

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАРА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Удосконалення технологічного процесу відновлення первинного валу
коробки переміни передач автомобіля Volkswagen Golf.

Виконав: студент 4 курсу, групи МАС-41
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Олександр
ФЕДОРЧАК

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Іван ГЕВКО

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Роман ХОРОШУН

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

(підпис)

Олег ЦЬОНЬ

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Олег ЦЬОНЬ
(підпис) (прізвище та ініціали)
«23» січня 2025 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА
на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)
студенту Федорчака Олександра Вадимовича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технологічного процесу відновлення первинного валу коробки переміни передач автомобіля Volkswagen Golf.

Керівник роботи Гевко Іван Богданович., д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 23 » січня 2025 року № 4/7-38

2. Термін подання студентом завершеної роботи 09 червня 2025

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес відновлення первинного валу коробки переміни передач автомобіля Volkswagen Golf.

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

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.
4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

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

Коробка передач автомобіля – 1А1;

Стенд для розбирання та складання КПП – 1А1;

Кінематична схема коробки передач на кожній передачі – 1А1;

Ремонтне креслення первинного валу – 1А1;

Маршрутна карта відновлення – 1А1;

Стенд для випробування коробок перемикування передач – А1;

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.	к.т.н. доц. Сенчишин В.С.		

7. Дата видачі завдання 23.січня 2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	05.02.2025	
2	Технологічний розділ	02.06.2025	
3	Конструкторський розділ	29.05.2025	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	16.06.2025	
5	Оформлення графічної частини	17.06.2025	
6	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра	25.06.2025	

Студент

(підпис)

Федорчак Олександр Вадимович

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Гевко Іван Богданович

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: «Удосконалення технологічного процесу відновлення первинного валу коробки переміни передач автомобіля Volkswagen Golf.».

Робота виконана на кафедрі автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра д.т.н., професор Гевко Іван Богданович.

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 52 сторінок формату А4 та 6 аркушів формату А1 графічної частини сторінок додатків.

Ключові слова: відновлення деталей, технологічний процес, зносостійкість, наплавлення, якість.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	7
1.1 Будова принцип роботи КПП автомобіля.....	7
1.2 Перелік несправностей КПП і способи їх усунення.....	8
1.3 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра....	9
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	11
2.1 Технологічна послідовність демонтажу коробки передач.....	11
2.2 Розробка технології відновлення проміжного валу.....	13
2.3 Розрахунок параметрів основних технологічних операцій, вибір ремонтних матеріалів та обладнання.....	16
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	33
3.1 Формування технічного завдання.....	33
3.2 Концепція технічного рішення.....	35
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	45
4.1 Аналіз і ідентифікація небезпечних і шкідливих виробничих чинників....	45
4.3 Організація робочих місць, санітарно-гігієнічних вимог, вентиляції, освітлення, мікроклімату у агрегатному відділенні.....	47
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	50
БІБЛІОГРАФІЯ.....	51
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Автомобільний транспорт є невід'ємною складовою сучасної економіки та повсякденного життя, тому питання забезпечення високого рівня технічного стану транспортних засобів є особливо актуальним. Однією з найбільш критичних систем автомобіля, що визначає його надійність і безпеку руху, є трансмісія, зокрема, коробка переміни передач. Первинний вал коробки передач належить до деталей, що піддаються інтенсивним механічним навантаженням, і в процесі експлуатації зазнає значного зношування.

У зв'язку з високою вартістю нових комплектуючих і актуальністю економічного використання ресурсів, особливої уваги набувають технології відновлення деталей, які дозволяють значно подовжити термін експлуатації автомобілів та знизити витрати на їх ремонт. Саме тому удосконалення технологічного процесу відновлення первинного валу коробки переміни передач автомобіля Volkswagen Golf є важливим і перспективним завданням сучасної автомобільної галузі.

В рамках даної кваліфікаційної роботи магістра розглядається проблема оптимізації та удосконалення існуючих методів відновлення первинного валу трансмісії, з метою підвищення його зносостійкості, скорочення часу ремонту та забезпечення високої якості відновлених деталей. Проведення досліджень і розробка ефективного технологічного процесу дозволить не тільки підвищити техніко-економічні показники ремонтного виробництва, але й забезпечити належний рівень експлуатаційної надійності автомобілів Volkswagen Golf.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Будова принцип роботи КПП автомобіля

1. Загальна характеристика. Коробка перемикання передач (КПП) Volkswagen Golf механічного типу є багатоступеневим планетарно-зубчастим механізмом, призначеним для: передавання крутного моменту від двигуна до ведучих коліс; зміни передавального числа відповідно до дорожніх умов і навантаження; забезпечення можливості руху заднім ходом; роз'єднання двигуна й трансмісії під час перемикання передач.

Тип КПП. 5- або 6-ступенева механічна коробка передач, поперечне розташування.

2. Будова КПП Volkswagen Golf.

Основні конструктивні елементи: Картер коробки передач виготовлений з алюмінієвого сплаву служить для розміщення всіх вузлів трансмісії. Має посадочні місця для підшипників, механізмів перемикання та отворів для оливи.

Первинний вал з'єднаний з двигуном через зчеплення та передає обертання на постійно зачеплені шестерні вторинного вала.

Вторинний вал. На ньому розташовані шестерні всіх передавальних ступенів. Шестерні вільно обертаються до моменту з'єднання з валом через синхронізатори.

Проміжний вал (іноді в 6-ступеневих КПП). Здійснює передавання моменту через додаткові шестерні забезпечує компоновку та розвантаження конструкції.

Механізм перемикання передач включає вилки перемикання, штоки, механізм вибору передач керується водієм через важіль перемикання.

Синхронізатори. Конусні елементи, які зрівнюють частоти обертання вала та шестерні забезпечують плавне й безударне перемикання передач.

Механізм заднього ходу. Складається з додаткової шестерні, яка вводиться у зачеплення вручну; Змінює напрям обертання вторинного вала.

Масильна система. Занурювального типу шестерні обертаються в трансмісійній оливі є сапун, отвори для зливу й заповнення оливи.

3. Принцип роботи КПП. Передача крутного моменту. Двигун через зчеплення передає обертальний момент на первинний вал. Шестерні первинного вала постійно зачеплені з шестернями вторинного вала, але не жорстко з ним з'єднані.

Вибір передачі. Коли водій перемикає передачу, шток переміщує вилку, яка зсуває муфту синхронізатора. Синхронізатор вирівнює швидкості обертання шестерні та вала. Після зрівнювання шестерня фіксується на вторинному валі - передача ввімкнена.

Зміна передавального числа. Вибір передачі змінює відношення обертів між первинним і вторинним валом. На нижчих передачах (1–2) – велике передавальне число → більше тягове зусилля. На вищих передачах – менше передавальне число → економічна робота двигуна.

Рух заднім ходом. Включення додаткової шестерні змінює напрямок обертання вторинного вала. Синхронізатор на задній хід часто відсутній → допускається перемикання лише після повної зупинки.

4. Особливості КПП Volkswagen Golf. Компактна й надійна конструкція; Покращена ергономіка механізму перемикання (низький хід важеля, чіткість включень); Довговічні синхронізатори; Передбачено зміну оливи через певний пробіг (приблизно 100–120 тис. км, залежно від умов експлуатації); Поширені типи КПП. MQ250 – 5-ступенева, для бензинових двигунів малого об'єму; MQ350 – 6-ступенева, для дизельних і турбованих бензинових двигунів.

1.2 Перелік несправностей КПП і способи їх усунення

У процесі експлуатації КПП піддається значним механічним навантаженням, тертю, температурним впливам і може зазнавати як природного зносу, так і раптових відмов. Для збереження її працездатності важливо вчасно виявляти характерні несправності, знати їхні ознаки та володіти методами ефективного усунення. У цьому матеріалі подано перелік типових дефектів

КПП автомобіля Volkswagen Golf та описано рекомендовані способи їх діагностики й ремонту.

Таблиця 1.1. Перелік несправностей КПП і способи їх усунення.

№	Ознака несправності	Ймовірна причина	Спосіб усунення
1	Ускладнене перемикання передач	Знос або деформація вилки перемикавання, тугий тросик	Регулювання або заміна тяги/тросика, вилки
2	Шум під час роботи на певній передачі	Зношення підшипників, шестерень, бракує мастила	Заміна підшипників, долив/заміна трансмісійної оливи
3	Самовільне вимикання передач	Зношення шестерень, вилок або фіксаторів	Дефектація й заміна несправних елементів
4	Протікання оливи з картера	Пошкодження сальників валів, тріщини у картері	Заміна сальників, герметизація або ремонт корпусу
5	Скрегіт при вмиканні передач	Знос синхронізаторів, погане зчеплення	Заміна синхронізаторів, перевірка та ремонт зчеплення
6	Удар при перемиканні з 1-ї на 2-гу передачу	Затримка синхронізації, в'язкість мастила	Заміна оливи, дефектація муфти синхронізатора

1.3 Висновки та постановка завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра

Опрацювати технологічну схему демонтажу коробки передач автомобіля, зокрема: визначити послідовність операцій демонтажу; обґрунтувати необхідність застосування спеціального інструменту та пристроїв; розробити технологічну карту демонтажу з урахуванням безпечних прийомів праці.

Розробити технологію відновлення проміжного валу коробки передач, що передбачає: вибір методу відновлення (наплавлення, гальваніка, механічна обробка тощо); опис технологічної послідовності процесу відновлення; визначення допустимих відхилень і контрольних розмірів.

Виконати розрахунок параметрів основних технологічних операцій, зокрема: обчислення режимів різання (швидкість, подача, глибина); розрахунок основного та оперативного часу; вибір оптимальних ремонтних матеріалів і обладнання для проведення операцій.

Сформувати технічне завдання на розробку конструктивного елементу або технологічного рішення, включаючи: аналіз вихідних даних; визначення вимог до відновленої деталі та обмежень у виробництві.

Розробити концепцію технічного рішення, що забезпечує: підвищення довговічності проміжного валу; скорочення витрат часу та матеріальних ресурсів на ремонт; можливість повторного використання технології для аналогічних деталей.

Проаналізувати умови безпеки життєдіяльності у процесі ремонту, зокрема: провести ідентифікацію небезпечних і шкідливих виробничих чинників при демонтажі та відновленні валу; надати рекомендації щодо використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) та захисних пристроїв; описати систему попередження виробничих травм.

Обґрунтувати санітарно-гігієнічні вимоги до агрегатного відділення, в якому проводяться ремонтні роботи: оцінити необхідні параметри вентиляції, освітлення, мікроклімату; запропонувати організаційні заходи для забезпечення ергономіки робочих місць.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технологічна послідовність демонтажу коробки передач

Розробка технологічного процесу демонтажу передбачає поетапне формування комплексу технічної документації, що включає: ескізну карту складальної одиниці (вузла), маршрутну карту розбирання та карту типового процесу очищення компонентів.

Ескізна карта (ЕК) вузла виконується на аркуші формату А4. Допускається виконання без дотримання масштабу, якщо це не знижує інформативності. Кількість зображень (проекцій, розрізів, перетинів, виносних елементів) визначається з урахуванням необхідності забезпечення повного уявлення про просторову компоновку елементів та їх взаємне розташування.

Усі деталі та вузли на ескізі позначаються арабськими цифрами згідно з позиційною нумерацією. Номер позиції проставляється за напрямком руху годинникової стрілки, що забезпечує зручність візуального сприйняття.

Маршрутна карта (МК) містить детальний опис послідовності операцій демонтажу в рамках встановленого технологічного регламенту. У документі також зазначаються типи обладнання, необхідне оснащення, а також норми витрат матеріалів і трудомісткість кожного етапу процесу.

Вихідною основою для побудови маршрутної карти процесу демонтажу є попередньо складена ескізна карта відповідної складальної одиниці (вузла). Перед безпосередньою розробкою маршрутної частини технологічного процесу необхідно сформулювати структурну схему розбирання, яка подається у складі розрахунково-пояснювальної записки та включається до графічного розділу проєкту.

На початковому етапі складальна одиниця підлягає умовному поділу на окремі функціональні елементи, що дозволяє забезпечити їх незалежне роз'єднання без порушення цілісності суміжних компонентів. Такий підхід сприяє оптимальному розподілу операцій демонтажу за спеціалізованими робочими зонами, дозволяє реалізувати поетапне переміщення об'єкта уздовж

лінії розбирання, а також ефективно використовувати стандартне або спеціальне обладнання, інструменти й технологічну оснастку.

Кожен прямокутник у структурній схемі демонтажу поділяється на три секції, де зазначаються: найменування елемента, його номер за каталогом або технічною документацією, а також кількість відповідних деталей або вузлів.

У маршрутній карті демонтажу технологічні операції фіксуються з використанням нумерації, кратної п'яти (наприклад: 005, 010, 015 тощо). Такий підхід забезпечує можливість внесення додаткових проміжних операцій у разі подальшого уточнення або деталізації процесу. Для кожної операції у відповідних графах надається повний набір техніко-технологічних параметрів, необхідних для її якісного виконання.

Карта типового технологічного процесу очищення (КТТП) формується окремо для кожного виду забруднення, що може спостерігатися на деталях (наприклад: вуглецевий нагар, мінеральні відкладення, смолисті компоненти тощо). Вибір методу очищення здійснюється з урахуванням фізико-хімічної природи забруднень.

У карті технологічного очищення обов'язково зазначаються: порядковий номер і назва операції (без обов'язкового розкриття змісту), тип використовуваного обладнання, найменування мийних або хімічних речовин, їх кількість, концентрація розчину, температурні режими та тривалість впливу. Також вказується розряд складності виконання операції відповідно до класифікації робіт.

На рисунку 2.1 подано структурно-логічну схему демонтажу коробки передач автомобіля, яка слугує основою для побудови технологічного маршруту.

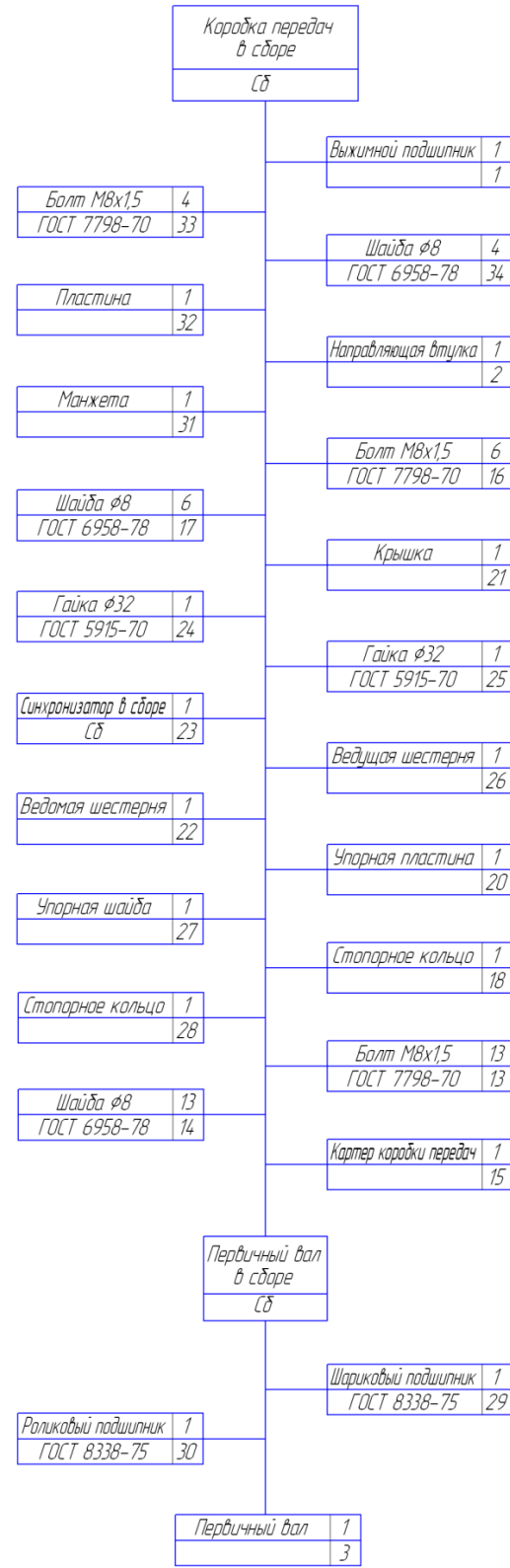


Рис. 2.1. Структурна схема разборки.

2.2 Розробка технології відновлення проміжного валу

Процедура дефектації передбачає проведення діагностичних заходів з оцінювання технічного стану машин, їх вузлів або окремих деталей на основі

результатів вимірювань, контролю геометричних і структурно-фізичних параметрів. За підсумками дефектації всі досліджувані елементи класифікуються на три основні групи: повністю придатні до подальшої експлуатації, ті, що підлягають відновленню, та непридатні до використання через критичні пошкодження або граничне зношення.

Основою для побудови технологічного маршруту дефектації є нормативно-технічна документація, що регламентує вимоги до виконання капітального ремонту конкретного типу транспортного засобу. У цих документах, як правило, подаються креслення (ескізи) досліджуваної деталі, типові дефекти, які можуть виникати в процесі експлуатації, засоби контролю та методичні рекомендації щодо способів усунення виявлених пошкоджень.

У рамках проєктування технологічного процесу дефектації було сформовано комплект документації, який включає ескізну карту досліджуваної деталі та карту технологічних операцій дефектації. Обидва документи надано у вигляді додатків до основної частини проєкту.

Маршрути відновлення проміжного валу. У практиці ремонтного виробництва, залежно від обсягів відновлювальних робіт і типу ремонтної програми, застосовуються різні форми організації технологічних процесів відновлення деталей: подефектна, маршрутна та групова. У межах даного курсового проєкту обрано подефектний підхід до формування технології відновлення.

Подефектна технологія є доцільною у випадках реалізації обмеженого обсягу відновлювальних робіт. Її особливістю є індивідуалізація технологічних операцій відповідно до конкретного виду пошкодження. Для кожного з ідентифікованих дефектів розробляється окремий маршрут відновлення, що дозволяє максимально точно адаптувати технологію до характеру зношення.

Формування партій деталей для відновлення здійснюється виключно за номенклатурною ознакою - тобто за найменуванням деталі, без урахування особливостей поєднання різних типів дефектів у межах одного екземпляра. Такий підхід спрощує планування робіт та дозволяє гнучко реагувати на зміну технічного стану деталей у реальних умовах ремонтного циклу.

Послідовність операцій у технології відновлення деталей. Процес відновлення деталей організовується відповідно до певної логіки технологічного маршруту, що забезпечує ефективне усунення дефектів та відновлення функціональних властивостей деталі. Послідовність операцій структуровано за етапами:

Підготовчі технологічні впливи. Початковий етап включає операції первинного очищення деталі від експлуатаційних забруднень, знежирення, виправлення геометричних викривлень і відновлення базових поверхонь. Сюди відносять корекцію центрових отворів, вирівнювання площин, усунення кривизни тощо.

Попередня (чорнова) механічна обробка. На цьому етапі видаляється значний шар матеріалу для повернення номінальної геометричної форми та ліквідації характерних пошкоджень, отриманих під час експлуатації (зокрема: фретинг-корозія, раковини, задирки). Завдання цього етапу - підготовка поверхонь до наступного відновлення.

Відновлення зношених поверхонь. Здійснюється нарощування зношених ділянок одним або кількома методами: наплавлення, металізація, гальванічне осадження покриттів. Спочатку реалізують операції, що потребують високотемпературної дії (наприклад, дугове наплавлення, термічна обробка), а потім - технології, які не передбачають нагрівання (зокрема, хромування, осталювання). У випадках, коли декілька поверхонь обробляються одним методом, їх об'єднують в єдину операцію.

Чистова та довідна механічна обробка. Завершальний етап включає операції точної механічної обробки (токарна, фрезерна, шліфувальна, довідна, слюсарна тощо). Особливу увагу слід приділяти відновленню прецизійних компонентів, де поєднання чорнової та чистової обробки в рамках однієї операції є неприпустимим. Після чорнової обробки в деталі накопичуються залишкові напруги, які викликають геометричні деформації. Тому між чорновим і чистовим етапом має бути технологічна пауза, що дозволяє проявитись цим деформаціям, які остаточно усуваються на заключному етапі довідної обробки.

Контрольні операції доцільно проводити після виконання найвідповідальніших технологічних етапів, а також у завершальній частині загального маршруту відновлення. Такий підхід дозволяє своєчасно виявити можливі відхилення від нормативних параметрів і гарантувати якість відремонтованої деталі.

Технологічна послідовність операцій має бути організована таким чином, щоб унеможливити повторне повернення деталей на попередні пости, тобто виключити зворотний рух у межах виробничого циклу. Це підвищує загальну ефективність ремонтного процесу, знижує навантаження на обладнання й персонал, а також скорочує тривалість обробки.

У випадках, коли виявлено поєднання дефектів, що не відповідає типовим технологічним маршрутам, відповідні деталі спрямовуються за альтернативною - рідкісною схемою відновлення, розробленою для нестандартних випадків.

2.3 Розрахунок параметрів основних технологічних операцій, вибір ремонтних матеріалів та обладнання

Вибір параметрів різання для чорнового шліфування (етап попередньої механічної обробки)

Процес чорнового шліфування застосовується на стадії обробки поверхонь, відновлених наплавленням або нанесенням покриттів, твердість яких перевищує 40 HRC. Такий рівень твердості вимагає використання спеціалізованого шліфувального інструменту, здатного забезпечити ефективне знімання матеріалу без пошкодження структури шару.

Для виконання чорнового шліфування рекомендується застосовувати абразивні круги на основі нормального електрокорунду із зернистістю 50 та твердістю марки СТ1. Це забезпечує оптимальне співвідношення між продуктивністю обробки та зносостійкістю інструменту.

Рекомендована глибина знімання матеріалу на одному проході під час чорнового шліфування становить у межах 0,01...0,05 мм, що дозволяє видаляти

дефектні зони та формувати необхідну геометрію поверхні без перевантаження інструменту та перегріву зони обробки.

Оброблювана поверхня 2. Кількість необхідних шліфувальних проходів i розраховується за формулою:

$$i = z / t, \quad (2.1)$$

$$i = 0,06 / 0,03 = 2 \text{ проходів};$$

де z - припуск на шліфування (на одну сторону), мм;

t - глибина різання, мм.

Подовжню подачу розраховують за формулою:

$$S_{\Pi} = S_d \cdot B, \quad (2.2)$$

$$S_{\Pi} = 0,6 \cdot 20 = 12 \text{ мм / об};$$

де S_d - поздовжня подача в частках ширини круга на один оборот деталі;

Стосовно до чавунним деталям $S_d = 0,75 - 0,85$.

Окружна швидкість обертання деталі становить: для чорнового шліфування $V_d = 50 \text{ м / хв.}$

Частоту обертання деталі можна визначити за формулою:

$$n = 1000 V_d / D, \quad (2.3)$$

$$n = 1000 \cdot 50 / 3,14 \cdot 21,42 = 743,4 \text{ об / хв.}/$$

де D - діаметр деталі, мм.

Швидкість поздовжнього переміщення стола $V_{ст}$ визначають за формулою

$$V_{ст} = S_{\Pi} n / 1000, \quad (2.4)$$

$$V_{ст} = 12 \cdot 743,4 / 1000 = 8,92 \text{ м / хв.}$$

де $V_{ст}$ - швидкість поздовжнього переміщення стола, м / хв.

Оперативне час розраховують за формулою:

$$t_{оп} = t_o + t_b, \quad (2.5)$$

де t_o - основний час, хв;

t_b - допоміжний час, хв.

Основний час при шліфуванні:

$$t_o = LK i / n S, \quad (2.6)$$

де L - довжина подовжнього ходу столу, при шліфуванні в упор

$$L = l - 0,3 \cdot B \quad (2.7)$$

$$L = 15 - 0,3 \cdot 20 = 9 \text{ мм}$$

l - довжина поверхні, що шліфується, мм;

K - коефіцієнт точності, при чорновому шліфуванні $K = 1,1$;

$$t_o = 9 \cdot 1,1 \cdot 2 / 743,4 \cdot 12 = 0,002 \text{ хв}$$

$$t_{оп} = 0,002 + 0,43 = 0,432 \text{ хв}$$

Поверхня 3. Число проходів і визначають за формулою:

$$i = z / t$$

$$i = 0,07 / 0,035 = 2 \text{ проходи;}$$

де z - припуск на шліфування (на одну сторону), мм;

t - глибина різання, мм.

Подовжню подачу розраховують за формулою:

$$S_{п} = S_{д} B$$

$$S_{п} = 0,6 \cdot 20 = 12 \text{ мм / об;}$$

де $S_{д}$ - поздовжня подача в частках ширини круга на один оборот деталі;

Стосовно чавунних деталей $S_{д} = 0,75 - 0,85$.

Окружна швидкість обертання деталі становить: для чорнового шліфування $V_{д} = 50 \text{ м / хв.}$

Частоту обертання деталі можна визначити за формулою:

$$n = 1000 V_{д} / D.$$

$$n = 1000 \cdot 50 / 3,14 \cdot 24,34 = 654,2 \text{ об / хв..}$$

де D - діаметр деталі, мм.

Швидкість поздовжнього переміщення стола $V_{ст}$ визначають за формулою:

$$V_{ст} = S_{п} n / 1000.$$

$$V_{ст} = 12 \cdot 654,2 / 1000 = 7,85 \text{ м / хв,}$$

де $V_{ст}$ - швидкість поздовжнього переміщення стола, м / хв.

Оперативне час розраховують за формулою:

$$t_{оп} = t_o + t_{в}.$$

де t_o - основний час, хв;

t_b - допоміжний час, хв.

Основний час при шліфуванні:

$$t_o = L K i / n S.$$

де L - довжина подовжнього ходу столу, при шліфуванні в упор

$$L = l - 0,3 \cdot B.$$

$$L = 20 - 0,3 \cdot 20 = 14 \text{ мм.}$$

l - довжина поверхні, що шліфується, мм;

K - коефіцієнт точності, при чорновому шліфуванні $K = 1,1$;

$$t_o = 14 \cdot 1,1 \cdot 2 / 654,2 \cdot 12 = 0,004 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{оп}} = 0,004 + 0,43 = 0,434 \text{ хв.}$$

Наплавлення в середовищі захисного газу на основі CO_2 . У процесі наплавлення з метою відновлення зношених поверхонь деталей використовується зварювальний дріт марки Св-30ХГСА, легований марганцем, кремнієм, хромом та іншими елементами, що сприяють активному розкисленню металу. Отриманий наплавлений шар має високу твердість у межах 46...56 HRC, що забезпечує підвищену зносостійкість відновленої поверхні.

Технологічне забезпечення включає установку дугового наплавлення типу УД-209 та універсальний напівавтоматичний апарат А-715. Під час відновлення ділянок під підшипники кочення застосовується дріт діаметром 1,0 мм, при цьому наплавлення здійснюється при силі струму 90 А та напрузі 18 В. У випадку наплавлення зношених шліцьових з'єднань параметри коригуються: струм збільшується до 95 А за незмінної напруги.

Виліт електродного дроту встановлюється на рівні 10 мм. Наплавлення виконується на постійному струмі зворотної полярності, при якому коефіцієнт наплавлення становить приблизно 10 г/А·год. Подача вуглекислого газу в зону дуги забезпечується зі швидкістю 18 л/хв, що дозволяє ефективно захистити зварювальну ванну від атмосферного впливу.

Поверхня 1. Розрахунок товщини шару, який наплавляється на шліцьову поверхню, виконується із застосуванням розрахункової формули, що враховує необхідне відновлення розмірів з урахуванням припуску на механічну обробку:

$$h = z_0 + I / 2 + z, \quad (2.8)$$

$$h = 0,88 / 2 + 0,6 = 1,04.$$

де h - товщина покриття, мм;

z_0 - товщина шару поверхні деталі, знятого при попередній мехобробці;

I - діаметральний знос деталі, мм;

z - припуск на механічну обробку після нанесення покриття, мм.

Крок наплавлення розраховуємо по залежності:

$$S = (2 \text{ год } 2,5) d_{\text{пр}}, \quad (2.9)$$

$$S = 2,5 \cdot 1,0 = 2,5 \text{ мм / об.}$$

Швидкість наплавлення визначаємо за формулою:

$$V_n = \alpha_n I / h S. \quad (2.10)$$

$$V_n = 10 \cdot 95 / 1,04 \cdot 2,5 \cdot 7,85 = 46,54 \text{ м / год.}$$

де V_n - швидкість наплавлення, м / год;

α_n - коефіцієнт наплавлення, ($\alpha_n = 10 \text{ г / А} \cdot \text{год}$);

I - сила струму, А;

h - товщина наплавленого шару, мм;

S - крок наплавлення, мм / об;

γ Щільність електродного дроту ($\gamma = 7,85$), г/см³.

Частоту обертання деталі розраховуємо за формулою:

$$n = 1000 V_n / 60 d, \quad (2.11)$$

$$n = 1000 \cdot 46,54 / 60 \cdot 3,14 \cdot 28 = 8,82 \text{ об / хв.}$$

де n - частота обертання, хв.⁻¹;

d -діаметр деталі, мм.

Швидкість подачі дроту визначаємо за формулою:

$$V_{\text{пр}} = 4 \alpha_n I / d_{\text{пр}}^2, \quad (2.12)$$

$$V_{\text{пр}} = 4 \cdot 10 \cdot 95 / 3,14 \cdot 1,02 \cdot 7,85 = 154,2 \text{ м / год.}$$

де $V_{\text{пр}}$ - швидкість подачі дроту, м / год;

$d_{\text{пр}}$ -діаметр електродного дроту, мм.

Виліт δ і зміщення електрода l (в міліметрах) визначаємо відповідно по залежностям:

$$\delta = (10 \text{ год } 12) d_{\text{пр}}, \quad (2.13)$$

$$\delta = 10 \cdot 1,0 = 12 \text{ мм.}$$

$$l = (0,05 \text{ год } 0,07) d, \quad (2.14)$$

$$l = 0,06 \cdot 28 = 1,68 \text{ мм.}$$

Поверхня 2. Визначення товщини металевго шару, який наноситься на посадочну ділянку під встановлення підшипника, здійснюється з урахуванням відновлення номінального діаметра з необхідним припуском на остаточну механічну обробку. Розрахунок виконується за відповідною аналітичною залежністю, яка дозволяє точно встановити необхідний об'єм наплавленого матеріалу для забезпечення точного припасування підшипника у посадковому гнізді.

$$h = z_0 + I / 2 + z,$$

$$h = 0,06 + 0,46 / 2 + 0,6 = 0,89 \text{ мм.}$$

де h - товщина покриття, мм;

z_0 - товщина шару поверхні деталі, знятого при попередній механічній обробці;

I - знос деталі, мм;

z - припуск на механічну обробку після нанесення покриття, мм.

Визначення кроку переміщення при наплавленні здійснюється на основі відповідної розрахункової залежності, яка забезпечує рівномірне нанесення металу по довжині відновлюваної поверхні. Такий підхід дозволяє досягти оптимального перекриття суміжних валиків, що необхідно для формування однорідного наплавленого шару із заданими геометричними характеристиками:

$$S = (2 \div 2,5) d_{\text{пр}},$$

$$S = 2,5 \cdot 1,0 = 2,5 \text{ мм / об.}$$

Розрахунок швидкості подачі при наплавленні здійснюється з використанням відповідної формули, яка враховує параметри дугового процесу та властивості матеріалу електродного дроту:

$$V_{\text{н}} = \alpha_{\text{н}} I / h S \gamma.$$

$$V_{\text{н}} = 10 \cdot 90 / 0,89 \cdot 2,5 \cdot 7,85 = 51,53 \text{ м / год.}$$

де $V_{\text{н}}$ - швидкість наплавлення, м / год;

$\alpha_{\text{н}}$ - коефіцієнт наплавлення, ($\alpha_{\text{н}} = 10 \text{ г / А} \cdot \text{год}$);

I - сила струму, А;

h - товщина наплавленого шару, мм;

S - крок наплавлення, мм / об;

γ - Щільність електродного дроту ($\gamma = 7,85$), г/см³.

Частоту обертального руху відновлюваної деталі визначають за спеціальною формулою, яка враховує вимоги до теплового балансу процесу наплавлення, діаметр деталі та задану швидкість наплавлення:

$$n = 1000 V_n / 60 d,$$

$$n = 1000 \cdot 51,53 / 60 \cdot 3,14 \cdot 21,42 = 12,77 \text{ хв}^{-1}.$$

Розрахунок швидкості подачі дроту здійснюється на основі залежності, яка враховує інтенсивність наплавлення, діаметр електродного дроту, коефіцієнт наплавлення та електротехнічні параметри процесу:

$$V_{np} = 4 \alpha_n I / \pi d_{np}^2 \gamma,$$

$$V_{np} = 4 \cdot 10 \cdot 90 / 3,14 \cdot 1,0^2 \cdot 7,85 = 146,1 \text{ м/год.}$$

Для забезпечення стабільності дугового процесу та якості формування наплавленого шару визначаються два ключові параметри - виліт електрода та його осьове зміщення. Вказані величини розраховуються згідно з відповідними аналітичними залежностями, які враховують геометрію наплавленої поверхні, умови теплообміну та конструктивні особливості обладнання:

$$\delta = (10 \text{ год } 12) d_{np},$$

$$\delta = 10 \cdot 1,0 = 10 \text{ мм.}$$

$$l = (0,05 \text{ год } 0,07) d.$$

$$l = 0,06 \cdot 21,42 = 1,285 \text{ мм.}$$

Поверхня 3. Для посадкової ділянки під установку підшипника розрахунок товщини наплавленого шару здійснюється за відповідною розрахунковою формулою, яка враховує ступінь зносу, необхідний припуск на остаточне шліфування, а також технологічні допуски

$$h = z_0 + I / 2 + z,$$

$$h = 0,07 + 0,52 / 2 + 0,6 = 0,93 \text{ мм.}$$

Розрахунок кроку переміщення пальника або електрода при наплавленні проводиться за спеціальною залежністю, яка дозволяє забезпечити оптимальне

перекриття суміжних валиків. Це необхідно для досягнення рівномірної товщини наплавленого шару, зниження ризику утворення дефектів та забезпечення належної якості поверхні після механічної обробки:

$$S = (2 \text{ год } 2,5) d_{\text{пр}},$$

$$S = 2,5 \cdot 1,0 = 2,5 \text{ мм/об.}$$

Швидкість переміщення дуги відносно поверхні деталі визначається за аналітичною формулою, яка враховує продуктивність процесу, параметри подачі електродного дроту та геометричні характеристики зони наплавлення. Цей показник є критичним для забезпечення стабільності формування валика, дотримання теплового режиму і досягнення однорідності наплавленого металу по всій поверхні відновлення:

$$V_{\text{н}} = \alpha_{\text{н}} I / h S \gamma,$$

$$V_{\text{н}} = 10 \cdot 90 / 0,93 \cdot 2,5 \cdot 7,85 = 49,3 \text{ м/год.}$$

Частоту обертального руху деталі під час наплавлення визначають за розрахунковою формулою, що враховує необхідну лінійну швидкість наплавлення та діаметр відновлюваної поверхні:

$$n = 1000 \cdot 49,3 / 60 \cdot 3,14 \cdot 24,34 = 10,75 \text{ хв}^{-1}.$$

Швидкість подачі електродного дроту під час наплавлення визначають на основі розрахункової формули, яка враховує інтенсивність наплавлення, діаметр дроту, коефіцієнт наплавлюваності та витрату електроенергії:

$$V_{\text{пр}} = 4 \cdot 10 \cdot 90 / 3,14 \cdot 1,0^2 \cdot 7,85 = 146,1 \text{ м/год.}$$

Значення вильоту електрода, а також його осьового зміщення l (в мм) встановлюються згідно з відповідними аналітичними залежностями, що враховують параметри дуги, стабільність переносу металу, а також геометричні особливості відновлюваної поверхні:

$$\delta = (10 \div 12) d_{\text{пр}},$$

$$\delta = 10 \cdot 1,0 = 10 \text{ мм.}$$

$$l = (0,05 \div 0,07)d.$$

$$l = 0,06 \cdot 24,34 = 1,46 \text{ мм.}$$

Вибір параметрів різання під час завершальної обробки. Токарна обробка. Точіння застосовується як на етапі попереднього, так і на стадії чистового

оброблення наплавлених поверхонь, за умови, що твердість металу не перевищує 40 одиниць за шкалою HRC. Для оброблення використовують різці, оснащені твердосплавними пластинами марок T15K6, T14K8, BK-6, BK-8, а також інструментами з надтвердих матеріалів, зокрема на основі гексаніту-Р. Застосування відповідного інструментального матеріалу дозволяє досягти необхідної точності та чистоти обробленої поверхні при мінімальному зношенні різального елемента.

Обробка поверхні 1. Кількість проходів, необхідних для досягнення розрахункової глибини обробки, визначається за відповідною розрахунковою формулою, яка враховує припуск, глибину різання на прохід і характеристики матеріалу.

$$i = z / t = 1,04 \quad 1,04 = 1 \quad (2.15)$$

де z - припуск на точіння (на одну сторону), мм;

t - глибина різання, мм.

Частоту обертання деталі під час фінішної механічної обробки визначають за формулою, яка встановлює зв'язок між необхідною швидкістю різання, діаметром оброблюваної поверхні та параметрами верстатного обладнання:

$$n = 1000 V_n / \pi d = 1000 \cdot 36,4 / 3,14 \cdot 36,08 = 321,3 \text{ хв}^{-1}. \quad (2.16)$$

Швидкість різання під час токарної обробки визначається за аналітичною залежністю, яка враховує частоту обертання деталі та її зовнішній діаметр:

$$V = C/t^x \cdot S^y \cdot T^m = 41,7 / 1,04^{0,18} \cdot 0,2^{0,27} \cdot 90^{0,125} = 36,4 \text{ м/хв.} \quad (8.17)$$

C , x , y і m - коефіцієнти;

S - подача, мм / об;

T - стійкість інструменту, хв.

Для розрахунків режимів фінішної механічної обробки сталевих деталей використовуються емпіричні коефіцієнти, що враховують фізико-механічні властивості матеріалу, характеристики інструмента та умови оброблення. Зокрема, для сталі приймають:

значення коефіцієнта $C=41,7$;

показники степеневих залежностей: $x=0,18$, $y=0,27$.

Крім того, коефіцієнт m , який відображає вплив матеріалу деталі, конструкції різця та характеру обробки, визначається за табличними даними. Для цього використовують таблицю 2.1, яка містить рекомендовані значення залежно від типу оброблюваного матеріалу, виду інструменту (зокрема, твердосплавного або зі швидкорізальної сталі) та режиму різання (чорнового або чистового).

Матеріал деталі	Тип різця	Умови обробки	Коефіцієнт m		
			Швидкорі- зальна сталь	Сплав ТК	Сплав ВК
Сталь, ковкий чавун	Прохідний	З охолодженням	0,125	0,125	0,150
	Підрізний	Без охолодження	0,100	0,125	0,150
	Розточний	Без охолодження	0,100	0,125	0,150
	Прохідний	З охолодженням	0,250	—	0,150
	Відрізний	Без охолодження	0,200	—	0,150
Сірий чавун	Прохідний	Без охолодження	0,100	0,125	0,200
	Підрізний	Без охолодження	0,100	0,125	0,200
	Розточний	Без охолодження	0,100	0,125	0,200
	Підрізний	Без охолодження	0,150	—	0,200
	Відрізний	Без охолодження	0,150	—	0,200

Оперативний час, що характеризує тривалість виконання основної технологічної операції, визначається за формулою, яка враховує режим обробки, довжину проходу, подачу інструмента та кількість робочих ходів:

$$t_{\text{оп}} = t_o + t_b = 0,856 + 0,47 = 1,326 \text{ хв.} \quad (2.18)$$

Основний час, який витрачається безпосередньо на виконання технологічної операції, розраховується за формулою, що враховує довжину оброблюваної ділянки, подачу інструмента, частоту обертання шпинделя та кількість проходів:

$$t_o = L \cdot i / n \cdot S = 55,04 \cdot 1/321,3 \cdot 0,2 = 0,856 \text{ хв.} \quad (2.19)$$

Розрахункова довжина оброблюваної ділянки в напрямку подачі визначається за відповідною формулою, яка враховує геометричні параметри

деталі, зону заходу та виходу різального інструмента, а також припуски на обробку:

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3, \quad (2.20)$$

де: l - загальна довжина оброблюваної поверхні, мм;

l_1 - довжина врізання інструмента, яка, як правило, приймається рівною глибині різання

t , мм;

l_2 - довжина підходу та перебігу інструмента за межі зони різання, що забезпечує плавне входження та вихід ріжучої кромки, становить орієнтовно 2...5 мм;

l_3 - довжина пробних проходів, необхідна для взяття контрольних стружок з метою коригування режимів, приймається у межах 5...8 мм.

$$L = 45 + 1,04 + 3 + 6 = 55,04 \text{ мм.}$$

Обробка поверхні 2. Для поверхні 2 передбачено припуск на токарну обробку, який становить 0,54 мм. Кількість проходів інструмента визначається за розрахунковою формулою, що враховує сумарний припуск на обробку та допустиму глибину різання за один прохід:

$$i = z / t = 0,54 / 0,54 = 1.$$

Частоту обертання деталі під час механічної обробки визначають за формулою, яка встановлює залежність між швидкістю різання та діаметром оброблюваної поверхні:

$$n = 1000 V_n / d = 1000 \cdot 41/3, 14 \cdot 23,2 = 532,8 \text{ хв}^{-1}.$$

Швидкість різання — один з основних параметрів токарної обробки, що визначає лінійну швидкість переміщення ріжучої кромки інструмента відносно поверхні деталі. Вона обчислюється за наступною формулою:

$$V = C/t^x \cdot S^y \cdot T^m = 41,7/0,54^{0,18} \cdot 0,2^{0,27} \cdot 90^{0,125} = 41 \text{ м/хв.}$$

При визначенні режимів різання для сталевих заготовок застосовуються емпіричні коефіцієнти, які враховують фізико-механічні властивості матеріалу, характеристики інструмента та умови обробки. Для сталі приймаються такі значення:

$$\text{коефіцієнт } C = 41,7;$$

показники степеневі залежності: $x=0,18$,

коефіцієнт m — встановлюється згідно з таблицею 2.1, залежно від типу інструменту та умов оброблення.

$$t_{\text{оп}} = t_o + t_b = 0,23 + 0,47 = 0,7 \text{ хв.}$$

Основний час, що характеризує безпосередню тривалість знімання матеріалу в межах одного або декількох проходів, визначається за наступною формулою:

$$t_o = L \cdot i / n \cdot S = 24,54 \cdot 1 / 532,8 \cdot 0,2 = 0,23 \text{ хв.}$$

Загальна довжина обробки в напрямку подачі інструмента визначається з урахуванням основної оброблюваної поверхні, а також додаткових ділянок, необхідних для заходу та виходу різця, а також для виконання пробних проходів. Розрахунок здійснюється за такою формулою:

$$L = 15 + 0,54 + 3 + 6 = 24,54 \text{ мм.}$$

Обробка поверхні 3. Для третьої оброблюваної поверхні передбачено припуск на точіння в обсязі 0,54 мм. Кількість проходів інструмента, необхідних для повного зняття припуску, визначається за формулою:

$$i = z / t = 0,54 / 0,54 = 1.$$

Частота обертання деталі під час токарної або шліфувальної обробки визначається залежно від заданої швидкості різання та діаметра оброблюваної поверхні за такою формулою:

$$n = 1000 \cdot V_n / \pi \cdot d = 1000 \cdot 41 / 3,14 \cdot 26,2 = 498,4 \text{ хв}^{-1}.$$

Швидкість різання є одним з основоположних параметрів режиму обробки, що визначає лінійну швидкість взаємного переміщення ріжучого інструмента і заготовки. Її обчислюють за наступною формулою:

$$V = C / t^x \cdot S^y \cdot T^m = 41,7 / 0,54^{0,18} \cdot 0,2^{0,27} \cdot 90^{0,125} = 41 \text{ м/хв.}$$

$$C = 41,7, x = 0,18 \text{ і } y = 0,27.$$

Оперативний час, який характеризує тривалість виконання основної технологічної операції, визначається за формулою, що враховує довжину обробки, кількість проходів, подачу інструмента та частоту обертання деталі:

$$t_{\text{оп}} = t_o + t_b = 0,3 + 0,47 = 0,77 \text{ хв.}$$

Основний час, що відображає тривалість безпосереднього виконання головної технологічної операції з видалення припуску, розраховується за наступною формулою:

$$t_0 = L \cdot i / n \cdot S = 29,54 \cdot 1 / 498,4 \cdot 0,2 = 0,3 \text{ хв.}$$

Розрахункова довжина обробки в напрямку подачі визначається з урахуванням геометричних параметрів заготовки та технологічних потреб, зокрема зон заходу й виходу інструмента, а також пробних проходів. Вона обчислюється за наступною формулою:

$$L = 20 + 0,54 + 3 + 6 = 29,54 \text{ мм.}$$

Чистове шліфування. Обробка поверхні 2. Під час виконання чистового шліфування для поверхні 2 кількість проходів шліфувального круга визначається за спеціальною розрахунковою формулою, яка враховує загальний припуск на обробку та глибину знімання матеріалу за один прохід:

$$i = z / t,$$

$$i = 0,06 / 0,01 = 6.$$

Подовжня подача — це величина поступального переміщення шліфувального круга або деталі за один оберт деталі. Вона розраховується за формулою, яка враховує ширину контактної зони, ступінь перекриття та технічні вимоги до обробки:

$$S_{\Pi} = S_d \cdot B,$$

$$S_{\Pi} = 0,25 \cdot 20 = 5 \text{ мм / об;}$$

Параметри подачі та обертання при чистовому шліфуванні. Для чавунних деталей при чистовій шліфовці приймається подовжня подача в межах:

$$S_d = 0,75 \dots 0,85 \text{ мм/об.}$$

Окружна швидкість обертання деталі при чистовому шліфуванні повинна бути $V_d = 5 \text{ м/хв.}$

Частоту обертання деталі визначають за наступною формулою:

$$n = 1000 \cdot 5 / 3,14 \cdot 22,12 = 72 \text{ хв}^{-1}.$$

Швидкість позовжнього руху стола шліфувального верстата ($V_{ст}$) визначається з урахуванням позовжньої подачі, частоти обертання деталі та

забезпечення необхідного перекриття проходів. Розрахунок здійснюється за наступною формулою:

$$V_{\text{ст}} = 5 \cdot 72 / 1000 = 0,36 \text{ м/хв.}$$

Оперативний час при шліфувальній обробці визначається як загальна тривалість виконання технологічної операції з урахуванням основних параметрів процесу. Розрахунок здійснюється за формулою:

$$t_{\text{оп}} = t_o + t_{\text{в}},$$

Основний час при виконанні шліфувальних операцій характеризує інтервал, протягом якого здійснюється безпосереднє знімання шару матеріалу з поверхні деталі. Його обчислюють за формулою:

$$t_o = L K_i / n S.$$

$$L = l - 0,3 \cdot B.$$

$$L = 15 - 0,3 \cdot 20 = 9 \text{ мм.}$$

$$t_o = 9 \cdot 1,4 \cdot 6/72 \cdot 5 = 0,21 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{оп}} = 0,21 + 0,43 = 0,64 \text{ хв.}$$

Обробка поверхні 3. Кількість проходів i , необхідних для чистової обробки поверхні 3, визначають на основі співвідношення між загальним припуском на шліфування та допустимою глибиною знімання за один прохід. Розрахунок виконується за формулою:

$$i = 0,06 / 0,01 = 6.$$

Поздовжня подача визначає величину переміщення стола (або деталі) у поздовжньому напрямку за один оберт оброблюваної заготовки і впливає на рівномірність обробки поверхні. Розрахунок цього параметра здійснюється за формулою:

$$S_{\text{п}} = 0,25 \cdot 20 = 5 \text{ мм/об};$$

Розрахунок частоти обертання при чистовому шліфуванні чавунних деталей. Для шліфування чавунних заготовок рекомендоване значення подачі на оберт становить $S_{\text{д}} = 0,75 \dots 0,85 \text{ мм/об}$.

Окружна швидкість обертання деталі під час чистової обробки приймається на рівні $V_{\text{д}} = 5 \text{ м/хв.}$

Щоб визначити частоту обертання деталі, використовують таку розрахункову формулу:

$$n = 1000 \cdot 5 / 3,14 \cdot 26,12 = 61 \text{ хв}^{-1}.$$

Швидкість поздовжнього переміщення стола $V_{\text{ст}}$ при шліфуванні визначається як добуток подачі на оберт та частоти обертання деталі:

$$V_{\text{ст}} = 5 \cdot 61 / 1000 = 0,305 \text{ м/хв.}$$

$$L = 1 - 0,3 \cdot B.$$

$$L = 20 - 0,3 \cdot 20 = 14 \text{ мм.}$$

$$t_o = 14 \cdot 1,4 \cdot 6 / 61 \cdot 5 = 0,38 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{оп}} = 0,38 + 0,43 = 0,81 \text{ хв.}$$

Вибір режимів фрезерування. Обробка поверхні 1. 3 метою відновлення профілю шліців, зношених по товщині, обрано метод фрезерування на шліцефрезерному напівавтоматі Siemens BSH-620, який забезпечує високу точність та продуктивність обробки.

Для цієї операції глибину різання приймаємо $t=1,04$ мм.

Розрахункова довжина обробки L визначається з урахуванням геометричних параметрів шліцевої зони, а також додаткових припусків на вхід, вихід та врізання фрези. Формула має такий вигляд:

$$L = 45 + 11 + 4 = 60 \text{ мм}.$$

Величина врізання фрези l_1 яка є складовою частиною загальної довжини обробки, визначається з урахуванням глибини різання та геометрії ріжучого інструмента. Вона розраховується за такою формулою:

$$l_1 = \sqrt{t(D-t)} + (0,5 \div 3,0).$$

$$l_1 = \sqrt{1,04(80-1,04)} + 1,93 = 11 \text{ мм}.$$

Вибір інструмента та розрахунок частоти обертання шпинделя. Для виконання фрезерної операції відновлення шліців обрана черв'ячна фреза типу 6×28×34 згідно з вимогами ГОСТ 8027–86. Подача на оберт фрези становить $S_0 = 0,6$ мм/об, а рекомендована швидкість різання дорівнює $V_p = 24$ м/хв.

Для визначення розрахункової частоти обертання шпинделя n_p застосовують наступну залежність:

$$n_P = \frac{1000 \cdot V_P}{\pi \cdot D}$$

$$n_P = \frac{1000 \cdot 24}{3,14 \cdot 80} = 95,54 \text{ об/хв}$$

Прийняття фактичної частоти обертання та розрахунок хвилинної подачі фрези з урахуванням конструктивних можливостей обладнання та даних технічної документації, фактичну частоту обертання шпинделя приймаємо $n_\phi = 100$ об/хв, що є найближчим значенням до попередньо розрахованого n_P і забезпечує стабільну роботу фрезерного напівавтомата.

Розрахунок хвилинної подачі фрези S_{MP} (мм/хв) виконується за формулою:

$$S_{MP} = S_0 \cdot n_\phi$$

$$S_{MP} = 0,6 \cdot 100 = 60 \text{ мм/хв}$$

Уточнення фактичної подачі та розрахунок швидкості різання. Відповідно до технічної характеристики обладнання, для виконання фрезерної операції приймається фактична хвилинна подача $S_M = 60$ мм/хв, що є найближчим стандартним значенням до попередньо розрахованої подачі S_{MP} .

Після цього визначають фактичну швидкість різання V , яка відповідає встановленій частоті обертання шпинделя, за наступною залежністю:

$$V_P^\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_\phi}{1000}$$

$$V_P^\phi = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 100}{1000} = 25,12 \text{ м/хв}$$

Основний час, який характеризує тривалість безпосередньої роботи інструмента з видалення припуску, розраховується з урахуванням розрахункової довжини обробки, кількості проходів та фактичної подачі. Формула має такий вигляд:

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{S_M} = \frac{60 \cdot 1}{60} = 1 \text{ мхв}$$

Допоміжний час T_b враховує витрати часу на підготовчо-завершальні та допоміжні операції, які супроводжують основний технологічний процес (зміна

інструмента, установка та зняття деталі, переміщення вузлів верстата тощо).

Розрахунок цього часу здійснюється за узагальненою формулою:

$$T_B = T_{vy} + T_{vp.}$$

$$T_B = 1,3 + 1 = 2,3 \text{ хв.}$$

Додатковий час $T_{доп}$ включає витрати, пов'язані з контрольними операціями, усуненням незначних збоїв, коригуванням положення інструмента, очищенням робочої зони тощо. Він визначається у вигляді частки від оперативного часу та обчислюється за формулою:

$$T_{оп} = T_0 + T\theta$$

$$T_{оп} = 1 + 2,3 = 3,3 \text{ хв}$$

$$T_{доп} = \frac{K \cdot T_{оп}}{100}$$

Штучний час $T_{шт}$ відображає повну тривалість виконання однієї технологічної операції над одиницею продукції з урахуванням усіх складових. Його визначають як суму основного, допоміжного та додаткового часів:

$$T_{шт} = 1 + 2,3 + 0,231 = 3,531 \text{ хв.}$$

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Формування технічного завдання

У рамках даної інженерної розробки передбачено створення спеціалізованого механізованого засобу, призначеного для вертикального підйому та горизонтального переміщення елементів силової установки та трансмісії під час демонтажу й монтажу складових частин легкових транспортних засобів. Експлуатація пристрою планується у процесі виконання регламентних та ремонтно-відновлювальних заходів на технічних постах, обладнаних оглядовими ямами, підйомниками або естакадами.

Розроблюване обладнання призначене для локального підйому окремих агрегатів та вузлів, а також забезпечення їхньої зручної доставки до ремонтної зони в межах виробничої ділянки. Застосування такого пристрою дозволить оптимізувати процеси демонтажу, зменшити фізичні навантаження на персонал та підвищити загальну продуктивність обслуговування.

У якості об'єкта проектування обрано трансмісійну стійку, яка належить до найбільш часто використовуваного допоміжного обладнання на ділянках технічного обслуговування та поточного ремонту.

Основним завданням конструктивної розробки є створення модифікованого зразка трансмісійної стійки, що вирізняється зменшеною масою, полегшеною конструкцією, мобільністю, технологічністю у виготовленні та нижчою собівартістю у порівнянні з серійними аналогами.

Передбачене конструктивне рішення базується на адаптації інженерних рішень, реалізованих у саморобному пристрої для перекидання кузова автомобіля, що має у своїй основі жорсткий замкнутий профіль прямокутного перерізу зі сталевих сплавів.

Першочергово планується виготовлення одного дослідного зразка з використанням наявної матеріально-технічної бази підприємства. У разі позитивних результатів експлуатаційних випробувань допускається подальше впровадження у серійне виробництво або модернізація конструкції відповідно

до вимог та потреб виробничої структури.

Область застосування. Трансмісійна стійка належить до категорії допоміжного гаражного обладнання і призначена для використання переважно на ділянках технічного обслуговування та поточного ремонту автомобілів. Її функціональне призначення полягає у підйомі, фіксації та переміщенні агрегатів трансмісії у процесі демонтажу, встановлення або технічного обслуговування.

Підстави для розробки. Проектування трансмісійної стійки ґрунтується на вивченні аналогічних конструкцій, аналізі їх функціональних характеристик, а також на вивченні технічної документації і експлуатаційних інструкцій до пристроїв-прототипів.

Основні технічні вимоги. конструкція повинна забезпечувати швидке та зручне складання (легкозбірність);

вантажопідйомність не менше ніж 250 кг;

регульована висота підйому, при цьому максимальна робоча висота повинна складати не менше 1900 мм;

маса стійки не повинна перевищувати 30 кг;

конструкція має бути мобільною, транспортабельною та зручною для маневрування в умовах обмеженого простору.

Ергономічні вимоги

максимальна площа, яку займає пристрій у робочому положенні, не повинна перевищувати 1 м²;

елементи керування підйомним механізмом повинні розташовуватися на зручній для оператора висоті - орієнтовно 1500 мм від рівня підлоги.

Вимоги щодо забезпечення патентної чистоти

У процесі проектування конструкції необхідно керуватися принципом патентної безпеки, що передбачає використання лише загальнодоступних, стандартизованих механізмів та вузлів, які не порушують чинного патентного законодавства. При цьому доцільним є створення інженерних рішень, які будуть відмінними від вже реалізованих технічних аналогів, що дозволить підвищити унікальність конструкції та забезпечити її конкурентоспроможність.

Уніфікаційні критерії. З метою спрощення виробничого процесу та забезпечення ремонтопридатності, усі елементи конструкції повинні відповідати наступним вимогам:

бути легко доступними на ринку комплектуючих і матеріалів;
мати можливість взаємозаміни без ускладнення технічного обслуговування;

виготовлятися із застосуванням універсального технологічного оснащення, що не потребує спеціалізованого чи унікального обладнання.

Оцінка економічної доцільності. З огляду на ринкові умови, орієнтовна собівартість одного виробу становить приблизно 8 000 гривень. Виробнича програма на рік не регламентується й може варіюватися залежно від виробничих потреб, попиту чи можливостей підприємства.

3.2 Концепція технічного рішення

У межах реалізації технічного завдання передбачено проектування конструкції трансмісійної стійки, призначеної для експлуатації на ділянках поточного ремонту легкових автомобілів.

У результаті техніко-аналітичного опрацювання наявних технічних рішень та аналогічного обладнання виявлено низку конструктивних схем, що відрізняються від базового прототипу за компонованням та принципом дії. Разом з тим, жоден із проаналізованих зразків не відповідає повністю критеріям економічності, ергономічності та мобільності.

Серед виявлених недоліків типових конструкцій слід виокремити надмірну масу, значні витрати на виготовлення, а також обмежену транспортабельність, що ускладнює їх використання в умовах сервісних ділянок з обмеженим простором.

З огляду на це, було прийнято обґрунтоване рішення щодо розробки власної конструкції трансмісійної стійки, яка за функціональним призначенням є подібною до наявних аналогів, але реалізована на основі альтернативних інженерних підходів, адаптованих із конструкції саморобного опрокидувача

кузова автомобіля.

Ключовим конструктивним нововведенням є заміна традиційних рамних елементів на жорсткий замкнутий профіль прямокутного перерізу з металу, що дозволяє досягти високої міцності при зниженій масі конструкції. У ролі підйомного механізму обрано серійний гвинтовий домкрат, що характеризується простотою в експлуатації, достатньою вантажопідйомністю, широкою доступністю та низькою вартістю.

Реалізація такого технічного рішення дозволяє створити ефективну, економічно доцільну та технологічно доступну конструкцію трансмісійної стійки для потреб автосервісу.

У конструктивних вузлах передбачається застосування зварних з'єднань, виготовлених із попередньо розкrojених листових металевих заготовок. Хоча такий підхід може зумовити зростання матеріаломісткості конструкції, він дозволяє суттєво підвищити її міцність і довговічність за умови спрощеного виробничого процесу.

В основу проектування трансмісійної стійки покладено технічні рішення, запозичені зі схеми саморобного пристрою для перекидання кузова автомобіля. На базі аналізу його конструкції розроблено дослідний макет стійки (рисунок 3.1), виготовлений із матеріалів, що відповідають вимогам, наведеним у технічному описі до зазначеного прототипу.



Рис. 3.1. Базова модель конструкції розроблюваного пристрою.

Для реалізації каркасної частини виробу використано замкнутий профіль прямокутного перерізу з розмірами 20×20 мм, а також листову сталь товщиною 3 мм, що забезпечує конструктивну жорсткість і технологічність при збиранні.

З метою оптимізації процесу виготовлення та спрощення візуального проєктування було структуровано основні функціональні вузли майбутнього пристрою. До них віднесено: посилені поворотні опори на колесах, базовий візок (рисунок 3.2), вертикальний елемент тримача (рисунок 3.3. а), механізм підйому на основі гвинтового домкрата, силову балку підйому (рисунок 3.3.б), а також опорний елемент захоплення (рисунок 3.3.в).



Рис. 3.2. Візуалізація моделі опорної колісної бази.

З огляду на високу комерційну доступність та різноманіття моделей, доцільним визнано використання серійних промислових компонентів - зокрема, колісних опор і гвинтового домкрата, що відповідають вимогам експлуатаційної надійності. Решта складових частин конструкції планується до виготовлення в умовах виробничого підрозділу підприємства, що забезпечить гнучкість адаптації конструкції до конкретних технічних потреб і можливість подальшої модифікації.

Для підтвердження працездатності й структурної надійності розробленої моделі було проведено комп'ютерне моделювання напружено-деформованого стану конструкції під дією зовнішнього навантаження. Зокрема, у віртуальному середовищі було реалізовано прикладення статичного навантаження масою 250 кг, що відображає типові експлуатаційні навантаження при піддомкрачуванні вузлів трансмісійної системи транспортного засобу. Аналіз (рисунок 3.4) дозволив оцінити розподіл навантаження на конструктивні елементи та переконатися в їх достатньому запасі міцності для безпечної роботи в умовах

автосервісу.

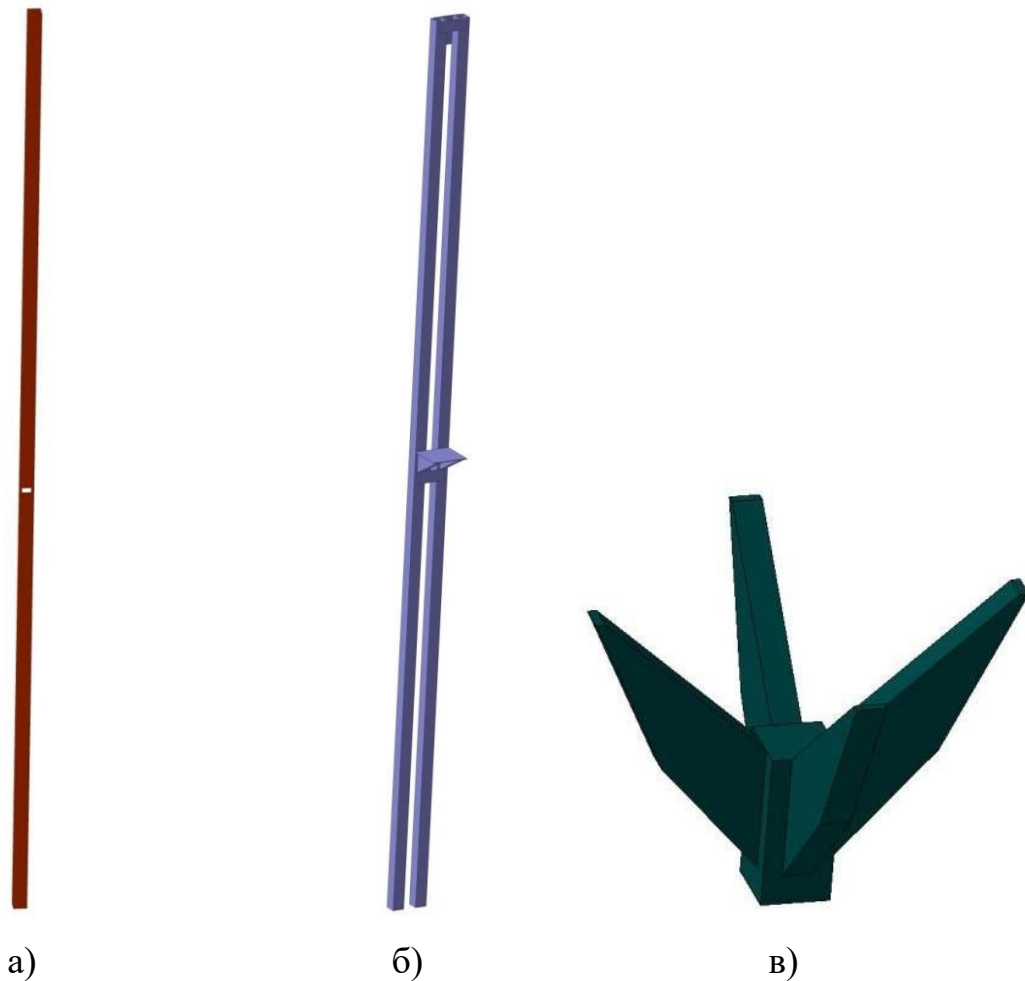


Рис. 3.3. Схематична модель основних складових трансмісійної конструкції
а – вертикальний тримальний елемент, б – силова балка підйому, в – опорно-захоплювальний вузол.

У процесі чисельного аналізу навантаження геометрична модель конструкції була дискретизована методом скінченних елементів на 115 800 окремих елементів, що формують сітку з 80 000 вузлових точок (рисунок 3.5). Кожна з отриманих ділянок розглядається як незалежний фрагмент, для якого програмне забезпечення обчислює напружено-деформований стан із урахуванням взаємодії з сусідніми зонами.

На основі результатів чисельного моделювання (рисунок 3.6) було виявлено зони з максимальною концентрацією зусиль, а також визначено величини переміщень, що виникають у структурних елементах під дією прикладеної сили в 2500 Н. Отримані значення деформацій не перевищують нормативно допустимих меж для сталевих зварних конструкцій аналогічного

типу, що дозволяє зробити висновок про функціональну придатність і надійність запропонованої інженерної моделі в умовах реальної експлуатації.

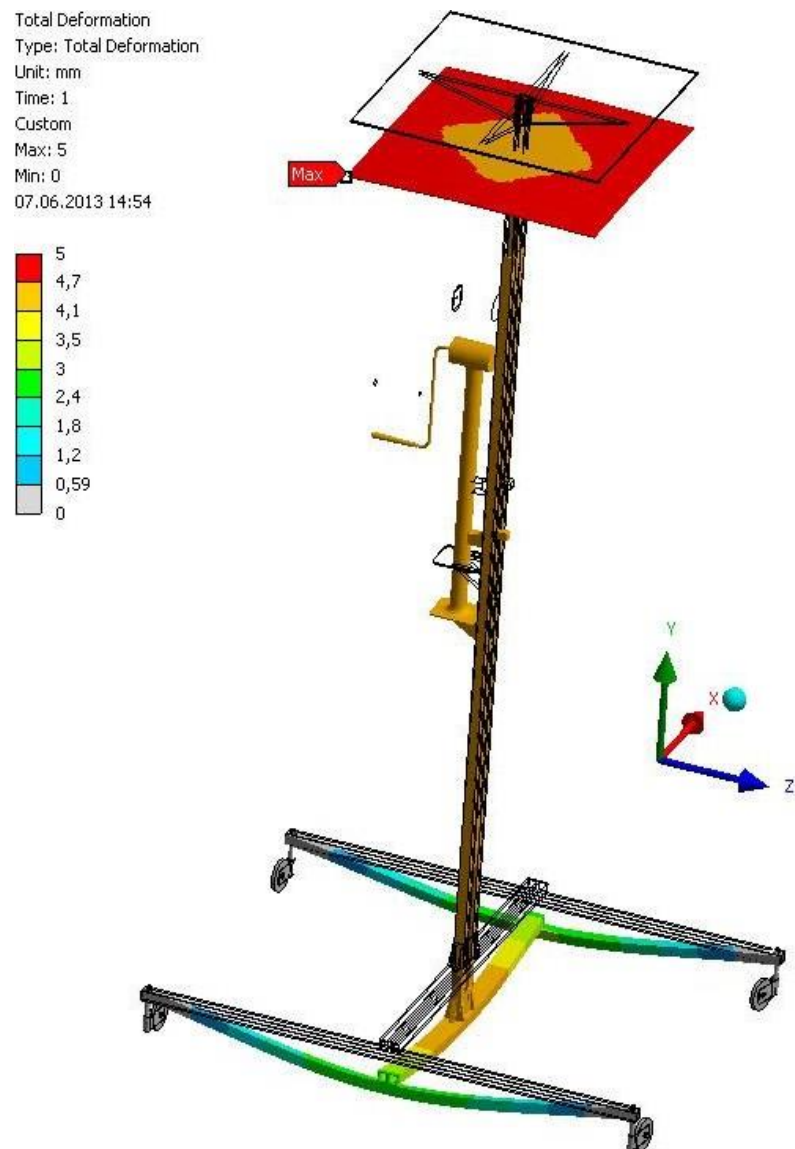


Рис. 3.4. Візуалізація результатів навантажувального моделювання проєктованої конструкції

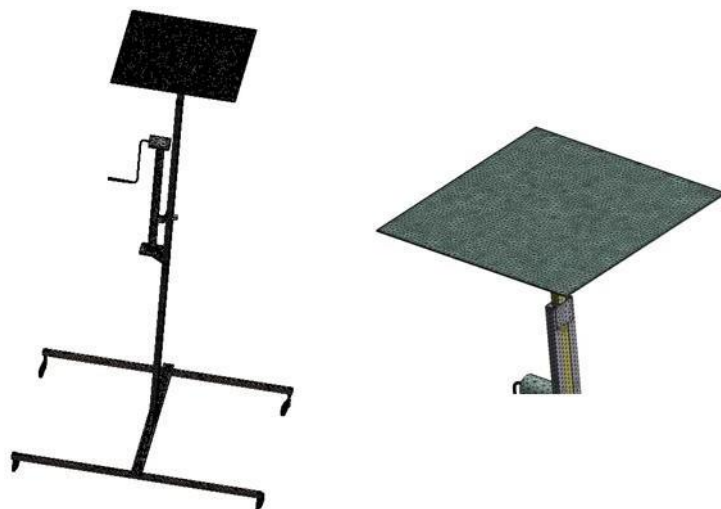


Рис. 3.5. Сіткова модель розподілу навантаження в конструкції.

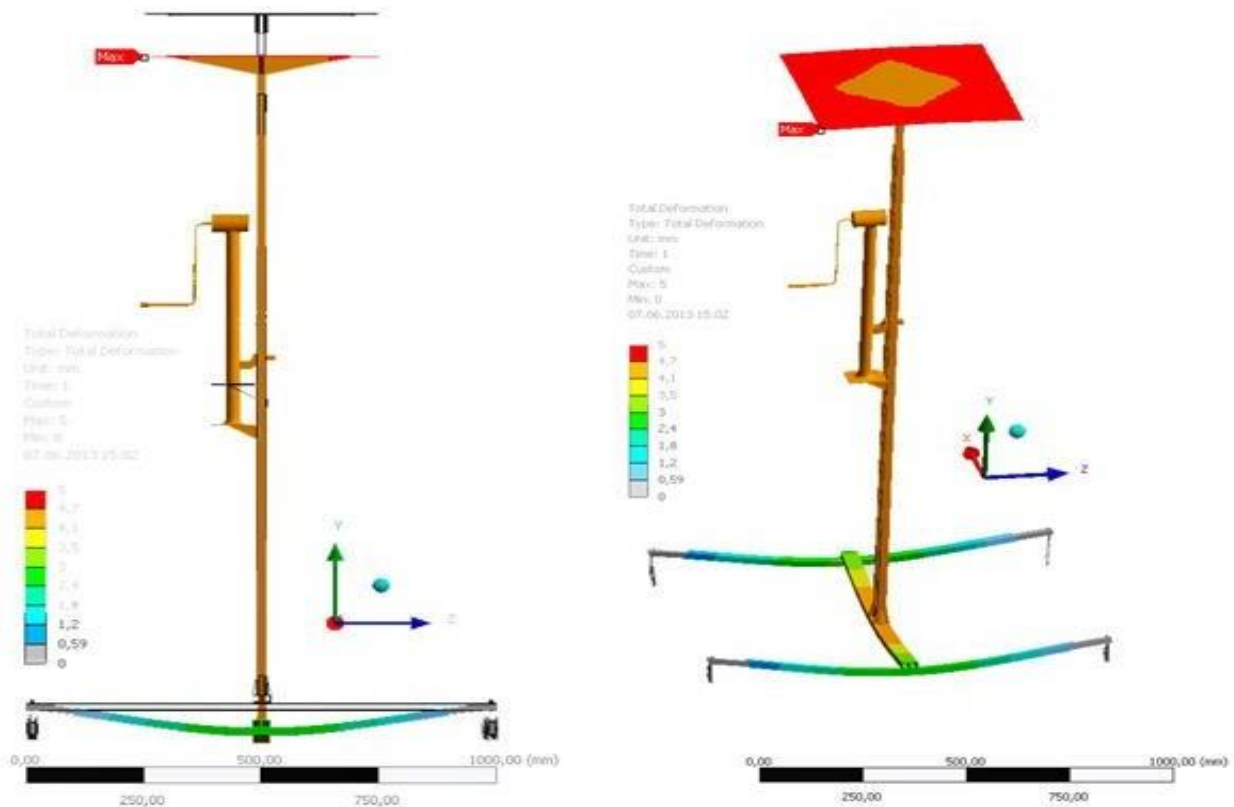


Рис. 3.6. Аналіз реакції моделі обладнання на прикладене навантаження.

В основу проєктування було покладено конструктивну схему, що ґрунтується на технічних принципах, реалізованих у саморобному автомобільному опрокидувачі. Таке інженерне рішення дозволяє сформувати достатній запас міцності для забезпечення розрахункової вантажопідйомності конструкції на рівні 500 кг.

Як основний матеріал несучих елементів запроєктованого обладнання обрано сталевий замкнутий профіль прямокутного перерізу з розмірами 40×40 мм та 80×40 мм, що дозволяє оптимізувати співвідношення маси й міцності.

З метою підвищення експлуатаційної безпеки та поліпшення стійкості під час транспортування конструкції, було передбачено її конструктивне підсилення. Зокрема, до колісної основи (рисунок 3.7) додатково інтегрується жорстка опорна балка, яка взаємодіє з вузлом тримача, перешкоджаючи його випадковому зміщенню або перекиданню, що дозволяє підвищити стабільність конструкції під навантаженням.

У центральній частині конструкції, до двох поперечних балок каркаса колісної бази з профілю 40×40 мм, за допомогою зварювання закріплюється напрямна гільза тримача. Її основне призначення - утримання вертикального

положення тримальної балки та запобігання її нестабільному зміщенню чи перекиданню під час експлуатації.

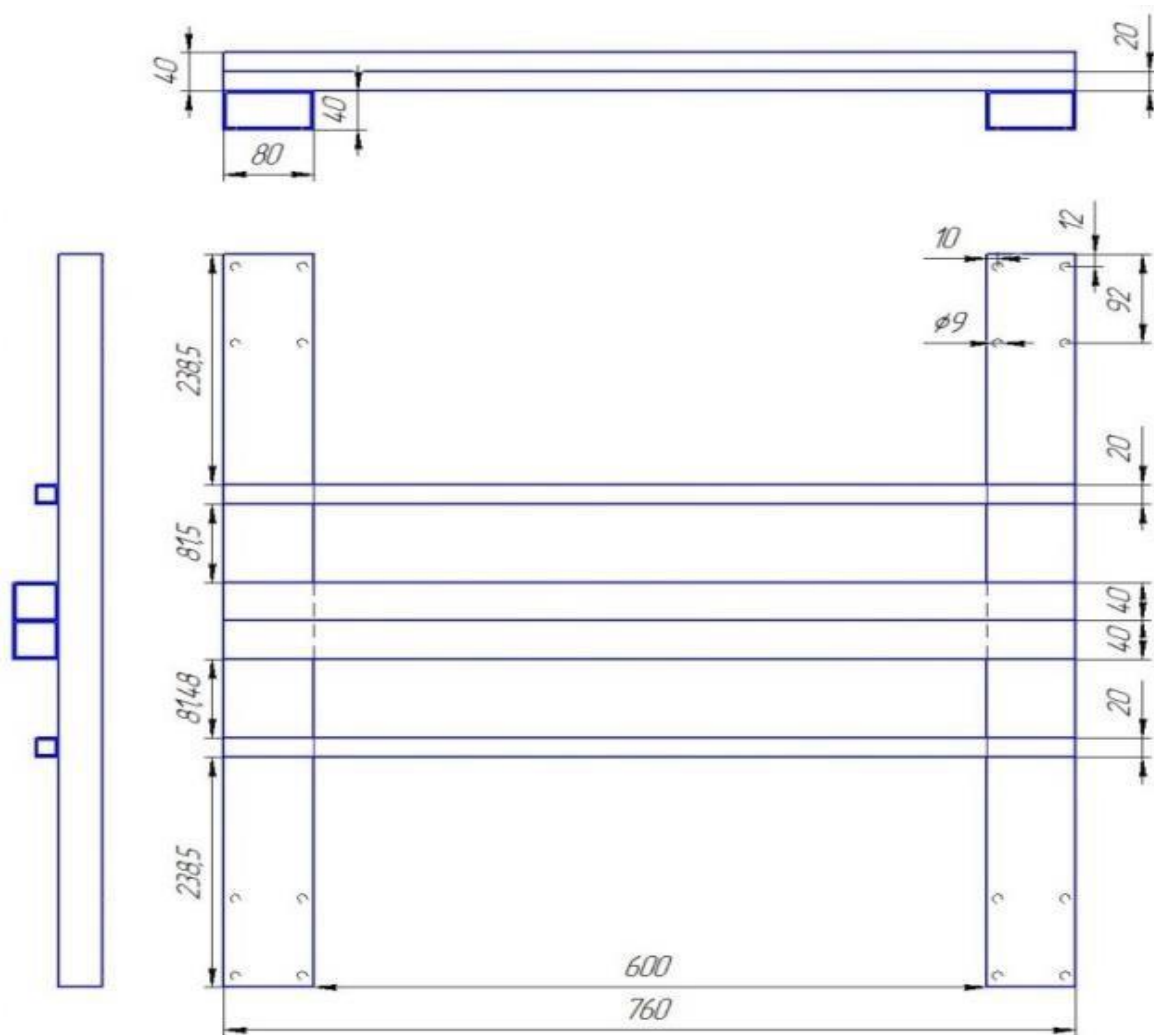


Рис. 3.7. Креслення колiсної бази.

Колiсні елементи встановлюються на нижню площину поздовжніх несучих балок розміром 80×40 мм. Для цього в тiлi профiлю формуються монтажні отвори, що забезпечують жорстке кріплення за допомогою болтових з'єднань.

Гiльза тримача виготовляється зi сталевого листового матерiалу та конструктивно укріплена чотирма опорними ребрами, що орієнтовані в перпендикулярних напрямках і замикаються на каркасі колiсної бази. Така схема з'єднання сприяє підвищенню стійкості вузла в умовах динамічних навантажень і підвищує загальну жорсткість конструкції.

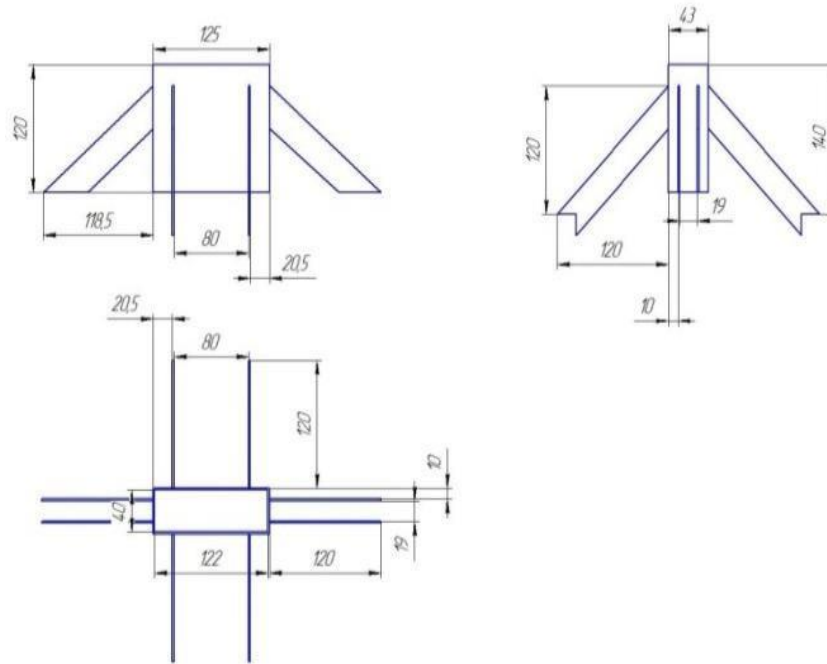


Рис. 3.8. Циліндрична гільза вузла балки тримача.

Конструктивним призначенням балки тримача є забезпечення стійкого монтажу підйомного пристрою та механічне обмеження переміщень підйомної балки з метою недопущення її перекидання чи випадкового вислизання під час експлуатації. Як основний елемент підйомного механізму обрано серійний гвинтовий домкрат, встановлений на спеціалізованій монтажній платформі, яка опирається на систему жорстких упорів, інтегрованих між двома взаємно паралельними балками тримача.

Для забезпечення фіксації домкрата на поверхні платформи, в основі самого домкрата та в корпусі платформи передбачено чотири отвори, що дозволяють виконати болтове з'єднання, гарантувавши тим самим стабільність вузла в умовах навантаження.

Щоб зафіксувати підйомну балку у внутрішньому просторі між балками тримача, частина проміжку між ними перекривається привареними сталевими пластинами. Така конфігурація дозволяє механічно заблокувати коливання та можливість перекидання підйомної балки у двох площинах за рахунок самих балок, а ще у двох – завдяки додатковим зварним елементам (рисунок 3.9). Окремо варто зазначити, що з боку встановлення домкрата його корпус виконує роль природного обмежувача, тому в цій зоні пластини монтуються лише у верхній і нижній частинах. Водночас, на протилежному боці, де немає такого

обмежувального елемента, суцільна металева пластина перекриває всю довжину ходу балки, запобігаючи її зсуву та забезпечуючи додаткову стабільність.

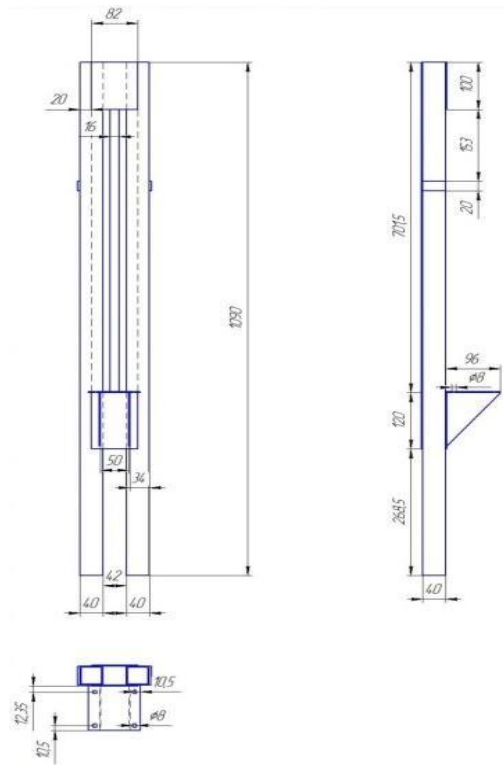


Рис. 3.9. Вертикальна стійка тримальної частини.

Підйомна балка представлена як сталевий замкнутий профіль прямокутного перерізу з розмірами 40×40 мм, орієнтований вертикально в межах простору між парою несучих балок тримача. У її стінці виконано поздовжній наскрізний виріз, що служить отвором для фіксувального пальця гвинтового домкрата. Саме за допомогою цього пальця забезпечується утримання підйомної балки у необхідному положенні та реалізується її поступальний рух у вертикальній площині на всю довжину робочого ходу домкрата.

З метою підвищення експлуатаційної надійності та запобігання будь-яким коливанням домкрата або його зсуву відносно вертикальної осі передбачається застосування додаткового фіксувального елемента – стабілізуючої вилки (рисунок 3.20). Ця вилка встановлюється у верхній частині вузла, охоплюючи стійку з боку, де закріплений домкрат, безпосередньо під регульовальною ручкою механізму підйому.

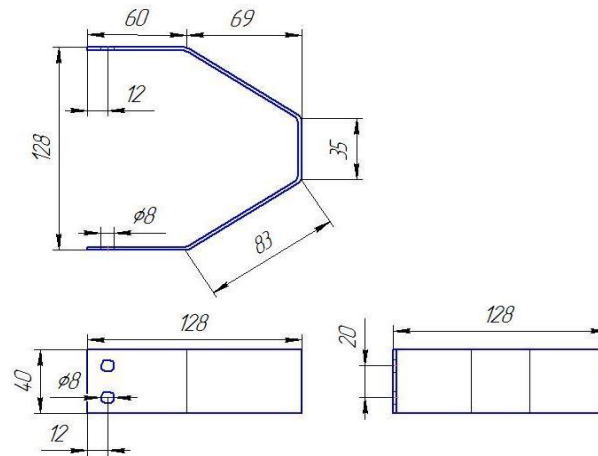


Рис. 3.20. Фіксувальна вилка.

Для запобігання сповзанню вилки вниз конструктивно передбачено обмежувальні упори у вигляді металевих пластин, що приварюються по боках балок стійки. У площині, перпендикулярній напрямку руху, додаткова фіксація стабілізуючої вилки виконується за допомогою штифта з високоміцного металу, що проходить крізь монтажний отвір.

Функціональний елемент підхоплення (рисунки 3.21) призначений для надійного утримання вузлів та агрегатів у процесі їх підйому, опускання або переміщення до зони технічного обслуговування чи ремонту. Конструктивно він виконаний у вигляді знімної насадки, що монтується на верхню частину підйомної балки.

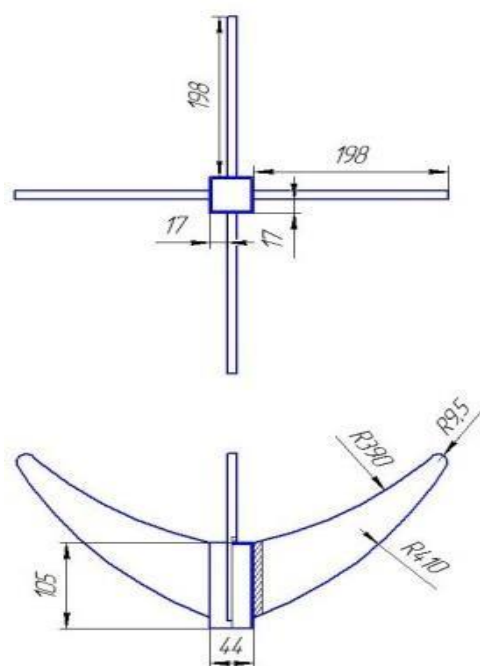


Рис. 3.21. Підхват.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Аналіз і ідентифікація небезпечних і шкідливих виробничих чинників

На рисунку 4.1 приведена схема небезпечних і шкідливих виробничих чинників.

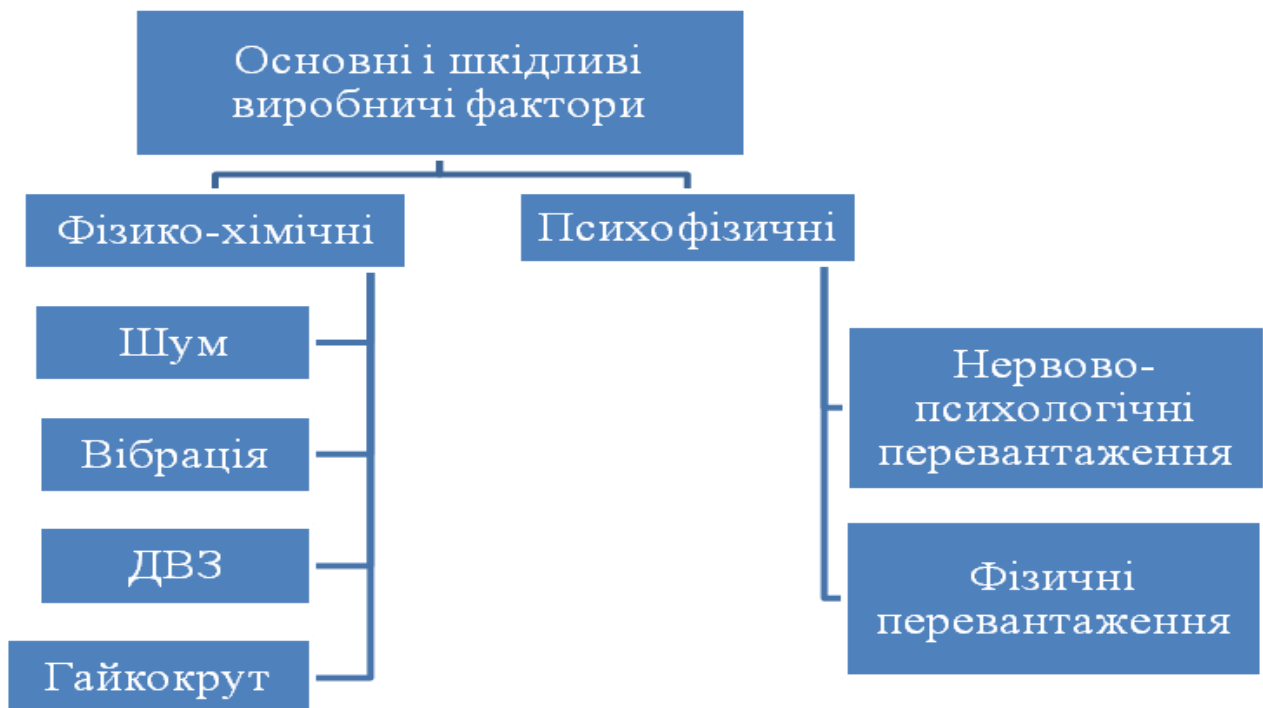


Рисунок 4.1 - Схема небезпечних і шкідливих виробничих чинників

У зоні ТО і ПР важкі умови праці, які чинять на здоров'я людини шкідливу дію. Небезпечні і шкідливі виробничі чинники в зоні ТО і ПР приведені в таблиці 4.1.

Дія небезпечних і шкідливих виробничих чинників на тих, що працюють:

- рухомі машини і механізми. Створюють небезпеку затискання робітника, нанесення йому механічних ушкоджень, травм, каліцтв;
- підвищена загазованість повітря. Викликає отруєння організму, роздратування слизової оболонки очей, верхніх дихальних шляхів. Може викликати захворювання легенів (фіброгенна дія);

- рухомі частини виробничого обладнання. Створюють небезпеку отримання серйозних травм, каліцтв, затискання робітника, нанесення йому механічних пошкоджень;

Таблиця 4.1 - Небезпечні і шкідливі виробничі чинники

№ п\п	Найменування НШВЧ	Джерело НШВЧ
I.	Фізичні:	
	Рухомі машини і механізми	Підйомник, рухомі автомобілі
	Підвищена загазованість повітря	Працюючі двигуни автомобілів
	Рухомі частини виробничого обладнання	Підйомник канава, кран підвісний
	Підвищений рівень шуму	Працюючі двигуни автомобілів, гайкокрут
	Підвищений рівень вібрації	Гайкокрут
	Підвищена напруга електричного ланцюга	Усі електроприлади, електропроводка
II.	Хімічні:	
	Загальнотоксичні речовини (свинець, окис вуглецю)	Працюючі двигуни автомобілів
	Дратівливі речовини (оксиди азоту)	
	Канцерогенні речовини (3,4-бензапирен)	
	Мутагенні речовини (свинець)	
	Речовини, що впливають на репродуктивну функцію (свинець)	
III.	Психофізіологічні:	
	Фізичні (статичні) перевантаження	Знаходження в одному положенні при демонтажі вузлів і механізмів
	Перенапруження слухових аналізаторів	Шум працюючого двигуна

- підвищений рівень шуму. Чинить вплив на серцево-судинну систему, органи слуху, можливе виникнення явища резонансу внутрішніх органів. Викликає стомлюваність, іноді часткову втрату слуху;

- підвищений рівень вібрації. Це явище може викликати віброхворобу (головні болі, безсоння, запаморочення, деформація і збільшення рухливості суглобів і так далі). Можливе виникнення явища резонансу внутрішніх органів. Погіршується вестибулярний апарат, з'являються запаморочення, нудота, блювота;

- підвищена напруга електричного ланцюга. При проходженні через людину електричний струм робить наступні дії:

1. Термічні: опіки, нагрів судин, тканин, нервів і так далі;

2. Електролітичні: розкладання крові і плазми;

3. Біологічні: збудження живих тканин організму, судоми дихання і кровообігу. загальнотоксичні речовини. Створюють небезпеку отруєння всього організму; дратівливі речовини. Викликають роздратування слизової оболонки, оболонок дихального тракту; канцерогенні речовини. Створюють небезпеку виникнення ракових захворювань; мутагенні речовини. Впливають на зміну спадкової інформації; речовини, що впливають на репродуктивну функцію. Чинять небезпечний вплив на репродуктивну функцію; фізичні (статичні) перевантаження. Викликають швидке стомлення, загальну втому; перенапруження слухових аналізаторів. Чинить вплив на органи слуху, можливе виникнення явища резонансу внутрішніх органів. Викликає стомлюваність, іноді часткову втрату слуху.

4.3 Організація робочих місць, санітарно-гігієнічних вимог, вентиляції, освітлення, мікроклімату у агрегатному відділенні

Перед початком роботи:

надіти і привести в порядок спецодяг;

підготувати робоче місце до безпечної роботи, Прибрати сторонні предмети, звільнити проходи. Переконатись, що робоче місце добре освітлене.

Робочий інструмент, пристрої розкласти в зручному і безпечному для використання порядку та перевірити їх справність;

Під час роботи:

зняття, транспортування і постановку вузлів та агрегатів на стенди проводити тільки за допомогою підйомно-транспортних засобів;

розбирання і збирання агрегатів виконувати тільки на столі чи на стендах з допомогою зйомників, гайкокрутів та відповідних пристроїв;

при збиранні і випробовуванні агрегат на стенді надійно закріпити;

несправні болти необхідно зрізати ножівкою чи зрубувати зубилом;

зняття та постановку пружин проводити з допомогою спеціальних пристроїв;

забороняється здувати металеву стружку з верстака чи з деталі стиснутим повітрям;

зняті деталі класти на стелажі;

забороняється зберігати в ящиках разом з інструментом металеві обрізки та дроти;

забороняється використовувати етиловий бензин для миття деталей та вузлів;

не допускати попадання мастильних матеріалів на підлогу;

при отриманні травми на виробництві необхідно звернутись за допомогою і повідомити майстра.

Після закінчення роботи:

виключити обладнання і привести робоче місце в порядок. Прибрати інструмент і пристрої у відведене для них місце.

Небезпечні та шкідливі фактори в агрегатному відділенні

В агрегатному відділенні виконують роботи по мийці, огляду, демонтажу, ремонту і збиранню агрегатів і вузлів автомобілів. Для миття деталей та вузлів використовують миючі засоби і спеціальне обладнання. В якості миючих засобів застосовують водні розчини, суміші електrolітів і синтетичних поверхнево- активних речовин. Такі речовини здатні роз'ятрювати шкіру, викликають дерматити і опіки. Для усунення піноутворення в миючі засоби

вводять піногасники (дизпаливо, гас, уайт-спірит), випаровування яких є токсичним для організму.

При розбиранні агрегатів, роботах по транспортуванню, деяких механічних операціях (заточуванню, шліфуванню), створюється пил який шкідливо впливає на дихальні шляхи людини, викликаючи захворювання легень. При розбиранні агрегатів, роботі з абразивними інструментами утворюється пил, який вміщує вільний кристалічний двооксид кремнію, постійні вдихання якого веде до захворювання на силікоз легень. Абразивний пил (при заточних роботах) може привести до помутніння роговиці очей, викликаючи запалення оболонки ока.

При виконанні мийних робіт в агрегатному відділенні необхідно користуватись засобами індивідуального захисту: захисними окулярами, респіраторами, рукавицями.

Для огляду і ремонту агрегатів у відділенні використовують вантажозахватні пристрої і стенди. При роботі на них агрегат (двигун, коробку передач і т.п.) піднімають на деяку відстань над підлогою, закріплюючи його в певному положенні. Якщо кріпильні чи затискні пристрої несправні, неміцні це може призвести до самовільного перекидання, або опускання агрегату. Це в свою чергу веде до травмування робітника. Транспортування тяжких деталей і вузлів без засобів механізації, використання неякісного і несправного інструменту також збільшує можливість виникнення травми.

Для того, щоб запобігти впливу небезпечних факторів при роботі в агрегатному відділенні, необхідно чітко дотримуватись правил техніки безпеки.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Розділ 1 демонструє глибоке розуміння будови та принципу дії КПП, наведено конструктивні особливості КПП Golf, що підтверджує якісне засвоєння теоретичних знань. Окрему увагу приділено аналізу типових несправностей КПП та їх усуненню — цей блок чітко систематизований, практично орієнтований, представлений у зручній табличній формі.

2. Рівень опрацювання технологічного процесу. У розділі 2 представлено структуровану розробку маршруту демонтажу КПП, дефектації та відновлення проміжного валу. Позитивно відзначається застосування подефектного підходу, актуального для ремонтного виробництва з одиничним або дрібносерійним характером. Всі етапи технології (очищення, наплавлення, обробка, контроль) супроводжуються конкретними розрахунками режимів обробки та вибором інструменту й обладнання.

3. Розрахункова частина. Обсяг і точність розрахунків підтверджують аналітичні навички здобувача. Розраховано параметри шліфування, токарної обробки, режимів наплавлення. Враховано фізико-механічні характеристики матеріалів, режими різання, коефіцієнти стійкості, що свідчить про знання основ техніки машинобудування, термомеханіки та матеріалознавства.

4. Конструкторське вирішення. Розробка трансмісійної стійки є практично значущим компонентом роботи. Проєкт продемонстрував креативний підхід до полегшення конструкції за збереження вантажопідйомності. Студентом виконано повний цикл: від постановки технічного завдання до CAD-моделювання і перевірки міцності методом скінченних елементів. Це дозволяє розглядати його конструкцію як конкурентоздатну для впровадження в малосерійне виробництво.

5. Дотримання вимог охорони праці. В розділі 4 систематизовано небезпечні і шкідливі виробничі чинники, зокрема для агрегатного відділення. Наведені заходи безпеки відповідають ДСТУ та нормам охорони праці, що підтверджує відповідальне ставлення до питань безпеки життєдіяльності.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, Гупка А.Б., Хорошун Р.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2022. – 61 с.
2. Кисликов В.Ф., В.В. Лущик Будова і експлуатація автомобілів. Підручник - Либідь м.Київ, 2018 – 400с.
3. Кузьмінський Р.Д., Шарибура А.О Технічний сервіс. Ремонт електрообладнання тракторів і автомобілів Львів 2017 – 376 с
4. Сукач М.К. Технічний сервіс машин. Навч. пос.. Гриф МОНМСУ - Ліра-К, 2017 – 288 с
5. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017, - 324 с
6. Per Enge (Author), Nick Enge (Author), Stephen Zoepf Electric Vehicle Engineering 1st Edition, Kindle Editio McGraw Hill; 1st edition (January 24, 2021) - 209 pages
7. Tom Denton Electric and Hybrid Vehicles 2nd Edition, Kindle Edition Routledge; 2nd edition (June 29, 2020)- 222 pages
8. Коробочка О.М. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту: Навч. посібник / Коробочка О.М., Скорняков Е.С., Сасов О.О. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2007 – 252 с.
9. Кукурудзяк, Ю. Ю. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР навчальний посібник / Ю. Ю. Кукурудзяк, В. В. Біліченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.
10. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Книга 1 :теоретичні основи. Технологія: підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигиринець – К. : "Вища школа", 1994. – 342 с.
11. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Книга 2: організація, планування і управління : підручник / В. Є.

Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигиринець – К.: "Вища школа", 1994. – 383 с.

12. Курніков І. П. Технологічне проектування підприємств автомобільного транспорту : навчальний посібник / І. П. Курніков, М. К. Корольов, В. М. Токаренко. – К. : Вища школа, 1993. – 191 с.

13. Автомобілі. Теорія : навч. посіб. / В.П. Сахно, В.І. Сирота, В.М. Поляков, В. Г. Головань, О.В. Лисий; Військ. акад. - Одеса: Військ. акад., 2017. - 412 с.

14. Кисликов В.Ф., Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. -. 8-те вид. - К.: Либідь, 2018. - 400 с.

15. Кисликов В.Ф. Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів. – К.: Либідь, 2016. – 400 с. 5. Ю.А.

16. О.П. Строков, М.Г. Макаренко, В.Ф.Фролов Технічне обслуговування та ремонт вантажних і легкових автомобілів, автобусів. Підручник: У 2 кн. К.: Грамота, 2005.

17. Войналович, О. В., Марчиниша, Є. І., Кофто, Д. Г. (2020). Охорона праці в галузі (автомобільний транспорт): навчальний посібник. Харків: ХНАДУ. 695 с.

18. Ткаченко І. Г., Левкович М. Г. Конспект лекцій з дисципліни «Надійність транспортних засобів». Тернопіль : ТНТУ, 2024. 118 с.