

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу ремонту автомобільних і тракторних шин для СТО «АвтоТерра»

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

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Олег ІЛЬКІВ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Роман
РОГАТИНСЬКИЙ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Марія СПРАВСЬКА

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2024

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)

«29» січня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Ільківу Олегу Богдановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу ремонту автомобільних і тракторних шин для СТО «АвтоТерра»

Керівник роботи Рогатинський Р.М., д.т.н., професор.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 29 » січня 2024 року № 4/7-73

2. Термін подання студентом завершеної роботи 24 червня 2024

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес ремонту автомобільних і тракторних шин для СТО «АвтоТерра»

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)

Гідропідійомник – А1;

Візок із зйомником для зняття і транспортування коліс – А1;

Стенд для бортування коліс – А1;

Захисна клітка з дозатором – 1А1;

Стенд для випробування шин коліс – А1;

Шиномонтажна дільниця – 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 29.січня 2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	15.02.2024	
2	Технологічний розділ	14.03.2024	
3	Конструкторський розділ	18.04.2024	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	08.05.2024	
5	Оформлення графічної частини	22.05.2024	
6	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра	26.06.2024	

Студент

_____ (підпис)

Олег ІЛЬКІВ

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Роман РОГАТИНСЬКИЙ

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: «Розроблення технологічного процесу ремонту автомобільних і тракторних шин для СТО «АвтоТерра»».

Робота виконана на кафедрі автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра д.т.н., професор Рогатинський Р.М.

Пояснювальна записка складається з чотирьох розділів і 51 сторінки формату А4 та 6 аркушів формату А1 графічної частини 1 сторінки додатків.

Ключові слова: вулканізація, відновлення, шини, ефективність, контроль якості.

ЗМІСТ

Вступ	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Аналіз пошкоджень автомобільних шин.....	8
1.2 Перестановка коліс автомобіля.....	10
1.3 Постанова завдання на виконання кваліфікаційної роботи бакалавра...	11
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	13
2.1 Опис технологічної організації місця для заміни коліс.....	13
2.2 Опис зони шино монтажу.....	14
2.3 Опис секції вулканізації.....	15
2.4 Опис приміщення для зберігання шин.....	15
2.5 Опис етапів технологічного процесу у відділеннях шиномонтажу та шиноремонту.....	16
2.6 Розрахунок вартості ремонту автомобільної шини та камери.....	23
2.7 Технічне обслуговування запасної шини.....	24
2.8 Рекомендації щодо зберігання шин.....	25
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	26
3.1 Конструкція, функціональність та механізм дії підйомника.....	26
3.1.1 Обчислення вигину лонжерона верхньої частини каркаса.....	31
3.1.2 Аналіз деформації лонжеронів підйомного пристрою.....	32
3.1.3 Обчислення міцності болтів, які з'єднують лонжерон підйомного агрегату з верхньою частиною каркаса.....	32
3.1.4 Аналіз осей шарнірів на стійкість до зсувних навантажень.....	33
3.1.5 Оцінка міцності втулки на стійкість проти розсічення.....	34
3.1.6 Аналіз міцності нижньої частини опори шарніра на торсійні напруження.....	34
3.1.7 Обчислення та добір основних анкерних болтів.....	35
3.2 Процес виробництва пневматичної камери.....	36
3.3 Монтаж та тестування підйомника.....	39
3.4 Експлуатація пневматичного підйомника.....	42
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	44

4.1 Характеристика і аналіз потенційних небезпек при проектуванні шиномонтажної ділянки.....	44
4.2 Комплексні заходи фактичної розробки і відображення БЖД.....	47
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	49
БІБЛІОГРАФІЯ.....	50
ДОДАТКИ	

ВСТУП

У сучасному світі транспорт є невід'ємною частиною повсякденного життя, а правильне та ефективне обслуговування транспортних засобів відіграє критичну роль у забезпеченні їх надійності та безпеки. Одним з ключових аспектів обслуговування є ремонт та відновлення шин, які є основою безпеки та ефективності будь-якого автомобіля чи трактора. Визнаючи це, темою моєї кваліфікаційної роботи бакалавра стало "Розроблення технологічного процесу ремонту автомобільних і тракторних шин для СТО «АвтоТерра»".

Головною метою даної роботи є розробка оптимізованого та ефективного процесу ремонту шин, що дозволить не тільки знизити витрати на обслуговування, але й значно підвищити безпеку руху. Робота передбачає аналіз існуючих технологій ремонту шин, вивчення матеріалів і методик, які використовуються в індустрії, а також розробку детальних рекомендацій для їх впровадження на СТО «АвтоТерра».

Таким чином, кваліфікаційна робота покликана стати значним внеском у розвиток технічного обслуговування автомобільних і тракторних шин, пропонуючи практичні рішення для підвищення ефективності роботи СТО та забезпечення вищого рівня безпеки дорожнього руху.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз пошкоджень автомобільних шин

Щоб встановити, чи варто продовжувати використовувати шини, включно із запасною, рекомендовано здійснювати їх періодичну перевірку фахівцем з обслуговування шин під час стандартних процедур обслуговування, як-от заміна оливи чи перестановка шин. Довговічність шин залежить не лише від ступеню зносу протектора, а й від загального стану та умов експлуатації транспортного засобу. При вирішенні питання про заміну шин необхідно враховувати всі ці аспекти.

Дотримуйтеся конкретних рекомендацій виробників автомобілів та шин, якщо такі є, щодо терміну служби та заміни шин. Щоб визначити вік шини, слід знайти останні чотири цифри у номері ідентифікації шини DOT. Наприклад, шина з номером ідентифікації DOT, що закінчується чотирма цифрами 0309, вказує, що вона була виготовлена на третьому тижні 2009 року.

Шини, які були остаточно вилучені з експлуатації, слід зробити непридатними до використання та знищити, щоб ніхто інший не міг їх використовувати.

Термін служби шин не визначається хронологічним віком — шини складаються з різних матеріалів, включаючи гуму, яка має властивості, необхідні для належної роботи шини. Властивості цих компонентів змінюються внаслідок часу, умов експлуатації та зберігання. Для кожної окремої шини ці зміни залежать від багатьох факторів, таких як температура, умови зберігання та умови використання (наприклад, навантаження, швидкість, тиск накачування, удари та пошкодження від дорожніх перешкод), яким піддається шина протягом її життя. Оскільки умови експлуатації та зберігання значно різняться, точне прогнозування терміну служби будь-якої конкретної шини на основі календарного віку неможливе, які б встановлювали або визначали конкретний мінімальний або максимальний термін служби для шин легкових та легких вантажних автомобілів. Однак, у деяких випадках виробник шин або автомобілів може дати конкретну рекомендацію щодо заміни своєї продукції.

Якщо так, споживачам слід звернутися до виробника з будь-якими запитаннями щодо дотримання цієї рекомендації. Крім того, таку рекомендацію не слід розглядати як мінімальний термін служби шини.



Їзда на спущеній шині
(з розривом)

Їзда на спущеній шині



Прокол

Відшарування протектора



Неправильний ремонт

Відшарування боковини



Пошкодження від удару

Розрив протектора



Випинання – зовнішнє

Пошкодження обода

Розрив боковини



Розріз/розрив бурта

Діагональні тріщини

Озонові/метеорологічні тріщини

Рис. 1.1. Поширені приклади пошкоджень шин.

1.2 Перестановка коліс автомобіля

Якщо немає конкретних рекомендацій від виробника авто про ротацію, потрібно слідувати показаним патернам престановки, як на рисунку 1.2. Важливо зауважити, що деякі типи шин, такі як напрямні та асиметричні, не підлягають стандартній престановки. Також, на деяких автомобілях можуть бути встановлені шини різних розмірів на передній і задній осях, що має свої обмеження для престановки.

У таких специфічних випадках слід дотримуватися рекомендацій, вказаних у керівництві власника авто про правильну ротацію.

Під час престановки шин критично важливо відрегулювати тиск в шинах відповідно до їх нових позицій згідно з рекомендаціями виробника авто; дивіться на табличку з даними про шини, сертифікаційний ярлик або керівництво власника. Недостатній тиск може спричинити швидкий або ненормальний знос протектора, погіршення управління автомобілем та зниження економічності витрати палива. Занадто високий тиск також може привести до швидкого чи ненормального зносу протектора, зниження зчеплення та передчасного зносу компонентів підвіски. Неправильний тиск в шинах може спричинити відшарування протектора або ременя шини, що може в майбутньому призвести до аварії та серйозних травм або навіть смерті.

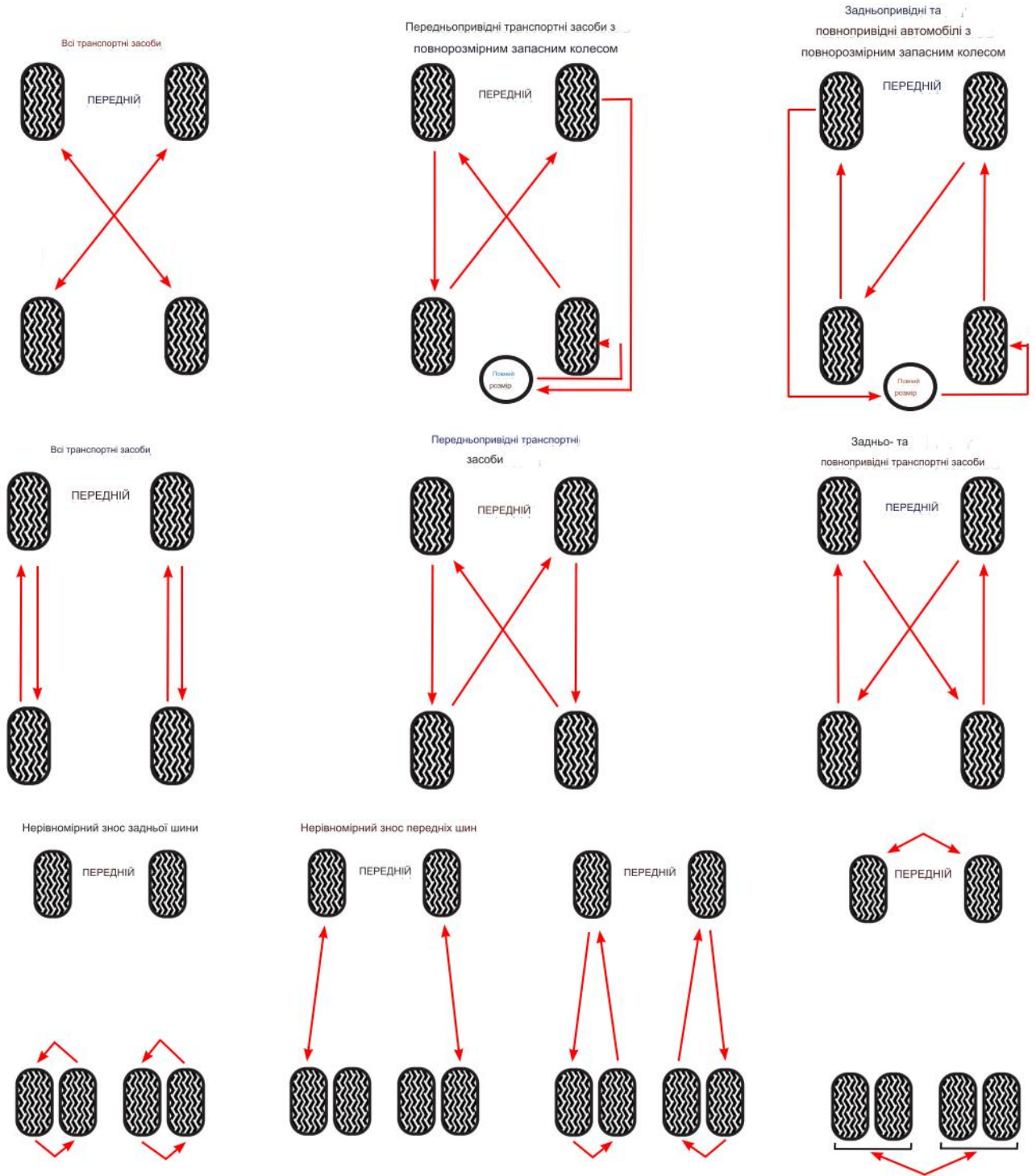


Рис. 1.2. Типові схеми заміни шин однакового розміру та типу.

1.3 Постановка завдання на виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

Вибрати локацію для заміни коліс на автомобілі і описати, якими характеристиками має володіти це місце, щоб ефективно і безпечно виконувати ці операції.

Сформувати план технологічної зони шиномонтажу, включаючи обладнання, необхідне для виконання різних ремонтних і обслуговувальних процедур.

Розробити процедуру вулканізації шин, описуючи обладнання, матеріали та кроки, необхідні для відновлення пошкоджених шин.

Створити рекомендації для зберігання шин, включаючи оптимальні умови зберігання та організацію складського простору.

Розрахувати приблизну вартість ремонту автомобільної шини та камери, враховуючи матеріали, робочу силу та інші необхідні ресурси.

Розробити процедуру технічного обслуговування для підйомника, зазначте кроки монтажу та оцінки його функціональності.

Ідентифікувати потенційні ризики і розробіть комплексні заходи безпеки для шиномонтажної дільниці, включаючи основи охорони праці.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Опис технологічної організації місця для заміни коліс

Видатки на закупівлю шин становлять значну долю в загальних експлуатаційних витратах на транспорт, при цьому приблизно 50% шин зазнають передчасного зносу через недотримання правил використання, а також через поганий стан доріг. У контексті необхідності ефективного та економічного використання ресурсів, питання поліпшення технічного обслуговування та ремонту шин є надзвичайно важливим. З огляду на актуальність завдання, планується створення шинного центру, який виконуватиме основні операції: заміна коліс, монтаж і демонтаж шин, їх відновлення та зберігання. Створення централізованого пункту дозволить об'єднати всі ці процеси під керівництвом невеликої команди висококваліфікованих спеціалістів. Перелік необхідного обладнання для виконання шиномонтажних робіт наведено на рисунку 2.1.



Рис. 2.1 План обладнання шиномонтажного відділу.

Місце для заміни коліс розміщене у будівлі. Ця станція забезпечує обслуговування не тільки легкових та вантажних авто, але й автобусів, має

довжину 18 метрів і ширину 6 метрів, є без виходу. Станція призначена для демонтажу та монтажу коліс і оснащена ліфтом для підвішування коліс, електричним гайковертом і тележкою для демонтажу коліс. Також наявна кран-балка для переміщення коліс до шиномонтажного відділу.

2.2 Опис зони шино монтажу

Для зони шиномонтажу виділено приміщення, яке межує з місцем заміни коліс. Це простір дозволяє розмістити необхідне обладнання та забезпечити тимчасове утримання коліс, покришок, камер та дисків, які зберігаються в цьому секторі.

Коли колесо надходить у цю зону для переобладнання, його розміщують у стелажі та реєструють. Перед початком демонтажу колесо очищують у машині для миття коліс та висушують у сушильній камері. Після цього колесо переносять на робочу поверхню шиномонтажника та на установку для зняття шин. Зняту покришку ретельно оглядають з обох сторін. Для внутрішнього огляду використовують портативний розширювач борту. Камеру передають у відділ вулканізації для перевірки та ремонту, якщо це потрібно.

За потреби диск колеса відчищають від іржі за допомогою спеціального станка для чищення ободів та розміщують на полицях для зберігання.

Якщо замкові кільця деформовані, їх випрямляють на обладнанні для коригування замкових кілець. У разі наявності іржі, замкові кільця чистять металевою щіткою на верстаку. Очищені диски та кільця передають в підрозділ фарбування для подальшої обробки.

Відремонтовані покришки розміщують на полицях стелажу, тоді як камери та обідні стрічки вішають на гачки. Після збірки шину встановлюють на диск на станції шиномонтажу. Далі колесо поміщають у захисну клітину, де його накачують повітрям. Балансування зібраних коліс проводять на обладнанні для статичного балансування коліс вантажівок. Готові колеса укладають на стелажі для зберігання.

2.3 Опис секції вулканізації

Секція вулканізації знаходиться в окремій кімнаті, яка безпосередньо прилягає до зони заміни коліс та шиномонтажного відділу. У цьому просторі встановлено обладнання для ремонту камер і локального відновлення покришок. Для полегшення транспортування шин на ремонт використовується консольно-поворотний кран.

Шини та камери, що надходять на ремонт, розміщують на полицях та вішалках. Відремонтовані шини класифікують за групами та методами відновлення, після чого їх маркують для подальшого використання.

Шини перевіряються ззовні та зсередини, а ушкоджені ділянки вирізають на спредері та шорсткішають. На такі місця накладають ремонтні матеріали і поміщають в шафу для сушіння, після чого проводиться вулканізація. Оброблені покришки фіналізують.

Камери тестують на герметичність у водній ванні і маркують місця проколів. Пошкоджену ділянку на камері роблять шорсткою, аплікують ремонтні матеріали і вулканізують. Завершені камери піддають фінальній обробці.

2.4 Опис приміщення для зберігання шин

Приміщення для зберігання шин розташоване на території підприємства у відокремленому будинку поза виробничою зоною. Шини доставляються з основного складу до цього місця зберігання, де вони проходять перевірку та підготовку перед відправленням на наступний етап. Звідси шини відправляються безпосередньо на ділянку шиномонтажу, де проводиться їх монтаж або ремонт. Ця логістика дозволяє оптимізувати процес обробки шин і забезпечує швидке та ефективне обслуговування замовлень. Завдяки централізованому підходу до зберігання та обробки, підприємство може значно знизити час очікування клієнтів і покращити якість обслуговування.

2.5 Опис етапів технологічного процесу у відділеннях шиномонтажу та шиноремонту

Діаграма етапів основних операцій технологічних процесів у відділенні шиномонтажу представлена на рисунку 2.2.

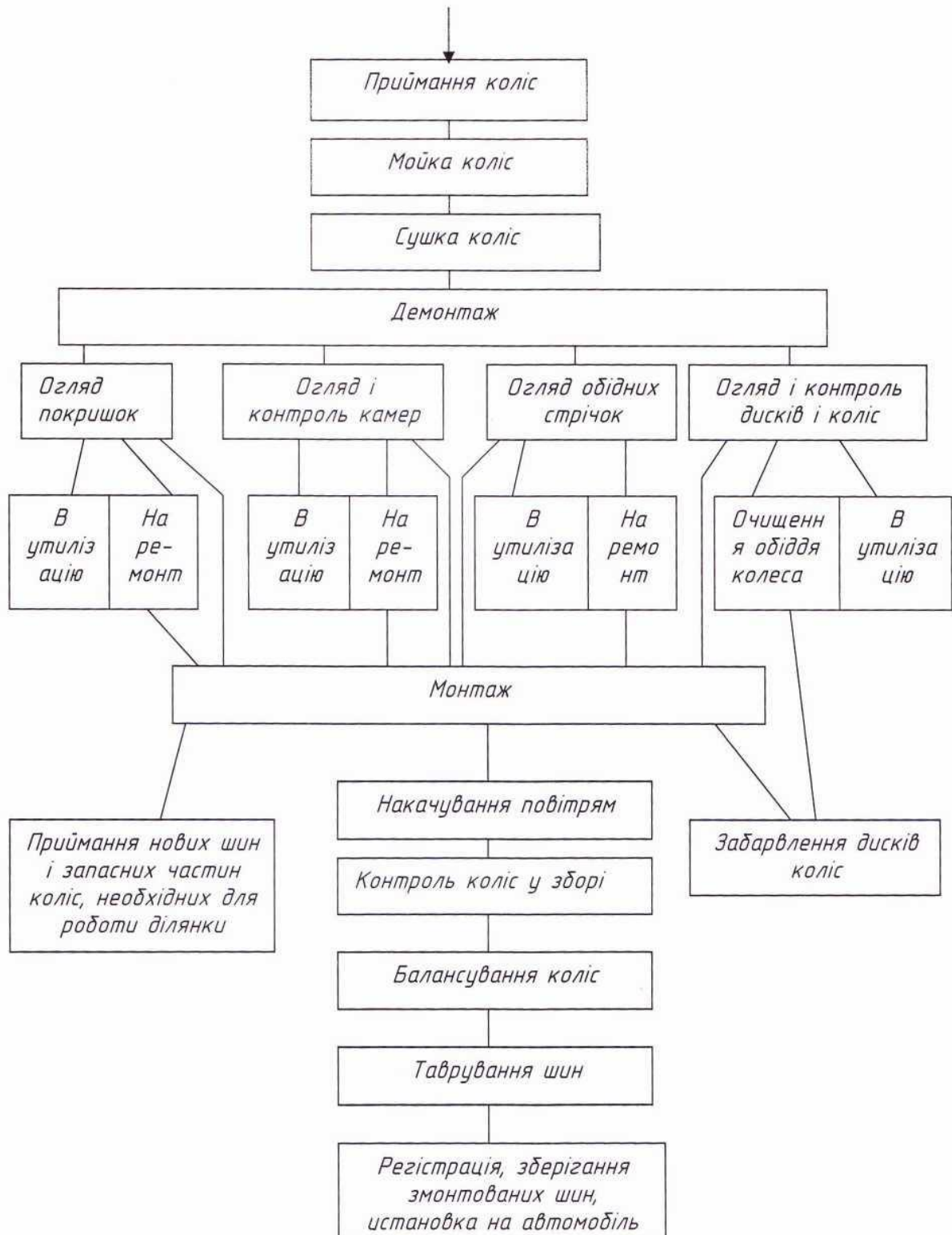


Рис. 2.2 Діаграма ключових дій у технологічному процесі установки та зняття коліс.

Після очищення колесо переносять у камеру для сушіння. Процес сушіння колеса відбувається за температури 80 - 90 °С з використанням приточно-витяжної вентиляції і триває 10 хвилин.

Реєстрація прийому та видачі коліс та шин здійснюється у журналі згідно з формою, яка передбачена чинними Правилами експлуатації шин.

Перед тим як колесо відправиться на ремонт, його спочатку слід ретельно очистити у пристрої для мийки коліс. У випадку, коли мийці піддано покриття, після процедури миття з неї видаляють залишки води за допомогою пілососа. Для ефективнішого очищення вода, що подається в мийку, підігрівається до температури 40 - 50 °С.

Після того як перевіряють вологість, чисте сухе колесо перенаправляють до монтажно-демонтажного столу за допомогою кран-балки. Очищене колесо знімають, а потім проводять перевірку покриття, камери, обода, диска та кілець. Знімання шин здійснюють на спеціальному стенді. Щоб спростити і прискорити процес виймання камери з покриття, з неї спочатку випускають повітря.

Камера та обідна стрічка, зняті з покриття, проходять через контрольний огляд, щоб визначити, чи можна їх далі використовувати. Щоб уберегти їх від забруднень, камери та обідні стрічки вішають на гачки, а шини та колеса в зборі та диски розміщують на полицях.

Стан обідної стрічки та камери оцінюють за допомогою зовнішнього огляду. Щоб знайти проколи в камері, її накачану занурюють у ванну з водою. Місця, де є витік, позначають спеціальним маркером. Після витягання з води камеру ретельно висушують і залежно від її стану відправляють на монтаж або на ремонт.

Шини перевіряють з зовнішнього та внутрішнього боків. Для інспекції внутрішньої частини використовують переносне світло з захисною решіткою. Використання спредаєра полегшує та покращує виявлення дефектів завдяки механізованим процесам підняття, розширення бортів та обертання шини під час перевірки.

Об'єкти, що застрягли в покритті, видаляють за допомогою зігнутого шилом та плоскогубців. Розрізи та дрібні камінці, які проникли глибоко в

протектор, виявляють візуально за допомогою щупа (тупе шило), а металеві предмети, застряглі всередині шин та невидимі на перший погляд, ідентифікують за допомогою електронного дефектоскопа.

Покришки з дефектами відправляють на ремонт. Ті, що не підлягають відновленню та використанню, вибраковуюють та готують до списання.

Обід та всі поверхні колес, знімні бортові та замкові кільця ретельно перевіряють на наявність дефектів (тріщин, іржі, витертих отворів для шпильок, подряпин, вм'ятин, вигинів) і оцінюють стан покриття фарбою.

Чистка ободів коліс, конічних полиць, замкових і бортових кілець від іржі здійснюється за допомогою верстата моделі Р-101 або вручну за допомогою металевої щітки. Фарбування ободів та кілець проводять у малярному відділі бази.

На монтаж допускаються виключно покришки, камери, обідні стрічки, ободи, знімні бортові та замкові кільця, які є абсолютно справними (відповідно до стандартів або технічних умов), сухими, чистими і відповідають необхідним розмірам. Монтаж покришок із манжетами, що не проходять вулканізацію, заборонено. Монтаж шин виконують на обладнанні для демонтажу шин.

У встановлену на колесо шину закачують повітря до рівня тиску, встановленого правилами експлуатації.

Для запобігання випадковому злетанню замкового кільця, що може спричинити аварійні ситуації, при накачуванні шин використовують захисну клітку, в яку поміщають колесо. Для заповнення шин повітрям користуються стаціонарною повітряною станцією моделі З-413. Статичне балансування коліс проводять на стаціонарному балансувальному верстаті моделі До - 126. Покришки, камери, обідні стрічки та змонтовані шини зберігаються на складі відповідно до діючих норм. Покришки потрібно тримати у вертикальному положенні та періодично (кожні 2-3 місяці) ротувати, змінюючи точки контакту з підлогою. Камери зберігають у надувному стані, розміщені всередині покришок.

Кожна шина, що монтується на автомобіль, отримує унікальний номер гаражу, який випалюють на обох бокових частинах покришки за допомогою спеціального електричного клейма.

На рисунку 2.3 представлена схема порядку виконання ключових дій технологічного процесу відділу вулканізації.

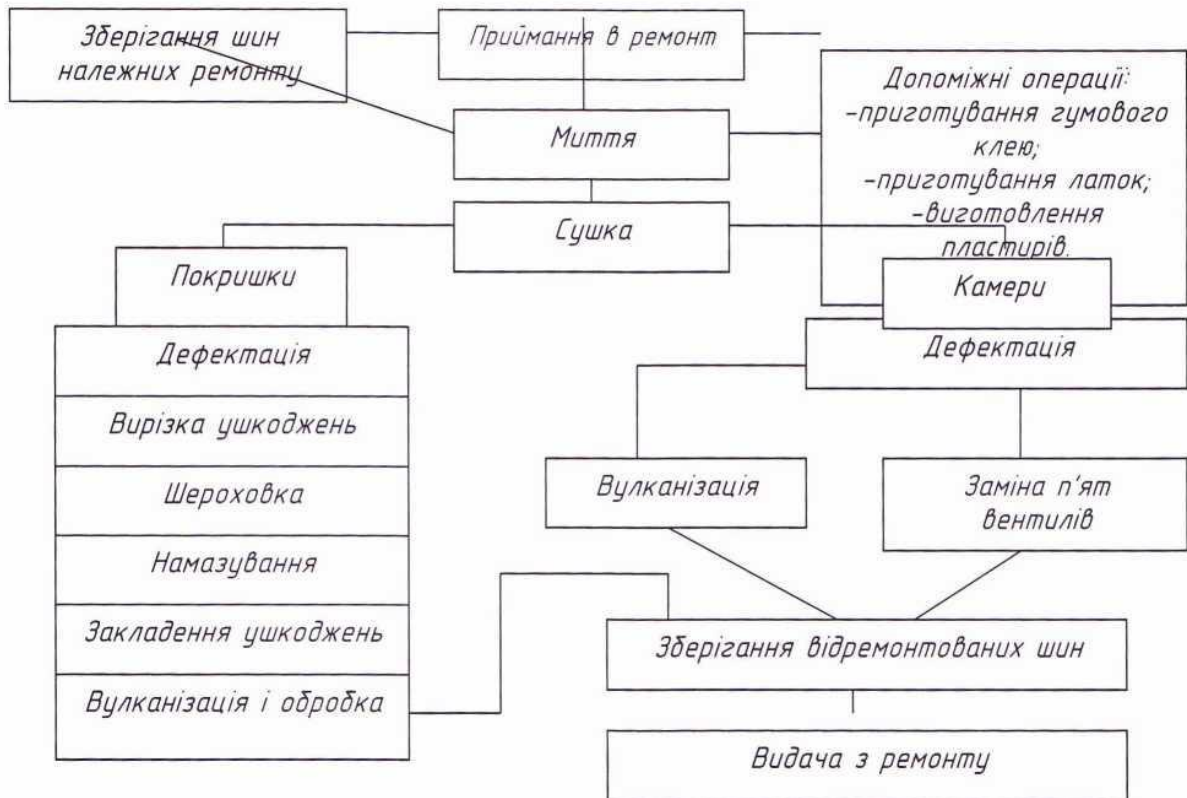


Рис. 2.3. Схема технологічного процесу ремонту локальних ушкоджень шин.

Процес ремонту шин охоплює ряд етапів: приймання, підготовка до ремонту, зроблення поверхні шорсткою, підготовка ремонтного матеріалу, нанесення клею, сушіння та заповнення пошкоджень, вулканізація, фінішна обробка та перевірка.

Відмінно від сушіння перед монтажем, сушіння перед ремонтом проводять при температурі 40-60 °С протягом двох годин, після чого перевіряють рівень вологості і, якщо вона вища за норму, продовжують сушіння.

Підготовка ушкоджених місць включає видалення сторонніх об'єктів з покриття та вирізання пошкоджених ділянок. Це вирізання забезпечує вирівнювання ремонтних місць та очищення від ушкодженої гуми та корду.

Шорсткість створюється для покращення адгезії ремонтної ділянки до гумового клею та збільшення площі контакту між нею та ремонтним матеріалом.

Ушкоджені ділянки в каркасі та брекері роблять шорсткими за допомогою дискової дротяної щітки, тоді як на протекторі та бічних сторонах використовують фігурні шарошки, що кріпляться на кінці гнучкого валу. Після цього вони очищають місця ремонту від пилу за допомогою пилососу.

Підготовка ремонтних матеріалів включає заздалегідь виготовлення пластрів, манжет і підманжетників, причому манжети обробляють для створення шорсткості з усіх сторін. Техніки обробки пошкоджених частин покришок за допомогою різних типів шарошок зображені на рисунку 2.4.

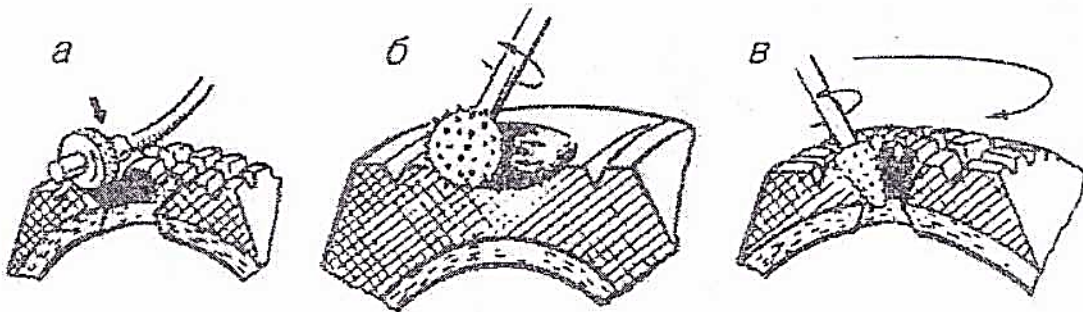


Рис. 2.4 показує методи обробки ушкоджених частин шин: а - за допомогою дискової шарошки, б - використанням фігурної шарошки, в - застосуванням конусної шарошки.

Нанесення клею та сушіння є ключовими процесами, від точності виконання яких залежить міцність з'єднання ремонтної ділянки шини з ремонтним матеріалом.

Спочатку наносять клей низької концентрації на ремонтвані місця з внутрішнього боку, потім на зовнішню поверхню та манжети. Сушіння проводять у сушильній камері при температурі 30-40 °С протягом 25-30 хвилин або при кімнатній температурі протягом 1 години. Другий шар клею високої концентрації наносять з подальшим сушінням за тією ж температурою на протязі 35-45 хвилин.

Відновлення ушкоджень полягає у розміщенні підготовленого ремонтного матеріалу на пошкоджені ділянки з наступним ущільненням за допомогою ролика. Ремонт розпочинається з внутрішньої частини шини та завершується зовнішньою стороною.

При ремонті наскрізних пошкоджень стінки отворів покривають шаром гуми товщиною 0,7 мм. Аналогічний шар гуми використовують для обшивання

ремонтних матеріалів: манжету (з опуклої сторони), підманжетника (з обох сторін), пластиру (на ступінчастій стороні).

Гумовий шар сприяє надійному з'єднанню пошкодженої ділянки з ремонтним матеріалом. Після накладання гумового шару, ушкоджене місце заповнюють протекторною гумою (у вирізаних ділянках протектора і брекера) та гумовим шаром товщиною 2,0 мм (у вирізаних частинах каркасу). Манжети та пластири розміщують таким чином, щоб напрямок кордових ниток в них збігався з напрямком кордових ниток у зовнішньому шарі шини.

Вони накладаються послідовно (щоб уникнути утворення повітряних бульбашок), після чого поверхню вирівнюють роликком, а боки захищають шаром гуми товщиною 0,7 мм. Далі перевіряють тісність зчеплення ремонтного матеріалу, а місця, де утворилися бульбашки, проколюють шилом для виведення повітря.

Під час вставлення у рамку на кожен шабель укладають шар гуми товщиною 0,7 мм і вирівнюють роликком. Потім шарами розміщують (вставляють у рамку) кілька пластирів, причому останній верхній шар має перекривати краї на 30-50 мм з усіх сторін.

При ремонті зовнішніх пошкоджень використовують шар гуми товщиною 0,7 мм для всієї ремонтованої площі, а для вм'ятин у каркасі - гуму товщиною 2,0 мм. Ушкоджені ділянки протектора заповнюються протекторною гумою. Ремонтна гума має перевищувати рівень поверхні шини на 2-3 мм зі скосом, щоб забезпечити ефективне з'єднання під час вулканізації.

Краї накладених манжет, пластирів та кордових вставок мають бути покриті шаром гуми товщиною 0,7 мм. Під час відновлення ушкодженої ділянки товщина шини не повинна збільшуватись, щоб уникнути дисбалансу колеса та непотрібного використання матеріалів.

Вулканізація виконується для утворення міцної, монолітної та еластичної структури між ремонттованими ділянками покриття та ремонтним матеріалом. Процес проводиться при температурі 143 ± 2 °C і тиску близько 0,5 МПа. Вулканізація охоплює час для прогрівання матеріалу та саму вулканізацію, тривалістю від 30 до 180 хвилин, залежно від товщини ремонтованої ділянки та типу пошкодження.

Обробка включає усунення нерівностей, зайвої гуми та задирок шляхом шліфування. (Шини, призначені для відновлення протектора, не проходять цей етап обробки.)

Якість ремонту покриття перевіряється через зовнішній огляд. На відремонтованих ділянках не має бути видимих слідів відшарування ремонтних матеріалів, набряків, деформацій або недостатньої вулканізації. На поверхні відремонтованої ділянки дозволяється мати одну ваду, таку як раковина або пора, розміром до 10 мм в ширину та до 2 мм в глибину.

Процес ремонту камер складається з таких етапів: підготовка камери до ремонту, зроблення поверхні шорсткою, підготовка ремонтного матеріалу, нанесення клею, сушіння, виправлення ушкоджень, фінішна обробка та перевірка якості.

Ремонт камери починається з видалення латки, яка була приклеєна холодним методом, шляхом її нагрівання на плиті вулканізації протягом 2-3 хвилин і обрізання пошкодженої ділянки. Краї розривів у пошкоджених місцях округляють за допомогою ножиць.

У випадку пошкодження камери біля вентиля, отвір проколюють в альтернативному місці. Проколені ділянки камери не вирізають.

Шорсткість надають за допомогою шліфувального диска на ширину 20-25 мм по периметру обрізаної ділянки. На кінцях вставляемого сектора обробляють внутрішню поверхню, а на камері - зовнішню, на ширину 50-60 мм. Ділянки з проколами роблять шорсткими у радіусі 15-20 мм. Шорсткі зони очищають від пилу і сушать протягом 20-30 хвилин. Підготовка ремонтних матеріалів включає наступні кроки.

Для ремонту проколів та невеликих розривів (до 30 мм) використовують невулканізовану камерну гуму. Розмір латки повинен перевищувати розмір вирізаної ділянки на 20-30 мм і залишати вільними 2-3 мм до країв шорсткої зони. Для ремонту великих пошкоджень камери (понад 500 мм) використовують сегменти старих камер відповідного розміру, які мають бути на 80-100 мм довгими за вирізану частину.

Нанесення клею та сушіння виконуються у два етапи: спочатку використовують клей низької концентрації, потім - високої, з подальшим сушінням кожного шару при температурі 20-30 °C протягом 20 хвилин.

Відновлення пошкоджень включає накладання латок та їх притискання роликом. На оброблені клеєм ділянки камери, біля стиків або отворів, прикладають смужки гуми шириною 15-20 мм.

Вулканізація виконується на плиті вулканізаційного апарату. Камеру з латкою кладуть на плиту, посипану тальком, розташовуючи центр латки точно під центр притискного гвинта. Потім на відповідну ділянку камери поміщають гумову прокладку та притискну плиту, яка має виступати за краї латки на 10-15 мм і не стискати краї складеної подвійно камери. Якщо ремонтвана ділянка виходить за межі притискної плити, вулканізацію проводять у кілька етапів.

Тривалість вулканізації залежить від розміру латки: менші латки вулканізують протягом 10 хвилин, більші та стики - 15 хвилин, фланці вентилів - 20 хвилин.

Обробка камер охоплює вирівнювання країв латок та стиків до рівня поверхні камери, видалення задирок, перепливів та інших виступів.

Перевірка камер здійснюється через зовнішній огляд для ідентифікації невулканізованих зон, пористості матеріалу, відшарувань фланців, латок та стиків, а також пухирів, перепливів гуми, перевулканізації ділянок, тріщин, які з'являються при згинанні. Крім того, камери тестують на герметичність, заповнюючи їх повітрям під тиском 0,15 МПа у водній ванні.

2.6 Розрахунок вартості ремонту автомобільної шини та камери

Для точного розрахунку вартості ремонту автомобільної шини та камери в гривнях, потрібно визначити декілька деталей:

Ступінь пошкодження шини і камери: Велике пошкодження потребує більш серйозного втручання та більшої кількості матеріалів.

Тип і розмір шини та камери: Від цього залежить ціна ремонтних матеріалів.

Загальний приклад розрахунку:

Вартість матеріалів:

Ремонтний набір (латки, клей, інші матеріали): 45 грн.

Вулканізація (якщо потрібно): 15 грн.

Вартість робочої сили (за припущенням, що ремонт займе одну годину):

Робота майстра: 30 грн.

Додаткові послуги:

Балансування колеса після ремонту: 20 грн.

Приблизна загальна вартість:

Матеріали: 60 грн.

Робота: 30 грн.

Додаткові послуги: 20 грн.

Всього: 110 грн.

2.7 Технічне обслуговування запасної шини

Тиск у запасних шинах (як у повнорозмірних, так і у тимчасових) потрібно перевіряти щомісяця та перед тривалими поїздками. Скористайтеся надійним тискоміром. Для тимчасових шин типу Т необхідний тиск становить 60 psi (420 кПа). Коригування тиску в таких шинах вимагає акуратності через їхні менші розміри та швидку зміну тиску. Уникайте перекачування.

Регулярно, особливо під час періодів ротації шин, перевіряйте запаску, диск та колесо на предмет зовнішніх ушкоджень або корозії.

У випадку наявності в автомобілі відповідної повнорозмірної запасної шини, вона повинна бути включена в цикл ротації. Регулярно перевіряйте та коригуйте тиск у цій шині при її включенні до ротації.

Тимчасові запасні шини типу Т мають використовуватися лише з колесами, спеціально призначеними для них. Колеса для шин типу Т не повинні використовуватися з іншими типами шин. Таку запаску та колесо не можна застосовувати на автомобілях, для яких вони не передбачені. Заборонено використання більше однієї тимчасової запасної шини одночасно.

2.8 Рекомендації щодо зберігання шин

Необхідно захистити запасні шини від впливів довкілля, таких як прямі сонячні промені, висока температура, озон і інші потенційно небезпечні умови.

Місце зберігання шин має бути чистим, сухим і добре провітрюваним, проте з обмеженим обігом повітря. Розміщуйте шини у середовищі з помірними температурами, в затіненому або темному просторі. Розташовуйте шини над рівнем підлоги складу, щоб знизити ризик впливу вологи або пошкоджень. Уникайте стикання з нафтопродуктами та/або іншими летючими розчинниками чи речовинами.

Розташовуйте шини подалі від електричних двигунів, зарядних пристроїв для акумуляторів, генераторів, обладнання для зварювання або інших джерел озону. Хоча зберігання всередині приміщення є більш бажаним, якщо шини доводиться зберігати зовні:

Розміщуйте шини так, щоб вони не контактували з землею (або на стелажах) і не торкалися теплопоглинаючих поверхонь. Захищайте шини за допомогою непрозорого водонепроникного покриття з вентиляційними отворами для уникнення створення.

У випадку зберігання шин на автомобілі:

Забезпечте розміщення автомобіля таким чином, щоб зняти всю вагу з шин. Якщо неможливо повністю зняти вагу, то зменшіть навантаження на максимум. Дотримуйтеся рекомендованого тиску в шинах, у тому числі в запасній. Місце паркування/зберігання повинно бути твердим, рівним, добре дренажним і чистим. Автомобіль слід переміщати кожні три місяці, щоб змінювалося положення гнучких зон шин.

Коли шини виходять із зберігання і повертаються в експлуатацію:

Перед тим як знову використовувати збережені шини, слід провести візуальний та тактильний огляд спеціалістом з обслуговування шин, щоб переконатися, що кожна шина чиста, суха, без сторонніх об'єктів і/або не має видимих пошкоджень. Після монтажу на диск/колесо шину (включно з запасною) слід накачати до рекомендованого тиску.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Конструкція, функціональність та механізм дії підйомника

Підйомник розроблений для підняття автомобілів та автобусів у місці проведення робіт з заміни шин. Встановлення підйомника відбувається на підлозі у просторі, де здійснюється заміна коліс.

Підйомник сконструйовано як міцну металеву структуру, яка складається з двох основ: нижньої стаціонарної та верхньої, що переміщується. Ці основи з'єднані між собою за допомогою шарнірів. Підймальний пристрій формується двома платформами: фіксованою нижньою та мобільною верхньою, між якими встановлений пневматичний елемент. Цей пневматичний елемент має форму квадратного балона, на одну зі сторін якого на вулканізований клапан. Верхня та нижня платформи з'єднані допоміжними направляючими, по яких ковзає верхня платформа. На платформі встановлені роликові підпірки, що дозволяють їй тиснути на верхню раму та піднімати її.

Підйомник обладнаний двома ліфтовими системами, розташованими в обох кінцях конструкції. Шарнірні сполуки, а також верхня та нижня рами формують структуру паралелограма, що забезпечує однорідне піднімання верхньої рами, навіть при нерівномірному розподілі ваги на різних ділянках рами.

Технічні параметри підйомника включають:

Навантаження - 15000 кг.

Тип приводу - пневматичний.

Робочий тиск у системі, МПа (кг/см²) - 0,5 (5).

Висота підняття - 250 мм.

Після розміщення автомобіля на підйомнику, на панелі керування обертанням важеля пневматичного розподільника забезпечується подача стисненого повітря до пневматичного балона.

Заповнюючись повітрям, пневматичний балон здійснює підймання верхньої платформи ліфтового механізму, яка, використовуючи роликову підтримку, підіймає верхню раму, підвішуючи тим самим автомобіль.

Максимальна висота підняття обмежена довжиною шарнірних вузлів.

У підвішеному положенні автомобіль утримується за допомогою стислого повітря. Встановлений зворотний клапан у пневматичну систему для запобігання раптового спуску автомобіля у випадку раптового зниження тиску повітря.

Для забезпечення необхідного робочого тиску в системі використовується клапан регулювання тиску, а для моніторингу тиску встановлено манометр. Ці пристрої дозволяють точно контролювати та налаштовувати параметри системи, що є важливим для ефективної та безпечної роботи обладнання. В разі необхідності, за допомогою клапана регулювання можна швидко коригувати тиск у відповідь на зміни в робочих умовах або вимогах до процесу. Манометр забезпечує візуальний контроль за тиском, що допомагає оператору вчасно виявляти будь-які аномалії або відхилення від норми, забезпечуючи високий рівень безпеки під час роботи з обладнанням. Щоб опустити автомобіль, необхідно повернути важіль розподільника в протилежну сторону, в результаті чого пневмобалон з'єднається з навколишнім середовищем і, з випусканням повітря, верхня рама почне спускатися.

Для досягнення плавності спуску, у вихідний контур інтегровано регульований дросель. Під час налаштування підйомника дросель настраюється таким чином, що спуск автомобіля відбувається протягом не менше ніж 20 секунд.

Для зменшення шуму під час викиду повітря на кінець випускного трубопроводу монтується глушник. Це забезпечує більш тиху роботу обладнання, знижуючи рівень шуму, що випромінюється в робочому просторі і зменшує дискомфорт для персоналу. Щоб пом'якшити удари рам під час спуску підйомника, між ними встановлюється гумова стрічка, яка абсорбує енергію удару. Таке рішення не тільки знижує ризик пошкодження металевих частин обладнання, але й підвищує безпеку роботи, забезпечуючи більш контрольований та м'який спуск.

На рис. 3.1 представлена базова пневматична схема підйомника, яка демонструє всі основні компоненти та їх зв'язки між собою. Ця схема включає компресор, клапани регулювання та безпеки, манометр, дросель та інші

елементи, що забезпечують роботу підйомника. Також на схемі показано, як повітря від компресора проходить через систему до пневмобалона, що забезпечує підняття та опускання платформи. Завдяки детальному зображенню кожного компоненту, можна легко зрозуміти принцип дії підйомника та основні аспекти його монтажу та обслуговування.

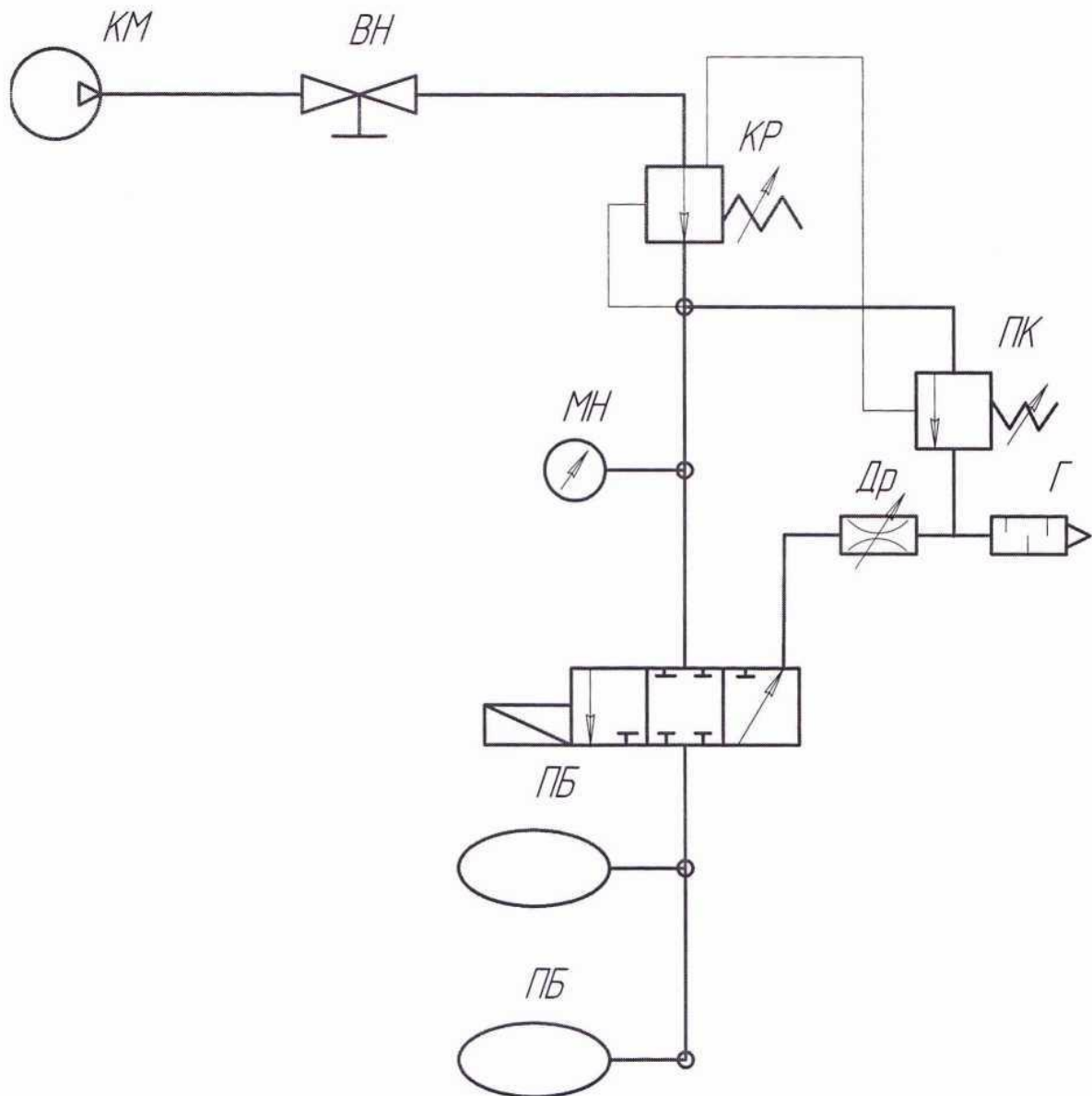


Рис. 3.1. Пневматична схема:

КМ - компресор, ВН - вентиль, КР - клапан регулюючий, ПК - клапан безпеки, МН - манометр, Др. - дросель регульований, Г - глушник, ПБ – пневмобалон.

Для обчислення параметрів вантажопідйомного пристрою використовуємо такі вихідні параметри: максимальна маса підйому - 15000 кг, що еквівалентно вазі 150000 Н; висота піднімання $l=250$ мм; тиск у системі

$P=0,5$ МПа (5 кг/см²); висота пневмобалону у ненапруженому стані $l_0=40$ мм; загальна кількість механізмів для піднімання $n=2$.

Площа діючої поверхні пневмобалону розраховується за наступною формулою:

$$S_p = \frac{G_A}{P \cdot n}$$

$$S_p = \frac{150000}{0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 2} = 0,15 \text{ м}^2 = 1500 \text{ см}^2.$$

Розміри пневматичного балона.

Розміри пневматичного балона вказані на малюнку 3.2.

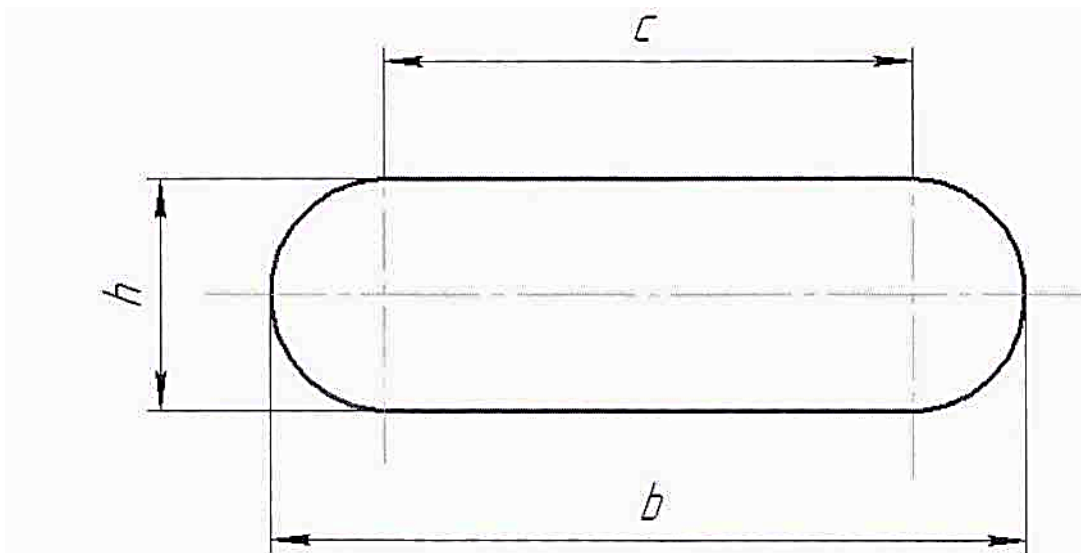


Рис. 3.2. Схема пневматичного балона.

Визначимо розмір діючої поверхні, використовуючи розрахункову формулу для обчислення площі.

$$c = \sqrt{F} = \sqrt{1500} = 38,7 \text{ см} = 390 \text{ мм}.$$

Висота пневмобалону визначається як сума його розміру в нерозтягнутому стані та висоти підняття рами:

$$h = l + l_0$$

$$h = 250 + 40 = 290 \text{ мм.}$$

Обчислюємо параметри балону

$$П = 2 \cdot c + \pi \cdot h.$$

$$П = 2 \cdot 390 + 3.14 \cdot 290 = 1690, \text{ мм.}$$

Розміри панелей, використовуваних для створення пневматичного циліндра, становлять 760 x 760 мм. Для обчислення розривної сили, яка діє на ободі цього циліндра, застосовуємо наступне рівняння:

$$N = P \cdot S.$$

$$S = c \cdot h + \pi \cdot h^2.$$

$$S = 390 \cdot 290 + 3,14 \cdot 290^2 = 377114 \text{ мм}^2 = 0,377 \text{ м}^2.$$

$$N = 0,5 \cdot 10^6 \cdot 0,377 = 188500 \text{ Н.}$$

Згідно з вимогами до максимально допустимої міцності при розтягуванні, яка складає $[\sigma_p]$ від 90 до 105 Па, ми визначаємо товщину оболонки балона та вибираємо відповідний тип гумового матеріалу для виготовлення.

$$t = \frac{S}{4 \cdot b \cdot [\sigma_p]}.$$

$$t = \frac{188500}{4 \cdot 0,68 \cdot 90 \cdot 10^5} = 7,7 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 8 \text{ мм.}$$

Використовуємо наступну гумову пластину: Пластина типу II, згідно ГОСТ, модель ПБМ-С-3-9 - розміри 1000 x 2000 мм, товщина 4.8 мм. Ця

пластина оснащена трьома текстильними вкладками та має товщину 9 мм. Вона характеризується підвищеною стійкістю до масел і бензину, ефективна для використання у середовищах нафтових продуктів при температурних режимах від -40 до +80 градусів Цельсія.

3.1.1 Обчислення вигину лонжерона верхньої частини каркаса

Аналізуючи деформацію верхнього лонжерону рами, ми враховуємо найбільше навантаження, що зосереджене в центральній частині лонжерона. Детальний розгляд умов навантаження ілюстровано на схемі, яка відображена на рисунку 3.2. Розрахункова процедура забезпечує визначення необхідних параметрів для гарантування міцності і стійкості конструкції під час експлуатації.

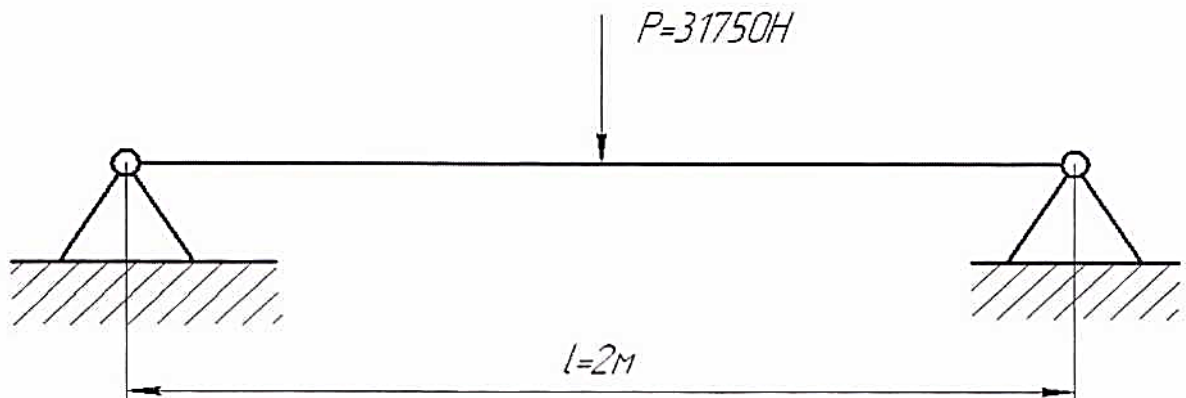


Рис. 3.2. Схема навантаження.

$$y = \frac{P \cdot l^3}{48 \cdot I_x \cdot E} \leq [y]$$

$$I_x = 491\text{см}^4.$$

$$E = 2 \cdot 10^6 \text{кг} / \text{см}^2.$$

$$P = 3175\text{кг} = 31750\text{Н}.$$

$$l = 2\text{м} = 200\text{см}.$$

$$[y] = 8\text{мм}.$$

3.1.2 Аналіз деформації лонжеронів підйомного пристрою

Ми аналізуємо згинання лонжеронів механізму підйому, враховуючи навантаження, що зосереджене в центрі вантажопідйомного обладнання. Деталі цього навантаження ілюстровані на рисунку 3.3. Це дослідження критично важливе для забезпечення надійності та ефективності роботи підйомного механізму.

$$y = \frac{3175 \cdot 200^3}{48 \cdot 491 \cdot 2 \cdot 10^6} = 0,54 = 5,4 \text{ мм} \leq [y] = 8 \text{ мм}.$$

$$P = 7500 \text{ кг} = 75000 \text{ Н}.$$

$$l = 1,3 \text{ м} = 130 \text{ см}.$$

$$E = 2 \cdot 10^6 \text{ кг} / \text{см}^2.$$

$$I_y = 45,4 \text{ см}^4.$$

$$N = 3.$$

$$[y] = 4 \text{ мм}.$$

$$y = \frac{7500 \cdot 300^3}{192 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 45,4} = 0,32 = 3,2 \text{ мм} \leq [y] = 4 \text{ мм}.$$

3.1.3 Обчислення міцності болтів, які з'єднують лонжерон підйомного агрегату з верхньою частиною каркаса

Розрахуємо діаметр отворів болта на основі розтягнутих сил, які впливають на нього в результаті роботи підйомного агрегату, використовуючи наступне рівняння:

$$d_1 = 1,3 \cdot \sqrt{\frac{P \cdot k}{n \cdot [\sigma_p]}}.$$

$$P = 75000 \text{ Н}.$$

$$k = 1,1.$$

$$n = 12.$$

$$[\sigma_p] = 733 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

$$d_1 = 1,3 \cdot \sqrt{\frac{75000 \cdot 1,1}{12 \cdot 733 \cdot 10^5}} = 0,013 \text{ м} = 13 \text{ мм}.$$

Оптимальний варіант - це болт М16х40.58 відповідно до ГОСТ, який має найбільший відповідний діаметр отворів.

3.1.4 Аналіз осей шарнірів на стійкість до зсувних навантажень

Аналіз осей шарнірів на стійкість до зсувних навантажень проводиться для забезпечення їх довговічності та надійності в умовах експлуатації. Цей процес включає вивчення механічних властивостей матеріалу осей, а також їхньої здатності витримувати повторювані динамічні навантаження без деформації та втрати функціональності. Окрім того, проводиться перевірка на корозійну стійкість та вплив агресивних середовищ, щоб забезпечити надійну роботу шарнірів в різних умовах. Це допомагає уникнути передчасних відмов і продовжує термін служби компонентів.

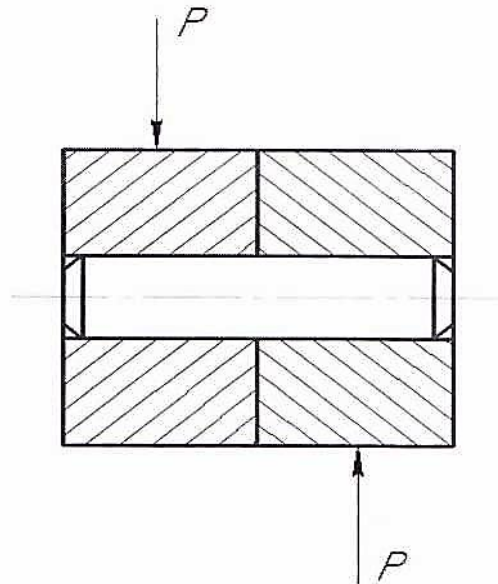


Рис. 3.3. Схема навантаження.

$$\tau_c = \frac{P}{\pi \cdot \frac{d^2}{4}} \leq [\tau_c].$$

$$P = 18750H.$$

$$d = 30\text{мм} = 0,03\text{м}.$$

$$[\tau_c] = 600 \cdot 10^5 \text{Па}.$$

$$\tau_c = \frac{P}{\pi \cdot \frac{d^2}{4}} \leq [\tau_c].$$

3.1.5 Оцінка міцності втулки на стійкість проти розсічення

Оцінка міцності втулки на стійкість проти розсічення виконується для забезпечення її ефективної роботи під час навантаження. Для цього аналізуємо вплив різних типів навантажень на матеріал втулки, включаючи тягові, стискальні та згинальні сили. Також перевіряємо, як матеріал втулки веде себе під впливом температурних коливань та хімічно активних середовищ, що є важливим для визначення її довговічності та надійності у всіх умовах експлуатації.

$$\tau_c = \frac{18750}{3,14 \cdot \frac{0,03^2}{4}} = 265 \cdot 10^5 \text{Па} \leq [\tau_c] = 600 \cdot 10^5 \text{Па}.$$

$$\tau_{cm} = \frac{P}{d \cdot S} \leq [\tau_{cm}].$$

$$S = 60\text{мм} = 0,06\text{м}.$$

$$[\tau_{cm}] = 800 \cdot 10^5 \text{Па}.$$

$$\tau_{cm} = \frac{18750}{0,03 \cdot 0,06} = 104,2 \cdot 10^5 \text{Па} \leq [\tau_{cm}] = 800 \cdot 10^5 \text{Па}.$$

3.1.6 Аналіз міцності нижньої частини опори шарніра на торсійні напруження

Аналіз міцності нижньої частини опори шарніра на торсійні напруження здійснюється для визначення її стабільності та надійності під час використання.

Під час експлуатації підйомника можливе застосування моменту на дві нижні опори, який виникає через розташування вантажопідйомного обладнання відносно стійки шарніра. Відстань від осі шарніра до підлоги становить $l = 320$ мм, а величина сили, що діє, $P = 7500$ кг. Відповідно, момент крутіння обчислюється так:

$$M = \frac{P \cdot l}{10 \cdot 2 \cdot 1000} = 1200 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Оцінимо стійкість нижньої опори до торсійних навантажень для забезпечення її надійності під час експлуатації.

$$\tau_k = \frac{M}{W_r} \leq [\tau_k]$$

$$W_p = 0,2 \cdot d^3 = 0,2 \cdot 73 = 68,6 \text{ см}^3.$$

$$[\tau_k] = 1800 = 10^5 \text{ Па}.$$

$$\tau_k = \frac{1200 \cdot 10^6}{68,6} = 1749 \cdot 10^5 \text{ Па} > [\tau_k] = 1800 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

3.1.7 Обчислення та добір основних анкерних болтів

Ми визначимо внутрішній розмір болта, виходячи з вимог до його міцності при розтягуванні, а також перевіримо його відповідність стандартам навантаження. Додатково оцінимо його здатність витримувати вказані умови експлуатації, зокрема, проведемо аналіз на корозійну стійкість та втомну міцність, що є критичним для забезпечення довготривалої та надійної роботи у складних умовах.

$$d = 1,31 \cdot \sqrt{\frac{P}{[\sigma_p] \cdot n}}$$

$$P = 20000 \text{ кгс} = 200000 \text{ Н.}$$

$$n = 14.$$

$$[\sigma_p] = 900 \cdot 10^5 \text{ Па.}$$

$$d = 1,31 \cdot \sqrt{\frac{20000}{[9000] \cdot 14 \cdot 10^5}} = 1,65 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 16,5 \text{ мм.}$$

3.2 Процес виробництва пневматичної камери

Пневматична камера для механізму підйому виконана з гумотканинної пластини відповідно до вимог ГОСТ.

Процес виробництва пневматичного балона розпочинається зі створення вентиля, який виготовляється з 15x2,5 мм труби згідно з ГОСТ, оснащеної на нижньому кінці сталеву пластину товщиною 4 мм, що служить містком. Далі з непрогумованої гуми товщиною 2 мм формують три круглі заготовки діаметрами 180, 170 та 90 мм. Між першими двома заготовками поміщають два шари прогумованого чефера, кожний діаметром 150 мм, після чого на обидві сторони заготовок наносять клей у співвідношенні 1:10 і висушують його. Заключний етап передбачає складання всіх частин з подальшим вулканізаційним пресуванням для забезпечення міцності і герметичності виробу.

В осередку кожної заготовки формують отвір з діаметром 20 мм, після чого заготовки з розмірами 180 та 70 мм одягають на вентиль. На опорі вентиля монтують третю заготовку. Отриману конструкцію ретельно прокочують роликком, а потім вулканізують разом із вентиляем у спеціалізованій формі за температури $145 \pm 5^\circ \text{C}$ протягом 25 хвилин при однобічному нагріві. Вирізають усі нерівності та задирки, які з'явилися під час вулканізації, для досягнення ідеальної гладкості поверхні виробу.

На другому етапі з гумотканинної пластини вирізають дві квадратні заготовки розмірами 760x760 мм, при цьому округлюючи кути кожної заготовки радіусом 100 мм (див. мал. 3.4). По периметру пластин виробляють

зрізання країв пошарово, формуючи ступінчасті краї, де ширина кожного сходинки складає не менше 20 мм. Для підвищення адгезії, верхній шар гуми та поверхні сходових роблять шорсткими. Додатково, кожну з заготовок підготовлюють до з'єднання, обробляючи спеціальним клеєм для забезпечення міцного зчеплення під час наступних етапів складання.

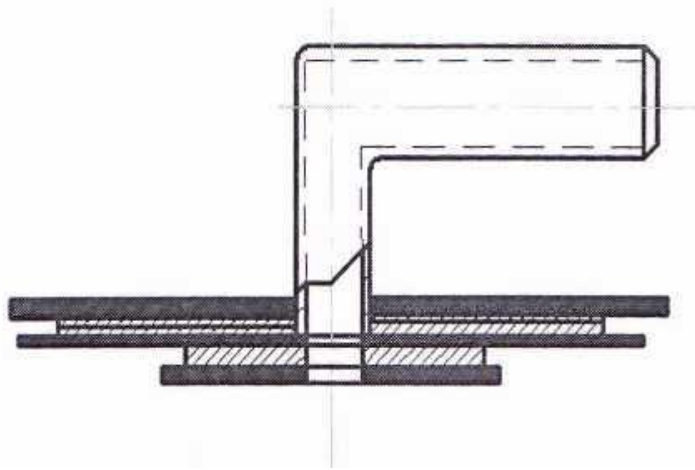


Рис. 3.4. Комплектна заготовка вентиля з основою.

Після того, як у центрі однієї з пластин просвердлюють отвір 15 мм у діаметрі, роблять поверхню навколо нього шорсткою до радіусу 100 мм від отвору (з боку з меншими ступенями). На цій шершавій ділянці, а також на шершавій внутрішній поверхні основи вентиля, наносять клей з концентрацією 1:10 двічі, кожного разу ретельно висушуючи клейову плівку. Навколо основи вентиля монтується гумове кільце завтовшки 0,9 мм, шириною 40 мм та зовнішнім діаметром 170 мм, на яке також заздалегідь нанесено і висушено клей. Ці кроки забезпечують міцність та герметичність з'єднання на наступних стадіях збірки.

Основу вентиля розміщують на пластині таким чином, щоб отвори в обох елементах точно збігалися. Після цього вентиль ущільнюють за допомогою ролика, а потім використовують спеціалізовану форму для привулканізації основи до пластини. Процес вулканізації проводять при температурі $145 \pm 5^\circ\text{C}$ протягом 20 хвилин, що забезпечує міцне та довговічне сполучення. Додатково, після вулканізації проводять остаточну перевірку герметичності шва для забезпечення високої якості готового виробу.

Після очищення ступенів обох пластин бензином, їх покривають клеєм у концентрації 1:10 двічі, дозволяючи кожному шару висихати при 40°C протягом однієї години. Далі пластини збирають з внутрішніми сторонами до середини, на кожен ступінь периметру послідовно накладаючи обгумований корд товщиною 1,2 мм і шар гуми товщиною 0,7 мм. Кожен шар ретельно змащується клеєм і розгладжується роликком. Всередину першого шару корду, на край довгої частини ступеня, вкладають шнур з сирієї гуми, товщиною 2 мм і шириною 2 мм, охоплюючи весь периметр. Верхній шар гуми належить виступати за край пластини на щонайменше 20 мм. Корд розміщується на ступенях так, що в першому шарі нитки розташовані паралельно краям пластин, а в наступних двох шарах - перпендикулярно, з перехресними нитками у сусідніх шарах, що забезпечує додаткову міцність з'єднання.

Після монтажу, компонент піддають вулканізації за допомогою стаціонарного вулканізатора, процес виконують частинами при температурі 145±5°C, тривалістю 25 хвилин для кожної частини. Остаточний балон проходить обробку та зовнішній огляд для виявлення будь-яких тріщин на вулканізованих поверхнях. Далі балон піддають тестуванню на герметичність і міцність, використовуючи тиск у 6,3 кг/см² (0,63 МПа). Це включає застосування спеціального обладнання для вимірювання стійкості матеріалу до тиску, щоб забезпечити його надійність та безпеку у використанні.

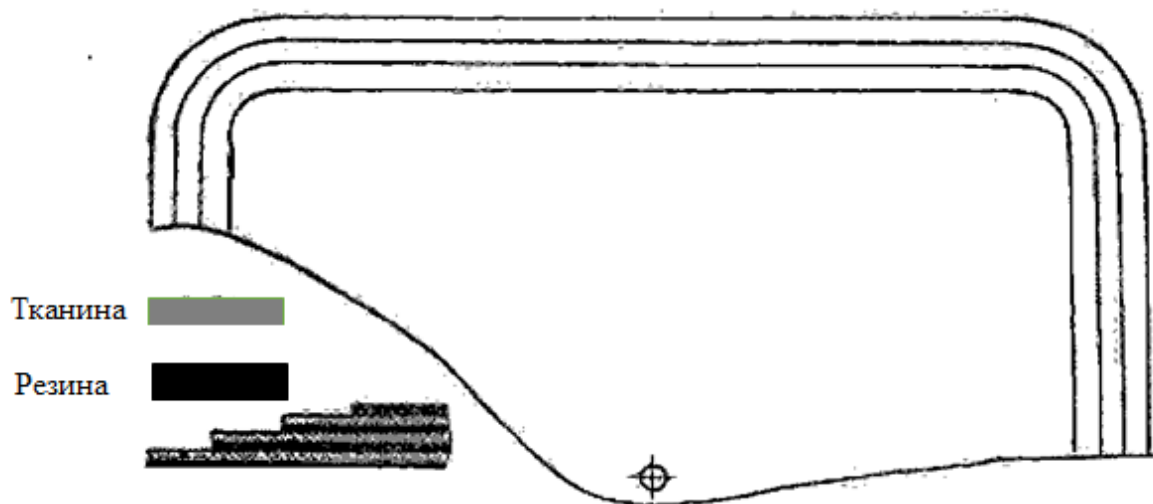


Рис. 3.5. Вирізана пластина.

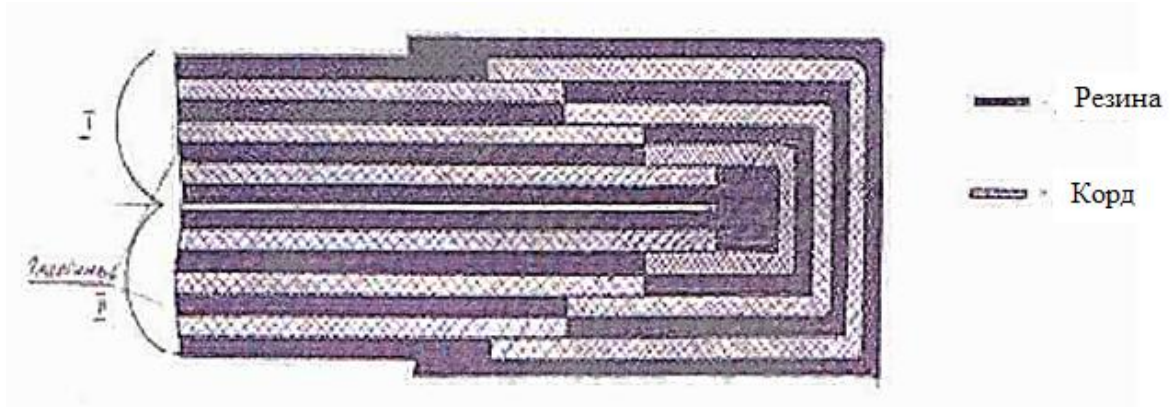


Рис. 3.6. Монтаж пневматичної камери.

3.3 Монтаж та тестування підйомника

Монтаж підйомника проводиться на рівній, гладкій, і чистій площадці. Спочатку розміщується нижня рама, за тим шарніри розташовуються навпроти отворів у нижній рамі, де вставляють зібрані ковпачки з осями та регульовальними шайбами, і закріплюють їх гвинтами. Наступним кроком є розміщення верхньої рами так, щоб її отвори збіглися з отворами на верхівці шарнірів. Ковпачки з осі і шайбами вставляють в отвори і фіксують гвинтами. Перед складанням необхідно змастити ковпачки, осі та шарніри. Після збірки, перевіряють роботоздатність рами, піднімаючи верхню раму за допомогою кран-балки до максимальної висоти, забезпечуючи її рівномірне підняття без заїдань. У разі виявлення проблем, необхідно з'ясувати їх причини та усунути.

Після складання раму розміщують на базі та фіксують до фундаменту. Монтаж підйомного механізму починається з розміщення пневматичного балона на нижній опорі, який кладуть на підставу, а вентиль вводять у відповідний отвір. До вентилля приєднують гумовий шланг. Зібрану нижню опору підйомного механізму встановлюють на фундамент і закріплюють. Далі в напрямні нижньої опори вставляють верхню платформу підйомника. Перед встановленням верхньої платформи необхідно змастити напрямні та важелі підйомного механізму для забезпечення плавного руху та зниження зносу.

Після зібрання підйомника необхідно перевірити його на функціональність, подаючи в пневматичний балон стиснене повітря з тиском від 0,05 до 0,1 МПа (0,5 до 1,0 кг/см²). Верхня платформа має плавно

підійматися без будь-яких перекосів та заїдань. Після припинення подачі повітря та з'єднання балона з атмосферою, верхня платформа має опускатися плавно, без застрягань до кінцевого положення в напрямних нижньої опори. Додатково, проводиться інспекція всіх з'єднань та фіксаторів на наявність слабких точок, які можуть вплинути на безпечну експлуатацію підйомника.

Після складання та тестування підйомника, необхідно змастити роликові опори, після чого розмістити балки підйомного механізму на поперечини рами та надійно закріпити їх за допомогою болтів. Цей крок забезпечує стабільність і довговічність конструкції під час роботи. Також важливо перевірити правильність вирівнювання балок відносно рами, щоб уникнути можливих перекосів під час підйомної діяльності.

Завершальним кроком у збірці є інсталяція трубопроводів та обладнання пневматичної системи. Особливу увагу потрібно приділити надійності та герметичності всіх з'єднань для запобігання витоків і забезпечення стабільної роботи.

Після монтажу підйомника необхідно здійснити його випробування у трьох основних режимах:

Низьке навантаження - перевірка плавності руху платформи при мінімальному вантажі. Цей тест дозволяє оцінити базову стабільність і надійність підйомника, а також виявити будь-які проблеми з гідравлічною або пневматичною системою, які можуть проявитися навіть при невеликих навантаженнях. Важливо звернути увагу на відсутність шуму, надмірних вібрацій чи інших незвичайних звуків, які можуть свідчити про несправності в механізмах або необхідність додаткової регулювання чи змащення.

Середнє навантаження - тестування механізму з середнім за масою вантажем, щоб зрозуміти ефективність системи під більш важкими умовами. Цей режим дозволяє аналізувати роботу підйомника при збільшеному навантаженні, виявляти потенційні слабкі місця в конструкції та перевірити адекватність відповіді системи контролю та безпеки. Також важливо спостерігати за однорідністю та стабільністю руху платформи, щоб переконатися, що навантаження розподіляється рівномірно і механізм здатен витримувати тривале використання без перешкод.

Максимальне навантаження - випробування стійкості та надійності всієї конструкції при повному навантаженні, що дозволяє виявити потенційні слабкі точки. Цей тест важливий для забезпечення, що підйомник може безпечно функціонувати при своїй максимальній вантажопідйомності. Особлива увага приділяється перевірці механічної інтеграції, гідравлічних та пневматичних систем, а також з'єднань і шарнірів. Також важливо переконатися, що всі елементи безпеки працюють коректно, щоб уникнути будь-яких ризиків під час експлуатації підйомника.

Кожен режим допоможе оцінити робочі характеристики і безпечність підйомника, забезпечуючи його готовність до регулярної експлуатації.

Режим без навантаження.

У пневматичний механізм вводиться повітря під тиском 0,2...0,25 МПа (2...2,5 кг/см²), і верхня рама залишається без вантажу. В цьому режимі слід здійснити перевірку на герметичність всієї системи, а також оцінити рівномірність і плавність рухів рами при її підйомі та спусканні. Важливо також забезпечити, що під час опускання не виникає перекосів або раптових ударів.

Режим робочого навантаження.

У пневматичну систему подається повітря під тиском 0,5...0,02 МПа (5...0,2 кг/см²). Важливо, щоб при цьому верхня рама плавно підіймала автопоїзд без будь-яких перешкод, перекосів або механічних пошкоджень. Крім того, слід переконатися, що під час підйому не відбувається жодних руйнувань у складових підйомника та автомобіля. Таке випробування перевіряє спроможність обладнання впоратися з максимальними робочими навантаженнями.

Після підняття припиніть подачу повітря та з'єднайте трубопровід живлення з атмосферою, щоб перевірити герметичність системи. Важливо, щоб верхня рама опустилася протягом не більше ніж однієї хвилини. Якщо рама не опускається в цей часовий проміжок, слід зняти автопоїзд з підйомника та перевірити на герметичність пневматичну систему і функціональність зворотного клапана. У разі виявлення будь-яких несправностей необхідно їх

усунути та повторити випробування для підтвердження відповідності умовам безпеки і ефективності.

Окрім перевірки герметичності, у цьому режимі необхідно також оцінити рівномірність та плавність опускання автопоїзда при переведенні розподільника у режим спуску. Час опускання автопоїзда не повинен бути коротшим за 20 секунд. Якщо цей часовий інтервал не дотримано, слід скорегувати дросельний переріз, щоб налаштувати швидкість опускання відповідно до необхідних стандартів. Це забезпечить контрольоване і безпечне опускання автопоїзда, запобігаючи будь-які можливі ризики пов'язані зі занадто швидким спуском.

Режим повного навантаження ($1,33 P_{ном}$).

На верхню раму розмістити, загрузений так, щоб його загальна маса досягала 20 тонн. Налаштувати тиск у пневматичній системі до 0,63 МПа ($6,3 \text{ кг/см}^2$), а потім, перебуваючи на безпечній відстані, подати повітря в пневматичну систему підйомника. Під час цього процесу не повинно відбуватися руйнувань структурних елементів підйомника, таких як рама, лонжерони, шарніри, тощо. Крім того, слід уважно стежити, щоб не було помітних прогинів або деформацій, що можуть свідчити про перевантаження або недостатню міцність конструкції.

Після завершення тестування на етикетці вказують дату проведення випробування та дату, коли необхідно повторити тест. Також пневматичну систему налаштовують на робочий тиск $0,5 \pm 0,02 \text{ МПа}$ ($5 \pm 0,2 \text{ кг/см}^2$), забезпечуючи її оптимальну роботу відповідно до стандартів безпеки та ефективності.

3.4 Експлуатація пневматичного підйомника

Пневматичний підйомник відрізняється простотою конструкції та надійністю у використанні. Однак, подібно до інших механізмів, він потребує регулярного технічного обслуговування для забезпечення безпечної та ефективної роботи. Це включає перевірку всіх пневматичних з'єднань та шлангів на предмет витоків, змащення рухомих частин, а також періодичну заміну будь-яких зношених компонентів. Заплановане обслуговування

допомагає запобігти раптовим поломкам та зберігає оптимальний стан обладнання.

У комплекс технічного обслуговування входять такі категорії робіт: фіксаційні, налаштувальні та змащувальні.

Затягування кріплення та змащення рухомих частин слід здійснювати принаймні один раз на шість місяців, тоді як настройка системи та перевірка пневматичного балона мають відбуватися не рідше ніж кожні два місяці. Випробування пневматичного балона потрібно проводити на пустому ході при тиску 0,63 МПа (6,3 кг/см²). При цьому перевірка на герметичність виконується згідно з процедурами, які застосовуються під час робочого навантаження.

Змащення третьових вузлів повинно виконуватися через спеціальні масленки за допомогою мастила ВУС-2 за ГОСТ. Для роликів підйомного механізму змащення може здійснюватись зовнішнім нанесенням. Це допомагає знизити тертя і знос деталей, забезпечуючи плавність роботи та подовження терміну служби обладнання.

Регулярно необхідно очищати підйомник та його компоненти від забруднень і оновлювати їх покриття фарбою. Дотримання цих простих заходів допоможе збільшити термін служби обладнання та підвищити його експлуатаційну надійність. Також важливо забезпечити, що всі захисні огорожі на підйомнику залишаються на місці під час роботи, адже їхня відсутність може призвести до травм оператора та пошкоджень обладнання.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Характеристика і аналіз потенційних небезпек при проектуванні шиномонтажної дільниці

Джерелами або носіями небезпеки є природні процеси і явища, техногенне середовище і дії людей. А причинами виникнення небезпек є умови, в яких знаходяться працівники шиномонтажної дільниці. Причини характеризуються сукупністю обставин, завдяки яким небезпеки проявляються і викликають ті або інші небажані наслідки. Форми збитку або небажаного наслідку різноманітні: травми різної тяжкості, захворювання, ущерб довкіллю і так далі.

При проектуванні шиномонтажної дільниці АТП можуть виникнути наступні потенційні небезпеки:

- не відповідає дійсності розрахунок техніко-економічних обґрунтувань;
- відсутність проекту робіт;
- невідповідність фактичної необхідності наявності виробничих площ, устаткування, матеріалів, інструментів, складу і чисельності працюючих;
- відсутність або недостатність комунікацій необхідних для забезпечення нормальних і безпечних умов праці (водопровід, теплотраса, каналізація, електропостачання, зв'язок та ін.);
- відсутність або негативне проведення інструктажу і навчання (ввідний інструктаж, первинний і так далі);
- відсутність технічного нагляду за роботами;
- відсутність інструкції про виконання тих або інших операцій;
- невідповідність фактичної необхідності виробничих площ, устаткування, матеріалів, інструментів, складу і чисельності працюючих;
- порушення режиму праці і відпочинку;
- неправильна організація робочого місця на дільниці;
- погане забезпечення нормальних умов праці (водопровід, каналізація, зв'язок, опалювання, освітлення);

відсутність або невідповідність умовам роботи спецодягу, індивідуальних засобів захисту;

використання робітників не відповідно до їх спеціальності і кваліфікації.

До санітарно-гігієнічних причин відносяться:

незадовільне освітлення робочих місць і проходів (менш 100лк);

несприятливі метеорологічні умови;

підвищена концентрація шкідливих речовин в повітрі дільниці;

великі рівні шуму і вібрації в цеху.

До конструкторських причин виникнення небезпеки травматизму відносяться:

невідповідність вимогам безпеки конструкцій технологічного устаткування, транспортних і енергетичних пристроїв;

відсутність або недосконалість захисних, запобіжних та ін. технічних засобів безпеки;

незадовільне проведення огляду, ремонту.

До технологічних причин відносяться:

неправильний вибір устаткування, оснащення;

недостатня механізація важких операцій;

порушення правил експлуатації посудин, працюючих під тиском і так далі.

До психофізіологічних причин відносяться:

невідповідність анатоμο-фізіологічних і психологічних особливостей організму людини умовою праці;

алкогольне сп'яніння;

незадовільний «психологічний клімат» в колективі;

непрофесіоналізм в трудовій діяльності і так далі.

У шиномонтажній дільниці, є джерела підвищеного виділення вологи (мийна машина і ванна для перевірки камер на герметичність), а так само джерело підвищеного тепловиділення. Для підтримки оптимальних значень параметрів метеорологічних умов (температура повітря - взимку: -17-19°C, влітку: 20-30°C, вологість повітря : 40 - 60%, швидкість руху повітря: 0,3м/с) в шиномонтажній дільниці передбачена організація місцевого відсмоктування від

мийної машина, що видаляє надлишки вологи разом з повітрям, що відсмоктується, а так само загальнообмінна вентиляція відділення вулканізації, розрахована на усунення надлишків тепла і вологи.

У шиномонтажній дільниці що реконструюється також є джерела підвищеного виділення шкідливих речовин: окисли вуглецю (більше 20мг/м) і диму (більше 0,2мг/м) при заїзді автомобіля на пост зміни коліс. Пил (більше 4,0 міліграма/м³) - при очищенні ободів дисків, шершавості камер і роботі на заточному верстаті. Пари бензину розчинника (більше 300мг/м³) і сірковуглецю (більше 10,0мг/м) - при ремонті камер і покришок.

Для видалення шкідливих речовин дільниці передбачена організація загальнообмінної вентиляції і місцевих відсмоктувань. Місцеві відсмоктування організовані для видалення пилу від джерел її підвищеного виділення (від робочих місць де робиться шершавість, від стенду для зачистки ободів дисків коліс і заточного верстата). Сушка ремонтних матеріалів, що містили бензин-розчинник, а також їх зберігання передбачене в шафах обладнаних місцевою вентиляцією, робочі місця де виконується робота з бензином - розчинником, так само мають місцеві вентиляції.

Загальнообмінна вентиляція дільниці розрахована на розчинення шкідливих речовин в повітрі робочої зони до гранично допустимих концентрацій, з урахуванням фонових концентрацій шкідливих речовин в атмосфері (тобто вміст шкідливих речовин в атмосфері).

Джерелами шуму і вібрації є стенди, що мають електропривод, система вентиляції, гайковерти, пневматичне обладнання і інше. Рівень шуму створюваний системою вентиляції на дільниці складає 100 дб, на вихлопі повітря при роботі пневматичного підіймача - 90дб, шум електроприводів стендів, мийної машина, гайковерта і тому подібне - 60 -100 дб, а сумарний рівень шуму, за умови неприйняття заходів по звукоізоляції, близько 110 дб.

Для створення нормальних умов роботи на дільниці передбачені заходи по зниженню рівня шуму. Вентиляційні установки, розміщені на антресолях дільниці вулканізації, збудовані стінами із звукоізолюючим облицюванням, двері, що ведуть у вентиляційну камеру, виготовлені у відповідності до вимог. Для забезпечення зниження шуму при роботі технологічного устаткування

електроприводи і механізми забезпечені вбудованим обгороджуванням із звукоізолюючим облицюванням, а вихлопна система пневматичного підіймача обладнана глушником.

Для зниження рівня вібрації технологічне устаткування (заточний верстат, мийна машина, стенд для зачистки ободів дисків коліс) встановлюється на віброізолюючих опорах. Окрім цього одним з основних заходів по зниженню і підтримці допустимих рівнів шуму і вібрації є ретельна зборка і балансування устаткування, а так само своєчасне і якісне його обслуговування.

На шиномонтажній дільниці розміщена установка для миття коліс. Ця установка є джерелом забруднення виробничих стічних вод. У конструкції мийної машина передбачено очищення і повторне використання води.

Під мийною машина є відстійник місткістю 3м³, а в її конструкції передбачена установка напірного гідравлічного циклона, масло-бензиноуловлювача і фільтрів типу До-2.

Вода, що поступає від мийної машина, стримує тверді часточки до 2000 міліграма/літр і до 150 міліграма/л нафтопродуктів, а вода, що йде на повторне використання після очищення, - 2-3 міліграми/л твердих часток і 0,8-1,2 міліграм/л нафтопродуктів.

4.2 Комплексні заходи фактичної розробки і відображення БЖД

При проектуванні шиномонтажної дільниці були враховані усі можливі потенційні небезпеки і шкідливі процеси виробництва робіт і часу відпочинку.

Для забезпечення безпечної і високопродуктивної праці, створення найбільш сприятливої обстановки, зменшення захворюваності і травматизму, а також виконання необхідного об'єму робіт поведені наступні заходи:

у приміщеннях є умивальники, обладнані змішувачами гарячої і холодної води;

у приміщенні є пости протипожежної безпеки;

застосування зниженої напруги в електричних ланцюгах ручного управління, електроустаткування, а так само в системі місцевого освітлення;

заземлення приладів електроустаткування і так далі

У приміщеннях головного виробничого корпусу по категорії пожежної небезпеки, що належать до категорії «В» і «Д», знаходяться легко-пінні вогнегасники, ящики з піском. Склад обладнаний автоматичною сигналізацією з виведенням сигналу на КПП.

Устаткування і пристосування розставлені з урахуванням зручності проходу і виконання робіт. Усі операції по ремонту агрегатів, їх випробуванню, обкатці виконуються в послідовності, вказаній в технологічних картах. У цих картах позначена правильність і безпечність відповідних операцій.

У дипломному проекті розроблені і передбачені усі необхідні заходи, які сприяють обмеженню викиду шкідливих речовин до гранично допустимих норм.

Психологічний чинник є доки важко передбачуваним і таким, що важко піддається в організації будь-якої діяльності, у тому числі вдосконаленні автомобільного сервісу.

Таким чином, дипломна робота повністю відповідає усім вимогам БЖД, і забезпечуються нормальні і безпечні умови праці і відпочинку для робочого колективу.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Бакалаврська робота охоплює кілька ключових аспектів, пов'язаних із технічним обслуговуванням і ремонтом автомобільних шин, а також розробкою і тестуванням підйомних механізмів. Робота поділена на чотири основні розділи:

Загально-технічний розділ зосереджується на аналізі пошкоджень шин, процедурах перестановки коліс і формулюванні завдань для кваліфікаційної роботи.

Технологічний розділ включає детальний опис місця для заміни коліс, зон шиномонтажу, вулканізації, зберігання шин, а також весь технологічний процес ремонту та обслуговування шин. Також тут присутня оцінка вартості ремонтних робіт.

Конструкторський розділ включає деталі проектування, обчислення і тестування підйомника, включаючи аналіз міцності його компонентів, процеси виробництва пневматичної камери та монтаж.

Розділ безпеки життєдіяльності висвітлює потенційні небезпеки, пов'язані з проектуванням шиномонтажної дільниці та пропонує комплексні заходи з охорони праці.

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. Конспект лекцій з курсу «Технології обслуговування автотранспортних засобів». / Р.В. Хорошун, О.Л. Ляшук, Н.Т. Навроцька. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2021. – 194 с.
3. Ляшук О.Л. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / О.Л. Ляшук, В.М.Клендій, Р.В.Хорошун. – Тернопіль: Вид. ТНТУ – 2018. – С. 302.
4. 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.
5. Конспект лекцій (частина II) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д. Навроцька., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 184 с.
6. Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Хорошун Р.В. Модель руху автомобіля по криволінійній трасі. Науковий вісник Херсонської державної морської академії : науковий журнал. Херсон: Херсонська державна морська академія, 2021. № 2 (25). С. 72–81.
7. 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.

8. Sokil, B., Lyashuk, O., Sokil, M., Vovk, Y., Lebid, I., Hevko, I., Khoroshun R Matviyishyn, A. (2022). Methodology of Force Parameters Justification of the Controlled Steering Wheel Suspension. Communications, 24(3), B247-B258.

9. Кузьмінський Р.Д., Шарибура А.О Технічний сервіс. Ремонт електрообладнання тракторів і автомобілів Львів 2017 – 376 с

10. Сукач М.К. Технічний сервіс машин. Навч. пос.. Гриф МОНМСУ - Ліра-К, 2017 – 288 с.

11. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017, - 324 с.

12. 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.

13. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108 с.

14. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці. Курс лекцій: Навчальний посібник для студентів вищих педагогічних навчальних закладів всіх спеціальностей за освітньо-кваліфікаційним рівнем "бакалавр" / А.І. Ткачук, О.В. Пуляк. – Перевидання, доповнене та перероблене. – Кропивницький: ПП "Центр оперативної поліграфії "Авангард". – 2017. – 184с.