напрямків у площині XOZ	град	$\pm 90^\circ$
Крок	град	15°
Максимальне кутове переміщення важеля	град	30°

Продовження таблиці 3.4

Захватні пристрої		
Тип	Зварений, з рухливими ковзними з'єднаннями	
Висота установки від поверхні рами мінімальна	мм	220
Висота установки від поверхні рами максимальна	мм	410
Настановна ширина по порогах мінімальна	мм	1382
Настановна ширина по порогах максимальна	мм	1845

3.2 Порядок роботи із стендом для ремонту кузова автомобіля

Розмістіть кузов автомобіля на робочому стенді, приводячи його туди власним ходом або за допомогою лебідки. Також можна скористатися різними піднімальними механізмами, такими як тельфер.

Послідовність встановлення кузова автомобіля на робочий стенд:

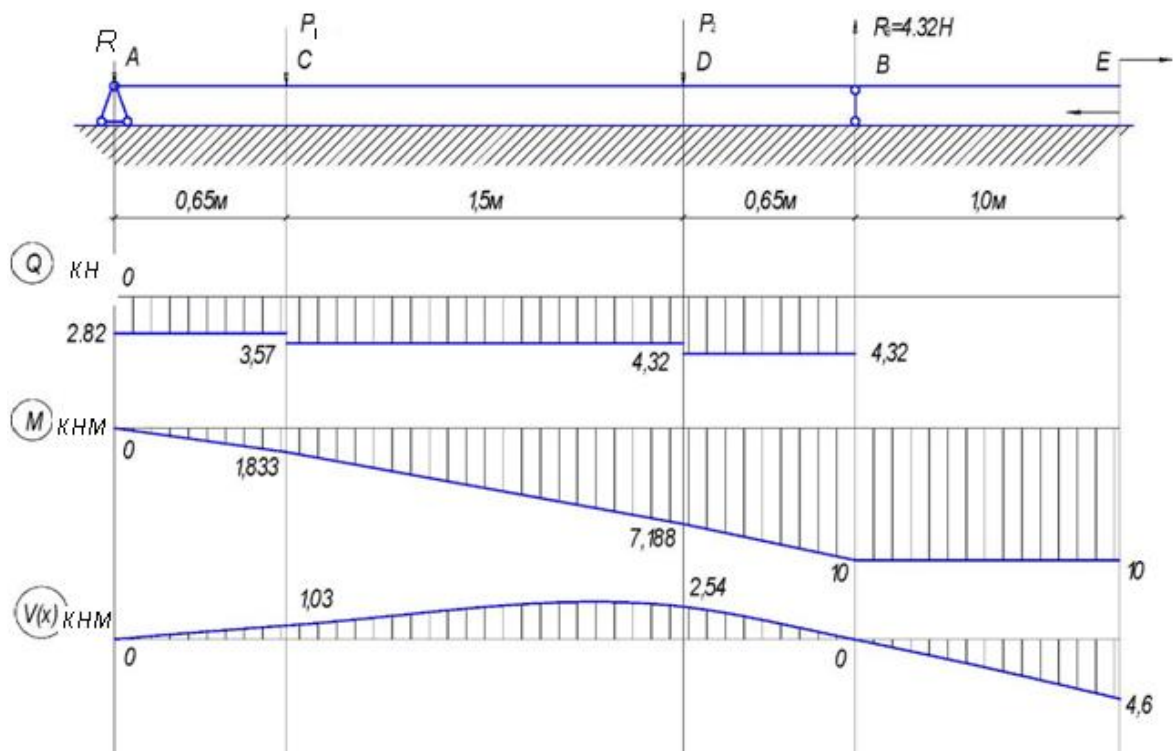
- вилучити проміжні платформи для хватних пристроїв; встановити хватні пристрої, попередньо опустивши вертикальну стійку вниз; затягнути стопорні болти на скобах хватів, на горизонтальній стійці та на притискних губах зі значенням моменту 100-120 Н м; застосовуючи упорні гайки та спеціальний вороток, встановити кузов на необхідну висоту; при необхідності зняти панелі кузова та деталі підвіски, щоб забезпечити нормальний доступ до ремонтної області; визначити точки прикладання зусиль для коригування відхилень та загального напрямку прикладання зусиль (цей напрямок протилежний напрямку удару); встановити силовий пристрій у необхідному напрямку, повернувши в кожному із шарнірів на відповідний кут для забезпечення необхідного напрямку. Зафіксувати положення за допомогою стопорів.;

- встановити стопорну пружину за допомогою важеля та спеціального подовжувача;
- встановити обмежувач деформацій пружини;
- у необхідних місцях встановити захвати (затискачі);
- закріпити ланцюг;
- попередньо натягнути ланцюг;
- зробити витяжку за допомогою силового пристрою на необхідну величину, по можливості одночасно контролюючи основні ремонтні розміри кузова;
- зняти навантаження силового пристрою;
- при необхідності зробити повторну витяжку;
- забрати силовий пристрій, захвати, затискачі, упори Зібрати розібрані раніше елементи підвіски, поставити проміжні платформи та скотити автомобіль.

3.3. Розрахунки елементів стенда для відновлення геометрії кузова

3.3.1 Розрахунки основної рами

Структурний каркас виступає в ролі основного компонента стенда, що приймає на себе основне навантаження. Точність та жорсткість цієї рами безпосередньо впливають на точність вимірювальної системи, яка є



ключовою вимогою до конструкції. Розрахунки на міцність рами не проводяться через те, що елементи конструкції обрані з великим запасом міцності.

На раму діють сили: P_1 і P_2 - маса кузова; на консольній частині рами закріплений силовий елемент, який, витягаючи кузов створює момент M .

Визначаємо опорні реакції:

$$\sum M_A = 0,65P_1 + 2,15P_2 - 2,8R_B + M = 0; \quad 3.1$$

$$\sum M_A = 0,65 \cdot 0,75 + 2,15 \cdot 0,75 - 2,8R_B + 10 = 0;$$

$$R_B = \frac{0,65 \cdot 0,75 + 2,15 \cdot 0,75 + 10}{2,8} = 4,32 \text{ кН.}$$

$$\sum P = P_1 + P_2 - R_A + R_B = 0; \quad 3.2$$

$$\sum P = 0,75 + 0,75 - R_A + 2,82 = 0;$$

$$R_A = 4,32 \text{ кН.}$$

Будуємо епюру Q звичайним способом по скачках (див. мал. 4.15). Для побудови епюри M визначаємо:

$$M_D = 10 - 4,32 \cdot 0,65 = 7,188 \text{ кНм.}$$

3.3

$$M_C = 10 - 4,32 \cdot 2,15 - 0,75 \cdot 1,5 = 1,83 \text{ кНм.}$$

$$M_A = 10 - 4,32 \cdot 2,8 + 0,75 \cdot 2,15 + 0,75 \cdot 0,65 = 0 \text{ кНм}$$

Будуємо епюру M (див. мал. 4.15).

Виходячи з методу початкових параметрів побудуємо діаграму вертикальних переміщень:

Переміщення в крапці E складе:

$$V(E) = V_0 + Q_0 \cdot 3,8 + \frac{1}{EI} \cdot \left(-\frac{2,82 \cdot 3,8^3}{3!} - \frac{0,75 \cdot (3,8 - 0,65)^3}{3!} - \frac{0,75 \cdot (3,8 - 2,15)^3}{3!} + \frac{4,32(3,8 - 2,8)^3}{3!} \right) \quad 3.4$$

У даній формулі початкове переміщення $V_0 = 0$. Визначимо початковий кут повороту. Враховуючи, що переміщення в кінці $V=0$, маємо:

$$V(B) = Q_0 \cdot 2,8 + \frac{1}{EI} \left(-\frac{2,82 \cdot 2,8^3}{3!} - \frac{0,75 \cdot (2,8 - 0,65)^3}{3!} - \frac{0,75 \cdot (2,8 - 2,15)^3}{3!} \right) \quad 3.5$$

$$Q_0 = \frac{13,966}{2,8EI} = \frac{4,95}{EI}$$

Для побудови діаграми розрахуємо переміщення в деяких крапках рами:

$$V(C) = \frac{4,95 \cdot 0,65}{EI} + \frac{1}{EI} \left(-\frac{2,82 \cdot 0,65^3}{3!} \right) = \frac{3,08}{EI} \quad 3.6$$

$$V(D) = \frac{4,95 \cdot 2,15}{EI} + \frac{1}{EI} \left(-\frac{2,82 \cdot 2,15^3}{3!} - \frac{0,75 \cdot (2,15 - 0,65)^3}{3!} \right) = \frac{5,9}{EI} \quad 3.7$$

$$V(E) = \frac{4,95 \cdot 3,8}{EI} + \frac{1}{EI} \left(-\frac{2,82 \cdot 3,8^3}{3!} - \frac{0,75 \cdot (3,8 - 0,65)^3}{3!} - \frac{0,75 \cdot (3,8 - 2,15)^3}{3!} + \frac{4,32 \cdot (3,8 - 2,8)^3}{3!} \right) = -\frac{10,68}{EI}$$

Для сталі модуль пружності $E = 2 \cdot 10^6 \text{ кН/м}^2 = 2 \cdot 10^7 \text{ т/м}^2$. Визначимо величину I , необхідну для забезпечення максимального прогину рами не більш 5 мм (виходячи з умови жорсткості), так як найбільший прогин у точці E , то по ній і проводимо розрахунки. При $V(E) = 5 \text{ мм}$, отримуємо:

$$I = \frac{-10,68}{E \cdot V(E)} = \frac{-10,68 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^7 \cdot 0,005} = 10680 \text{ см}^4 \quad 3.9$$

Враховуючи, що кожна балка складається із двох швелерів, отримуємо:

$$I_x = \frac{10680}{4} = 2670 \text{ см}^4$$

Вибираємо по сортаменту швелер №24 ($I_x = 2900 \text{ см}^4$)

Тоді значення переміщень складуть:

$$V(C) = \frac{3,07}{EI} = \frac{3,07 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^7 \cdot 28900 \cdot 4} 10^3 = 1,05 \text{ мм} \quad 3.10$$

$$V(D) = \frac{5,9}{EI} = \frac{5,9 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^7 \cdot 2900 \cdot 4} 10^3 = 2,54 \text{ мм}$$

$$V(E) = \frac{-10,68}{EI} = \frac{-10,68 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^7 \cdot 2900 \cdot 4} 10^3 = -4,6 \text{ мм}$$

3.11

За отриманими значенням будемо діаграму вертикальних переміщень рами.

3.3.2 Розрахунки захвата

При аналізі захвату важливо враховувати мінімальний прогин, що виникає

внаслідок деформацій у вигині та круті під впливом зовнішнього навантаження, зокрема, сил, що виникають при витягуванні. Це є важливим для забезпечення точного контролю за розмірами під час витягування з мінімальною похибкою. В даному відділі не виконуються розрахунки на міцність через те, що компоненти конструкції мають достатній запас міцності. Тут наведено лише перевірочний розрахунок на міцність. Схему розрахунку захвату можна знайти на рисунку 3.15:

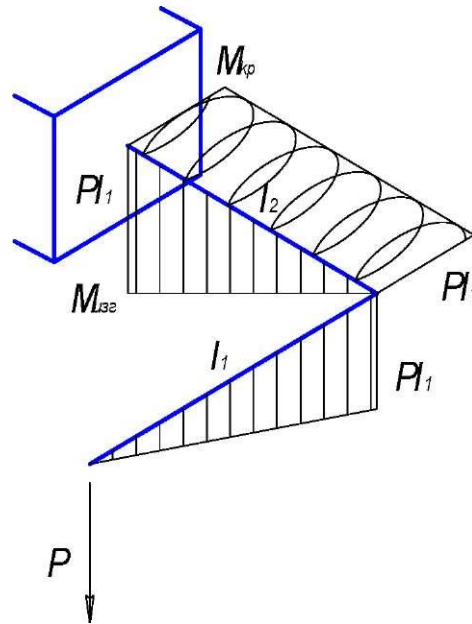


Рис. 3.15 - Розрахункова схема захвату, епюри згинаючих і крутних моментів.

Визначаємо моменти інерції перетину стійки:

$$I_X = \frac{\pi \cdot d^4}{64} = \frac{\pi \cdot 8^4}{64} = 201 \text{ см}^4 \quad 3.12$$

Максимальний прогин стійки визначаємо за формулою:

$$V_1 = \frac{Pl^3}{EI \cdot 3!} = \frac{2500 \cdot 24^3}{2 \cdot 10^6 \cdot 201 \cdot 6} = 0,014 \text{ см} = 0,14 \text{ мм}. \quad 3.13$$

Для сталі модуль пружності при вигині $E = 2 \cdot 10^6 \text{ кн/м}^2$.

Максимальний прогин балки визначаємо за формулою:

$$V_2 = \frac{Pl^3}{EI \cdot 3!} = \frac{2500 \cdot 30^3}{2 \cdot 10^6 \cdot 491 \cdot 2 \cdot 6} = 0,006 \text{ см} = 0,06 \text{ мм}. \quad 3.14$$

Максимальний кут закручування балки визначаємо за формулою:

$$\varphi = \frac{M_{кр} l_2}{GI_P} = \frac{(2500 \cdot 24) \cdot 30}{8 \cdot 10^5 \cdot 536,4 \cdot 2} = 0,0021 \text{ радіан} = 0,12 \text{ град.} \quad 3.15$$

Де полярний момент інерції визначаємо за формулою:

$$I_P = I_x + I_y = 491 + 45,4 = 536,4 \text{ см}^4 \quad 3.16$$

Для сталі модуль пружності при зрушенні $G = 8 \cdot 10^5 \text{ кН/м}^2$

Зсув на кінці стійки захвата за рахунок кручення балки складає:

$$V_3 = 24 \cdot tg 0,12 = 0,05 \text{ см} = 0,5 \text{ мм.} \quad 3.17$$

Сумарний зсув на кінці стійки захвата складає:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 = 0,14 + 0,06 + 0,5 = 0,7 \text{ мм.} \quad 3.18$$

Дана конструкція відповідає вимогам до захватних пристроїв, тобто має достатню жорсткість для забезпечення необхідної точності вимірів.

3.3.3 Розрахунки балки рами на кручення

Перевіркові розрахунки на кручення балки рами стають необхідними через те, що саме до неї прикріплюється силовий елемент стенда консольно, і під час виправлення балка виникає під значними навантаженнями. Для забезпечення необхідної точності вимірювань протягом процесу виправлення, важливо, щоб кручення було мінімальним. Розрахунки на міцність не виконуються, оскільки елементи конструкції мають достатній запас міцності..

Розрахункова схема захвата представлена на рисунку. 3.16:

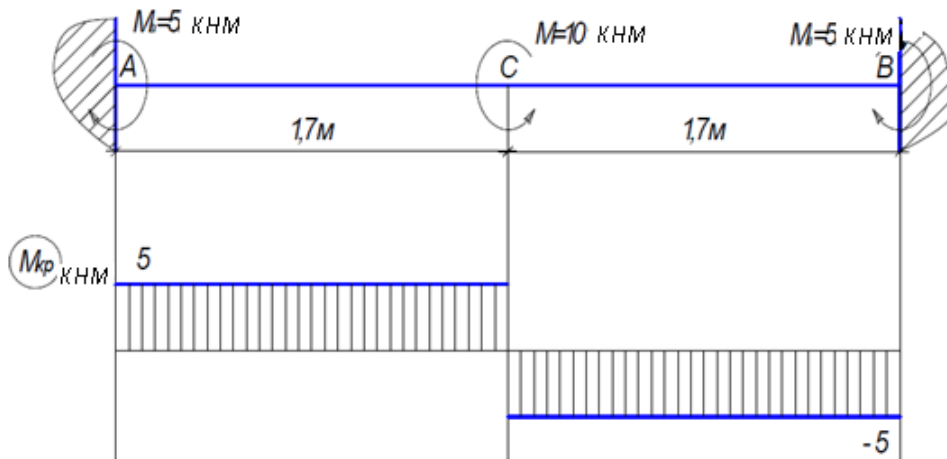


Рисунок 3.16. Розрахункова схема балки рами, епюра крутного моменту.

Максимальний кут закручування балки визначаємо за формулою:

$$\varphi = \frac{M_{kp} l_2}{GI_P} = \frac{10000 \cdot 170}{8 \cdot 10^5 \cdot 3108 \cdot 2} = 0,000341 \text{ радіан} \quad 3.19$$

$$= 0,0009 \text{ град.}$$

Де полярний момент інерції для швелера №24 визначаємо за формулою:

$$I_P = I_x + I_y = 2900 + 208 = 3108 \text{ см}^4 \quad 3.20$$

Для сталі модуль пружності при зрушенні $G = 8 \cdot 10^5 \text{ кН/м}^2$

3.3.4 Розрахунки зварного шва осі центральної скоби

Потреба у розрахунках міцності зварного шва осі центральної скоби пояснюється тим, що саме через цей зварний шов передається основне навантаження на раму під час процесу витяжки, що діє від силового елемента.

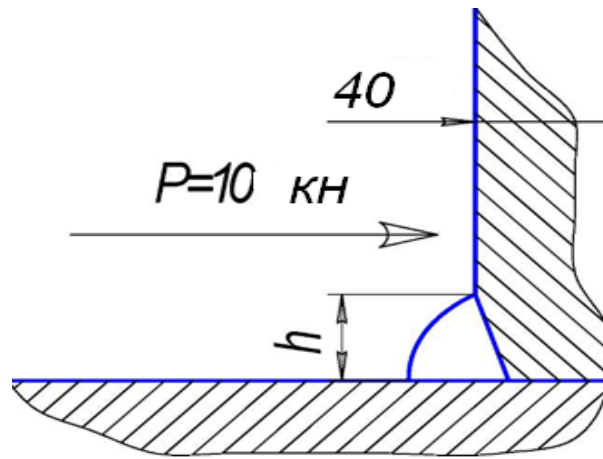


Рисунок 3.17 - Розрахункова схема зварного шва.

На зварний шов з катетом $h = 0,8$ діє сила, яка його зрізує, $P=10000\text{Н}$. Діаметр осі рівний 40мм . Розраховуємо допустиме зусилля для зрізу за формулою:

$$P = [\sigma_c] \cdot 0,7 \cdot h \cdot l, \quad 3.21$$

Де P - допустиме зусилля для зрізу, кгс;

$[\sigma_c]$ – допустиме напруження для зварного шва на зріз, кН/м^2

l - довжина зварного шва, мм ;

h - катет зварного шва, мм;

Величина, допустимої напруги для зварного шва на зріз при ручнім зварюванні електродами АНО 4 становить з подвійних швелерів $[\sigma_c] = 1450 \text{ кН/м}^2$

$$\text{Довжина зварного шва: } l = 2 \cdot \pi \cdot r \quad 3.22$$

Допустиме зусилля для зрізу:

$$P = 1450 \cdot 0,7 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 0,8 = 10204_{\text{нм}}$$

$$10204 > 10000$$

Тобто умова міцності на зріз виконується.

3.5.5 Розрахунки осі важеля силового пристрою

Вісь виготовлена з конструкційної сталі Ст 3 з вуглецевого матеріалу ($\sigma_{\text{т}} = 200\text{МПа}$). Розміри вісі приведені на зображенні 4.19. Ось навантажена

силою $P = 5$ кН. Для перевірки міцності та жорсткості осі приймаємо коефіцієнт запасу міцності $n_t = 2$. Проводимо розрахунок для перевірки міцності та жорсткості осі..

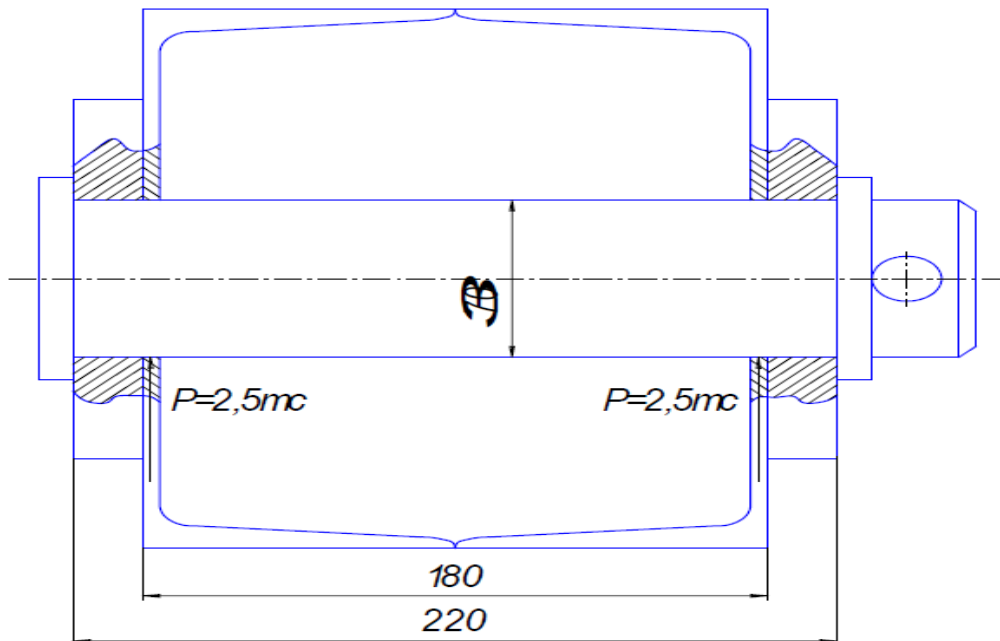


Рисунок 3.18 Вісь важеля силового пристрою

Розрахункова схема осі й еюра згинальних моментів представлені на рисунку 3.19.

Момент інерції осі визначається за формулою:

$$I = \frac{\pi \cdot d^4}{64} = \frac{3,14 \cdot 0,07^4}{64} = 1,1786 \cdot 10^{-6} \text{ м}^4 \quad 3.23$$

Визначаємо момент опору для визначення напруження в точках З або D за формулою:

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 0,07^3}{32} = 3,365 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 \quad 3.24$$

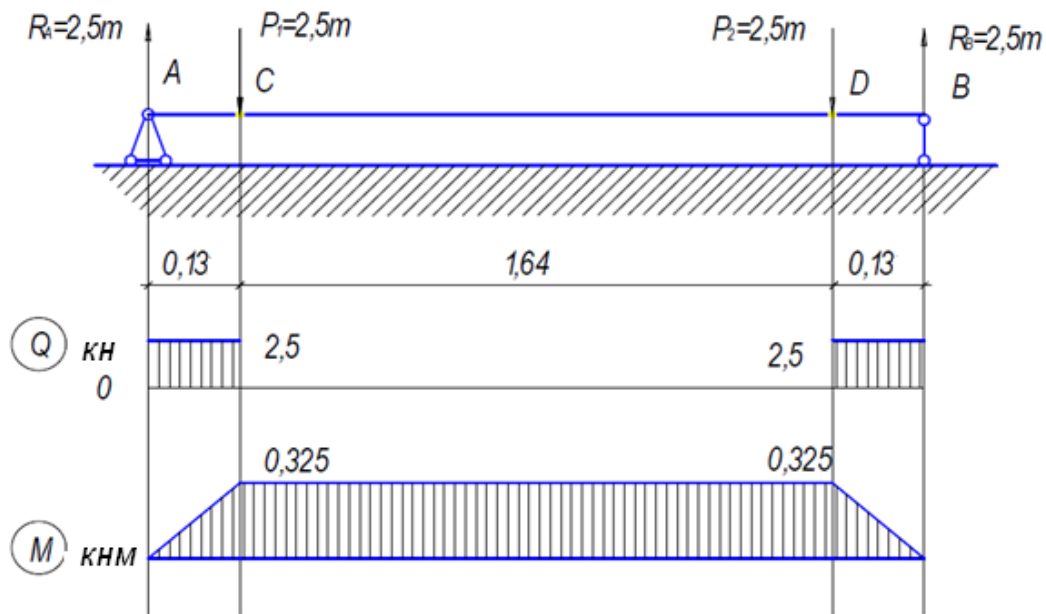


Рисунок 3.19. Розрахункова схема осі важеля та епюра згинальних моментів.

При заданому запасі міцності допустима напруга складе:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n_T} = \frac{20000}{2} = 10000 \text{кН/м}^2 \quad 3.25$$

Номінальна напруга в точках C або D визначаємо за формулою:

$$\sigma_n = \frac{M}{W} = \frac{0,325}{3,365 \cdot 10^{-5}} = 9658,25 \text{кН/м}^2 \quad 3.26$$

Проведемо перевірку на міцність:

$$9658,25 < 10000 \text{кН/м}^2$$

Отже умова міцності виконується.

Розрахуємо прогин, використовуючи універсальне рівняння пружної лінії для крайньої правої ділянки (в точці B при $x = 1,1$ м), і отримаємо:

$$V(x) = V_0 + Q_0 \cdot x \quad 3.27$$

$$+ \frac{1}{EI} \left(\frac{2,5 \cdot x^3}{3!} - \frac{2,5 \cdot (x - 0,013)^3}{3!} - \frac{2,5 \cdot (x - 0,173)^3}{3!} \right)$$

Враховуючи, що прогин на обох опорах рівний нулю, отримуємо рівняння для визначення початкового кута Q:

$$Q_0 \cdot 0,19 + \frac{1}{EI} \cdot \frac{2,5}{6} (0,19^3 + 0,173^3 + 0,013^3) = 0$$

звідси:

$$Q_0 = -\frac{0,0264}{EI}$$

Для визначення прогину посередині прольоту одержуємо рівняння прольоту:

$$V(0,95) = -\frac{0,0264}{EI} \cdot 0,095 + \frac{1}{EI} \left(\frac{2,5 \cdot 0,095^3}{3!} - \frac{2,5 \cdot 0,082^3}{3!} \right) \quad 3.28$$

звідки при $E = 2 \cdot 10^7 \text{кН/м}^2 = 1,1786 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ знаходимо прогин осі важеля:

$$V(0,55) = -0,0001 \text{м.}, \text{ тобто } V(0,55) = 0,1 \text{мм і } V(0,95)/_1 = 0,1/190 = 1/1900$$

Висновок - вісь важеля силового пристрою має достатню необхідну міцність.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Дослідження мастильних матеріалів в режимі вибіркового переносу

Розвиток теорії вибіркового переносу призвів до створення нових конструкційних та мастильних матеріалів, які реалізують цей режим у вузлах тертя машин. Однак поширення отриманих результатів стримуються відсутністю необхідної інформації про триботехнічні властивості нових матеріалів та мастильних середовищ. Дані, отримані на машинах тертя, які широко використовуються (СМЦ-2, 77МТ-1, чотирикульковій машині тертя та ін.) при проведенні випробувань у режимі вибіркового переносу, часто розходяться з результатами практичного їх застосування. Це пояснюється цілим рядом особливостей режиму вибіркового перенесення.

Режим вибіркового переносу реалізується при терті твердих тіл у робочому середовищі, яке активно взаємодіє з матеріалом деталей тертя. Тому при проведенні лабораторних випробувань необхідно враховувати, що триботехнічні характеристики визначаються для системи матеріали, які труться - мастильне середовище. При цьому процес тертя супроводжується гранично малими значеннями зносу та коефіцієнта тертя. Отже, під час випробувань необхідно реєструвати з високою точністю основні параметри процесу тертя: знос зразків, силу (момент) тертя, температуру зразків та мастильного середовища.

Крім того, необхідно враховувати, що стримування зносу, швидкий вихід на режим "беззносу" не дають припрацьовуватися випробуваним зразкам, робоча поверхня яких дорівнює $1...3 \text{ см}^2$. Це вносить свої особливості в умови випробувань і збільшує похибку вимірювань та помилку в результатах. Поряд з цим великі робочі поверхні зразків сприяють сильному тепловиділенню під час випробувань, що ускладнює, а іноді унеможлиблює безперервну реєстрацію сумарного лінійного зносу зразків.

На режим вибіркового перенесення впливає також довкілля. У зв'язку з цим триботехнічні випробування слід проводити в тому газовому

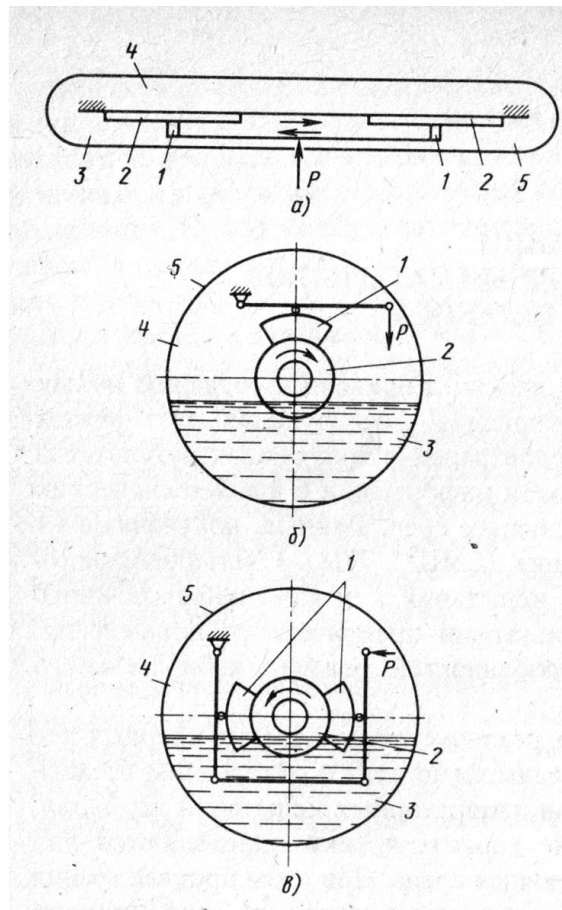
середовищі, в якому передбачається застосування матеріалів, які досліджуються.

З урахуванням перерахованих вище особливостей проведення дослідження конструкційних і мастильних матеріалів при терті в режимі вибіркового переносу використані лабораторні установки для триботехнічних випробувань в рідких і газоподібних робочих середовищах та їх сумішах, що дозволяють визначати оптимальні поєднання матеріалів, що труться, і робочих середовищ. Розроблено методики визначення оптимального співвідношення складових компонентів мастильних середовищ та їх концентрацій, оцінки ефективності дії присадок, які вводяться з метою ініціювання вибіркового перенесення під час тертя.

Особливістю триботехнічних випробувань є застосування випробуваних зразків з невеликими робочими поверхнями ($4...16\text{мм}^2$), що дозволяє проводити випробування при великих навантаженнях і з малим тепловиділенням і максимально уникнути впливу конструктивних факторів і в'язкості мастильного матеріалу.

На рис. 4.1 показані схеми пристроїв для визначення триботехнічних характеристик конструкційних та мастильних матеріалів. Для випробувань зі зворотно-поступальним рухом рухомого зразка (рис. 4.1, а) використана установка з герметичною робочою камерою та переміщенням зразків, що випробовуються, електромагнітними полями.

Схема установки, форма та розміри зразків показані на рис. 4.2 та 4.3. Випробувані зразки - два нерухомих 3 (див. рис. 4.2) і два, які переміщуються 4 - встановлюють в герметичну робочу камеру 5. Рух зразків, які переміщаються забезпечуються від сердечника 7, виконаного з феромагнітного матеріалу, через рухому напрямну 6.



а

б

в

Рисунок 4.1 Схема пристрою для визначення триботехнічних характеристик матеріалів пар тертя при зворотно-поступальному русі (а), при обертovому русі зразка з невисоким зусиллям прижиму (б) та з великим зусиллям прижиму (в).

1,2 – дослідні зразки; 3 – рідке робоче середовище; 4 – газове середовище; 5 – робоча камера.

Камера закріплена на опорах 12. Навантаження і переміщення зразків здійснюються магнітною головкою, яка складається з постійного магніту 8 і соленоїда 9, який охоплює камеру. Магнітна головка закріплена на опорі 13, жорстко пов'язаної з рухомою платформою 14. Зворотно-поступальний рух передається платформі електроприводом через важіль 1, платформа переміщається стрижнями 15.

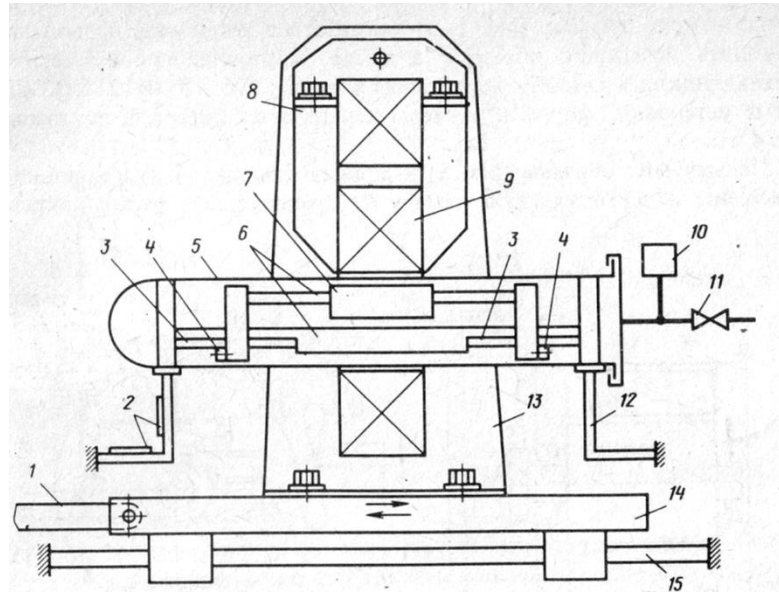


Рисунок 4.2 Схема установки для трибо технічних досліджень зразків при зворотно-поступальному русі.

Рідке робоче середовище в потрібній кількості знаходиться в камері. Газове середовище подається через вентиль 11 в робочу камеру, тиск в ній контролюють за манометром 10. Змащування зразків, які випробовуються, проводиться зануренням.

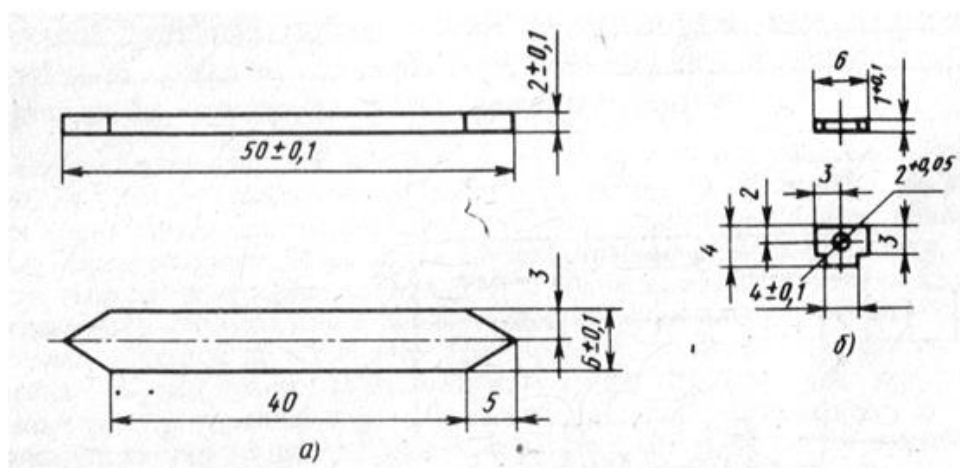


Рисунок 4.3 Робочі креслення дослідних зразків. а – нерухомий; б – рухомий;

При включенні електромагніту 8 відбувається орієнтація сердечника та

рухомих зразків у камері. Зусилля їх підтискання до нерухомих зразків залежить від напруги на котушці електромагніту. Магнітне поле соленоїда втягує сердечник, і при переміщенні магнітної головки він рухається, що захоплюється цим полем.

Робоча камера виготовлена з кварцового скла, і під час випробувань можливе візуальне спостереження за процесом тертя, застосування оптичних методів вимірювання зносу зразків без вилучення їх з камери, використання методів спектроскопії для аналізу робочих середовищ та продуктів зносу. Як робочу камеру при низьких тисках газового середовища можна використовувати стандартні хімічні пробірки.

Навантаження на зразках і сила тертя, що виникає при їх переміщенні, викликають деформацію опор і за допомогою тензометричних датчиків 2 фіксуються реєструючим приладом (наприклад, світлопроменевим осциллографом Н-115).

Для випробувань за схемами колодка - ролик (див. рис. 4.1, а) і колодка - ролик - колодка (див. рис. 4.1, б) розроблена установка, що дозволяє проводити випробування зразків в маслі, маслохладоновій суміші та інших рідких і газоподібних робочих середовищах. Схема установки, форма та розміри випробуваних зразків показані на рис. 4.4 та 4.5.

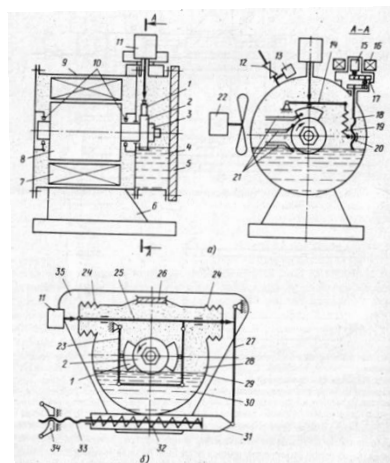


Рисунок 4.4 Схема установки для трибо технічних досліджень при обертovому русі зразків в маслохладоновій суміші (а) та при зусиллі

прижиму більше 60Н (б).

1,2 – дослідні зразки; 3 – гайка; 4 – рідке робоче середовище; 5 – кришка; 6 – підставка; 7 – статор; 8 – ротор; 9 – камера; 10 – підшипники; 11 – датчики зносу; 12 – вентилятор; 13 – манометр; 14 – ричав; 15 – ротор; 16 – статор; 17 – редуктор; 18 – гвинт; 19 – пружина; 20 – гайка; 21 – термопари; 22 – вентилятор; 23 – ричаг багатоланцюговий; 24 – сильфон; 25 – шток; 26 – оглядове вікно; 27 – ричав; 28 – газове середовище; 29 – камера; 30 – рідке робоче середовище; 31 – корпус; 32 – пружина; 33 – гвинт; 34 – рукоятка; 35 – опора.

Випробувані зразки (рис. 4.5) - ролик 2 (див. рис. 4.4, а) і колодка 7 - поміщені в герметичну камеру 9. Обертювий ролик закріплений гайкою на валу синхронного електродвигуна, ротор 8 і статор 7 якого також розміщені в камері. Таке компонування дозволяє уникнути витoku холодоагенту як у сальникових конструкціях випробувальних установок. Якщо випробування проводять у рідкому середовищі, в газовому середовищі, що володіє меншою проникною здатністю, або у вакуумі, то герметизацію робочої камери проводять по обертювому валу, електроприводу, електродвигун не герметизують.

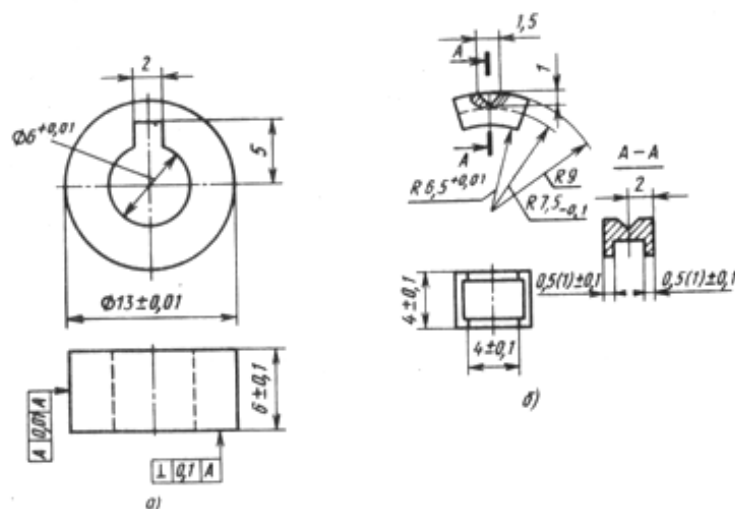


Рисунок 4.5 Робочі креслення дослідних зразків а – обертювий; б- нерухомий;

Самовстановлений зразок 1 прижимається до обертового ролика ричагом 14. Зусилля, яке діє на ричаг, створюється пружиною 19, натяг якої здійснюється переміщенням по гвинту 18 гайки 20. Гвинт приводиться в обертовий рух через редуктор 17 ротором 15 реверсивного електродвигуна, статор 16 якого винесено за границі камери. Герметична камера кріпиться на підставці 6. Для охолодження обмоток електродвигунів використовують вентилятор 22. Змащування випробуваних зразків проводиться зануренням у рідке робоче середовище 4. Для заповнення камери газом передбачений вентиль 12. Тиск контролюється за манометром 13. В установці передбачений датчик 11 для безперервної реєстрації сумарного лінійного зносу випробуваних зразків.

При зусиллі прижиму зразків більше 60Н застосовують робочу камеру, показану на рис. 4.4,б. У цьому випадку прижим нерухомих зразків 1 забезпечується багато ланцюговим ричагом 23, кінець якого шарнірно з'єднаний зі штоком 25. Даний механізм забезпечує однакове зусилля прижиму нерухомих зразків до ролика, створюючи на валу електродвигуна приводу лише обертальний момент.

Герметизація вузла навантаження проводиться сільфонами 24. Зовнішній навантажуючий пристрій має важіль 27, який передає зусилля пружини 32 на шток 25. Стиснення пружини проводиться за допомогою гвинта 33, що переміщається рукояткою 34. Як пристрій для безперервної реєстрації зносу зразків у процесі випробувань використовують електромеханічний датчик мікропереміщень.

Пристрій (рис. 4.6 а) виготовлено на базі електричного датчика тиску підвищеної точності типу ДТМ. У корпусі 5, з'єднаному з герметичною камерою 6, розміщений потенціометр 2 з повзуном 3, переміщення якого здійснюється штоком 4. Електричні дроти від потенціометра та повзуна виведені через корпус. Опускання штока відбувається в результаті зменшення сумарного розміру випробуваних зразків 8 і 9, що знаходяться під навантаженням. Живлення потенціометра провадиться від

стабілізованого джерела живлення або сухого елемента. Високий опір потенціометра (близько 4000 Ом) забезпечує тривалу роботу пристрою від сухого елемента.

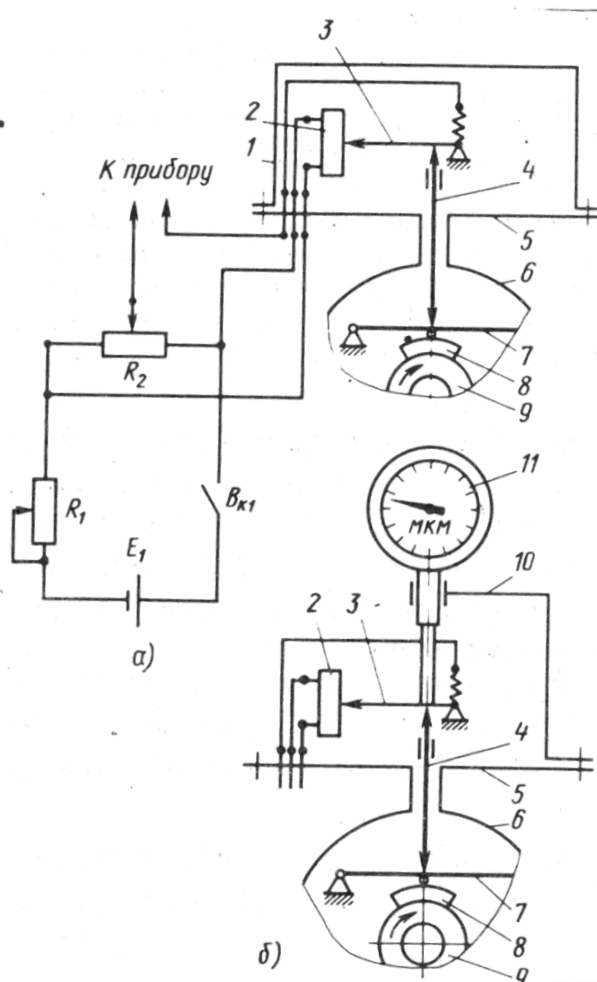


Рисунок 4.6 Принципова схема пристрою для реєстрації величини зносу зразків в процесі дослідження (а) та градуювання пристрою (б).

Пристрій працює наступним чином. В результаті зносу зразків відбувається опускання штока і, отже, переміщення повзуна потенціометра. Це призводить до розбалансування схеми, і на прилад буде поданий сигнал, прямо пропорційний до зміни розмірів зразків (їх сумарного лінійного зносу). Максимальна чутливість пристрою становить 0,5 мкм у діапазоні вимірів 0...0,5 мм.

Градуювання установки (рис. 4.6 б) проводять під час роботи, для чого

знімають кришку 1 і за допомогою кронштейна 10 на корпус встановлюють індикатор 11. Голка індикатора підтискається до повзунка в точці його дотику зі штоком 4. Таким чином, переміщення штока може бути вимірний індикатором і зафіксовано реєструючим приладом. Знаючи величину цього переміщення, можна визначити масштаб на стрічці приладу, що реєструє.

Випробувальна установка також забезпечена пристроєм для реєстрації моменту тертя по струму, що споживається електродвигуном (рис. 4.7). В основу пристрою покладена компенсаційна схема вимірювання, що дозволяє враховувати тільки збільшення струму, що витрачається на подолання тертя. Пристрій працює наступним чином. Живлення електродвигуна 3 приводу, що здійснює тертя зразків 1 і 2, проводиться від мережі змінного струму через стабілізатор 6. У ланцюг живлення електродвигуна паралельно йому включений трансформатор 8, напруга з вторинної обмотки якого через діодний міст $D_5 - D_8$ подається на опір 12. Споживаний електродвигуном струм створює падіння напруги на первинній обмотці трансформатора 4, включеного послідовно в ланцюг живлення електродвигуна. З вторинною обмотки цього трансформатора напруга через діодний міст $D_1 - D_4$ подається на опір 11. Опір 11, 12 і підсилювач 13 з'єднані таким чином, що утворюють електричний ланцюг з двома зустрічними джерелами живлення. Під час вимірювань від величини напруги, пропорційного споживаному електродвигуном струму, віднімається значення компенсуючої напруги, яка знімається з опору 12. Таким чином, змінюючи величину цього опору, можна компенсувати напругу, що відповідає струму холостого ходу електродвигуна, і вимірювати тільки напругу, пропорційну, яка витрачається на подолання тертя.

Зміна величини опору дозволяє 12 регулювати чутливість пристрою. Підсилюючи виділений електричний сигнал, можна забезпечити високу чутливість та реєструвати малі значення моменту тертя.

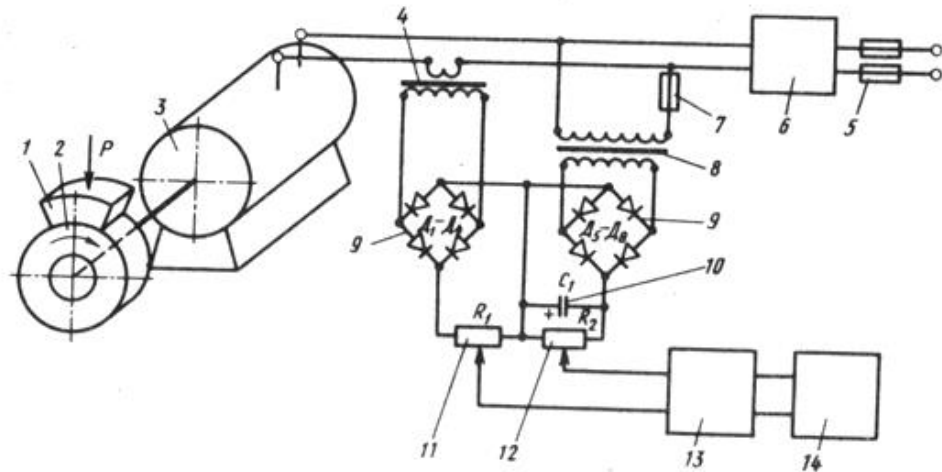


Рисунок 4.7 Принципова схема пристрою для неперервної реєстрації моменту тертя.

1,2 – дослідні зразки; 3 – електродвигун; 4,8 – трансформатори; 5,7 – запобіжники; 6 – стабілізатор напруги; 9 – діод ний міст; 10 – конденсатор; 11 – регулятор чутливості; 12 – регулятор встановлення нуля; 13 – підсилювач; 14 – самописець;

З метою зменшення похибок градуювання пристрою для реєстрації моменту тертя проводиться під час роботи випробувальної установки. Пристосування (рис. 4.8) дозволяє під час роботи установки прикладати до робочого валу момент обертання відомої величини.

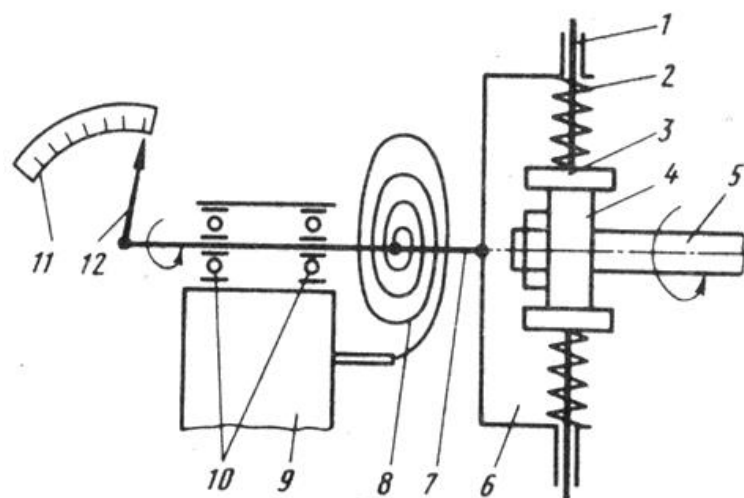


Рисунок 4.8 Приспосіблення для градуювання дослідної установки по моменту тертя.

Пристосування має опору 9, в якій розміщені шарикопідшипники 10. На осі 7 закріплений корпус 6. У корпусі на штоках 1, здатних переміщатися перпендикулярно осі обертання вала 5 установки і осі пристосування, закріплені колодки 3. Вони підкріплюються пружинами 2 до ролика 4, валу установки.

При обертанні ролика відбувається тертя між ним та колодками. Момент тертя закручує спіральну пружину 8 на осі 7 на певний кут, що фіксується за шкалою 11 покажчиком 12. На шкалу попередньо наносять значення обертального моменту відомої величини, що прикладається до спіральної пружини і забезпечує поворот осі на певний кут. Одночасно з прикладанням обертального моменту до валу електродвигуна проводиться запис величини моменту на стрічці приладу, що реєструє, і, таким чином, визначається масштаб записуваного параметра.

Застосування пристосування дозволяє швидко градуювати випробувальну установку по моменту тертя, виключивши похибки, що виникають при градуюванні в статичних умовах.

Тривалість випробування визначають за стабілізацією швидкості зношування при постійних значеннях температури зразків та робочого середовища, сили (моменту) тертя. Випробування повторюють кілька разів. При обробці безперервного запису сумарного лінійного зношування зразків враховують вплив температурних розширень та пружних деформацій, значення яких встановлюють дослідним шляхом. На рис. 4.9 показаний один із способів визначення розширення (стиснення) зразків при їх нагріванні (охолодженні). Зразки під час випробувань охолоджують на кілька градусів (наприклад, вентилятором) і потім фіксують їх розміри та температуру, необхідні для розрахунків.

Якщо випробування супроводжується утворенням плівки у контактній справляюванню, то цей процес переноситься із запису на оброблений графік зносу 1.

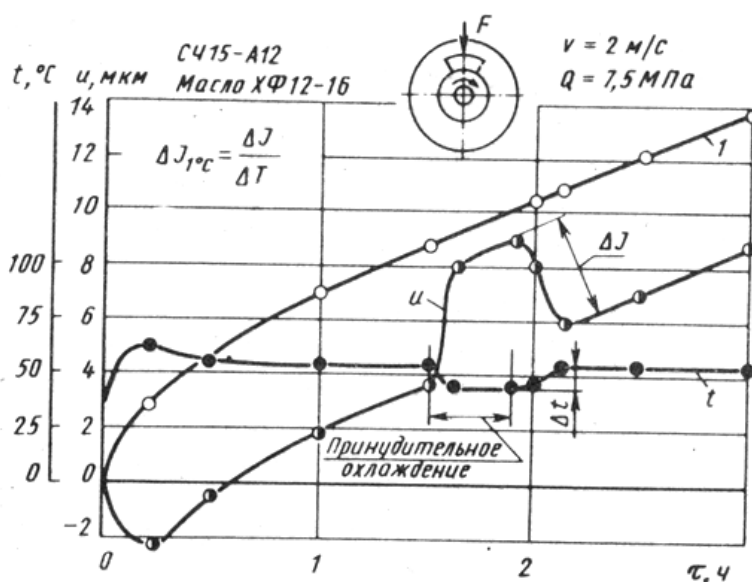


Рисунок 4.9 графік для визначення температурних розширень зразків під час дослідження.

Коефіцієнт тертя визначають розрахунковим шляхом за записаною силою (моментом) тертя. За нульове значення сили (моменту) тертя приймають пряму, що з'єднує величини сил, записані під час холостого ходу установки до і після випробувань.

При обробці результатів, отриманих на зразках зі зворотно-поступальним рухом, за значення сили тертя приймають половину відрізка на стрічці приладу, що відповідає різниці показань приладу для прямого та зворотного ходів рухомого зразка, коли швидкість ковзання максимальна.

За результатами випробувань будують графіки залежності зносу, інтенсивності зношування, коефіцієнта тертя, температури зразків та мастильного середовища від тривалості випробувань, тиску газів у камері та навантаження на зразках. Графіки залежності зносу за певний проміжок часу або коефіцієнта тертя від концентрації присадки в мастилі будують як у звичайних, так і в логарифмічних координатах, крім цього визначають оптимальне співвідношення компонентів мастильного середовища, що реалізує режим вибіркового переносу для конкретних контактних матеріалів.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Оцінка проектованого технологічного процесу з умов електробезпеки

Частка травм від ураження електричним струмом в загальному числі травм в машинобудуванні невелика і складає близько 0,01-0,015. однак слід мати на увазі, що значна їх кількість виникає смерть постраждалого. Оскільки всі верстати працюють під струмом 380 В.

Дія електричного струму на людину може привести до загальних і місцевих травм. Загальні травми від ураження струмом називають електроударами. Вони супроводжуються збудженням різних груп м'язів людини, що може привести до судом, зупинки дихання і навіть серця.

До місцевих травм відносять: оцінки, металізація шкіри, електричні знаки, механічні пошкодження і електрофтальмія.

Опіки виникають в наслідок термічного ефекту при проходженні струму через тіло людини, а також при зовнішній дії на неї електричної дуги.

Металізація шкіри зв'язана з проникненням в неї дрібних частинок металу при його розплавленні під дією електричної дуги.

Механічні пошкодження обумовлені збудженням і судомними скороченнями м'язів тіла, що може викликати їх розрив чи пошкодження, навіть перелом кісток.

Фактори, що впливають на характер і наслідки ураження людини електричним струмом, досить різноманітні. Це перш за все сила і час проходження струму через організм людини, рід струму (постійний чи змінний), шлях проходження струму через тіло, при змінному струмі, його частота. Сила струму залежить від напруги, під яку потрапив постраждалий, і сумарного електричного опору, в котрий входять і опір людини.

Допустимим слід вважати струм, при якому людина може самостійно звільнитись від електричного ланцюга. Його величина залежить від часу проходження струму через тіло людини:

Гранично допустимий струм, мА	2	6
Тривалість дії, с	більше 10	10 і менше

Найбільш небезпечним є струм змінний частотою 20...100Гц. Відзначимо, що цьому діапазону відповідає струм промислової частоти, який використовують на проєктованій дільниці. З всіх можливих шляхів протікання струму через тіло найбільш небезпечним є ті, при котрих уражується головний і спинний мозок, а також через серце і легені.

Параметри мікроклімату в цеху, а зокрема на проєктованій дільниці впливають на опір тіла, а тому і наслідок ураження електричним струмом.

Збільшення температури, вологості, зниження руху повітря призводить до росту безпеки ураження, так як волого виділення обумовлює зниження опору шкіряних покривів.

Кваліфікація постраждалих також впливає на наслідок ураження, оскільки постраждалий, що добре знає вимоги електробезпеки, може швидше оцінити ситуацію і прийняти найбільш ефективні міри для переривання дії струму.

ДСТУ.1.038-2002 встановлює гранично допустиму напругу дотику і струму, що протікають через тіло людини, призначені для проєктування способів і засобів захисту людини при взаємодії з електроустановками виробничого і побутового призначення – і змінною частотою 50 і 400 Гц.

Основні міроприємства по захисту від електротравм такі:

- забезпечення недоступності струмових частин шляхом використання ізоляція, огорожень, розташування вказаних елементів на висоті, в корпусах і в станинах обладнання;
- застосування малих напруг (не вище 42 В) в ручному механізованому інструменті, місцевих і переносних джерелах світла;
- використання ізоляції струмоведучих частин: робочої, подвійної (робочої і додаткової), підсиленої (покращеної робочої ізоляції, застосування ефективність якої така сама, як і в подвійної); підвісна ізоляція застосовується в ручному електрифікованому інструменті;

- електричне розділення мережі на окремі ділянки з допомогою спеціальних роздільних трансформаторів, що дозволяє зменшити електричну ємність мережі і значно підвищити роль опору ізоляції;
- вирівнювання потенціалу землі з метою усунення крокової напруги за рахунок використання не одиночних, а групових заземлювачів;
- застосування засобів колективного захисту від ураження електричним струмом: захисного заземлення, занулення, відключення;
- використання засобів індивідуального захисту і спеціальних захисних приладів і пристроїв;
- навчання і атестація персоналу;
- організація безпечної експлуатації електроустановок.

Захисні засоби: ізолюючі, огорожуючі, сигналізуючі засоби, а також засоби захисту від дії різного роду небезпечних і шкідливих факторів (механічних впливів, корів, газів, пилюки, виробничих випромінювань, падання з висоти. (гумові рукавиці, галоші, інструмент з діелектричними рукавичками).

З засобів захисту від дії шкідливих і небезпечних факторів відмітимо переносні заземлення, екрани від виробничих випромінювань, захисні окуляри, распіратори і протигази, навушники, рукавиці, страховочні канати і пояси.

5.2 Оцінка стану інженерного захисту робітників і службовців

Знаходимо мінімальну відстань до ймовірного вибуху $R_x = R_z - r_{від} = 1,2 - 0,3 = 0,9$ км, і відзначаємо максимальне значення надлишкового тиску, що очікується на об'єкті згідно (додаток 1) при $R_x = 0,9$ км, $q = 100$ кт для наземного вибуху $\Delta P_{ф \max} = \Delta P_{ф \text{ необ}} = 150$ кПа.

Визначаємо необхідний коефіцієнт послаблення радіації захисними спорудами, для чого розраховуємо максимальну дозу радіації при одноразовому опроміненні за одну разу незахищених людей, що знаходиться в районі об'єкта за формулою:

$$D_{p.z.max} = 5 * P_1 (t_H^{-0.2} - t_k^{-0.2}),$$

де P_1 – максимальний рівень раддіації, що очікується на об'єкті, згідно (додаток 12) $P_1=14305P/год$,

t_H – початок зараження, год;

$$t_H = \frac{Rx}{V_{cp}} + t_{\theta},$$

де t_{θ} – час випадання радіоактивних опадів, рівний в середньому 1 годині;

$$t_H = \frac{0.9}{25} + 1 = 0.036 + 1 = 1.036 год \approx 1 год.$$

$$t_k = t_H + 24$$

де t_{θ} – час закінчення радіаційного опромінення, год.;

$$t_k = 1 + 24 = 25 год.$$

отже максимальна доза раддіації:

$$D_{p.z.max} = 5 * 14305 (1^{-0.2} - 25^{-0.2}) = 33952 P$$

Визначаємо необхідний коефіцієнт послаблення раддіації захисними спорудами від радіоактивного зараження за формулою:

$$K_{посл} = \frac{33952}{50} = 679$$

Характеристика сховища: система водопостачання, каналізація, електропостачання та опалення повністю забезпечують життєдіяльність персоналу, що переховується.

Визначаємо показники, що характеризують сховище по постійності, захисних властивостях, життєзабезпеченню та освоєнні заповнення і їх значення зводимо в таблицю 5.1

Таблиця 5.1 – Результати оцінки стану інженерного захисту працівників об'єкта.

Результати оцінки стану інженерного захисту працівників об'єкта					Заходи по підвищенні надійності інженерного захисту працівників об'єкта
$K_M = \frac{M}{N}$	$K_{зв} = \frac{M_{зв}}{N}$	$K_{жсз} = \frac{N_{жсз}}{N}$	$K_B = \frac{N_{вч}}{N}$	Коефіцієнт захисту працівників Кнз	<p>1. Необхідно спроектувати сховище з захисними властивостями: по ударній хвилі з надлишковим тиском не менше кПа, по радіоактивному випромінюванню з коефіцієнтом послаблення радіації не менше 1000</p> <p>2. Необхідно замінити електроручний вентилятор типу ЄРВ 72-2 на ЄРВ 72-3 для збільшення повітрязабезпечення.</p> <p>3. Для підвищення Ксвч і Кнз періодично проводити на підприємстві навчання щодо сигналів, мети та завдання цивільної оборони.</p>
1	1	0,87	0,87	0,87	
<p>На об'єкті при існуючій готовності та організації 1% складу працюючої зміни надійний захист не забезпечується</p>					

Оцінка стійкості механічного цеху машинобудівного підприємства до дії ударної хвилі ядерного вибуху.

Таблиця 5.2 – Результати оцінки стійкості будівель механічного цеху до ударної хвилі

Елемент и цеху	Характеристика елементів	Степінь руйнування в залежності від значення ΔP_f , кПа										Границя стійкості елементів	Границя стійкості
		5	10	20	30	40	50	60	70	80			
Будівля №1	Одноповерхова з неметалевим каркасом	I		II	III	IV						15	15
Будівля №2	Одноповерхова, цегляна, перекриття з дерев'яних елементів		I	II	III	IV						20	
Технологічне обладнання	Верстати важкого типу				I	II	III					40	
	Верстати середнього типу			I	II	III						25	
	Підйомно-трансп. Обладь.				I	II	III	IV				30	
Комунально – енерг. мережі	Газопровід наземний				I		II		III			50	
	Водопровід підземний	I-200...300 III-600...1000 II-350...600 IV-1000										350	

I – слабкі руйнування; II – середні; III – сильні; IV – повні руйнування.

Згідно (додаток 2) знаходимо для кожного елемента цеху надлишковий тиск, що викликає слабкі, середні, сильні та повні руйнування. Ці дані заносимо в таблицю 10.3

Знаходимо границю стійкості цеху в цілому по мінімальній границі стійкості елементів, що входять в його склад, $\Delta P_f \lim = 15 \text{ кПа}$.

Порівнявши знайдену границю цеху стійкості з очікуваним максимальним значенням надлишкового тиску на території підприємства встановлюємо, що цех не стійкий до дії ударної хвилі ядерного вибуху, оскільки $\Delta P_f \lim < \Delta P_f \max$ ($15 < 150 \text{ кПа}$)

Висновки

Всі елементи цеху крім підземного водопроводу в результаті ударної хвилі ядерного вибуху будуть повністю зруйновані, що приведе до неможливості подальшої роботи цеху. Для підвищення стійкості роботи цеху

необхідно провести наступні заходи:

- використовувати бетонні і залізобетонні будівлі антисейсмічної конструкції і в якості виробничих будівель;
- раціонально компоувати, розміщувати технологічне обладнання під час об'ємно – планового проектування підприємства;
- використовувати конструкції з більшим запасом міцності і стійкості.

Оцінка стійкості роботи цеху до пливу світлого випромінювання

Визначаємо максимальний світловий імпульс і надлишковий тиск ударної хвилі, які очікуються на території об'єкту на відстані 1 км для боєприпаси потужності $q=100\text{кт}$ і надземного вибуху:

$$I_{\text{св. max}} = 2900 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^2}.$$

$$\Delta P_{\text{ф. max}} = 150 \text{кПа}.$$

Визначаємо ступінь вогнестійкості будівель цеху згідно (додаток б) і результати оцінки та характеристики будівель цеху елементів заносимо в таблицю 5.3.

Таблиця 5.3 – Результати оцінки стійкості будівель до впливу світлового випромінювання

№ буд	Елементи будівель	Вогнестійкості	ГО небезпечного	Елементи будівель, що можуть спалахнути	імпульс, що викликає	будівель до випромінювання пожежі	де знаходиться
1	Одноповерхова з неметалевим каркасом	I	Д	Дерев'яні двері, оббиті дермантином	250	250	Зона суцільних пожеж
2	Одноповерхова, цегляна з дерев'яних елементів	II		Дерев'яні віконні рами темного кольору	250		
				Перекриття - толь	590		

Висновок

Згідно заданих умов цех продовжити роботу не зможе, тому що не є стійким до світлового опромінювання. Пожежну небезпеку представляють двері, віконні рами і покриття. Для підвищення границі стійкості механічного цеху необхідно:

- поміняти покриття на асбесто – цементне;
- замінити дерев'яні двері і віконні рами на металеві;
- територію підприємства регулярно очищувати від тимчасових споруд, що згоряють і різних відходів;
- провести усі протипожежні міри в механічному цеху.

5.3 Оцінка стійкості роботи цеху до дії проникаючої радіація та радіоактивного зараження

Максимальний рівень радіації та радіоактивної хмари проходить через територію об'єкту:

$R_1 \text{ max} = 14305 \text{ р/год}$ (див вище).

Доза проникаючої радіації;

$D_{\text{max}}^{np} = 10000 \text{ Р}$, (додаток 9)

Коефіцієнт послаблення дози радіації:

$$K_{\text{посл}}^{\text{сх}} = K_p * 2 \left(\frac{h_{\delta}}{a_{\delta}} + \frac{h_{2p}}{d_{2p}} \right),$$

де K_p – коефіцієнт, що враховує розміщення сховища, для вбудованого $K_p = 8$;

h_{δ} – товщина шару перекриття з бетону $h_{\delta} = 23 \text{ см}$;

$h_{\text{гр}}$ – товщина шару перекриття з ґрунту, $h_{\text{гр}} = 24 \text{ см}$;

$d_{\text{гр}}$ і d_{δ} – відповідно товщина шару половинного послаблення радіації, $d_{\text{гр}} = 14,4 \text{ см}$; $d_{\delta} = 10 \text{ см}$.

Отже:

$$K_{\text{носл}}^{\text{сх}} = 8 * 2^{\left(\frac{23}{10} + \frac{24}{14,4}\right)} = 8 * 2^{(2,3+1,67)} = 128.$$

Визначаємо опромінення при P_1 тах, при якому можуть отримати робітники та службовці, перебуваючи у виробничих будівлях чи сховищах за робочу зміну за формулами:

$$D_{\text{max}}^{\text{бюд}} = \frac{5 * P_{1\text{max}} (t_H^{-0,2} - t_K^{-0,2})}{K_{\text{носл}}^{\text{бюд}}};$$

$$D_{\text{max}}^{\text{сх}} = \frac{5 * P_{1\text{max}} (t_H^{-0,2} - t_K^{-0,2})}{K_{\text{носл}}^{\text{сх}}}.$$

де t_H – початок зараження після вибуху, $t_H = 1$ год;

t_K – час закінчення радіаційного опромінення, $t_K = 9$ год, оскільки тривалість робочої зміни 8 год.

Отже,

$$D_{\text{max}}^{\text{бюд}} = \frac{5 * 14305 (1^{-0,2} - 9^{-0,2})}{8} = 3179 P;$$

$$D_{\text{max}}^{\text{сх}} = \frac{5 * 14305 (1^{-0,2} - 9^{-0,2})}{128} = 197 P.$$

Визначаємо межу стійкості роботи цеху в умовах радіаційного зараження:

$$P_{1\text{lim}} = \frac{D_{\text{ст}} * K_{\text{носл}}}{5(t_H^{-0,2} - t_K^{-0,2})};$$

Тоді:

$$P_{1\text{lim}} = \frac{25 * 8}{5(1^{-0,2} - 9^{-0,2})} = 112 P / \text{год}.$$

Висновок

Оскільки $P_{1\text{lim}} < P_{1\text{max}}$, то захисні властивості не забезпечують безперервності роботи об'єкту протягом встановленого часу роботи в умовах очікуваного максимального рівня радіації $P_{1\text{max}} = 14305$ Р/год. Для підвищення стійкості цеху до радіоактивного зараження необхідно:

- розробити режими радіоактивного захисту робочих і роботи механічного цеху в умовах радіоактивного зараження, підвищити коефіцієнт послаблення радіації сховища;

- підвищити степінь герметизації цеху;
- підготувати систему вентиляції цеху до роботи в режимі очистки повітря від радіоактивного пилу, обладнати її сітковим масляним проти половим фільтром і перешкодами.

ВИСНОВКИ

Завершуючи магістерську роботу на тему проведення кузовних робіт автомобілів, можна зазначити, що дане дослідження висвітлило важливі аспекти технічного обслуговування автомобільного кузова. Робота зосереджувалася на вдосконаленні технологічних підходів, матеріалів та методів кузовного ремонту з урахуванням актуальних вимог до безпеки, якості та інновацій.

Отримані результати відображають значний внесок у розвиток галузі кузовного ремонту, надаючи рекомендації для подальших вдосконалень та впровадження передових практик у цю сферу. Проведені дослідження дозволили визначити оптимальні стратегії та напрями у сфері кузовних робіт, сприяючи підвищенню рівня якості, ефективності та конкурентоспроможності автомобільного сервісу.

Завершальний етап цього проекту відзначився не лише вивченням та аналізом сучасних методів кузовного ремонту, але й виявленням перспективних напрямків для подальшого розвитку галузі. Результати цієї роботи можуть послужити основою для подальших наукових та практичних досліджень у сфері технічного обслуговування автомобілів.

Ця магістерська робота не лише вносить свій вклад у покращення технічного обслуговування автомобільного кузова, але і визначає нові шляхи для подальшого розвитку сфери кузовних робіт у контексті постійного технологічного прогресу та змін у сучасних автомобільних стандартах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. – 136 с.
2. Розробка моделі узагальненого діагностичного показника технічного стану ходової частини автомобіля з використанням математичних методів теорії планування експерименту / О.Л. Ляшук, І.Б. Гевко, А.Б. Гупка, Л.М. Слободян, Б.Р. Гевко, Р.В. Хорошун // ЛНТУ, Том 2 № 21 (2023): сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Луцьк, - 2023. с. 135-144.
3. Техніко – економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. – Тернопіль : Вид – во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.
4. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гудь В.З., Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид – во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.
5. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 544 с.
6. Oleg Lyashuk ,Andrii Gupka, Yuriy Pyndus , Vasily Gupka, Mariia Sipravska, Andrzej Wozniak, Mikola Stashkiv The tribology of the car: Research methodology and evaluation criteria ICCPT 2019: Current Problems of Transport:

Proceedings of the 1st International Scientific Conference, May 28-29, 2019, Ternopil, Ukraine (ICCPT 2019), Ternopil, Ukraine, May 28-29, 2019.

7. O. Liashuk O. Livitskyi, V. Aulin , S. Lysenko , A. Hryniv, A.Gypka Parameters of the lubrication process during operational wear of the crankshaft bearings of automobile engines Problems of Tribology, V. 27, No 4/106-2022, 69-81.

8. Конспект лекцій (частина I) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», 275 «Транспортні технології» галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д.Навроцька., Р.Р. Заверуха., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 132 с

9. Параметрична модель фрикційного контакту / Р.Я. Лещук, І.Т. Ярема, А.Б. Гупка // 16-й Міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові (м. Львів, 18 травня – 19 травня 2023 р.) : Матеріали симпозіуму. – Львів : КІНПАТРИ ЛТД, 2023. с. 58.

10. Навчальний посібник «Техноекологія та цивільна безпека. частина «Цивільна безпека»» / автор-укладач В.С. Стручок– Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., – 156 с.