

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва та транспорту
(повне найменування факультету)

Кафедра «Експлуатація та ремонт машин»
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА до магістерської роботи

магістр
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: «Дослідження та розробка практичних рекомендацій щодо підвищення довговічності автомобільних шин на базі кафедри «Експлуатація та ремонт машин» Центральноукраїнського національного технічного університету»

Виконав: магістрант ІІ курсу, групи АТ-20М(1.9)
спеціальності 274 – Автомобільний транспорт

_____ Ділдора НУРГЕЛЬДІЄВА

Керівник: _____ Ігор ШЕПЕЛЕНКО

Консультанти:

з економічного розділу _____ Сергій НІСФОЯН

з охорони праці _____ Олег БЕВЗ

з цивільного захисту _____ Оксана МЕЗЕНЦЕВА

Допустити до захисту: _____ Сергій МАГОПЕЦЬ

Рецензент: _____

Кропивницький – 2022 рік

Центральноукраїнський національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва та транспорту

Кафедра експлуатації та ремонту машин

Освітній рівень – магістр

Галузь знань – 27 – Транспорт

(шифр і назва)

Спеціальність – 274 – Автомобільний транспорт

Освітня програма – «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, доц. **Сергій МАГОПЕЦЬ**

«___» _____ 2022 року

**ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСКУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА**

Нургельдієвої Ділдори

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Дослідження та розробка практичних рекомендацій щодо підвищення довговічності автомобільних шин на базі кафедри «Експлуатація та ремонт машин» Центральноукраїнського національного технічного університету»

керівник роботи Шепеленко Ігор Віталійович, доктор технічних наук, доц

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 24 » грудня 2021 року № 83-13

2. Строк подання магістрантом роботи «30» квітня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи 1. Матеріали науково-дослідної практики. 2. Інструкція по експлуатації автомобільних шин. 3. Альбом технологічних плануваль

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

Загальний розділ. Загальна інформація про кафедру «Експлуатація та ремонт машин» Центральноукраїнського національного технічного університету. Обґрунтування теми магістерської роботи.

Науковий розділ. Властивостями автомобільних шин. Технічний стан автомобільних шин в процесі експлуатації. Методи та засоби для випробування і контролю автомобільних шин. Дослідження, спрямовані на підвищення довговічності шин автомобілів. Виводи та пропозиції щодо підвищення довговічності шин автомобілів.

Спеціальний розділ. Особливості виконання робіт на шиномонтажній дільниці. Розрахунок та підбір обладнання. Розрахунок площі шиномонтажної дільниці. Компонування шиномонтажної дільниці. Розрахунок пара і палива. Розрахунок вентиляції. Розрахунок освітлення. Розрахунок силової електроенергії. Розрахунок витрати води. Розрахунок річної витрати стиснутого повітря.

Технологічний розділ. Загальні відомості про шини автомобілів. Прийнятті позначення при маркуванні автомобільних шин. Фактори, що впливають на довговічність шин. Технологічний процес ремонту шин легкових автомобілів.

Конструкторський розділ. Обґрунтування необхідності модернізації стенда для виправлення дисків коліс легкових автомобілів. Обґрунтування й розробка стенда для виправлення дисків. Основні перевірочні розрахунки елементів конструкції стенда.

Обґрунтування й вибір технологічної послідовності виконання робіт на стенді, особливості його складання й фарбування.

Економічний розділ. Техніко-економічне обґрунтування організаційних заходів шиномонтажної дільниці.

Охорона праці. Заходи щодо забезпечення безпеки праці на шиномонтажній дільниці. Заходи по технологічній безпеці. Заходи щодо створення нормальних санітарно-гігієнічних умов праці.

Цивільний захист. Методи випробування автомобілів на токсичність відпрацьованих газів.

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

1. Конструкція автомобільної шини (А1).
2. Види ушкоджень шин легкових автомобілів (А1).
3. Дослідження щодо підвищення довговічності автомобільних шин (А1).
4. Планування шиномонтажної дільниці (А1).
5. Розробка технологічних карт на виконання технологічного процесу ремонту автомобільних шин (А1).
6. Загальний вид (складальне креслення) стенда для виправлення дисків (А1).
7. Креслення складальних одиниць (А1).
8. Деталювання (А1).

6. Консультанти розділів магістерської роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічний	доц. Нісфоян С.С.		
Охорона праці	доц. Бевз О.В		
Цивільний захист	викл. Мезенцева О.М.		

7. Дата видачі завдання: 01.09.2021 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальний розділ	14.02	
2	Науковий розділ	28.02	
3	Спеціальний розділ	06.03	
4	Технологічний розділ	20.03	
5	Конструкторський розділ	03.04	
6	Економічний розділ	10.04	
7	Охорона праці	17.04	
8	Цивільний захист	24.04	
9	Графічний матеріал	27.04	

Магістрант _____
(підпис)

Ділдора НУРГЕЛЬДІЄВА
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Ігор ШЕПЕЛЕНКО
(прізвище та ініціали)

Анотація

Розроблена магістерська робота складається з листів пояснювальної записки та 12 листів графічної частини. Пояснювальна записка вміщує вісім розділів, в яких розкрити наступні питання.

В загальному розділі магістерської роботи представлена загальна інформація про кафедру «Експлуатація та ремонт машин» Центральноукраїнського національного технічного університету. Обґрунтована тема магістерської роботи.

В науковому розділі запропоновані рекомендації щодо підвищення довговічності автомобільних шин. Для цієї мети були розглянуті конструкція і експлуатаційні характеристики автомобільних шин та фактори, що впливають на їх довговічність, проведені ряд експериментів. Для підвищення терміну служби шин автомобіля сформульовані ряд положень.

В спеціальному розділі виконано розрахунок шиномонтажної ділянки з розробкою її планування.

В технологічному розділі подані загальні відомості про шини легкових автомобілів та фактори, що впливають на їх довговічність. Розроблений технологічний процес ремонту шин легкових автомобілів.

В конструкторському розділі виконано модернізація станда для виправлення дисків коліс легкових автомобілів. Його модернізація полягає у заміні гідроприводу механізму для правки на гвинтовий та установці на ньому силового механізму для попереднього виправлення дисків із великими деформаціями перед обкатуванням. Це дозволить значно спростити конструкцію, зменшити витрати на експлуатацію та обслуговування станда.

В економічному розділі зроблено техніко-економічне обґрунтування організаційних заходів шиномонтажної ділянки.

В розділі «Охорона праці» розглянуто заходи щодо забезпечення безпеки праці на шиномонтажній ділянці.

В розділі «Цивільний захист» розкрито тему – Методи випробування автомобілів на токсичність відпрацьованих газів.

Вступ.....	
1. Загальний розділ.....	
1.1. Загальна інформація про кафедру «Експлуатація та ремонт машин» Центральноукраїнського національного технічного університету	
1.2. Обґрунтування теми магістерської роботи.....	
2. Науковий розділ.....	
2.1. Властивостями автомобільних шин	
2.2. Технічний стан автомобільних шин в процесі експлуатації	
2.3. Методи та засоби для випробування і контролю автомобільних шин	
2.4. Дослідження, спрямовані на підвищення довговічності шин автомобілів	
2.5. Виводи та пропозиції щодо підвищення довговічності шин легкових автомобілів	
4. Спеціальний розділ.....	
3.1. Особливості виконання робіт на шиномонтажній дільниці	
3.2. Розрахунок та підбір обладнання	
3.3. Розрахунок площі шиномонтажної дільниці	
3.4. Компонування шиномонтажної дільниці	
3.5. Розрахунок пара і палива	
3.6. Розрахунок вентиляції	
3.7. Розрахунок освітлення	
3.8. Розрахунок силової електроенергії	
3.9. Розрахунок витрати води	
3.10. Розрахунок річної витрати стиснутого повітря.....	

4. Технологічний розділ.....

- 4.1. Загальні відомості про шини автомобілів.....
- 4.2. Позначення і маркування автомобільних шин.....
- 4.3. Фактори, що впливають на довговічність шин.....
- 4.4. Технологічний процес ремонту шин легкових автомобілів

5. Конструкторський розділ.....

- 5.1. Обґрунтування необхідності модернізації стенда для виправлення дисків коліс легкових автомобілів
- 5.2. Обґрунтування й розробка стенда для виправлення дисків
- 5.3. Основні перевірочні розрахунки елементів конструкції стенда.....
 - 5.3.1 Вибір електродвигуна та розрахунок приводу.....
 - 5.3.2 Розрахунок клиноремінної передачі.....
 - 5.3.3 Перевірочний розрахунок шпоночних з'єднань.....
 - 5.3.4 Розрахунки гвинтового з'єднання.....
 - 5.3.5 Розрахунок осі.....
- 5.4. Обґрунтування й вибір технологічної послідовності виконання робіт на стенді, особливості його складання й фарбування
- 5.5. Техніка безпеки та промсанітарія при роботі на стенді для правки дисків коліс автомобілів

6. Економічний розділ.....

- 6.1. Техніко-економічне обґрунтування організаційних заходів шиномонтажної дільниці.....
 - 6.1.1 Визначення капітальних вкладень.....

7. Охорона праці.....

- 7.1. Заходи щодо забезпечення безпеки праці на шиномонтажній дільниці
- 7.2. Заходи по технологічній безпеці.....

7.3. Заходи щодо створення нормальних санітарно-гігієнічних умов праці...

8. Цивільний захист.....

8.1. Методи випробування автомобілів на токсичність відпрацьованих газів.

Нормативи екологічної безпеки атмосфери

8.1.1 Розрахунок забруднення атмосферного повітря.....

8.1.2 Сучасні прилади для визначення токсичності шкідливих речовин...

8.1.3 Нормативи екологічної безпеки атмосфери. Методи випробовування
автомобілів на токсичність відпрацьованих газів.....

Висновки.....

Література.....

Додатки.....

Вступ

«Основне призначення автомобільного транспорту – якісне і повне задоволення потреб народного господарства і населення у перевезеннях» [2].

«Шини здійснюють безпосередній зв'язок автомобіля з дорогою і, як наслідок, виконують істотний вплив. У загальному об'ємі витрат на автомобіль в процесі експлуатації витрати на придбання і ремонт шин складають від 5 до 15 % залежно від умов експлуатації, якості і своєчасності обслуговування. Згідно з існуючими «Правилами експлуатації...», шина придатна до експлуатації, якщо після випробування на ній не спостерігається відділення протектора від каркаса, відшаровування один від одного сусідніх шарів, відділення корду від його гумового покриття, відривів або розривів корду. Значна частина цих дефектів є прихованими і не діагностуються в процесі експлуатації шин. Велика кількість шин, що були в експлуатації, відновлюється накладенням або нарізкою протектора. Слід зазначити, що придатні до відновлення шини залежно від технічного стану розділяються на три класи. Визначення класу відновлення шин роблять залежно від наявності дефектів. Діапазон способів виявлення дефектів досить широкий: від візуального до автоматизованого, із застосуванням засобів неруйнівного контролю. У першому випадку страждає якість, а в другому – різко збільшується собівартість відновлення» [3].

«Своєчасне та доступне діагностування технічного стану шин дозволить підвищити ефективність їх експлуатації, понизити травматизм на дорогах і економити значні матеріальні і фінансові ресурси» [3].

У представленій магістерській роботі виконані дослідження, що спрямовані на підвищення довговічності автомобільних шин. Отримані практичні рекомендації є дієвим методом, що, безумовно, зумовило актуальність поставленої роботи.

1.1. Загальна інформація про кафедру «Експлуатація та ремонт машин» Центральноукраїнського національного технічного університету

«Кафедра «Експлуатація та ремонт машин» заснована у 1968 році (на момент створення мала назву «Ремонт машин») як окремий структурний підрозділ в Кіровоградському інституті сільськогосподарського машинобудування» [1].

«За весь період розвитку кафедри її очолювали 6 видатних науковців, які внесли вагомий вклад у розбудову як матеріальної так і наукової бази кафедри, становлення та визнання наукової школи, не тільки серед фахівців нашої країни, але й далеко за її межами» [1].

«Першим завідувачем кафедри був призначений к.т.н., доцент Логунов Б.Я. В період з 1968 р. по 1974 рік та у 1976-1982 роках, кафедру очолював д.т.н., професор Терхунов О.Г. З 1974 р. по 1976 р. кафедру очолював к.т.н., доцент Дяченко В.Г. З 1987 р. по 1993 р. завідувачем кафедри був к.т.н., доцент Саловський В.С. Найбільший період часу, а саме у 1982-1987 рр. та в період з 1993 р. по 2020 кафедру «Експлуатація та ремонт машин» очолював д.т.н., професор Черновол М.І. З вересня 2020 р. завідувачем кафедри призначено к.т.н., доцента Магопця С.О.» [1].

«На сьогодні науково-педагогічний персонал кафедри проводить підготовку здобувачів вищої освіти за такими освітніми програмами:

- ✓ першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» (галузь знань 27 «Транспорт»);
- ✓ першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів спеціальності 275 «Транспортні технології» (галузь знань 27 «Транспорт»);
- ✓ першого (бакалаврського), другого (магістерського) та третього (освітньо-наукового) рівнів спеціальності 132 «Матеріалознавство» (галузь знань 13 «Механічна інженерія»);
- ✓ першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів спеціальності 208 «Агроінженерія» (освітня програма «Технічний сервіс

сільськогосподарської техніки», галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»» [1].

У своєму розпорядженні кафедра ЕРМ оснащена сучасними лекційними аудиторіями і лабораторіями (рис.1.1, 1.2).



Рис.1.1. Лекційна аудиторія на кафедрі ЕРМ



Рис.1.2. Лабораторія кафедри ЕРМ

«Станом на 01.01.2022 року професорсько-викладацький склад кафедри налічує 19 штатних науково-педагогічних працівників, серед яких:

5 докторів наук, професорів;

12 кандидатів технічних наук, доцентів» [1].

1.2. Обґрунтування теми магістерської роботи

Слід відзначити, що кількість автомобілів у регіоні збільшується в геометричній прогресії, при цьому якість доріг на Україні не поліпшується й змушує бажати кращого. Безпека руху на шляхах, багато в чому залежить від автомобільних шин.

Шини – невід’ємний елемент та частина автомобіля, яка в значній мірі визначаючий рівень його експлуатаційних властивостей і ефективність використання. Від шин залежить прохідність і економічність, динамічність і безпека руху, гучність і плавність ходу. Шина є пружною конструкцією, в якій жорсткість гумовотканинної оболонки поєднується з пружністю стислого повітря. При русі автомобіля шина здійснює певну механічну роботу. При цьому відбувається деформація і тертя об дорогу шини, що рухається, на що витрачається деяка частина потужності, що розвивається двигуном. Окрім тертя, шина піддається ударному навантаженню від перешкод, що зустрічаються на дорогах, руйнують протектор і каркас. Багатократні деформації і тертя викликають значне теплоутворення в шині, що призводить до втрати міцності матеріалів, з яких вона виготовлена. Зміна технічного стану шин робить значний вплив на експлуатаційні якості автомобіля, такі як, наприклад, тягова і гальмівна характеристики, стійкість, прохідність, плавність ходу, паливна економічність, безпека та інші.

До 10% витрат пов'язаних зі змістом і експлуатацією легкових автомобілів відводяться шинам. Тому підвищенню довговічності шин приділяється велика увага як експлуатаційниками, так і дослідниками, що підтверджує актуальність представленої роботи.

2.1. Властивостями автомобільних шин

Шина є пружна конструкція, в якій жорсткість гумовотканинної оболонки поєднується з пружністю стислого повітря. При русі автомобіля шина здійснює певну механічну роботу внаслідок чого відбувається її деформація і тертя внаслідок взаємодії з дорогою. На це витрачається деяка частина потужності, яка що розвивається двигуном. Шина піддається також ударному навантаженню від перешкод, що зустрічаються на дорогах, руйнуються протектор і каркас. Багатократні деформації і тертя викликають значне теплоутворення в шині, що призводить до втрати міцності матеріалів, з яких вона виготовлена. Зміна технічного стану шин робить істотний вплив на експлуатаційні якості автомобіля (тягова і гальмівна характеристики, стійкість, прохідність, плавність ходу, паливна економічність, безпека та ін.). Під дією сил при коченні колеса шина безперервно деформується, тобто змінює форму, окремі частини шини згинаються, стискаються, розтягуються [2].

Конструкція шин повинна забезпечувати реалізацію високих експлуатаційних якостей автомобіля і високі показники використання його в заданих умовах роботи. Залежно від умов роботи шини повинні мати певні експлуатаційні якості. Експлуатаційні якості шин визначаються їх робочими характеристиками, які можуть впливати на економічність перевезень (вантажопідйомність, довговічність, надійність, економічність), вибір параметрів руху автомобіля (зчеплення з дорогою, прохідність, опір коченню, безпека руху), умови перевезень (амортизаційна здатність шин, шум при русі). Майже усі робочі характеристики роблять прямий або непрямий вплив на різні показники роботи автомобіля [3]. Нижче представлений аналіз основних робочих характеристик автомобільних шин.

Зчеплення шини з дорогою. Цей показник оцінюють величиною коефіцієнта зчеплення шини залежно від типу і стану дороги стосовно трьох випадків руху :

- нормальному подовжньому руху без ковзання і буксування;

- подовжньому руху з ковзанням і буксуванням;
- бічному занесенню і ковзанню.

Зчеплення шини з дорогою дозволяє визначити величину сили тяги на провідних колесах і робить вплив на подовжню і бічну стійкість автомобіля [4]. Опір коченню шини визначає витрату потужності на рух автомобіля, витрату палива і, в цілому, довговічність самої шини. Збільшення тиску повітря призводить до зниження втрат на ковзання шини по твердій основі в усьому інтервалі зміни швидкості. При збільшенні тиску змінюється радіальна деформація і підвищується її жорсткість, що зменшує гістерезисні втрати. Крім того, в процесі кочення у міру нагріву тиск повітря в шині підвищується, а опір коченню зменшується [4]. Середні значення коефіцієнту зчеплення шин високого тиску наведено в табл.2.1

Надійність шини оцінюють за її пробігом до повного зносу в певних умовах роботи. Надійність шини залежить від особливостей конструкції, властивостей матеріалу і технології виготовлення покришки і камери. Міцність покришки характеризується: величиною тиску стислого повітря в шині, що викликає розрив каркаса; числом деформацій бічних стінок каркаса під дією певного радіального навантаження до повного руйнування стінок; величиною радіальної сили, що рівномірно розпирає борт покришки до його розриву. Міцність покришки залежить від особливостей конструкції, властивостей матеріалу і технології виготовлення. Довговічність шини або властивість її зберігати працездатність до граничного стану, включаючи необхідний ремонт, вимірюють загальним пробігом до списання. Довговічність залежить від властивостей матеріалу, конструкції і технології виготовлення шини. Зносостійкість протектора покришки оцінюють зменшенням ваги протектора в грамах або його товщини в міліметрах за певний пробіг шини, тобто у г/1000 км або в мм/1000 км. Зносостійкість протектора залежить від властивостей матеріалу, малюнка і технології виготовлення протектора, особливостей конструкції шини і умов експлуатації.

Таблиця 2.1 – Середні значення коефіцієнту зчеплення шин високого тиску

Найменування дорожнього покриття або його стану	Величина коефіцієнта зчеплення при дорожньому покритті		
	Чистому і сухому	Чистому і мокрому	Замасленому або покритому брудом
Бетон	0,75	0,50	0,30
Асфальтобетон	0,70	0,45	0,30
Брущатка велика	0,75	0,40	0,30
Брущатка дрібна, мозаїка	0,65	0,40	0,30
Торці дерев'яні	0,70	0,30	0,20
Асфальт	0,60	0,40	0,25
Булижна мостова	0,70	0,40	0,34
Шосе щебенева	0,75	0,50	0,40
Грунтова (профільована) дорога	0,70	0,15	—
Снігова дорога	0,30	До 0,20	—
Обмерзла дорога	0,24	До 0,18	—
Таюча обмерзла дорога	0,20	До 0,15	—

«**Довговічність** автомобільних шин визначається терміном їх служби до появи повного зносу протектора. Для спеціалістів – шиномонтажників прийнято знос протектора визначати як термін служби автомобіля. Характерні причини відмов та дефектів автомобільних шин при їх експлуатації показані на рис.2.1. Ці дані складані на підставі статистичних даних наведених в роботах» [5].

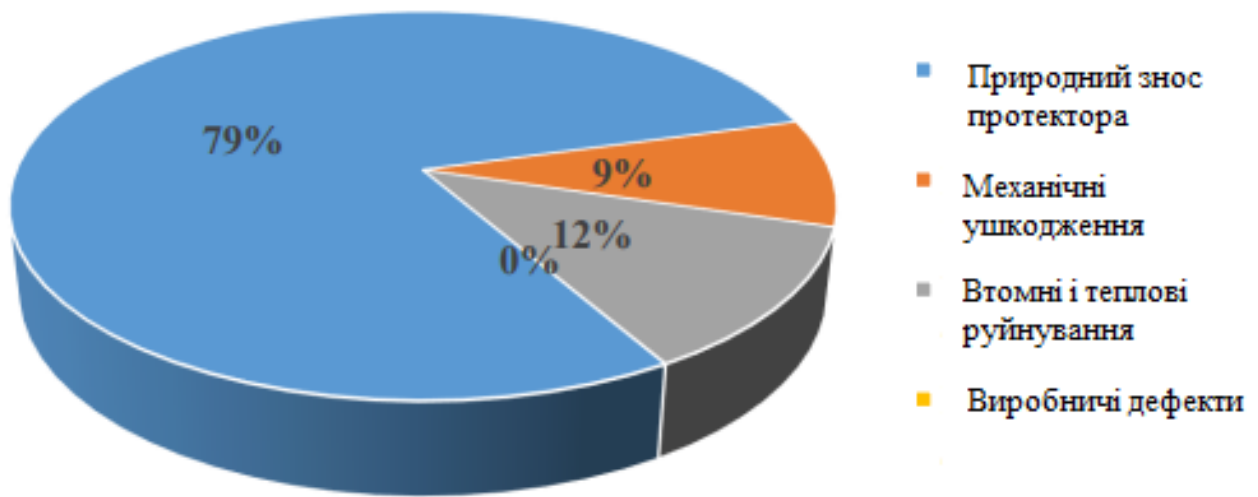


Рис.2.1. Розподіл відмов автомобільних шин в залежності від виду дефектів

Жорсткість шини (здатність до опору зміни її форми (деформації) під дією зовнішніх сил) характеризується коефіцієнтами: радіальній жорсткості шини; тангенціальній жорсткості шини і бічної жорсткості шини. Жорсткість шини характеризує її амортизуючу здатність і залежить від товщини стінок і властивостей матеріалу покриття, величини її поперечного профілю, а отже, внутрішнього об'єму покриття і від тиску стислого повітря в ній, що робить дуже великий вплив на жорсткість шини у зборі.

Прохідність шини визначає прохідність автомобіля в скрутних дорожніх умовах і по бездоріжжю і впливає на інші його якості, наприклад, на м'якість ходу автомобіля (зниження м'якості ходу на твердому покритті при шинах з малюнком протектора підвищеної прохідності). Прохідність шини залежить від малюнка протектора, внутрішнього тиску повітря, зовнішнього діаметру шини і величини площі контакту її з дорогою.

Безшумність ходу шини визначає здатність шини створювати мінімальний шум при коченні на твердих дорожніх покриттях. Вимірюється величиною створюваного шиною шуму при встановленій швидкості руху на певному дорожньому покритті. Головні причини шуму від шин: шорсткість дороги і її великі нерівності, тертя між дорогою і протектором, вода на

дорожньому покритті, дисбаланс, биття і нерівномірна жорсткість шин, профіль шини, швидкість автомобіля, режим кочення колеса, температура. Розрізняють зовнішній і внутрішній шум автомобіля. Зовнішній шум погіршує екологію. Внутрішній шум знижує комфортабельність їзди автомобіля і підвищує стомлюваність водія і пасажирів.

Герметичність шини вимірюється величиною зменшення внутрішнього тиску в шині впродовж встановленого часу роботи за певних умов. Герметичність шини залежить головним чином від особливостей конструкції шини, якостей матеріалу і технології виготовлення. Здатність шини протистояти проколам і ударним механічним діям визначається величиною сили, що прикладається до торця металевого стержня на ділянці бігової поверхні шини для наскрізного проколу або пробою оболонки шини. Ця якість залежить від типу і числа шарів корду в каркасі і брекері, калібру, типу малюнка і матеріалу протектора.

Схильність шини до теплоутворення можна оцінити: максимальною температурою, що виникає в різних ділянках шини за певних умов її роботи; часом охолодження шини від максимальної до мінімальної встановленої температури. Чим нижча максимальна температура, що виникає в працюючій шині, чим менше часу її охолодження, тим нижче схильність шини до теплоутворення. Ця якість залежить від теплопровідності матеріалів, а також від конструкції шини і обода. Теплостійкість шини, або здатність її матеріалів протистояти дії високої температури, що виникає в ній, характеризується максимально високою температурою шини, при якій працююча шина не втрачає своїх основних якостей або втрачає їх трохи. Теплостійкість залежить від властивостей матеріалу шини і її конструкції.

Морозостійкість шини, залежна від властивостей матеріалу шини, характеризується величиною максимально низької температури, при якій працююча шина не втрачає своїх основних якостей або втрачає їх незначно. Морозостійкість шини залежить від матеріалу шини.

Безпека шини (здатність її утримувати повітря і забезпечувати стійкість руху автомобіля після проколу або пробігом каркаса) характеризується величиною її пробігу в метрах при стійкому русі автомобіля в конкретних дорожньо-кліматичних умовах і певній швидкості після проколу або пробігом шини [5]. Ця якість залежить в основному від особливостей конструкції шини і має істотне значення для оцінки камерних, безкамерних шин і шин із спеціальними камерами.

Здатність шини протистояти старінню характеризується часом, впродовж якого виготовлена шина, що знаходиться в певних умовах зберігання або експлуатації, не втрачає своїх основних якостей або втрачає їх дуже трохи. Здатність протистояти старінню залежить в основному від властивостей матеріалу і конструкції шини.

Ремонтопридатність шини (пристосованість шини до попередження, виявлення відмов і несправностей і проведення технічного обслуговування і ремонту) оцінюють мірою складності, середніми витратами часу або вартістю виконання технічного обслуговування, місцевого і відновлюваного ремонту, відсотком відбору шин для ремонту. Ця якість, в основному, залежить від особливостей конструкції і матеріалу шини.

У роботі [5] автор дійшов висновку, що чим більше експлуатаційних якостей буде враховано при комплектуванні автомобіля шинами, тим ефективнішою буде його експлуатація. При цьому поліпшення одних експлуатаційних характеристик шин за рахунок зміни конструкції, структури і властивостей матеріалу може привести до погіршення інших характеристик.

2.2. Технічний стан автомобільних шин в процесі експлуатації

Надійність шини визначається безвідмовністю, довговічністю, ремонтпридатністю і збереженням. Надійність в експлуатації головним чином визначається довговічністю і ремонтпридатністю. Із-за дефектів, викликаних втомними руйнуваннями елементів шини, з експлуатації виходять приблизно 30

% шин, а за зносом – приблизно 50 % [6]. Шини, що вийшли з експлуатації за зносом, підлягають ремонту методом накладення протектора, якщо внутрішні шари не піддалися руйнуванню. Шини, що вийшли з експлуатації із-за руйнувань їх елементів, подальшому відновленню не підлягають. Крім того, дефекти із-за руйнувань виникають несподівано, що призводить до аварійних ситуацій та істотно знижує безпеку руху. Нині ці дефекти практично не діагностуються. За даними [6] близько 40 % шин вантажних автомобілів і майже 30 % [6] шин легкових автомобілів виходять з ладу до виконання встановлених норм пробігу. За впливом на довговічність шин дороги прийнято ділити на 3 групи залежно від типу і стану дорожнього покриття : А – дороги з вдосконаленим покриттям (асфальтобетон, бруківка) в задовільному стані; Б – усі види доріг, окрім доріг групи А, в задовільному стані; В – усі види доріг в незадовільному стані [4]. За даними [4] при експлуатації автомобілів на дорогах групи Б число невідновлюваних відмов склало 18 і 5 % відповідно для шин радіальної конструкції і шин діагональної конструкції. Це свідчить про порушення технічного стану автомобіля, низьку якість технічного обслуговування шин і агрегатів, що впливають на інтенсивність їх зносу. В цілому ресурс залежить від усіх причин відмов, по яких шини зазвичай знімаються з експлуатації. Чим більше передчасних відмов – тим менший фактичний пробіг автомобіля. Середньостатистичний пробіг шин деяких легкових автомобілів наведені в табл.2.2.

«Знижений внутрішній тиск викликає не лише перегрівання шини і розшарування каркаса, але і передчасний знос протектора. Це відбувається внаслідок нерівномірного розподілу питомих тисків в площині контакту. В цьому випадку шина деформується таким чином, що середня частина бігової доріжки прогинається всередину і усе навантаження передається на крайні зони протектора. При їзді зі зниженим тиском відбувається інтенсивне зношування країв бігової доріжки, а її середня частина майже зовсім не зношується. У здвоєних коліс їзда зі зниженим тиском повітря може привести до зіткнення і перетирання боковин покришки. При тривалому русі зі зниженим тиском на

внутрішній поверхні боковин покриток з'являються темні смуги, потім відділяються і розриваються нитці внутрішнього шару корду і в результаті відбувається кільцевий злам каркаса» [5].

Таблиця 2.2 – Середньостатистичний пробіг шин легкових автомобілів

N п/п	Базова модель автомобіля	Позначення (типорозмір) шини	Модель шини	Середньодобовий пробіг шини, тис. км
1	2	3	4	5
1.	BMW різної модифікації	185/65R15, 195/65R15, 205/60R14	шини закордонного виробництва	50
2.	Chevrolet різної модифікації	195/70R14, 185/70R14, 235/55R15	шини закордонного виробництва	50
3.	Daewoo різної модифікації	175/70R13, 185/65R14	шини закордонного виробництва	45
4.	Ford різної модифікації	175/70R13, 185/65R13, 185/65R14, 185/70R14, 185/75R14, 195/70R14	шини закордонного виробництва	55
5.	Hyundai різної модифікації	195/70R14, 195/75R14, 205/60R15	шини закордонного виробництва	40

«Підвищений внутрішній тиск. Такий тиск викликає велике навантаження каркаса, внаслідок чого прискорюється процес «втоми» корду, який згодом призводить до розриву каркаса, а отже, до зменшення пробігу шин. Особливо це позначається при наїзді на перешкоду, коли виникає концентрація напруги на невеликих ділянках шини і відбувається хрестоподібний розрив каркаса. При експлуатації шин з підвищеним тиском зменшуються деформації шини, і усе навантаження передається на середину бігової доріжки, внаслідок чого інтенсивному зносу піддається середня частина протектора» [7].

«Перевантаження шин викликає ушкодження при підвищеному тиску і також зменшує термін служби шин. Характери руйнувань боковин, а також зносу протектора аналогічні тим, які спостерігаються при експлуатації шин зі зниженим тиском, тільки в значно більшому ступені внаслідок великих питомих тисків. Великі швидкості руху призводять до сильного нагріву шин і зменшення їх міцності, що особливо позначається при наїзді на припони і часто супроводжується ушкодженням каркаса. Крім того, спостерігається підвищений

знос протектора, у якого при нагріві різко знижується зносостійкість, головним чином при русі по твердих нерівних дорогах внаслідок збільшення прослизання елементів бігової доріжки в місці контакту з дорогою. Усе це скорочує термін служби шин» [7].

«Вплив дорожніх і кліматичних умов. На інтенсивність зносу шин впливають тип і стан дорожнього покриття, подовжній і поперечний профілі дороги, а також вид дороги в плані, т. е. величина радіусів поворотів і їх частота. Наявність нерівностей дороги викликає великі динамічні навантаження на каркас шин, їх нагрів і руйнування. При збільшенні опуклості дороги відбувається перерозподіл ваги в поперечному напрямі і збільшення навантаження на шини однієї сторони автомобіля. Спуски і підйоми, звивистість шляху також збільшують знос шин внаслідок перерозподілу ваги по осях, дії бічних сил при поворотах, а також із-за частих гальмувань і розгонів. У літній час спостерігається інтенсивніший знос шин у зв'язку зі зменшенням міцності шинних матеріалів від нагріву, а в зимовий час зношування шин зменшується» [8].

«Технічний стан автомобіля може бути причиною передчасного зносу шин. При відхиленні від норми кута розвалу відбувається перерозподіл питомих тисків в площині контакту шини з дорогою і виникає односторонній знос протектора. Збільшення кута сходження викликає інтенсивніший знос зовнішньої кромки протектора, а при малому – зовнішньої, що викликається прослизанням елементів протектора при коченні їх з відведенням. При порушенні співвідношення кутів повороту коліс також відбувається явище відведення (при русі по кривій). Характерний вид зносу протектора при коченні коліс з відведенням являється утворення неоднакових за висотою кромки елементів протектора (пилкоподібний знос). Нерівномірний знос протектора (плямистий) спостерігається в результаті наявності незбалансованості колеса, люфту підшипників маточин, люфту в шарнірних з'єднаннях підвіски, поганого кріплення колеса до маточини, еліпності гальмівних барабанів та ін.» [8].

«Гарантійний термін служби шин, як правило, складає 5 років з моменту виготовлення. Можливість подальшої експлуатації шини визначає споживач відповідно до її технічного стану. При цьому виготовлювач гарантує: відповідність шин вимогам міждержавного стандарту при дотриманні правил експлуатації, транспортування і зберігання; відсутність виробничих дефектів і працездатність шин до граничного зносу малюнка протектора, що відповідає висоті індикатора зносу, в межах гарантійного терміну служби шини» [9].

Ушкодженнями шин, що найчастіше зустрічаються, за даними [10] являються нерівномірний знос, порізи, відшарування або розрив протектора, розшаровування каркаса або його злам, пропуск повітря через вентиль. Основним документом, що регламентує обслуговування і експлуатацію шин, являються «Правила експлуатації автомобільних шин» [8]. Згідно із існуючими правилами, причини, за якими покриття, камери і ободні стрічки можуть бути передчасно зняті з експлуатації, діляться на виробничі та експлуатаційні. До експлуатаційних причин відносяться:

- ✓ Передчасний нерівномірний знос протектора із-за неправильного регулювання сходження і розвалу передніх коліс, різкого гальмування або торкання з місця, зношеності і послаблення кріплення колісних підшипників, втулок рульової тяги, завищеного радіального і бічного биття коліс, знос малюнка протектора вище гранично допустимого із-за несвоєчасного зняття шин з експлуатації.

- ✓ Руйнування або злам каркаса із-за їзди при зниженому тиску в шинах.

- ✓ Інтенсивний знос середньої частини бігової доріжки із-за їзди при підвищеному тиску в шинах, розрив каркаса із-за перевантаження автомобіля або коліс за рахунок неправильного розміщення вантажу в кузові автомобіля, а також внаслідок удару об дорожні перешкоди при їзді з великою швидкістю.

- ✓ Механічні ушкодження.

При виникненні вказаних несправностей або внаслідок нормального зносу протектора приймається рішення про напрям шин в ремонт для усунення

місцевих ушкоджень, на відновлення накладенням нового протектора, здачі у брукхт або на рекламацію. Ремонту місцевих ушкоджень підлягають шини, що мають місцеві ушкодження, розміри яких не перевищують величин, встановлених ОСТ 200-001-95 [10]. Відновленню накладенням нового протектора підлягають шини, що мають граничний знос малюнка протектора і ушкодження, що не перевищують розмірів, встановлених ОСТ 38-47-171-95 «Покришок пневматичних автомобільних шин і безкамерні автомобільні шини, придатні до відновлення накладенням нового протектора».

Сучасні виробники автомобільних шин надають рекомендації щодо підвищення та продовження ресурсу як самих шин так і їх протектора. Ці рекомендації стосуються визначеного тиску в шинах. Отже доведено, що зміна тиску в менший або більший бік призводить до нерівномірного зносу протектора. Для шин з визначеним малюнком слід суворо дотримуватися вимоги щодо місця установки та орієнтації відносно напрямку руху автомобіля. Експлуатувати шини зі зношеними більше граничних меж малюнку протектора заборонено. Також необхідно своєчасно змінювати шини при зміні сезону (літні або зимні), що забезпечить безпеку на шляхах та збільшить ресурс автомобільних шин. При збереженні рекомендацій та вимог правил дорожнього руху малюнок протектора забезпечить необхідні ходові якості автомобіля та зменшить зайві витрати на підтримання автомобіля. Згідно існуючих вимог та правил заборонено експлуатувати автомобілі з шинами, що не відповідають встановленим вимогам. Автомобільні шини, знос яких перевищує граничні допустимі значення значно знижують керованість автомобіля та можуть бути причиною дорожньо-транспортних пригод (ДТП).

Аналізуючи фактори, що впливають на довговічність шин окреслимо основні її резерви щодо підвищення:

1. Правильний вибір і комплектування автомобілів шинами;
2. Раціональний режим руху автомобіля;
3. Виконання правил монтажу та демонтажу шин;
4. Технічне обслуговування та зберігання шин;

5. Ремонт шин.

2.3. Методи та засоби для випробування і контролю автомобільних шин

Існуючи руйнування автомобільних шин слід розділити на декілька видів. Це розриви і злами кордових шарів, розшарування гуми, відшаровування гуми корду, розтріскування. Перераховані руйнування є внутрішніми дефектами шини, що утрудняє їх діагностування в процесі експлуатації автотранспортних засобів. Такі дефекти шин можуть в принципі виникати і при виробництві внаслідок різних технологічних руйнувань. Незважаючи на безліч дефектів, які можуть мати місце в шині при її експлуатації, найбільш небезпечними прийнято вважати внутрішні дефекти. Основною причиною внутрішніх дефектів являються втомні руйнування шинних матеріалів. Небезпека таких дефектів полягає в тому, що вони можуть привести до раптового руйнування шини і виникнення аварійної ситуації.

Для зниження аварійності автотранспортних засобів необхідно проводити регулярну діагностику автомобільних шин. Найбільш перспективним напрямом в рішенні цих завдань є розвиток діагностики шин в умовах експлуатації. У цьому плані найбільш прогресивними є методи неруйнівного контролю. Проте слід зазначити, що в реальних умовах експлуатації безпосереднє виявлення внутрішніх дефектів в шинах представляється досить складним завданням. Це пов'язано з тим, що вартість апаратури, як правило, дуже висока. Крім того, ця апаратура досить громіздка і вимагає спеціальної підготовки персоналу для її експлуатації.

Випробування шин в умовах експлуатації дають якнайповніше уявлення про характеристики і зносостійкість їх протектора, проте для отримання необхідних даних внаслідок різноманіття умов експлуатації необхідно випробовувати велике число шин. У зв'язку з цим досить широко застосовуються прискорені дорожні випробування, що проводяться при напруженій роботі автомобілів з баластом і при середньодобовому пробігу не менше 600 - 800 км. Широке поширення отримали лабораторні (стендові) випробування шин за

оцінкою зносостійкості протектора. Стендові випробування відрізняються значно більшою точністю і надійністю в порівнянні з дорожніми. Вони не залежать від погодних умов і можуть проводитися цілодобово, у будь-яку пору року і в меншій ступені залежать від індивідуальних особливостей випробувача.

При появі прихованих дефектів ушкодження шини може не проявлятися декілька тижнів або місяців і мати наслідки. Розривання шини при великій швидкості руху може привести до ДТП. Удари о каміння, неправильно виконаний «сходження – розвал», неправильний тиск накачування шин, сторонні частки можуть привести до тріщин і ушкодження корду шини. Для виявлення прихованих дефектів автомобільних шин використовуються стенди різних типів.

На сьогодні ринок устаткування для діагностування пропонує діагностичні стенди різної складності та сфери застосування. Розглянемо деякі з них.

Стаціонарний діагностичний стенд для автоматичного визначення прихованих дефектів шин мод. МТТ 2020 (розробник - компанія Beissbarth) (рис.2.2) оснований на оптоелектронній технології виміру. Конструкція стенду подібна до конструкції стендів балансувань.



Рис.2.2. Стенд діагностичний мод. МТТ 2020 (розробник – компанія Beissbarth)

Тестуюча голівка на основі оптоелектронної технології за допомогою лазерних датчиків діагностує боковину шини колеса, яка ділиться на 7-9 сегментів, що покривають усе коло колеса. Мікропроцесор переміщає тестуючу голівку з сегменту на сегмент. Дані вимірів, записані тестуючою голівкою, пересилаються в комп'ютер, обробляються, оцінюються і відображаються на моніторі ПК. Прихований дефект шини стає видимим завдяки оптоелектронній вимірювальній технології і цифровому аналізу зображення. Технологія ґрунтована на неруйнівному дистанційному дослідженні поверхні шини за допомогою лазерного променя і подальшого запису електронної CCD - камерою. Цей метод, відомий як сдвигова фотографія, використовує інформаційні дані двох зображень, що накладаються один поверх одного. За допомогою спеціальної процедури визначається область, в якій зображення відрізняється одно від іншого. У стенді робиться запис першого зображення шини за умов нормального тиску, а потім реєструється друге зображення при іншому значенні внутрішнього тиску. Відомі також стенди, ґрунтовані на рентгенівській томографії шини, наприклад, модульні системи контролю шин MTIS YXLON (розробник - фірма «YXLON International»). Варіанти для легкових і вантажних шин множина: від систем з ручним завантаженням для вибіркового контролю до високопродуктивних системи для роботи у виробничому потоці з автоматичним виявленням дефектів; висококонтрастне зображення перерізу шини від борту до борту на одному моніторі з можливістю виміру деталей шини і архівації зображень.

Існують стенди для визначення статичних і динамічних пружних характеристик і віброзахисних властивостей автомобільних шин. У стендах такого типу шини діагностуються за зміною характеристик. При статичних випробуваннях шин визначають характеристику радіальної пружності як безперервну залежність між радіальним навантаженням, що діє на шину, і її радіальною деформацією, виміряною за переміщенням центру колеса. Статичні випробування ґрунтовані на галузевій нормалі. Галузева нормаль передбачає побудову характеристик пружності шини по точках, які наносяться на графік в координатах деформація – сила через інтервали, рівні 10 - 20% статичного

навантаження, що доводиться на шину повністю навантаженого автомобіля. При цьому межа вантаження встановлюється від нуля до максимального значення навантаження, що передбачається при таруванні підвіски цього автомобіля. Як правило, досить повна характеристика радіальної пружності шини виходить при вантаженні шини в межах до подвоєного статичного навантаження на колесо повністю навантаженого автомобіля. Навантаження і деформацію вимірюють при збільшенні і зменшенні радіальної сили.

2.4. Дослідження, спрямовані на підвищення довговічності шин автомобілів

Вивчаючи фактори, що визначають передчасне зношування шини, нами складена їх класифікація з погляду керованості ними (рис.2.3).



Рис.2.3. Класифікація факторів зношування покриттів по ознаці їх керованості

З метою розробки практичних рекомендацій з визначення раціональної швидкості для підвищення довговічності шин автомобіля нами виконані дослідження, представлені на рис. 2.4. Із графіків видно, що зі збільшенням швидкості кочення легкових шин розміром 6,70-15 з 70 до 105 км/год інтенсивність зношування їхнього протектора зростає приблизно на 75%.

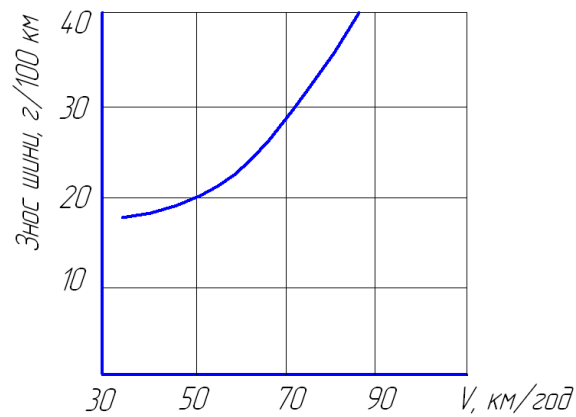


Рис.2.4. Вплив швидкості кочення на інтенсивність зношування протектора автомобільних шин.

Зі зростанням швидкості кочення за інших рівних умов можна чекати збільшення ступеня проковзування протектора в контактї шини з дорогою внаслідок посилення інерційних ефектів. Це також обумовлює підвищення інтенсивності зношування протектора шини, особливо по краях бігової доріжки.

«Реалізована висока швидкість руху може привести не тільки до збільшеного стирання протектора, але й до ослаблення зв'язку між шарами гуми й тканинами покриття з можливим їхнім розшаруванням і до відставання латок на відремонтованих ділянках покриття та камери» [11]. Все це знижує ресурс шин. Як видно з рис.2.5, при збільшенні швидкості у два рази (з 50 до 100 км/год) пробіг шин знижується приблизно в три рази. Також видно: якщо ви рухаетесь на своєму автомобілі зі швидкістю 50-60 км/год (як регламентують правила дорожнього руху в місті), ваші шини не вийдуть із ладу раніше строку.

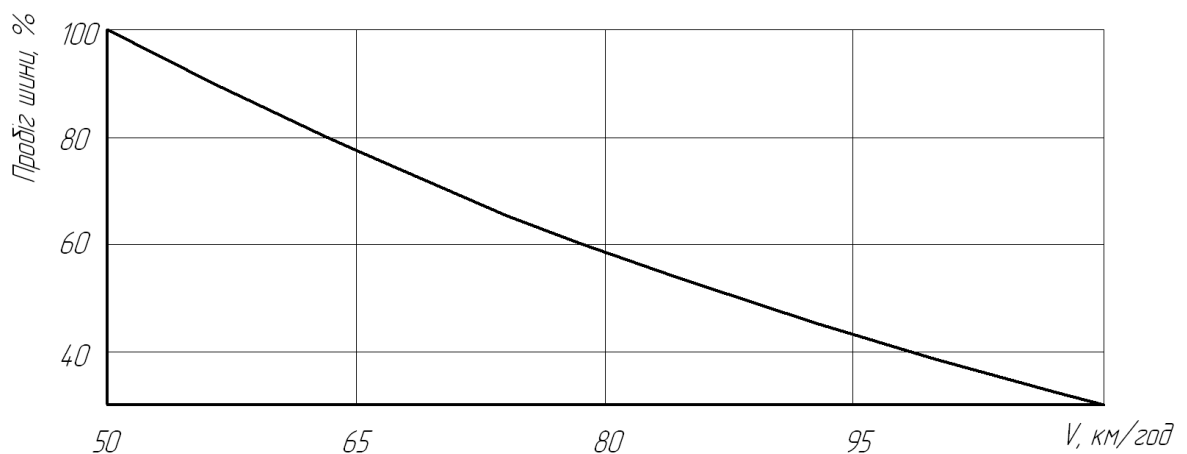


Рис.2.5. Вплив швидкості руху автомобіля на амортизаційний пробіг шин

Висока температура знижує міцність матеріалу шин, особливо в тих місцях, які були відремонтовані. Вплив швидкості і тривалості руху на температуру шини показано на рис.2.6. Згідно експериментальним даним, температура протектора в легкових шин 165 R13 при збільшенні швидкості кочення з 80 до 120 км/год підвищується приблизно на 20%.

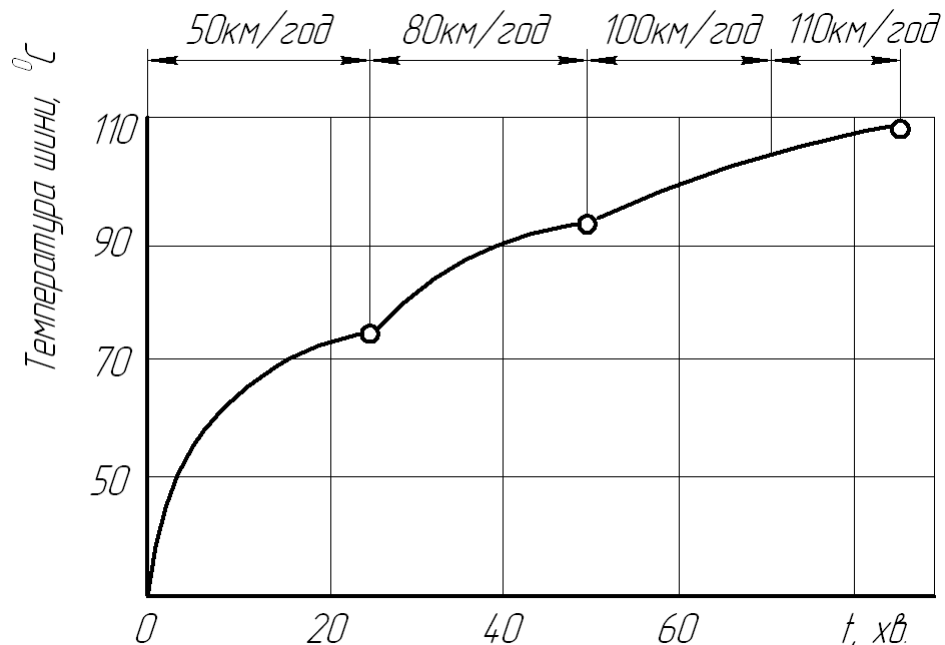


Рис.2.6. Вплив швидкості і тривалості руху легкового автомобіля на температуру шини.

Оскільки даних про вплив температури шин на їх знос у літературних джерелах відсутні, нами виконувалися дослідження, метою яких було визначення температурного режиму найбільш навантажених областей шини при різних умовах кочення, а також впливу конструктивних змін шини на її температурний стан.

Згідно з даними зарубіжних та вітчизняних досліджень температура протектора шини коливається в межах від 200 до 600 °C [12]. Досвід свідчить, що вже при температурі понад 125°C шини швидко виходять з експлуатації. Статистика нещасних випадків на шляхах свідчить, що від 15 до 30 % усіх ДТП спричиняються руйнуванням шин через їхній надмірний нагрів [8]. Тому температура автомобільної шини при коченні є одним із показників, які характеризують її працездатність. Ця температура залежить не лише від

конструкції, але й від режимів роботи шини на автомобілі. Встановлено, що радіальне навантаження суттєво впливає на її тепловий стан. Припустиме навантаження на шину визначається кількістю шарів, розмірами та, головним чином, шириною профілю. При цьому, чим більше шарів корда в шині, тим вище її температура.

Дослідження проводилися у два етапи: на першому – заміряли внутрішню температуру в шинах, на другому – температуру на їх поверхні. Температуру внутрішніх шарів шини визначали за допомогою термопар, які встановлювались в шину на стадії збирання. Закладка термопар мала місце там, де в шині очікувалися багатократні циклічні деформації: на крайках брекера та каркаса шини, а також у її центрі. Збиралися шини на заводі ВО «Білоцерковщина». Місця встановлення термопар у шинах легкових автомобілів наведені на рис.2.7. Обкатка зібраних шин проводилась на випробувальній станції того ж самого заводу на шинообкатному стенді.

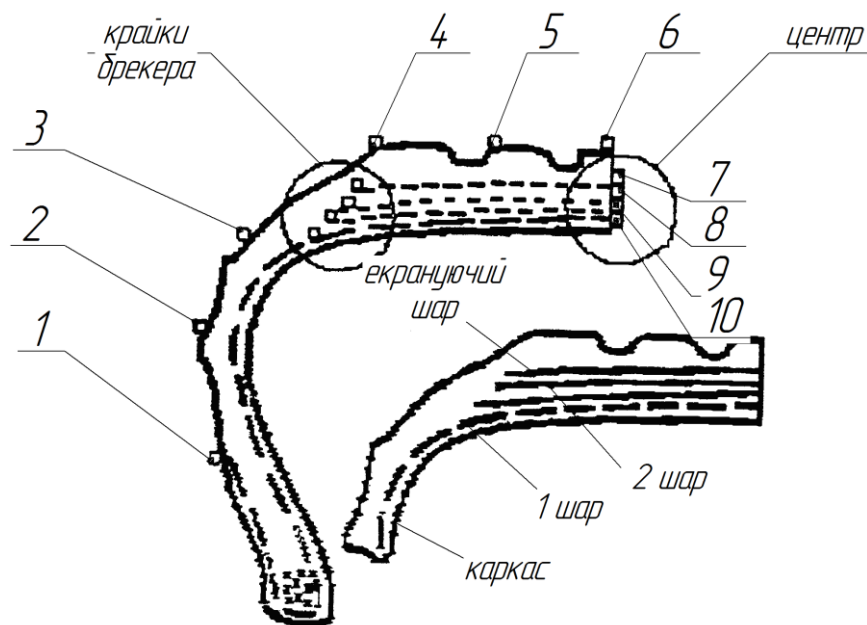


Рис.2.7. Місця вимірювання температури шини легкового автомобіля: 1, 2, 3 – зверху боковини; 4 – зверху по крайках протектора; 5 – зверху по середині протектора; 6 – зверху по центру протектора; 7 – усередині на екрануючому шарі; 8 – усередині на другому шарі брекера; 9 – усередині на першому шарі брекера; 10 – усередині на каркасі.

Навантажувальні параметри встановлювалися максимальними. Дослідження температурного стану різних шарів проводилось в шинах легкових автомобілів: 175/70R13 моделі БЛ-85-1 і 185/65R14 моделі БЦ-5. Мета досліджень – визначення максимальної температури в різних зонах шин та порівняння теплового стану шин різного розміру. Результати досліджень у вигляді графіків наведені на рис.2.8.

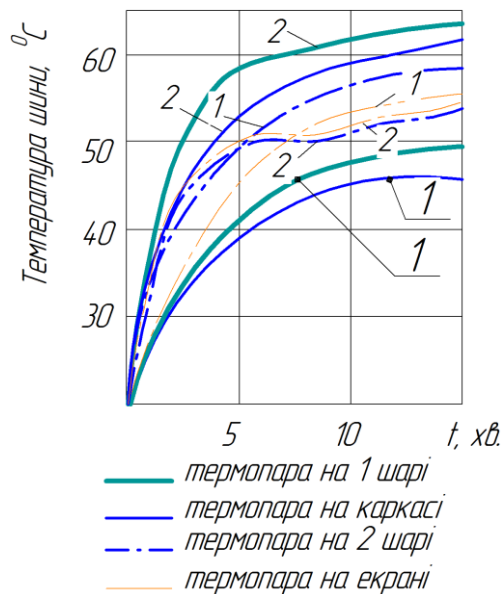


Рис.2.8. Розподілення температур на шарах шин легкових автомобілів

Результати досліджень наведені в табл.2.3. Температура по шарах каркаса шини 185/65R14 вища, ніж у шини 175/70R13. Так, на першому шарі брекера температура шини 185/65R14 перевищила температуру в тій же зоні шини 175/70R13 на 22 %, на каркасі - на 26 %, а на другому шарі – на 6 %. У шини 185/65R14 найбільш термонапруженим виявився перший шар брекера, температура якого перевищила температуру на каркасі на 3%, а на другому та екрануючому шарах – на 17 %. У шини 175/70R13 найбільш термонапруженим був другий шар брекера: його температура перевищила температуру на екрануючому шарі на 6%, на першому шарі – на 15%, а на каркасі – на 21 %.

Таблиця 2.3 – Розподіл температури на поверхні шин

Марка шини	Час кочення, хв.	Температура в точках вимірів, °C					
		1	2	3	4	5	6
175/70R13	20	40	42	46	43,5	43	41
185/65R14	20	39	41	45	43	44	45

Як свідчать дані таблиці, найвища температура спостерігається по центру протектора шин, а найнижча – по боковині, ближче до бортового кільця.

Результати проведених досліджень свідчать, що шини легкових автомобілів виходять на свій температурний режим через 15 хв. кочення по біговому барабану; максимальна температура шин становила 65...70°C; найбільшого навантаження в температурному відношенні зазнають перший та другий шари брекера. Ці результати дослідження можна використовувати при конструюванні шин.

Оскільки кути установки керованих коліс та їх шворнів у процесі експлуатації змінюються в порівнянні з оптимальними значеннями, нами досліджувався вплив відхилення кутів установки коліс (сходження і розвалу) стосовно оптимальних їхніх значень на зношування шин. На рис.2.9-2.11 показані криві зростання інтенсивності зношування по мірі збільшення кута розвалу.

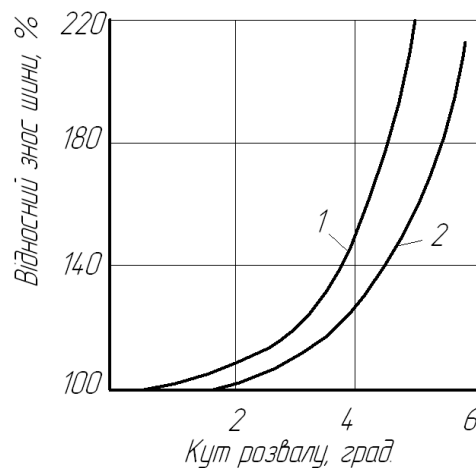


Рис.2.9. Відносне зношування шин залежно від кута розвалу коліс: (1 – шина 6,00–16; $G_k=450$ кг; $P_b=2,0$ кГ/см²; 2 – шина 7,00–15; $G_k=600$ кг; $P_b=2,25$ кГ/см²).

Сходження коліс впливає на зношування шин, у той час як у процесі експлуатації відбувається безперервне відхилення сходження від оптимального значення в тої або інший бік.

На рис.2.10, 2.11 наведені графіки експериментального визначення зношування шин при їхньому коченні по бетонованому барабані при різних кутах розвалу і сходження коліс. При куті сходження в 2° зношування зростає більш ніж в 10 разів у порівнянні зі зношуванням при відсутності сходження.

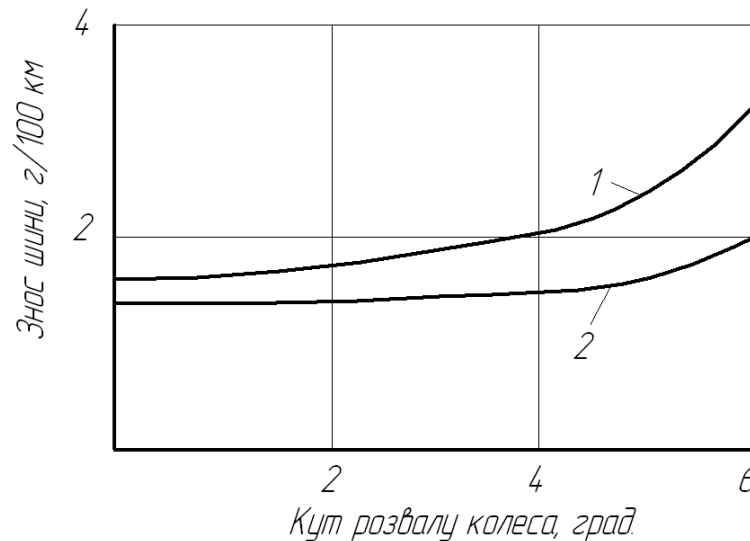


Рис.2.10. Зношування шин залежно від кута розвалу коліс

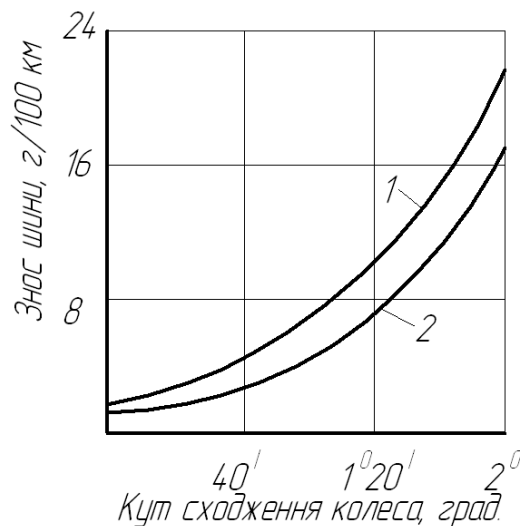


Рис.2.11. Зношування шин залежно від кута сходження коліс

Зміна розвалу колеса також викликає збільшення зношування, однак у значно меншій мірі.

Співвідношення кутів повороту керованих коліс при повороті автомобіля також впливає на зношування шин.

Неправильне співвідношення кутів повороту приводить до підвищеного зношування шин тому, що значну частину пробігу автомобіль виконує на криволінійних ділянках шляху.

Особливо шкідливий вплив на роботу шин робить порушення кутів установки коліс у легкових автомобілів з більше еластичними шинами й незалежною підвіскою. Дослідженнями встановлено, що при незалежній підвісці коліс на поперечних важелях навіть невелике відхилення кутів їхньої установки від оптимальних значень приводить до різкого підвищення зношування шин.

2.5. Висновки та пропозиції щодо підвищення довговічності шин легкових автомобілів

Аналіз літературних джерел, а також проведені нами дослідження дозволили із упевненістю стверджувати, що шини автомобілів є найважливішим елементом експлуатації легкових автомобілів.

Володіння повною інформацією про конструкції, маркування і характеристики автомобільних шин, факторах, що впливають на їхній ресурс дозволить водієві вчасно приймати рішення та практично впливати на підвищення довговічності шин автомобілів.

Для підвищення терміну служби шин автомобіля необхідно дотримуватися наступних правил:

- правильний вибір і комплектування шин;
- раціональний режим руху;
- своєчасне і якісне ТО і зберігання шин;
- дотримання технології і правил монтажу й демонтажу шин;
- своєчасний ремонт і відновлення шин.

Нами складена класифікація факторів, що впливають на зношування шин з погляду їхньої керованості. Саме керованими факторами можливо, на наш погляд,

підвищити довговічність шин. Додатковим резервом підвищення довговічності шин легкових автомобілів можуть бути результати проведених нами досліджень:

- висока швидкість руху приводить до підвищеного стирання протектора і як наслідок до зниження ресурсу шин. При збільшенні швидкості руху у два рази (рис.2.5) пробіг шин знижується приблизно в 3 рази. Рух зі швидкістю 50–60 км/год (як регламентують правила дорожнього руху в місті), дозволить підвищити довговічність шин автомобілів.

- максимальна температура шини повинна бути не більше $65-75^{\circ}\text{C}$, а на самий сприятливий режим шина виходить після 15 хвилин кочення. Для збільшення терміну служби шин нами пропонується перші 15 хвилин руху автомобіля здійснювати в більш повільному режимі;

- відхилення кутів установки коліс (сходження та розвалу) стосовно оптимальних їхніх значень веде до прискореного зношування шин (рис. 2.9–2.11). Тому при технічному обслуговуванні автомобіля необхідно обов'язково перевіряти сходження та розвал коліс.

3.1. Особливості виконання робіт на шиномонтажній дільниці

Шиномонтажна дільниця призначена для виконання робіт, пов'язаних з демонтажем і монтажем гуми з коліс машин, а також для ремонту дисків і камер коліс.

Річна виробнича програма шиномонтажної дільниці визначається кількістю ремонтованих колісних машин у рік.

«Шини знімаються з експлуатації при зношуванні малюнка протектора або при ушкодженнях, усунення яких вимагає ремонтних впливів. Граничне зношування малюнка протектора визначається по центру бігової доріжки. Воно становить: для вантажних автомобілів 1,0 мм, для легкових автомобілів 1,6 мм, для автобусів 2 мм» [12].

«Близько 50% автомобільних шин передчасно руйнуються внаслідок порушення правил експлуатації, до числа яких відносяться: недотримання норм тиску повітря й навантажень на шини, неправильний монтаж і демонтаж шин, погані дорожні умови й значні зміни кліматичних умов експлуатації шин, значне збільшення швидкості руху автомобіля, недотепне керування автомобілем, поганий технічний стан автомобіля й, у першу чергу ходової частини. Придатність шин для місцевого ремонту або відновлення регламентується відповідними технічними умовами» [13].

«Враховуючи те, що шини є досить складними й відповідальними деталями автомобіля, від яких у значній мірі залежить багато експлуатаційних якостей автомобіля і, зокрема, безпека руху, стійкість, економічність та інше на більшості СТО і АТП України створені і функціонують шиномонтажна дільниця» [14].

Технологічний процес. З поступивших на дільницю коліс знімається гума, а самі колеса направляються для перевірки та необхідного ремонту. Знята з коліс гума перевіряється та дефектується. Камери, що мають невеликі ушкодження, ремонтуються на шиномонтажній дільниці, покритишки та камери, що вимагають складного ремонту, звичайно передаються для ремонту в спеціальні

шиноремонтні майстерні або заводи. Після ремонту колеса повертаються на шиномонтажну дільницю, де на них монтується справна гума.

Згідно даних розрахунків трудомісткість шиномонтажних і вулканізаційних робіт, що планується виконати за рік складає $T=10528$ чол.-год.

Для виконання заданого обсягу робіт розрахуємо необхідну кількість виробничих робочих за формулами:

$$R_{\text{я}} = \frac{T}{\Phi_{\text{н}} \cdot k} = \frac{10528}{1996 \cdot 1,15} = 4,5; \text{ приймаємо } R_{\text{я}}=5 \text{ чол.};$$

$$R_{\text{с}} = \frac{T}{\Phi_{\text{д}} \cdot k} = \frac{10528}{1564 \cdot 1,15} = 5,8; \text{ приймаємо } R_{\text{с}}=6 \text{ чол.},$$

де $k=1,15$ – коефіцієнт перевиконання норм виробітки.

Таким чином, для виконання заданого обсягу робіт необхідна кількість виробничих робочих буде складати $R_{\text{с}}=6$ чол. Кількість допоміжних робочих

$$R_{\text{д}} = 0,15R_{\text{сн}} = 0,15 \cdot 6 = 0,9; \text{ приймаємо } R_{\text{д}}=1 \text{ чол.}$$

3.2. Розрахунок та підбір обладнання

Число одиниць основного технологічного обладнання визначаємо за формулою:

$$n_{\text{об}} = \frac{T}{\Phi_{\text{о.д.}} \cdot \eta_{\text{з}}},$$

де T – трудомісткість даного виду робіт, що заплановано виконати за рік;

$\Phi_{\text{о.д.}}$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год;

$\eta_{\text{з}}$ – коефіцієнт завантаження обладнання, $\eta_{\text{з}}=0,83 \dots 0,95$

$$n_{\text{об}} = \frac{10528}{1801 \cdot 0,9} = 6,5$$

Приймаємо сім одиниць основного технологічного обладнання для виконання запланованого обсягу робіт.

При проектуванні шиномонтажної дільниці підбираємо таке технологічне обладнання, яке забезпечить високоякісне та своєчасне виконання запланованих робіт. Номенклатуру і кількість основного та допоміжного обладнання для

шиномонтажної дільниці вибираємо по каталогах технологічного обладнання. Розраховане та прийняте необхідне обладнання для проектованої дільниці зводимо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Технологічне обладнання шиномонтажної дільниці

Найменування обладнання	Кількість, шт	Марка, тип	Габаритні розміри, мм	Площа, м ²		Потужність, кВт
				Одиниці	Всього	
1	2	3	4	5	6	7
1. Підйомник пневматичний	1		16000×1050	16,8	16,8	
2. Гайковерт електричний	1	И-318	1200×650	0,78	0,78	0,7
3. Візок пересувний	1	П-217	1060×870	0,92	0,92	
4. Кран – укосина	1	ГОСТ-7890-67 Q=0,8 т				1,2
5. Стенд для демонтажу шин вантажних автомобілів	1		1500×2300	3,45	3,45	5,5
6. Установка для миття коліс	1	1151	1730×1250	2,16	2,16	1,3
7. Камера сушильна	1	P-512,1	1500×1500	2,25	2,25	
8. Настил для шиномонтажних робіт	1		1200×1200	1,44	1,44	
9. Клітка запобіжна для накачування шин	1	P-970	1200×480	0,58	0,58	
10. Колонка повітряроздаточна	1	C-413	510×480	0,24	0,24	0,4

Продовження табл.3.1

1	2	3	4	5	6	7
11. Стенд для статичного балансування	1	К-126	1200×570	0,68	0,68	
12. Шафа для інструментів	1		1000×600	0,6	0,6	
13. Верстат слюсарний	1	69ПН-99	1500×1000	1,5	1,5	
14. Стенд для виправлення дисків	1	Проект.	1280×1020	1,31	0,71	
15. Стелаж для дисків	1	P-969	2000×700	1,4	1,4	
16. Стелаж для коліс	2	P-508A	2480×880	2,18	4,36	
17. Вішалка для камер	3	2295	1500×385	0,58	1,74	
18. Стенд для зачищення дисків	1	P-101	1050×920	0,97	0,97	2,5
19. Верстат для ремонту покришок	1	Ш-903	1400×1115	1,56	1,56	
20. Ванна для перевірки камер	1	Ш-902	1265×876	1,11	1,11	
21. Верстат точильний	1	332-6	812×480	0,39	0,39	1,7
22. Шафа для починочних матеріалів	1		790×600	0,47	0,47	

23. Шафа для сушки	1		1400×1050	1,47	1,47	
24. Електровулканізатор	2	0,110Г	1000×500	0,5	1,0	1,2
25. Стелаж для покришок	1		1240×880	1,09	1,09	
26. Кран консольно- поворотний	1	Q=0,5 т				0,9
27. Шафа для зберігання спецодягу	1		395×210	0,08	0,08	
28. Установка для ремонті шин	1	власн. вигот.	880×825	0,73	0,73	0,22
Всього					48,48	15,62

3.3. Розрахунок площі шиномонтажної дільниці

Розрахунок площ можна проводити декількома способами.

1. По питомій площі встановленого обладнання

$$F = \sum n_{oi} \cdot f_{oi} ,$$

де n_{oi} – кількість одиниць обладнання даного типу;

f_{oi} – питома площа, яка встановлена для даного типу обладнання ($f_{oi} = 8...20$ м²).

2. По питомій площі робочих місць

$$F = \sum n_{mi} \cdot f_{mi} ,$$

де n_{oi} – кількість робочих місць для виконання визначеного виду робіт;

f_{oi} – площа одного робочого місця.

3. По кількості робітників (N_i), які виконують визначену роботу і питомій площі на одного робітника f_{Ni} (від 5 до 50 м²)

$$F = N_i \cdot f_{Ni}$$

4. По площі, яка зайнята обладнанням f_0 і перехідним коефіцієнтом k_s (коефіцієнт робочої зони)

$$F = f_0 \cdot k_s$$

5. Графічним шляхом, розташуванням макетів обладнання на плані ділянки.

В нашому випадку розрахунок площі ділянки будемо вести по площі, що займає обладнання з урахуванням коефіцієнту робочої зони.

Згідно відомості обладнання $f_0=48,48 \text{ м}^2$;

$k_s=4,5$.

$$\text{Тоді } F_{\text{діл}} = 48,48 \times 4,5 = 218,16 \text{ м}^2.$$

Так як крок колон 6 м, приймаємо $F_{\text{діл}} = 324 \text{ м}^2 (18 \times 18)$.

3.4. Компонування шиномонтажної ділянки

Компонування ділянки проводиться з метою забезпечення найкращого технологічного взаємозв'язку між ділянками підприємства в цілому. Основним правилом при компонуванні ділянки є відповідність між транспортуванням деталей і виробничим процесом.

Напрямок вантажопотоку ділянки повинен відповідати ходу всього технологічного процесу. При цьому рух вантажопотоку повинен бути спрямований по ходу виконання ремонтних і допоміжних робіт.

При проектуванні ділянки необхідно суворо дотримуватися норми будівельних і протипожежних вимог. Площа проектованої ділянки складає 324 м^2 . Розташування обладнання виконується у відповідності із існуючим компонуванням інших ділянок і напрямок вантажопотоку співпадає з характером виробничого процесу цеху. Розташування обладнання на ділянці проводиться із збереженням вимог протипожежних норм, які забезпечують необхідні проходи і відстані.

3.5. Розрахунок пара і палива

Розрахунок пара і палива на опалення і вентиляцію визначають із розрахунку повернення теплових витрат будівлі. Ці витрати приймаються в розмірі 15...20 ккал/год на 1 м³ будівлі. Якщо будівля має штучну вентиляцію, то теплові витрати приймаються в розмірі 25...35 ккал/год на 1 м³ будівлі. Річна потреба пара і палива на опалення і вентиляцію відповідно складає:

$$Q_n = \frac{g_m HV}{i \cdot 1000}; \quad Q_m = \frac{g_m HV}{k \cdot 1000 \cdot \eta_k},$$

де g_m - витрата тепла на 1 м³ будівлі, ккал/год;

H - кількість годин в опалювальний період. Для середньої смуги опалювальний період приймається рівним 4320 год;

V - об'єм приміщення, м³; $V = 5 \times 324 = 1620$ м³;

i - теплота випаровування, ккал/кг (540 ккал/кг);

k - теплотворна здатність умовного палива ($k = 7000$ ккал/кг);

η_k - коефіцієнт корисної дії котельної установки (в середньому дорівнює 0,75).

$$Q_n = \frac{30 \cdot 4320 \cdot 1620}{540 \cdot 1000} = 388,8 \text{ т}$$

$$Q_m = \frac{30 \cdot 4320 \cdot 1620}{7000 \cdot 1000 \cdot 0,75} = 39,9 \text{ т.}$$

3.6. Розрахунок вентиляції

У всіх виробничих приміщеннях підприємства застосовується природна, а також в ряді відділень і штучна вентиляція.

«Вентиляційні пристрої в приміщеннях ремонтного підприємства призначені для поліпшення умов праці, зменшення запиленості і задимленості повітря, підвищення збереження обладнання» [15].

Природна вентиляція

За нормами промислового будівництва всі приміщення повинні мати вільне провітрювання. Площа критичного перерізу фрамуг або кватирок береться в розмірі 2...4% від площі підлоги:

$$F_{\phi p} = 0,04F_n = 0,04 \cdot 324 = 12,96 \text{ м}^2.$$

Штучна вентиляція

Розрахунок механічної вентиляції ведеться в наступній послідовності: вибирається вид вентиляції в залежності від характеру виробничого процесу, при цьому керуються наступними положеннями: загальнообмінну механічну вентиляцію проектують в приміщеннях без виділення пилу, газів, пару тощо. З цих міркувань на шиномонтажної дільниці приймаємо загальнообмінну механічну

вентиляцію. Величину повітреобміну розраховуємо по формулі:

$$L_v = V_n k, \text{ м}^3/\text{год},$$

де V_n – об'єм приміщення, $V_n = 360 \text{ м}^3$;

k – кратність обміну повітря, $k = 1,5 \dots 2$.

$$L_v = 1,5 \cdot 360 = 540 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Потім по розрахованому повітряобміну вибираємо по таблицям [15] тип, ККД і номер вентилятора.

В даному випадку це осьовий вентилятор типу ЦАГИ серії МЦ№2; $L_v = 2500 \text{ м}^3/\text{год}$; $H_v = 25 \text{ кг/м}^2$; $\eta_v = 0,52$; $n = 1500 \text{ об/хв}$.

Після цього проводимо розрахунок потужності двигуна, необхідного для приводу вентилятора по формулі:

$$N_e = (1,2 \dots 1,5) \frac{L_v \cdot H_v}{3600 \cdot 10^2 \cdot \eta_v \cdot \eta_n},$$

де H_v – напір повітряного потоку, кг/м^2 ;

η_v – ККД вентилятора;

η – ККД передачі

$$N_e = 1,5 \frac{2500 \cdot 25}{3600 \cdot 100 \cdot 0,52 \cdot 0,98} = 0,25 \text{ кВт}$$

Вибираємо електродвигун АО2-П-4 потужністю 0,27 кВт і числом обертів 1360 об/хв.

3.7. Розрахунок освітлення

При проектуванні і розрахунку освітлення виробничих приміщень необхідно враховувати наступні основні вимоги:

1. Освітлення повинно бути достатнім, щоб робітник мав змогу легко і швидко оперувати об'єктами роботи.
2. Освітлення не повинно викликати різких тіней і сліплячих бликів.
3. Будова освітлення повинна виконуватися з урахуванням характеру виробництва.

Велике значення для створення нормальних умов має розташування джерел світла відносно робочого місця. Розрахунок освітлення слід виконувати, коли відома площа дільниці, а також конструктивні розміри виробничої дільниці.

В нашому випадку: площа 324 м² (довжина 18 м, ширина 18 м).

Розрахунок природного освітлення

Площу вікон, що забезпечує нормальне освітлення, визначаємо за формулою:

$$F_{осм} = \frac{f_n \cdot \alpha}{\tau},$$

де f_n – площа полу дільниці, м²;

α - коефіцієнт природного освітлення, ($\alpha = 0,25...0,35$);

τ - коефіцієнт, що враховує втрати світла від забруднення скла ($\tau=0,6...0,75$)

$$F_{осм} = \frac{324 \cdot 0,3}{0,70} = 138,8 \text{ м}^2.$$

Штучне освітлення

Штучне освітлення – це освітлення приміщень електролампами різних конструкцій, що забезпечують достатню, передбачену нормами, освітленість робочих місць. Кількість ламп, необхідних для освітлення на шиномонтажної дільниці, визначаємо по формулі:

$$n = \frac{E_{ср} \cdot f_n \cdot \kappa}{F_o \cdot \eta},$$

де $E_{ср}$ – середня освітленість, лк; $E_{ср} = 50...100$ лк;

$f_{\text{п}}$ – площа полу ділянки, м^2 ;

k – коефіцієнт запасу освітленості, $k = 1,3 \dots 1,5$;

F_0 – світловий потік лампи. Для люмінесцентних прямолінійних ламп ЛБ $F_0 = 4350$ лм;

η - коефіцієнт використання світлового потоку, $\eta = 0,2 \dots 0,54$

$$n = \frac{70 \cdot 324 \cdot 1,45}{4350 \cdot 0,4} = 18,9 \text{ шт.}$$

Приймаємо 19 лампи по 300 Вт кожна.

3.8. Розрахунок силової електроенергії

Розрахунок річної потреби в електроенергії проводимо методом визначення навантажень по коефіцієнту попиту. Для кожної групи електроприймачів визначають активну потужність за формулою:

$$P_a = k_c \cdot \sum P_{\text{уст}},$$

де k_c - коефіцієнт попиту для різних груп споживачів.

Дані розрахунків активної потужності наведені в таблиці 4.1.

Річна потреба в електроенергії визначається за формулою:

$$W_{об} = \sum P_a \Phi_{од} \eta_z = 15,62 \cdot 1796 \cdot 0,8 = 22442 \text{ кВт},$$

$\Phi_{од}$ - дійсний річний фонд часу обладнання, год;

η_z - коефіцієнт завантаження обладнання по часу, в середньому дорівнює 0,75...0,80.

В якості середньої витрати освітлювальної енергії приймаємо 15 Вт на 1 м^2 площі підлоги

$$W_{осв} = 15 \cdot f_{\text{п}} \cdot n_p = 15 \cdot 324 \cdot 251 = 1215000 \text{ Вт} = 1215 \text{ кВт}$$

де $f_{\text{п}}$ - площа полу, м^2 ;

$n_p = 251$ - кількість робочих днів в році.

Сумарна річна потреба ділянки в електроенергії складає:

$$\sum W_p = W_{об} + W_{осв} = 22442 + 1215 = 23657 \text{ кВт.}$$

3.9. Розрахунок витрати води

Вода на ділянці використовується на виробничі і побутові потреби. До виробничих відноситься витрата води для заливання у систему охолодження двигуна. Витрата води на всю програму

$$Q_n = n \cdot N = 2000 \cdot 10 = 20 \text{ м}^3.$$

Розрахунок води на побутові потреби визначається виходячи з встановленої норми витрати води на одного робітника за зміну, що складає 25 л.

Річна витрата води на побутові потреби складає

$$Q_o = n \cdot 251 \cdot c \cdot g,$$

де n – кількість робітників в одну зміну;

c – кількість змін;

g – норма витрати води

$$Q_o = 6 \cdot 251 \cdot 1 \cdot 25 = 37,5 \text{ м}^3.$$

Річна витрата води на ділянці складає

$$Q_p = Q_n + Q_o = 20 + 37,5 = 57,5 \text{ м}^3.$$

3.10. Розрахунок річної витрати стиснутого повітря

Розрахунок потреби у стиснутому повітрі виконуємо наступним чином.

Знаходимо теоретичні середньогодинні витрати стиснутого повітря

$$Q_m = Q_{\text{м}} \cdot \eta \cdot n,$$

де $Q_{\text{м}}$ – витрати повітря при безперервній роботі;

η - коефіцієнт використання повітряприймачів;

n – кількість повітряприймачів

$$Q_m = 3,5 \cdot 0,2 \cdot 4 = 2,8 \text{ м}^3/\text{год}$$

Визначаємо дійсні середньогодинні витрати стиснутого повітря

$$Q_d = 1,5 \cdot Q_t,$$

де 1,5 – коефіцієнт, що враховує течі повітря, що пов'язані з нещільним з'єднаннями та виконанням непередбачених робіт;

$$Q_d = 1,5 \cdot 2,8 = 4,2 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Річні витрати стиснутого повітря визначаємо за формулою

$$Q_p = 1,3 \cdot Q_d \cdot \Phi_{od} \cdot c \cdot \eta_z,$$

де Φ_{od} – дійсний річний фонд часу обладнання;

c – кількість змін;

η_z – коефіцієнт завантаження обладнання за часом

$$Q_p = 1,3 \cdot 4,2 \cdot 1801 \cdot 1 \cdot 0,8 = 7844,9 \text{ м}^3.$$

4.1. Загальні відомості про шини автомобілів

Автомобільна шина як невід'ємний елемент автомобіля дуже суттєво визначає рівень його експлуатаційних властивостей та ефективність використання. Від автомобільних шин в значній мірі залежить прохідність і економічність, динамічність і безпека руху, гучність та інші експлуатаційні характеристики автомобіля. За даними [8] до 10% витрат пов'язаних зі змістом та експлуатацією автомобілів приходяться саме на цей елемент автомобіля.

На сьогодні абсолютна більшість сучасних автомобільних шин складаються з гумокордної оболонки – так званої покришки, а також повітронепроникної замкнутої тороїдальної камери. У звичайному робочому стані камера має бути наповнена повітрям з визначеним тиском. У безкамерних шин у свою чергу замість камери на внутрішньому боці покришки нанесений спеціальний герметизуючий шар. Амортизаційна здатність автомобільної шини визначається певним тиском повітря в шині, яка повинна при цьому володіти еластичністю.

«Конструкція і матеріали елементів шини не завжди однакові для різних типів шин. Легкові шини відрізняються від вантажних конструкцією окремих елементів, габаритними розмірами і якістю використовуваних матеріалів. Вони мають еластичніший каркас, меншу висоту і більше розділення малюнка протектора, менші зовнішній і посадочний діаметри, а за рахунок більшої відносної деформації, що допускається, великих погонних і швидкісних навантажень мають менший термін служби, чим вантажні шини» [9]. Шини для легкових автомобілів в першу чергу призначені для експлуатації на дорогах високого рівня.

Шини мають складну конфігурацію, що складається з наступних елементів конструкції (рис.4.1).

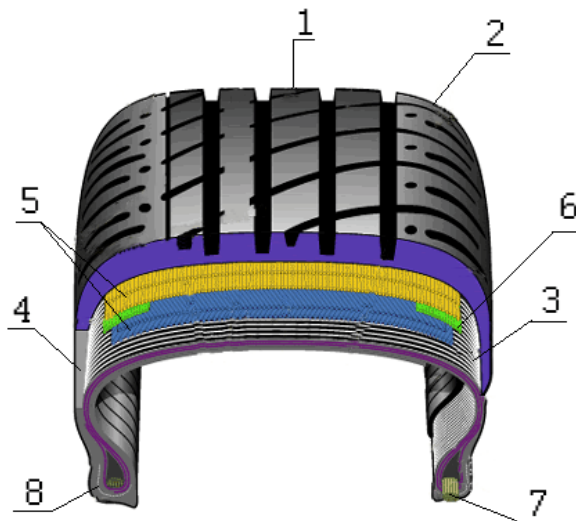


Рис.4.1. «Структура автомобільної шини: 1 - протектор; 2 - плечова частина; 3 - каркас; 4 - бічна частина; 5 — брекер; 6 - додаткова вставка в плечовій зоні; 7 - бортове кільце; 8 - бортова частина» [12]

«Каркас 3 є основною частиною шини, який обмежує об'єм камери і сприймає навантаження, що діє на шину. Він складається з декількох накладених один на одного шарів гумових шарів. Міцність шини визначається міцністю каркаса і в основному залежить від міцності корду, оскільки його модуль пружності на декілька порядків більший, ніж у гуми. Форма каркаса і кількість шарів корду в ній визначаються розрахунковим шляхом залежно від заданого тиску повітря, навантаження, типу і використання шини. Корди несуть основне навантаження при експлуатації шини, забезпечуючи шині міцність, еластичність, стійкість до стирання і збереження заданої форми» [12].

Брекер 5 діагональної шини є шаром гумового корду, розташованим між каркасом і протектором. Він складається з двох або більше за шари корду мотузка з вкрапленнями товстих шарів гуми. Для посилення каркаса і поліпшення зв'язку між каркасом і протектором потрібний брекер, який має бути як можна вищий. Брекери пом'якшують дію ударних навантажень на каркас шини, допомагаючи їм більше рівномірно розподілятися по поверхні шини, сприймаючи множинні деформації розтягування, стискування і зрушення, проте із-за недостатньої теплопровідності гуми можуть викликати значні теплові ушкодження. покоління.

Протектор 1 –це товста гума на зовнішній стороні шини, яка знаходиться у безпосередньому контакті з поверхнею дороги при коченні колеса. Протектор забезпечує шині необхідний термін служби, належне зчеплення з дорогою, пом'якшує поштовхи і удари по каркасу шини, знижує вібрацію в трансмісії автомобіля, захищає каркас від механічних ушкоджень.

Протектор складається з рельєфного малюнка і шару, що звичайно має становить 20...30 % від товщини протектора. Встановлено що, чим товщина протектора визначає та збільшує пробіг шин до його повного стирання. Товщина протектора захищає каркас від зовнішніх впливів. Разом з тим товстий протектор збільшує вагу шини, приводить до її перегріву та розшарування.

«Шини при русі автомобіля, особливо на дорогах з удосконаленим покриттям, не повинні видавати шум. Безшумність шин досягається вибором певного малюнка протектора і застосуванням принципу змінного кроку елементів малюнка по довжині колу колеса. Протекторна гума повинна мати високі фізико-механічні якості, бути міцної, еластичної, добре пручатися стиранню, надрізам, надривам і багаторазовим деформаціям, а також бути стійкою до старіння. Боковиною вважається гумовий шар, що покриває стінки каркаса і охороняє його від механічних ушкоджень та вологи. Боковини повинні бути досить еластичними й, отже, досить тонкими, щоб тривалий час витримувати багаторазові вигини й мало впливати на твердість каркаса. Їх виготовляють як одне ціле із протектором і із протекторних гумових сумішей, хоча для них, відповідно до умов роботи, можна застосовувати й більше дешеві суміші. Тверда частина шини, що служить для кріплення її на ободі колеса, носить назву - борт. Крило покриття складається з бортового кільця 7, виконаного зі сталевих дротів, твердого профільного гумового джгута, обгортки бортового кільця й підсилювальних стрічков. Металева кільце необхідне для додання борту необхідної міцності, а гумовий джгут сприяє оформленню борту і його монолітності» [8].

Камеру автомобільної шини можна представити як кільцеву трубу, що зроблена з еластичної гуми. Для накачування шини та підтримання тиску використовують вентиль. Розміри камери згідно правил експлуатації шин повинні

відповідати розмірам та формі покритишки. Слід зазначити про роль товщини стінки по поперечному перерізу, яка звичайно неоднакова. По рівнянні з приободною частиною в біговій – вона більша. За підтримку внутрішнього тиску відповідає також покритишка. При експлуатації колеса в зоні контакту шина випробовує знакозмінні деформації та температурні режими. Для повноцінного виконання своїх функцій гума для камер повинна бути еластичною, міцною, стійкою до теплового зношування, не змінювати свої механічні властивості при зміні температури в широкому діапазоні.

4.2. Прийняті позначення при маркуванні автомобільних шин

Якщо розглядати шини як окремий елемент, то маємо відмітити її окремі характеристики, що характеризують її габаритні розміри і тип.

«Розміри та маркування більшості шин вказують на боковині покритишок і позначають сполученням двох параметрів: ширини профілю (наприклад, 200 мм) і посадкового діаметра (508 мм). Розміри спеціальних шин позначають у вигляді сполучень зовнішнього діаметра, ширини профілю і посадкового діаметра. У позначенні радіальних шин після другого числа ставлять букву R. На виробках закордонних фірм можна зустріти позначення в дюймах і змішане (у дюймах і міліметрах). У першому випадку обидва числа умовно позначають розміри шин у дюймах. Як приклад розглянемо позначення: 7,50 – 20 та 5,20 – 13. Так для випадку (5,20 – 13) перше число вказує в міліметрах ширину профілю шини. Друге число вказує в дюймах діаметр обода колеса» [7].

Підприємство – виготовлювач шини наносять товарний знак. Так, наприклад, при виготовленні на кожному товарі наносять, крім товарного знаку, характеристики шини, що вміщують розміри колеса, дату виготовлення, знак відділу виробництва. Як приклад, розглянемо маркування шини 165/80R13 МИ-166 Steel Radial 82S Tubeless 168Я502311. В цьому випадку 165/80R13 – розміри шини, а саме 165 – ширина профілю шини в мм, 80 – індекс серії, R – індекс радіальної шини; 13 – діаметр шини в дюймах, МИ – назва заводу виготовлювача,

166 – визначений номер товару, Steel – позначення металокорду в брекері, 82 – індекс вантажопідйомності, S – максимальна допустима швидкість згідно прийнятої класифікації, Tubeless – означає, що шина безкамерна.

Шини автомобілів можуть розділятися за призначенням, способом герметизації, типом конструкції протектора та її малюнку. В цьому цензі шини класифікують для легкових та вантажних автомобілів. В залежності від будови конструкції каркасу вони можуть бути діагональні та радіальні. Виходячи з конфігурації профілю поперечного перерізу, тобто відношення висоти профіля до його ширини – звичайного, широкого, низького і сверхнизького профілю (рис.4.2).

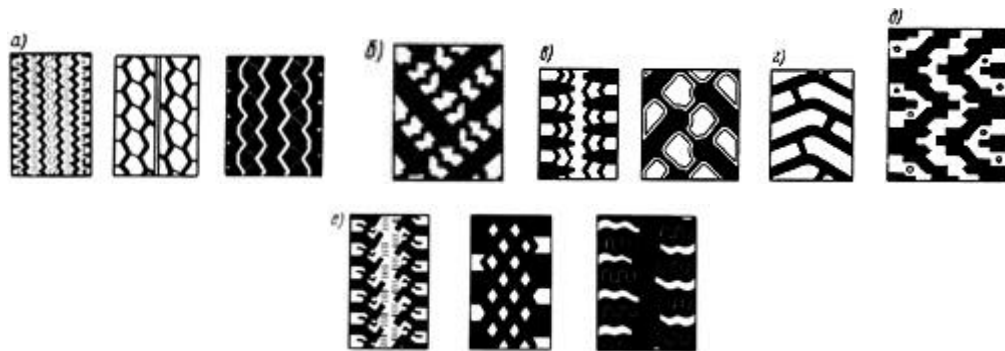


Рис.4.2. «Малюнок протектора: а – дорожній; б – спрямований; в – підвищеної прохідності; г – кар'єрний; д – зимовий; е – універсальний» [7]

Згідно конструкції діагональних шин нитки корду каркаса і брекери перехрещуються в суміжних шарах, при цьому кут нахилу між середини бігтові доріжки в каркасі та брекері дорівнює $45...60^{\circ}$.

Так звана безкамерна шина зовні майже не відрізняється стандартної (камерної) автомобільної шини (рис.4.3). Вони відрізняються герметизуючим 2 шаром, якій розташований на внутрішній поверхні шини, а також ущільнювальним шаром, що розташований по зовнішній поверхні борта.

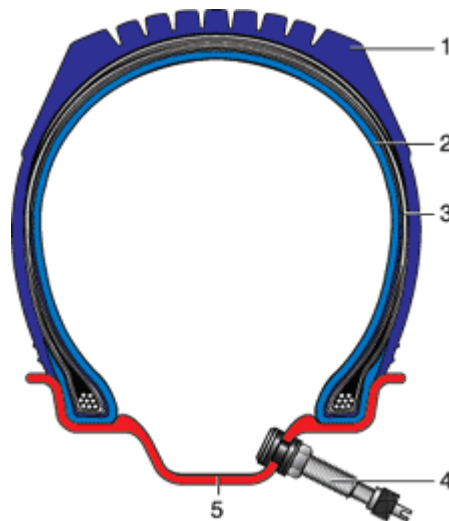


Рис.4.3. «Конструкція безкамерної шини: 1 – протектор; 2 – герметизуючий повітрoneпроникний гумовий шар; 3 – каркас; 4 – вентиль колеса; 5 – обід» [12]

«Безкамерні шини мають трохи менший посадковий діаметр щодо посадкового діаметра обода, спеціальну форму і конструкцію борта, що забезпечує більш щільну посадку шини на обід колеса при наявності тиску повітря усередині шини. Основною перевагою безкамерних шин є підвищена безпека руху автомобіля на високих швидкостях у порівнянні з камерними шинами. Безкамерна шина складається з однієї монолітної частини, тому повітря з порожнини може виходити назовні тільки через отвір проколу, а внутрішній тиск при цьому знижується повільно, так що водій має можливість рухатися з ушкодженою шиною до місця ремонту. Слід зазначити кращий відвід тепла безпосередньо через металевий обід безкамерної шини, відсутність тертя між покриттям і камерою та внаслідок цього - більш низький температурний режим працюючої шини. Безкамерні шини характеризуються також більшою стійкістю внутрішнього тиску повітря. Це пояснюється тим, що повітря через велику силу просочується через нерозтягнутий повітрoneпроникний шар безкамерної шини через розтягнуті стінки камери. Безкамерні шини при експлуатації менше піддаються демонтажу і монтажу, тому що дрібні ушкодження можна ремонтувати, не знімаючи шини з обода» [12].

«Безкамерні шини взаємозамінні з камерними покриттями і можуть монтуватися на стандартних глибоких ободах, якщо вони герметичні, тобто не

мають вм'ятин і ушкоджень. Гарантійні норми пробігу безкамерних шин ті ж, що й камерних, однак досвід експлуатації безкамерних шин показує, що довговічність їх на 20 % вище довговічності камерних шин. Це пояснюється кращим температурним режимом роботи шин і сталістю внутрішнього тиску в них повітря. Однак для їхнього виробництва необхідні високоякісні матеріали, але вони менш технологічні. Експлуатація безкамерних шин вимагає високої технічної культури» [12].

Слід визнати, що шини з камерою практично зняти з виробництва. З погляду безпеки вони не можуть бути порівняні з безкамерними. У своїй конструкції безкамерна шина має на внутрішній поверхні спеціальний герметизуючий шар. На бортах безкамерної шини розташований ущільнюючий гумовий шар, що звісно перешкоджає виходу повітря між ободом і шиною.

Радіальні металокардні шини випускаються таких типів:

- металокард, який вміщує каркас та брекер;
- нейлоновим корд у каркасі й металокардом у брекере;
- з радіальним розташуванням ниток сталевого або нейлонового корду в каркасі і металокардом у брекере (рис.4.4).



Рис.4.4. Будова радіальної шини з металокардом: 1 – протектор; 2 – брекер з декількох шарів нейлонової тканини (зверху) і металокарду (знизу); 3 – радіальні нитки металокардного каркасу

Шини такою конструкцією (рис.4.4) володіють більш широким розчином бортів на відміну від звичайних. При цьому металокард володіє такими властивостями: висока теплопровідність і теплостійкість, що дозволяє зменшити напруження та рівномірно розподіляти температуру на всієї шині. Строк

експлуатації таких шин по рівнянню зі звичайними майже в 2 рази більший в залежності від умов експлуатації.

В залежності від температурних умов експлуатації шини також можна розглядати як:

- морозостійкі. Вони ефективні для використання в областях з температурним режимом - 45 °С;

- шини для тропічного клімату. Такі шини виготовлені з теплостійкою гуми, згідно з температурою навколишнього середовища, володіють гарними фізико-механічними властивостями: міцні, еластичні при різноманітних температурах навколишнього середовища;

- шини з металевими шипами. Використовуються для підвищення стійкості і керованості автомобілів при різних поганих погодних умовах на дорогах. На діагональні та радіальні шини додатково встановлюють шипи в протекторі, що значно знижує гальмівний шлях та підвищує стійкість автомобіля. Зазначимо, що шини з шипами уходять в минуле. Сучасні «зимові» шини звичайно вже виготовляють без шипів.

- низько- і занадтонизькопрофільні шини. Такі шини мають знижену висоту профіля: $H/B = 0,7...0,88$ (для низькопрофільних) та $H/B < 0,1$ (для занадтонизькопрофільних). Таке співвідношення підвищує стійкість і керованість автомобіля, що покращує його вантажопідйомність і прохідність.

4.3. Фактори, що впливають на довговічність шин

У «Правилах експлуатації автомобільних шин» зазначено, що для попередження передчасного виходу шин з ладу та забезпечення безпеки руху забороняється випуск на лінію всіх видів рухомого складу, що мають граничне зношування малюнка протектора, при цьому залишкова висота малюнка по центрі бігової доріжки становить:

- «- для вантажних автомобілів 1,0 мм;

- для автобусів 2,0 мм;

- для легкових автомобілів 1,6 мм» [7].

Задля попередження передчасного зношування та руйнування автомобільних шин необхідно визначити їх види, причину появи конкретного руйнування шини.

В залежності від глибини пошкодження шини розділяють на такі категорії: з нормальним і з передчасним зношуванням (або руйнуванням). Природне зношування є нормальним, якщо воно наступило при виконанні шиною експлуатаційної норми пробігу. При цьому не виключаються її відновлення. При виконанні експлуатаційної норми пробігу настає так зване нормальне зношування. Передчасно зношені автомобільні шини складають 2 категорію.

При цьому шини 1 категорії розділяються на такі групи: придатні для відновлення, до яких відносяться нові та раніше відновлені шини, і непридатні для відновлення, до яких відносяться тільки шини, відновлені більше 1 рази.

Шини 2 категорії можуть бути зі зношуванням (руйнуванням) експлуатаційного характеру й з виробничим дефектом. Зношування виробничого характеру можуть бути в наслідок виготовлення та відновлення.

На підставі багаторічних спостережень і досвіду експлуатації до основних причин передчасного виходу шин з ладу відносять:

- порушення правил монтажу (демонтажу) покриттів на ободи;
- недотримання норм тиску в шинах;
- перевантаження транспортних засобів;
- підвищений динамічний дисбаланс шин у зборі з колесом;
- несправності вузлів і механізмів ходової частини транспортних засобів (відхилення від норм кутів установки передніх коліс, сходження та розвал коліс, погіршення технічного стану амортизаторів і т.д.);
- недостатнє водіння транспортного засобу.

Виходячи з аналізу факторів, що впливають на довговічність шин, основними резервами підвищення довговічності шин автомобілів є:

6. Правильний вибір і комплектування автомобілів шинами;
7. Раціональний режим руху автомобіля;

8. Виконання правил монтажу та демонтажу шин;
9. Технічне обслуговування та зберігання шин;
10. Ремонт шин.

Саме з метою підвищення довговічності шин нами розроблений технологічний процес їх ремонту.

4.4. Технологічний процес ремонту шин легкових автомобілів

Сучасні технології дозволяють відремонтувати практично будь-яке ушкодження шини, що не несе за собою серйозного порушення корду. Розрізняють простий і складний ремонт шин. Простий ремонт - це насамперед проколи. До складного ремонту відносять ремонт бічних порізів шин, ремонт шин на яких утворювалася грижа. Складний ремонт шин вимагає дотримання певних технологій і професійного устаткування.

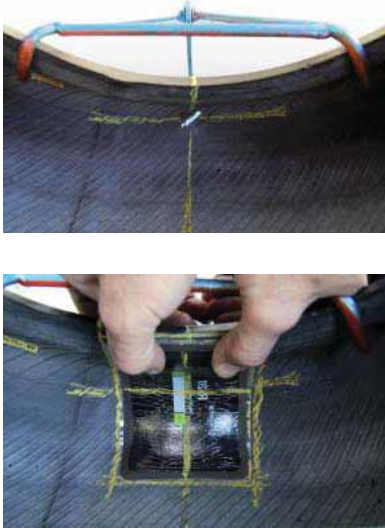
Таблиця 4.1 – Технологічний процес ремонту шин

№ п/п	Зміст робіт	Ескіз операції	Обладнання та інструмент
1	2	3	4
1	Перед ремонтом очистити покришку від бруду й просушити. Обстежити шину на можливі сховані ушкодження (рис.1). Завжди перевіряти шину на доцільність ремонту, враховуючи умови експлуатації й розмір неремонтованої зони. Вимір неремонтованої зони проводиться від краю борту вниз по внутрішньому боку покришки.		Щітка; електрофен; штангенциркуль ШЦ -300 ГОСТ 166-78

Продовження табл.4.1

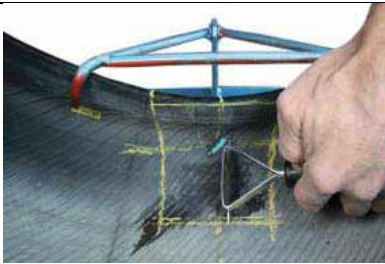
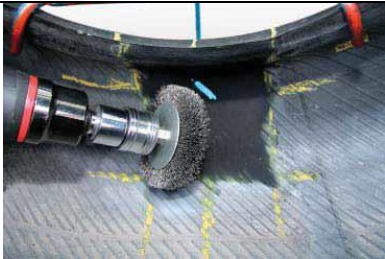
1	2	3	4
2	Для шероховки зовнішньої поверхні шини застосовується дискова карбідна фреза (рис.2). Зачищення місця ремонту потрібно робити під кутом не менш 120° у бічній зоні шини й 90° на біговій доріжці. Поверхню навколо вирви необхідно зачистити для косметичного ремонту на 10 мм більше. Якщо раніше в ушкодження потрапила вода, то шину необхідно просушити, інакше волога, що залишилася може привести до розшарування каркаса при нагріванні шини під час експлуатації.		Дискова карбідна фреза; електрофен
3	При зачищенні ремонтної поверхні не можна залишати неопрацьованих щілин і порожнин. Для обробки вузьких ушкоджень і порожнин усередині каркаса шини рекомендується застосовувати набір малих фрез RH-635, що дозволяє робити крапкове зачищення у важкодоступних місцях (рис.3, 4).	 	Пневмошліфувальний інструмент; дискова карбідна фреза RH-635

Продовження табл.4.1

1	2	3	4
4	Якщо ушкодження перебуває в бічній частині шини, виміряти його ширину (W) і довжину (L) (рис.5). Якщо ушкодження перебуває в протекторній або плечовій частинах шини, виміряти його діаметр (D).		Штангенциркуль ШЦ -500 ГОСТ 166-78
5	По таблиці граничних розмірів ушкоджень вибрати потрібний пластир з урахуванням розміру й зони ушкодження (бік, плече). У більшості випадків достатньо буває вибрати пластир в 3 рази більше розміру ушкодження (рис.6).		Штангенциркуль ШЦ -300 ГОСТ 166-78
6	Для точності установки через центр ушкодження й пластиру провести крейдою осьові лінії (рис.7, 8). Прикласти пластир і, сполучивши осьові лінії шини й пластиру, обвести крейдою зону механічного зачищення, з кожної сторони більше пластиру на 10мм (рис.9).		Штангенциркуль ШЦ -300 ГОСТ 166-78

			
--	--	--	--

Продовження табл.4.1

1	2	3	4
7	Обробити відзначену зону буферним очисником ROSSVIK (рис.10).		Буферний очисник ROSSVIK
6	Зачистити зону ремонту шкребок по мокрій поверхні, знімаючи брудний шар гуми (рис.11).		Шкребок
7	Використовуючи низькообертальний пневмоінструмент (2500/5000 об/хв) з карбідною фрезою у вигляді півсфери, зачистити місце ремонту усередині шини (рис.12).		Пневмошліфувальний інструмент; карбідна фреза
8	Після зачищення ремонтної поверхні карбідною фрезою рекомендується додатково проводити шорховку спеціальною текстурною щіткою. Це надає поверхні необхідний ступінь шорсткості. Операція		Спеціальна текстурна щітка; пилосос

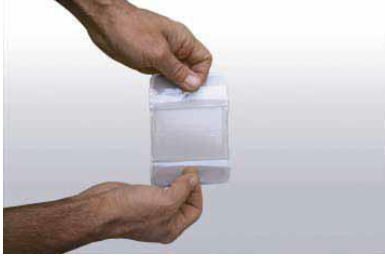
	проста, але вкрай ефективна (рис.13). Після шероховки зібрати пирососом гумовий пил усередині шини (рис.14).		
--	--	--	--

Продовження табл.4.1

1	2	3	4
9	При ремонті за технологією "Термопрес" повторного знежирювання ремонтної поверхні після шероховки не потрібно. Це приводить до знищення мікротекстури поверхні й тим самим знижує якість ремонту (рис.15, 16).		
10	Внутрішню поверхню промастити клеєм ROSSVIK 1-2 рази із проміжним сушінням до зникнення блиску на поверхні (до легкого залипання) (рис.17). Поки промазана клеєм поверхня сохне 5-7 хв., пластир підготовляється до установки.		Клей ROSSVIK
11	Пластири ROSSVIK не мають надрізу на нижній захисній плівці. Це робиться з метою покращення збереження й забезпечення стабільності		Пластир ROSSVIK

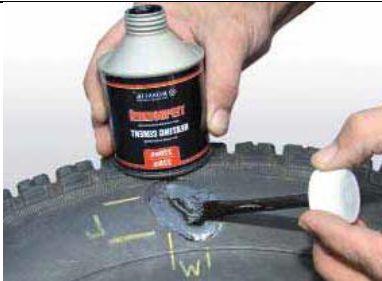
	властивостей адгезива. Надріз нижньої плівки проводиться безпосередньо перед використанням пластиру (рис.18).		
--	---	--	--

Продовження табл.4.1

1	2	3	4
12	Зняти плівку слід, не касаючись хімічного шару (рис.19). Зігнувши пластир посередині, потрібно накласти його на центр ушкодження, орієнтуючись по осьових лініях. Стрілка на етикетці пластиру повинна бути спрямована до борту шини. Спочатку приклеюється центральна частина пластиру, а потім кінцеві.		
13	Накочувати пластир вузьким 3 мм роликом від центру до країв. Для більш якісного накочення зону ремонту із зовнішньої сторони слід притискати рукою. Це особливо актуально при роботі з радіальними шинами, що мають м'яку бічну поверхню (рис.20).		Ролик для накочування; інструмент пневмошліфувальний

14	Тверді багат шарові пластири після наковчання роликом необхідно додатково простукати пневмомолотком (рис.21).		Пневмомолоток
----	---	--	---------------

Продовження табл.4.1

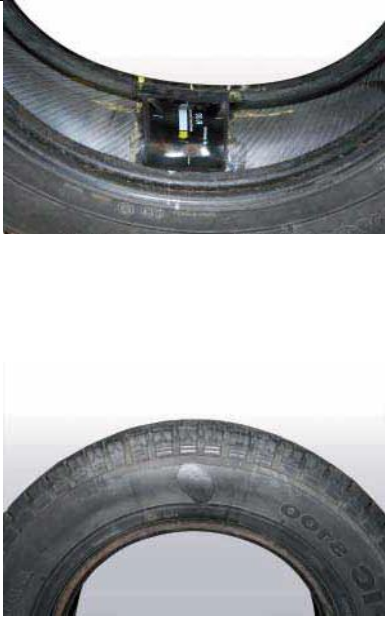
1	2	3	4
15	Після установки пластиру проводиться косметичний ремонт порізу із зовнішньої сторони. Перед нанесенням термоклею місце ремонту необхідно добре просушити. У холодну пору року ремонтну поверхню бажане прогріти до 40-60°C і по теплій гумі промастити термоклеєм ROSSVIK. Дати клею висохнути (рис.22).		Клей ROSSVIK
16	Після висихання 6Зерм оклею приступити до заповнення вирви сирою гумою, нарізаної на смужки 5-10 мм. Для підвищення еластичності гуму слід розігріти до 60°C безпосередньо перед використанням. Заповнювати ушкодження треба як можна щільніше, видавлюючи з-під гуми все повітря. Цю операцію зручно виконувати кінчиками ножиців		Електрофен; ножиці

	(рис.23).		
--	-----------	--	--

Продовження табл.4.1

1	2	3	4
17	Розкочувати сиру гуму вузьким роликом, створивши горбок 3 мм по центру ушкодження (рис.24).		Ролик для розкочування
18	Для розподілу тиску на мішок з піском покласти металеву пластину й шина встановлюється на лекало, що повторює профіль зовнішнього боку. При затискуванні вулканізатора центр тиску повинен припадати на центр ушкодження. Якщо ушкодження перебуває в зонах, де пластир обтиснути складно (плечова зона), то тиск треба робити через важіль, що передає тиск усередину шини. У цьому випадку одним кінцем важіль лежить на мішку, що вирівнює, а іншим – на регульованій по висоті опорі (рис 25).		Металева пластина; лекало; важіль – опора; вулканізатор

Продовження табл.4.1

1	2	3	4
19	Якщо вулканізатор пережати, то на поверхні шини протягом декількох днів після ремонту можуть залишатися сліди від країв лекала. Однак, гірше, якщо через недотискання вулканізатора або нестачі сирої гуми вона виходить пористої й неміцної (рис.26).		Металева пластина; лекало; важіль – опора; вулканізатор
20	Після вулканізації дати пластиру охолонути (рис.27), і можна відразу монтувати покришку на диск. Накачувати відремонтовану шину до робочого тиску можна тільки після її повного остигання й витримки протягом 4 годин. З метою безпеки й контролю відремонтовану шину рекомендується встановлювати на задню вісь автомобіля із правого боку ремонту назовні (рис.28).		Електрокомпресор

5.1. Обґрунтування необхідності модернізації стенда для виправлення дисків коліс легкових автомобілів

Однієї із складних проблем нашої держави, у тому числі й Кіровоградській області, є поганий стан доріг. При їзді на таких дорогах часто власникам автомобілів доводиться звертатися в шиноремонтні майстерні по питанню деформації дисків. Тому питання відновлення дисків коліс автомобілів є дуже актуальним і вимагає професійного рішення. Залежно від обсягів робіт і економічної доцільності відновлення геометрії сталевих дисків на ремонтних майстернях, СТО шиномонтаж і ремонт коліс виконується вручну, а також механізованим способом. Останнє гарантує більш високу продуктивність і якість виконуваних робіт.

Розглянемо дві групи механізованих стендів, перша з яких здійснює виправлення дисків шляхом впливу гідроциліндра (преса) на ушкоджену ділянку диска в заданому напрямку й із заданим зусиллям з метою відновлення початкової геометрії. Друга група стендів вирішує поставлене завдання шляхом прокатки обода спеціальними роликами.

Стенд 9022 S WL Форвард (FORWARD) (рис.5.1) призначений для відновлення геометрії легкосплавних литих і кованих сталевих дисків діаметром від 10 до 22 (до 24 - опція) дюймів включно. Стенд оснащений удосконаленою токарною групою поворотного типу, що дозволяє знімати надлишки металу при фінішній обробці диска.

Виправлення диска здійснюється шляхом впливу гідроциліндра (преса) на ушкоджену ділянку диска в заданому напрямку й із заданим зусиллям з метою відновлення початкової геометрії диска.

Система упорів для позиціонування гідроциліндра дозволяє забезпечити більш точний вибір крапки прикладення зусилля для усунення деформації диска й, тим самим, значно зменшити час роботи з диском і відновити практично стовідсоткову геометрію диска.

Розширений набір адаптерів для фіксації диска штанг, що подовжуються, і різних профільних насадок для штока гідроциліндра, дозволяють усувати практично будь-які ушкодження всіх видів дисків (дисків для багатьох типів автомобілів).

Перевірка геометрії диска проводиться за допомогою контрольної лінійки, укомплектованої вимірювальним приладом (мікрометром).

Стенд оснащений удосконаленою токарною групою поворотного типу, що дозволяє знімати надлишки металу (заусенці) при фінішній обробці диска. Стенд має робочий стіл посиленої конструкції.



Рис.5.1. Стенд 9022 S WL Форвард (FORWARD)

Таблиця 5.1 - Технічні характеристики станда 9022 S WL Форвард (FORWARD)

Діаметр диска	дюйм	10-22
Робочий тиск	bar	140
Гідравлічний двигун	кВт/В	0.55/380
Механічний двигун	кВт/В	0.75/380
Обертання вала	об/хв	250
Висота	мм	1550
Довжина	мм	1200
Ширина	мм	850
Вага	кг	345

Стенд для виправлення литих і сталевих дисків автомобілів 5700 TITAN (рис.5.2) призначений для відновлення геометрії легкосплавних литих і кованих сталевих дисків діаметром від 10 до 24 дюймів включно. Виправлення диска здійснюється шляхом впливу гідроциліндра (преса) на ушкоджену ділянку диска в заданому напрямку й із заданим зусиллям з метою відновлення початкової геометрії диска.

Розширений набір адаптерів для фіксації диска штанг, що подовжуються, і різних профільних насадок для штока гідроциліндра, дозволяють усувати практично будь-які ушкодження всіх видів дисків (дисків для багатьох типів легкових автомобілів).



Рис.5.2. Стенд 5700 TITAN

Таблиця 5.2 - Технічні характеристики стенда 5700 TITAN

Діаметр диска	дюйм	10-24
Робочий тиск	bar	140
Гідравлічний двигун	кВт/В	0.55/380
Механічний двигун	кВт/В	0.75/380
Обертання вала	об/хв	250
Висота	мм	1400
Довжина	мм	1400
Ширина	мм	920
Вага	кг	350

Перевірка геометрії диска проводиться за допомогою спеціальної контрольної лінійки. Стенд оснащений токарною групою, що дозволяє знімати надлишки металу (заусенці) при фінішній обробці диска.

Стенд 1500 TITAN (рис.5.3) призначений для відновлення геометрії легкосплавних литих і кованих сталевих дисків діаметром від 10 до 18 дюймів включно. Виправлення диска здійснюється шляхом впливу гідроциліндра (преса) на ушкоджену ділянку диска в заданому напрямку й із заданим зусиллям з метою відновлення початкової геометрії диска. Розширений набір адаптерів для фіксації диска штанг, що подовжуються, і різних профільних насадок для штока гідроциліндра, дозволяють усувати практично будь-які ушкодження всіх видів дисків (дисків для багатьох типів автомобілів). Перевірка геометрії диска проводиться за допомогою спеціальної контрольної лінійки. Стенд оснащений токарною групою, що дозволяє знімати надлишки металу при фінішній обробці диска.

Таблиця 5.3 - Технічні характеристики стенда 1500 TITAN

Діаметр диска	дюйм	10-18
Робочий тиск	bar	140
Гідравлічний двигун	кВт/В	0.55/380
Механічний двигун	кВт/В	0.75/380
Обертання вала	об/хв	250
Висота	мм	1400
Довжина	мм	1400
Ширина	мм	920
Вага	кг	350

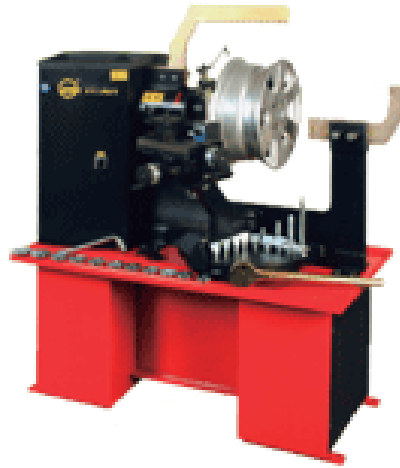


Рис.5.3. Стенд 1500 TITAN

Стенд 5400 TITAN (рис.5.4) призначений для відновлення геометрії легкосплавних литих і кованих сталевих дисків діаметром від 10 до 24 дюймів включно. Виправлення диска здійснюється шляхом впливу гідроциліндра (преса) на ушкоджену ділянку диска в заданому напрямку й із заданим зусиллям з метою відновлення початкової геометрії диска. П – подібна рама для позиціонування гідроциліндра дозволяє забезпечити більш точний вибір крапки прикладення зусилля для усунення деформації диска й, тим самим, значно зменшити час роботи з диском і відновити практично стовідсотково пошкоджену геометрію диска.

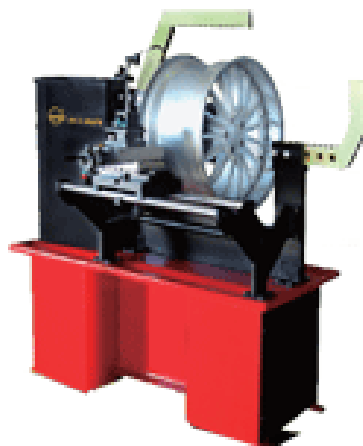


Рис.5.4. Стенд 5400 TITAN

Розширений набір адаптерів для фіксації диска штанг, що подовжуються, і різних профільних насадок для штока гідроциліндра,

дозволяють усувати практично будь-які ушкодження всіх видів дисків (дисків для багатьох типів автомобілів). Перевірка геометрії диска проводиться за допомогою контрольної лінійки. Стенд оснащений удосконаленою токарною групою, що дозволяє знімати надлишки металу при фінішній обробці диска.

Таблиця 5.4 - Технічні характеристики стенда 5400 TITAN

Діаметр диска	дюйм	10-24
Робочий тиск	bar	140
Гідравлічний двигун	кВт/В	0.55/380
Механічний двигун	кВт/В	0.75/380
Обертання вала	об/хв	250
Висота	мм	1710
Довжина	мм	1540
Ширина	мм	960
Вага	кг	1400

Стенд для прокатки сталевих дисків Титан СТ-16 Сивик (рис.5.5) призначений для виправлення геометрії, закраїн та інших ушкоджень дисків від 13 до 16 радіуса. Стенд для прокатки сталевих дисків оснащений 6 роликами для виправлення дисків. Установка колеса на шпиндель здійснюється за допомогою універсального перехідного фланцевого адаптера для будь-яких дисків з 4 або 5 отворами.



Рис.5.5. Стенд Титан СТ-16

Порівнюючи характеристики розглянутих стендів приходимо до наступних висновків.

Універсальність, висока якість, продуктивність і культура виробництва, застосування сучасних технологій відносять стенди FORWARD, TITAN 1400, 1500, 5700 до найбільш удосконалених.

Однак складність конструкції й дорожнеча (ціни більше 4500 євро) є істотним недоліком, що обмежує доцільність їх застосування в сервісних майстернях з невеликими об'ємами.

Більше привабливими, у цьому плані, при відновленні сталевих дисків є стенди (рис.5.5), у яких виправлення геометрії, закраїн та інших ушкоджень дисків виконують шляхом прокатки. Конструкція таких стендів більш проста й складається із двох основних механізмів - привідного оправлення, на якій

встановлюється диск і виправлення - укомплектованої центральним і двома притискними роликами. Обертаючи обід диска, останній затискується бічними й центральними роликами й прокочуючи, усуває деформовані та ушкоджені місця.

Привід обертання оправлення - електромеханічний, подача й затиск роликів - гідравлічна. Ціна подібних стендів - не більше 2000 євро.

До переваг цієї групи стендів слід віднести:

- простоту конструкції;
- простоту в експлуатації та ремонті;
- зручності в керуванні;
- високий рівень безпеки;
- прийнятні ціна.

Однак, разом з тим, існують і недоліки:

- більш низька продуктивність;
- низька універсальність.

У результаті огляду існуючих конструкцій стендів для виправлення дисків більш прийнятні для умов СТО й ремонтних майстерень є стенди другої групи (стенди для прокатки дисків). Саме цей тип стенда береться нами за прототип.

Принципове конструктивне рішення при розробці пропонованого стенда, тобто його модернізація, складається у заміні гідроприводу механізму для правки на гвинтовий та установці на ньому силового механізму для попереднього виправлення дисків із великими деформаціями перед обкатуванням.

Це дозволить значно спростити конструкцію, зменшити витрати на експлуатацію та обслуговування стенда. Витрати на виготовлення такого стенда більш, ніж в 2 рази менше у порівнянні із прототипом. При цьому універсальний перехідний фланцевий адаптер дозволяє встановлювати на привід оправлення сталеві диски розміром 13 - 16 дюймів, а силовий механізм – відновлювати диски із великими деформаціями.

Пропонований стенд рекомендується застосовувати в умовах ремонтних майстерень і СТО з невеликим об'ємом робіт.

5.2. Обґрунтування й розробка стенда для виправлення дисків

При розробці конструкції стенда для виправлення дисків коліс легкових автомобілів переслідувалася мета - створити конструкцію максимально універсальною, зручною, маневреною, простою в обслуговуванні й експлуатації.

Стенд являє собою стаціонарну конструкцію з ручним електромеханічним та двома ручними гвинтовими приводами й призначений для виправлення деформованих штампованих дисків коліс по реборді та його основі.

Стенд складається зі станини 8 (рис.5.6), на якій змонтований механізм приводу коліс 3 для установки на ній колеса, що ремонтується та механізм виправлення у вигляді встановленого на опорах двох центральних профільюючих роликів 5 і двох бічних правильних роликів 4, консольно встановлених на поворотних важелях, з'єднаних траверсою.

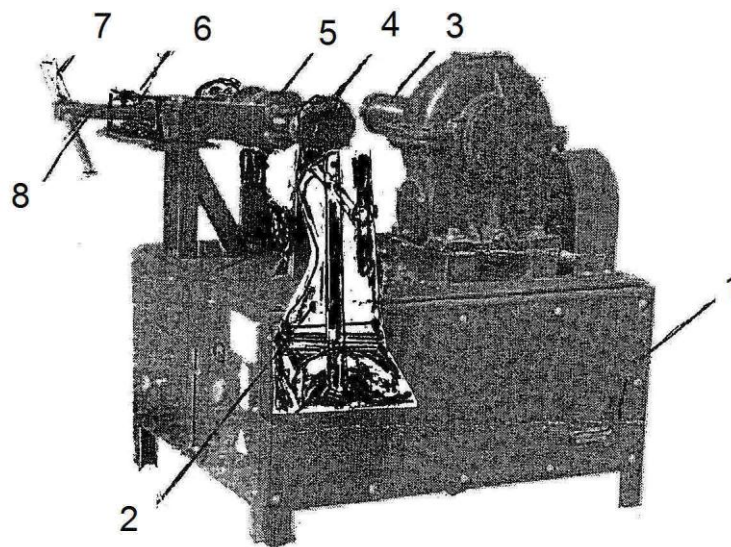


Рис. 5.6 Стенд для виправлення сталевих дисків: 1 – станина; 2 – механізм силовий; 3 – привід оправлення; 4 – ролики бокові; 5 – ролики центральні; 6 – траверса; 7 – рукоятка ходового гвинта; 8 – ходовий гвинт

Опора механізму виправлення виконана у вигляді важеля, одна вісь якого закріплена на станині з можливістю погойдування, інша несе центральний профільюючий ролик. У бічних поворотних важелях виконані наскрізні поздовжні прорізи, у яких переміщається вісь центральних роликів. Привід бічних роликів ручний, виконаний у вигляді ходового гвинта 8, з'єднаного різьбленням із траверсою 6, що вільно встановлена на опорі. На ходовому гвинті встановлене коромисло з упором у бічну поверхню важеля й рукоятка обертання гвинта 7. При включенні станду обід колеса, обертаючись, обкатується між притиснутими із зусиллям друг до друга центральним і бічним роликами, у результаті чого відбувається виправлення. Для попереднього виправлення сталевих дисків перед прокаткою, у випадку великих ушкоджень (деформацій), стенд має силовий механізм 2.

Деформований диск, що підлягає виправленню, установлюється на оправлення за допомогою універсального перехідного фланцевого адаптера, призначеного для закріплення будь-яких дисків з 4, 5 отворами. Обертаючи диск, включивши електропривід, за допомогою гвинтової передачі поступово затискує обід із двох боків центральними й бічними роликами, здійснюючи, таким чином, виправлення методом обкатування. Технічні характеристики запропонованого станда представлені в табл.5.5.

Таблиця 5.5 - Технічна характеристика модернізованого станда для виправлення дисків

Тип	стаціонарний, електромеханічний
Потужність, кВт	1,5
Привід	черв'ячний редуктор
Розмір ремонтіваних дисків, дюйми	від 13 до 16
Габарити, мм	1020×1280×960
Маса, кг	260

5.3. Основні перевірочні розрахунки елементів конструкції стенда

5.3.1 Вибір електродвигуна та розрахунок приводу

Вихідними даними для розрахунку приводу є потужність на вихід валу черв'ячного редуктора і його частота обертання.

Частота обертання диска для нормального виправлення диску рекомендується – 30 об/хв.

Для визначення потужності на вихід валу необхідно знати його колову швидкість

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60000}$$

Діаметр ободу виправленого диску – 410 мм.

$$V = \frac{\pi \cdot 410 \cdot 3,0}{60000} = 0,643 \text{ м/с}$$

Визначаємо потужність на вихід валу

$$P_B = \frac{F_v \cdot V}{1000},$$

де F_v – колова швидкість конструкції аналогічних стендів

$$P_B = \frac{1600 \cdot 0,643}{1000} = 0,96 \text{ кВт}$$

Необхідна для приводу потужність електродвигуна визначається за формулою

$$P_H = \frac{P_B}{\eta},$$

де η – загальний ККД приводу

$$P_H = \frac{0,96}{0,69} = 1,40 \text{ кВт}$$

Знаходимо діапазони частоти обертання вала електродвигуна

$$n_{max} = n_B \cdot U_{ч.п max} \cdot U_{р.п max};$$

$$n_{min} = n_B \cdot U_{ч.п min} \cdot U_{р.п min};$$

$U_{ч.п max}$, $U_{р.п max}$ – відповідно максимальні рекомендовані передаточні числа черв'ячної і ремінної передачі;

$U_{ч.п min}$, $U_{р.п min}$ – відповідно мінімальні рекомендовані передаточні числа черв'ячної і ремінної передачі;

$$U_{ч.п} = 14 - 20;$$

$$U_{р.п} = 2 - 4;$$

$$n_{max} = 15 \cdot 20 \cdot 4 = 1200 \text{ об/хв}$$

$$n_{max} = 15 \cdot 14 \cdot 2 = 420 \text{ об/хв}$$

«З табл.1.15 [] вибираємо електродвигун 4А90L6У3 ГОСТ 19523-81:

- потужність – 1,5 кВт;

- частота обертання – 935 об/хв» [16].

5.3.2 Розрахунок клиноремінної передачі

Визначаємо діаметр ведучого шківa. З умови довговічності для проєктованих ременів:

$$d_1 = (35...70) \cdot \delta,$$

де δ - товщина ремня, вибираємо по таблиці 5.1 [16] - 2.8мм.

$$d_1 = 40 \cdot 2.8 = 112 \text{ мм.}$$

Отримане значення округляємо до найближчого стандартного по таблиці К40 [16], 112 мм.

Визначимо діаметр веденого шківa:

$$d_2 = u \cdot d_1 \cdot (1 - \varepsilon),$$

де u – передаточне число пасової передачі,

$\varepsilon = 0.01...0.02$ – коефіцієнт ковзання.

$$u = \frac{n_{НОМ}}{n_{РЕД}},$$

де $n_{НОМ}$ – номінальна частота двигуна,

$n_{РЕД}$ – частота обертання на вхідному валу редуктора, 630 об/хв,

$$u = \frac{935}{630} = 1.48$$

$$d_2 = 1.48 \cdot 112 \cdot (1 - 0.01) = 164 \text{ мм.}$$

Отримане значення округляємо до найближчого стандартного по таблиці К40 [16].

$$d_2 = 160 \text{ мм.}$$

Визначаємо фактичне передаточне число u_ϕ й перевіримо його відхилення Δu від заданого u :

$$u_\phi = \frac{d_2}{d_1 \cdot (1 - \varepsilon)}; \quad \Delta u = \frac{|u_\phi - u|}{u} \cdot 100\% \leq 3\%,$$

$$u_\phi = \frac{160}{112 \cdot (1 - 0.01)} = 1.44; \quad \Delta u = \frac{|1.44 - 1.48|}{1.48} \cdot 100\% = 2.7\%$$

Відхилення перебуває в межах припустимого.

Визначаємо орієнтовну міжосьову відстань a , мм:

$$a \geq 1.5 \cdot (d_1 + d_2),$$

$$a \geq 1.5 \cdot (112 + 160) = 408 \text{ мм.}$$

Визначимо розрахункову довжину ремня l , мм:

$$l = 2 \cdot a + \frac{\pi}{2} \cdot (d_2 + d_1) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \cdot a};$$

$$l = 2 \cdot 600 + \frac{3.14}{2} \cdot (160 + 112) + \frac{(160 - 112)^2}{4 \cdot 600} = 1628 \text{ мм.}$$

Отримане значення, приймаємо по стандартному ряду чисел, $l = 1600$ мм.

Уточнюємо значення міжосьової відстані a по стандартній довжині l :

$$a = \frac{1}{8} \left\{ 2 \cdot l - \pi \cdot (d_2 + d_1) + \sqrt{[2 \cdot l - \pi \cdot (d_2 + d_1)]^2 - 8 \cdot (d_2 - d_1)^2} \right\},$$

$$a = \frac{1}{8} \left\{ 2 \cdot 1600 - 3.14 \cdot (160 + 112) + \sqrt{[2 \cdot 1600 - 3.14 \cdot (160 + 112)]^2 - 8 \cdot (160 - 112)^2} \right\} = 585$$

мм

Визначаємо кут обхвату ремнем ведучого шківа:

$$\alpha_1 = 180 - 57 \frac{d_2 - d_1}{a},$$

$$\alpha_1 = 180 - 57 \frac{160 - 112}{585} = 175 \text{ град.}$$

Визначимо швидкість ремня:

$$v = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60 \cdot 10^3} \leq [v],$$

де $[v]$ – швидкість, що допускається, 35 м/с (стр. 81 [16]).

$$v = \frac{3,14 \cdot 112 \cdot 935}{60 \cdot 10^3} = 5,4 \text{ м/с.}$$

Визначимо частоту пробігів ременя:

$$U = \frac{l}{v} \leq [U],$$

де $[U]=15 \text{ с}^{-1}$ – частота пробігів, що допускається (стр. 82 [16]).

$$U = \frac{1,6}{5,4} = 0,19 \text{ с}^{-1}$$

Визначимо окружну силу, яка передається ременем:

$$F_t = \frac{P_{НОМ} \cdot 10^3}{v},$$

де $P_{НОМ}$ – номінальна потужність двигуна.

$$F_t = \frac{1,5 \cdot 10^3}{5,4} = 94,6 \text{ Н.}$$

Визначимо питому силу, що допускається:

$$[\kappa_{II}] = [\kappa_O] C_\theta C_\alpha C_v C_\rho C_d C_F,$$

де $[\kappa_O]$ – окружна питома сила, що допускається, визначаємо по таблиці

5.1 [16], $[\kappa_O] = 0,9 \text{ Н/мм}^2$.

« $C_\theta = 0,8$ – коефіцієнт кута нахилу лінії центрів шківів до горизонту,

$C_\alpha = 0,97$ – коефіцієнт кута обхвату на меншому шківі,

$C_v = 1,03$ – коефіцієнт впливу натягу від відцентрової сили,

$C_\rho = 0,9$ – коефіцієнт динамічності навантаження й тривалості роботи,

$C_d = 0,95$ – коефіцієнт впливу діаметра меншого шківа,

$C_F = 0,85$ – коефіцієнт нерівномірності розподілу навантаження плоского ременя» [16].

Перераховані коефіцієнти беремо з таблиці 5.2[16].

$$[\kappa_{II}] = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,97 \cdot 1,03 \cdot 0,9 \cdot 0,95 \cdot 0,85 = 0,52$$

Визначимо ширину ременя:

$$b = \frac{F_t}{\delta \cdot [\kappa_{II}]},$$

$$b = \frac{94,6}{2,8 \cdot 0,52} = 65 \text{ мм.}$$

Значення ширини ременя округляємо до стандартного значення ст.84 [16],
b=63 мм;

B=71 мм – стандартне значення ширини шківа.

«Визначимо площу поперечного перерізу ременя» [16]:

$$A = \delta \cdot b,$$

$$A = 2,8 \cdot 63 = 176,4 \text{ мм}^2.$$

«Визначимо силу попереднього натягу ременя» [16]:

$$F_0 = A \cdot \sigma_0,$$

де $\sigma_0 = 2 \text{ Н/мм}^2$ – попередня напруга.

$$F_0 = 176,4 \cdot 2 = 352,8 \text{ Н.}$$

«Визначимо сили натягу ведучої F_1 і веденої F_2 ветвів ременя» [16]:

$$F_1 = F_0 + \frac{F_t}{2}; \quad F_2 = F_0 - \frac{F_t}{2},$$

$$F_1 = 352,8 + \frac{94,6}{2} = 400,1 \text{ Н}; \quad F_2 = 352,8 - \frac{94,6}{2} = 305,5 \text{ Н.}$$

«Визначимо силу тиску ременя на вал» [16]:

$$F_{оп} = 2F_0 \sin\left(\frac{\alpha_1}{2}\right),$$

$$F_{оп} = 2 \cdot 352,8 \cdot \sin\left(\frac{175}{2}\right) = 704,9 \text{ Н.}$$

«Перевіримо міцність ременя по максимальних напругах у перетині» [16]:

$$\sigma_{MAX} = \sigma_1 + \sigma_H + \sigma_v \leq [\sigma]_\rho,$$

де σ_1 – «напруга розтягання» [16], Н/мм^2 , $\sigma_1 = \frac{F_0}{A} + \frac{F_t}{2A}$

$$\sigma_1 = \frac{352,8}{176,4} + \frac{94,6}{2 \cdot 176,4} = 2,3 \text{ Н/мм}^2,$$

σ_H – «напруга вигину» [16], Н/мм^2 , $\sigma_H = E_H \frac{\delta}{d_1}$

$E_H = 80 \dots 100 \text{ мм}^2$ – модуль поздовжньої пружності при вигині для прогумованих ременів, (стр. 84 [16])

$$\sigma_H = 90 \cdot \frac{2.8}{112} = 2.25 \text{ Н/мм}^2,$$

σ_v – напруга від відцентрових сил, Н/мм², $\sigma_v = \rho \cdot v^2 \cdot 10^{-6}$,

$\rho = 1000 \dots 12000 \text{ кг/м}^3$ - щільність матеріалу ремня, стор.85[16],

$$\sigma_v = 1100 \cdot 5.4^2 \cdot 10^{-6} = 0.32 \text{ Н/мм}^2,$$

$[\sigma]_\rho = 8 \text{ Н/мм}^2$ – допустиме напруження розтягування, стор.85[16],

$$\sigma_{MAX} = 2.3 + 2.25 + 0.32 = 4.87 \text{ Н/мм}^2.$$

Розрахунки показали, що напруга розтягуванню задовольняє вимоги обраного ремня й передачі.

Визначимо обертовий момент:

$$T_{BX} = \frac{N_{PED}}{2\pi m_{PED}};$$

$$T_{ВИХ} = \frac{T_{BX} \cdot u}{\eta},$$

$$T_{BX} = \frac{1.1}{2 \cdot 3.14 \cdot 630} = 278 \text{ Нм}$$

$$T_{ВИХ} = \frac{278 \cdot 1.48}{0.81} = 507.9 \text{ Нм}$$

5.3.3 Перевірочний розрахунок шпоночних з'єднань

Шпонки підбираються залежно від діаметра вала, а потім виконується перевірочний розрахунок на зминання.

Діаметр вихідного кінця вала електродвигуна $d = 24 \text{ мм}$.

По таблиці К42 [16] вибираємо ширину шпонки «b» і висоту шпонки «h».

$b = 8 \text{ мм}$, $h = 7 \text{ мм}$, $t_1 = 4 \text{ мм}$.

Довжину шпонки приймаємо з ряду стандартних довжин, з огляду на те, що довжина шпонки повинна бути менше довжини ступені вала на 3...10 мм.

Тому що довжина вихідного кінця вала $L = 50 \text{ мм}$, довжина шпонки дорівнює 45 мм.

Розрахункова довжина шпонки:

$$L_p = L_{III} - b,$$

$$L_p = 45 - 8 = 37 \text{ мм}.$$

Розрахунок шпонки на зминання:

$$\sigma_{CM} = \frac{F_T}{A_{CM}} \leq [\sigma_{CM}],$$

де F_T – окружна сила, що передається шпонкою

$$F_T = \frac{2T_1}{d},$$

T_1 – обертальний момент електродвигуна

$$T_1 = \frac{N_{ДВГ} \cdot 10^3}{2\pi n_{ДВГ}},$$

$$T_1 = \frac{1.5 \cdot 10^3}{2 \cdot 3.14 \cdot 935} = 0.26 \text{ Нм}$$

$$F_T = \frac{2 \cdot 0.26}{0.024} = 1.7 \text{ Н},$$

A_{CM} – площа зминання

$$A_{CM} = \frac{h - t_1}{L_p},$$

$$A_{CM} = \frac{7 - 4}{37} = 0.08 \text{ мм}^2,$$

$[\sigma_{CM}] = 110\text{-}190 \text{ Н/мм}^2$ – допустиме напруження зминання.

$$\sigma_{CM} = \frac{1.7}{0.08} = 21.3 \text{ Н/мм}^2$$

Умова міцності виконується, шпонка є міцною.

Вибираємо шпонку 87×36 ГОСТ 23360 – 78.

5.3.4 Розрахунки гвинтового з'єднання

Вихідними даними для розрахунки є – осьове зусилля гвинта, необхідне для обкатування, $Q=1600 \text{ Н}$.

Матеріал гвинта – сталь 20Г, матеріал гайки – сталь 45.

Довжина гвинта з конструктивних міркувань – $L=360 \text{ мм}$.

Напруги, що допускаються, матеріалів гвинта й гайки

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{3},$$

$$\sigma = 120 \text{ МПа}$$

Максимальний тиск для пари – $[q] = 8 \text{ МПа}$.

При однобічному навантаженні в передачі – $\psi = 0,75$.

Конструкція гайки виконана у вигляді траверси, тобто цільна.

Визначаємо середній діаметр різьби гвинта

$$d_2 = \sqrt{\frac{Q}{\pi \cdot \psi_h \cdot \psi_n \cdot [q]}} = \sqrt{\frac{1600}{\pi \cdot 0,75 \cdot 1,5 \cdot 8}} = 9,3 \text{ мм}$$

З конструктивних міркувань і запасу приймаємо М42×4,5 ГОСТ 9150-59.

Висота гайки $H_r = \psi_n \cdot d_r = 1,5 \cdot 42 = 63 \text{ мм}$.

Приймаємо $H_r = 65 \text{ мм}$.

Число витків у гайці

$$z = \frac{65}{4,5} = 14,4$$

Зовнішній діаметр гайки

$$D \sqrt{\frac{5 \cdot Q}{\pi \cdot [\sigma_p]}} + d^2 = \sqrt{\frac{5 \cdot 1600}{\pi \cdot 40}} + 39,077^2 = 58 \text{ мм}$$

З конструктивних міркувань і запасу міцності діаметр гайки приймаємо – 114 мм.

Визначаємо довжину рукоятки привода гвинта

$$L \frac{T_{оп} + T_p}{n_p \cdot F_p \cdot k},$$

де $T_{оп}$ – момент тертя опори;

T_p – момент тертя різьби;

n – кількість робітників;

F_p – зусилля, яке додається робітником

$$T_p = Q \cdot \frac{d_2}{z} \cdot tg(\gamma + \varphi) = 1600 \cdot \frac{39,077}{2} \cdot tg(\gamma + \varphi) = 4773,5 \text{ Н мм}$$

$$T_{оп} = \frac{1}{3} Q \cdot f \frac{D_0^3 - d_0^3}{D_0^2 - d_0^2} = \frac{1}{3} 1600 \cdot 0,12 \frac{60^3 - 43^3}{60^2 - 43^2} = 426,6 \text{ Н мм}$$

де D_0 – зовнішній діаметр опори гвинта – 60 мм;

d_0 – внутрішній діаметр опори гвинта – 43 мм

Довжина рукоятки

$$L = 130 \text{ мм}$$

Приймаємо довжину рукоятки із запасом – 180 мм.

Діаметр рукоятки визначаємо по формулі

$$d_p = \sqrt[3]{\frac{n_p \cdot F_p \cdot k \cdot L_1}{0,1[\sigma]}};$$

$$d = L - 180 - \frac{65}{2} = 148 \text{ мм}$$

$$d_p = \sqrt[3]{\frac{1 \cdot 50 \cdot 0,8 \cdot 148}{0,1 \cdot 130}} = 9,4 \text{ мм}$$

Із запасом міцності та з естетичних і конструктивних міркувань приймаємо діаметр рукоятки – 20 мм.

5.3.5 Розрахунок осі

Хитний важіль впливає на вісь, що викликає навантаження й деформації, тому вісь потрібно розрахувати на деформацію зрізу.

Формула на зріз має такий вигляд:

$$\tau_{CP} = \frac{4F}{\pi \cdot d^2 \cdot i} \leq [\tau_{CP}],$$

де F – сила діюча на вісь у двох напрямках;

d – діаметр осі;

i – число площин зрізу, $i=2$;

$[\tau_{CP}] = 140 \text{ МПа}$ – допустиме напруження на зріз, для сталі 45 таблиця 25.1 [16].

$$140 = \frac{4 \cdot 1600}{3,14 \cdot d^2 \cdot 2}$$

$d = 8,2 \text{ мм}$.

Діаметр вала повинен бути більше 8,2 мм, приймаємо 16 мм. При цьому міцність буде забезпечена із запасом.

5.4. Обґрунтування й вибір технологічної послідовності виконання робіт на стенді, особливості його складання й фарбування

Запропонований стенд забезпечує високий рівень якості, механізації процесу, технології, зручності в роботі.

Послідовність виконання робіт на стенді наступна:

- залежно від розміру й моделі диска підібрати й установити відповідний перехідний фланцевий адаптер на оправлення;

- диск, що підлягає виправленню, за допомогою перехідного фланцевого адаптера встановлюють на оправлення й закріплюють гайкою;

- включають електропривід обертання диска. Рукоятку ходового гвинта поступово притискають із зусиллям друг до друга центральним і бічними ролики, защемивши між собою обід диска. У результаті чого відбувається виправлення диска методом обкатування.

- після завершення технологічного процесу виправлення, виключають привід оправлення й виводять із зачеплення з ободом центральний і бічний ролики;

- звільнивши кріпильну гайку знімають диск із оправлення;

- здійснюють контроль геометрії й площини обода диска і якщо буде потреба повторюють технологічний процес по вище перерахованих операціях.

До особливостей складання стенда варто віднести надійність закріплення всіх зварювальних і нарізних сполучень і легкість переміщення рухомих деталей. Всі рухомі деталі повинні бути змазані тонким шаром машинного масла. Особливу увагу варто звернути на механізми привода оправлення й виправлення диска.

Після складання стенда проводять його випробування. При цьому перевіряється працездатність і надійність всіх систем конструкції з навантаженням не менш 125%.

Гвинтова передача привода виправлення й притискних механізмів повинні працювати плавно, без заїдань.

Поверхні деталей стенда підвергають зачищенню, покриттю, ґрунтовки та фарбуванню. Ґрунтовка запобігає поверхні від корозії та забезпечує міцність зчеплення між металом та наступними шарами фарби. Ґрунтовку слід наносити рівним, тонким шаром.

В якості матеріалу для фарбування можна прийняти нітроемаль сірого кольору для всіх деталей, крім рухомих, які слід фарбувати нітроемаллю

червоного кольору. Фарбу слід наносити у два шари за допомогою фарборозпилювача. Другий шар фарби можна наносити після повного висихання першого шару.

Стенд для правки дисків коліс рекомендується використовувати на виробничих базах АТП, сервісних центрах СТО, в умовах ремонтного виробництва. Тому доцільно використовувати захисне декоративне покриття деталей. Перед фарбування для уникнення корозії та кращого зчеплення фарби з металом необхідно зачистити та нанести шар ґрунтовки.

5.5. Техніка безпеки та промсанітарія при роботі на стенді для правки дисків коліс автомобілів

Робітники, які обслуговують стенд для правки дисків коліс автомобілів, повинні виконувати всі правила та вимоги з техніки безпеки. Тому кожен робітник повинен.

а) При підготовці до роботи:

- привести у порядок робочий одяг, перевіряти справність інструментів, достатність освітлення, наявність технологічної документації, безпечне розміщення на робочому місці дисків коліс автомобілів;
- перевіряти надійність роботи механізмів установки і правки дисків;
- якщо будуть виявлені порушення, слід негайно їх усунути або довести до відома бригадира або інспектора по охороні праці;
- робітник повинен оцінювати свій психологічно – фізичний стан та у випадку погіршення самопочуття звернутися до лікаря;
- перед роботою на стенді слід впевнитися у тому, що його пуск нікому не загрожує;
- впевнитися у надійності закріплення диска.

б) Під час роботи:

- забороняється працювати на стенді у перчатках або рукавицях;
- не працювати без захисних кожухів;

- не використовувати несправний інструмент;
- не допускати порушення правил внутрішнього розпорядку та технологічної дисципліни;
- негайно закінчити роботу, якщо з'явилася загроза життю обслуговуючого персоналу.

в) Після закінчення роботи:

- привести у порядок робоче місце, очистити та провести змащення рухомих деталей.

Санітарно – технічні міроприємства вміщують:

- підтримку на робочому місці нормальної температури, освітлення та вологості;
- відсутність на робочому місці пилу, шуму, вібрації та шкідливих газів.

6.1. Техніко-економічне обґрунтування організаційних заходів шиномонтажної ділянки

6.1.1 Визначення капітальних вкладень

1. Розрахунок капітальних вкладень при проектуванні шиномонтажної ділянки методом прямого розрахунку окремих елементів:

$$K = K_{\text{ус}} + K_{\text{буд}} + K_{\text{со}} + K_{\text{осн}} + K_{\text{інв}} + K_{\text{пр}};$$

де $K_{\text{ус}}$ – капіталовкладення в устаткування;

$K_{\text{буд}}$ – те ж в будівлі;

$K_{\text{со}}$ – те ж в споруди і обладнання;

$K_{\text{осн}}$ – те ж у технологічне оснащення;

$K_{\text{інв}}$ – те ж у інвентар;

$K_{\text{пр}}$ – капіталовкладення в проектування цеху, або ділянки.

2. Розрахунок капіталовкладень в устаткування виконують за формулою:

$$K_{\text{ус}} = K_{\text{ут}} + K_{\text{уе}} + K_{\text{упт}} + K_{\text{км}};$$

де $K_{\text{ут}}$ – капіталовкладення в технологічне устаткування;

$K_{\text{уе}}$ – капіталовкладення в енергетичне устаткування;

$K_{\text{упт}}$ – капіталовкладення в підйомно-транспортне устаткування;

$K_{\text{км}}$ – те ж у засоби комплексної механізації.

3. Розрахунок капіталовкладень в устаткування визначаємо за виразом:

$$K_{\text{ус}} = S_{\text{дл}} \cdot Ц,$$

де $S_{\text{дл}}$ – площа ділянки, м^2 ;

$Ц$ – ціна 1 м^2 площі ділянки, грн.

$$K_{\text{ус}} = 324 \cdot 1800 = 583200 \text{ грн.}$$

4. Капіталовкладення в енергетичне устаткування визначаються в межах 5...20% вартості технологічного устаткування, залежно від виду, призначення та складності енергоустаткування

$$K_{yE} = 583200 \cdot 15\% = 87480 \text{ грн.}$$

5. Капітальні вкладення у технологічне оснащення приймають в межах 7...8% вартості технологічного устаткування

$$K_{т.осн.} = 583200 \cdot 0,08 = 46656 \text{ грн.}$$

6. Капітальні вкладення у виробничий та господарський інвентар (стелажі, засіки, тумбочки, предмети протипожежного захисту) приймаються в межах 1,2...2% вартості технологічного устаткування

$$K_{інв.} = 583200 \cdot 0,02 = 11664 \text{ грн.}$$

7. Капіталовкладення в будівлі дільниці:

$$K_{буд} = S_{цех, дільн.} \cdot h \cdot Ц_{буд}$$

де $S_{цех, дільн.}$ – загальна площа цеху або дільниці, m^2 ;

h – висота приміщення (дільниці), m ;

$Ц_{буд}$ – вартість 1 m^3 будівлі, грн.

$$K_{буд} = 324 \cdot 6 \cdot 2500 = 4860000 \text{ грн.}$$

8. Капітальні вкладення в проектування дільниці визначаються за формулою:

$$K_{np} = K_{\phi} \cdot \left(\sum_{i=1}^n M_i \cdot \kappa_i \cdot O_i \right) = 2,5 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 15600 = 78000 \text{ грн.}$$

де n – кількість різних професій фахівців;

M_i – кількість місяців роботи над проектом;

κ_i – кількість задіяних конструкторів, технологів та ін.;

O_i – посадовий оклад фахівця за місяць, грн.;

K_d – коефіцієнт, що враховує додаткові (непрямі) витрати проектного відділу.

Результати розрахунків капітальних вкладень в діляницю записуються в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 - Капіталовкладення діляниці

Групи основних фондів	Розмір кап.вкладень діляниці, грн.	Структура ОВФ, %
1. Технологічне устаткування	583200	10,29
2. Енергетичне устаткування	87480	1,54
3. Будівля	4860000	85,76
4. Технологічне оснащення	46656	0,82
5. Виробничий і господарський інвентар	11664	0,22
7. Капітальні вкладення в проектування діляниці	78000	1,37
Всього:	5667000	100%

Визначаємо річні експлуатаційні витрати діляниці

9. Розрахунок фонду заробітної плати працівників

$$\Phi_o = l_{год}^c \cdot R_{сп} \cdot \Phi_{др} \cdot (1 + k_d);$$

$$\Phi_o = 22,5 \cdot 7 \cdot 1564 \cdot (1 + 0,01 \cdot 0,2)(1 + 0,01 \cdot 0,15) = 247192,89 \text{ грн.}$$

де $l_{год}^c$ - середньогодинна тарифна ставка працівників;

$R_{сп}$ – загальна кількість працівників;

$\Phi_{др}$ – дійсний річний фонд часу одного працівника, год.;

k_d – коефіцієнт додаткової заробітної плати.

Розраховуємо середньогодинну тарифну ставку

$$\ell = \frac{\sum_{i=1}^n \ell_{год} R_{спi}}{R_{сп}}$$

$$\ell = \frac{6 \cdot 22,5 + 1 \cdot 20,5}{7} = 22,21 \text{ грн./год.}$$

Отже фонд заробітної плати основних виробничих робітників складає

$$\Phi_0 = 22,5 \cdot 7 \cdot 1564 \cdot 1,25 = 307912,5 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальні заходи

$$B_{\text{соц}} = \frac{K_{\text{осн}}}{100} \Phi_{\text{од}},$$

$$B_{\text{соц}} = 0,375 \cdot 307912,5 = 115467,19 \text{ грн.}$$

Середньомісячна заробітна плата основних виробничих робітників

$$З_{\text{мс}} = \frac{307912,5}{6 \cdot 12} = 8276,60 \text{ грн.}$$

10. Фонд заробітної плати допоміжних робітників дільниці

$$\Phi_0 = 20,5 \cdot 1564 \cdot 1 \cdot (1 + 0,01 \cdot 15) = 136871,30 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{соц}} = 0,375 \cdot 136871,30 = 51326,74 \text{ грн.}$$

$$З_{\text{мс}} = \frac{51326,74}{12} = 7277,23 \text{ грн.}$$

Визначаємо суму амортизації

З обладнання

$$A_{\text{обл}} = \frac{H_{\text{об}} \cdot C_{\text{об}}}{100} = \frac{15 \cdot 583200}{100} = 39852 \text{ грн.,}$$

де $H_{\text{обл}}=15\%$ - відрахування від вартості обладнання на амортизацію.

З будівель

$$A_{\text{буд}} = \frac{H_{\text{буд}} \cdot C_{\text{буд}}}{100} = \frac{5 \cdot 4860000}{100} = 243000 \text{ грн.,}$$

де $H_{\text{буд}}=5\%$ - відрахування від вартості будівлі на амортизацію.

З транспортних засобів та інструментів

$$A_{\text{тр.зас}} = \frac{H_{\text{тр}} \cdot (C_{\text{тр}} + C_{\text{осн}})}{100} = \frac{25 \cdot (87480 + 46656)}{100} = 33534 \text{ грн.,}$$

де $H_{\text{тр}}=25\%$ - відрахування від вартості транспортних засобів і оснащення на амортизацію.

Всього

$$\sum A_{(i)} = A_{обл} + A_{буд} + A_{тр.зас.} = 39852 + 243000 + 33534 = 316386 \text{ грн.}$$

11. Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

$$C_m = H_d \cdot \Phi_{zn} = 0,025 \cdot 307912,5 = 7697,82 \text{ грн.,}$$

де $H_d = 2,5\%$ - відрахування від фону заробітної плати дільниці на допоміжні матеріали.

12. Розрахунок витрат на електроенергію

$$Z_{el} = W_{річ} \cdot C_{el} = 23657 \cdot 2,70 = 63873,90 \text{ грн.,}$$

де $W_{річ}$ – річне споживання електроенергії дільницею;

$C_{ел}$ – вартість 1 кВт електроенергії.

13. Розрахунок витрат на воду

$$Z_{вод} = Q_{вод} \cdot C_{вод} = 57,5 \cdot 45,92 = 2640,40 \text{ грн.,}$$

де $Q_{вод}$ – річні витрати води на дільниці;

$C_{вод}$ – вартість 1 м³ води.

14. Розрахунок витрат на пар

$$Z_{пар} = Q_{пар} \cdot C_{пар} = 388,8 \cdot 247 = 96033,6 \text{ грн.,}$$

де $Q_{пар}$ – річне споживання пару дільницею;

$C_{вод}$ – вартість 1 м³ пара.

15. Розрахунок витрат на паливо

$$Z_{пал} = Q_{пал} \cdot C_{пал} = 39,9 \cdot 4950 = 197505 \text{ грн.,}$$

де $Q_{пал}$ – річні витрати палива на опалення дільниці;

$C_{пал}$ – вартість 1 т палива.

Таким чином, витрати на енергоносії складуть

$$C_{ен} = Z_{ел} + Z_{вод} + Z_{пар} + Z_{нал} = 63873,90 + 2640,40 + 96033,60 + 197505 = 360052,90$$

грн.

16. Розрахунок собівартості робіт на шиномонтажній дільниці

$$C_{рем} = C_{м} + C_{ен} + Z_{од} + O_{від} + P_{об} + K_{цех},$$

де $C_{м}$ – вартість допоміжних матеріалів;

$C_{ен}$ – вартість енергоресурсів;

$Z_{од}$ – заробітна плата основних і допоміжних робітників визначається за формулою:

$$Z_{од} = P_{від} \left(1 + \frac{K_{від}}{100} \right) \cdot \left(1 + \frac{K_{невід}}{100} \right),$$

де $K_{від}$ – відсоток доплат за відпрацьований час;

$K_{невід}$ – відсоток доплат за невідпрацьований час

$$Z_{од} = 307912,5 + 136871,3 = 444783,80 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальні заходи

$$O_{від} = 0,375 \cdot Z_{од} = 0,375 \cdot 444783,80 = 166793,93 \text{ грн.}$$

Витрати на утримання устаткування визначаємо за формулою:

$$P_{об} = \frac{Z_{од} \cdot P_{уст}}{100},$$

де $P_{уст}$ – відсоток витрат на утримання і експлуатацію устаткування на дільниці

$$P_{об} = \frac{444783,80 \cdot 50}{100} = 222391,90 \text{ грн.},$$

$K_{цех}$ – загальновиробничі витрати, які визначаються по формулі

$$K_{вир} = \frac{Z_{од} \cdot P_{ц}}{100},$$

де $P_{ц}$ – відсоток загальновиробничих витрат від $Z_{од}$. За матеріалами переддипломної практики $P_{ц} = 150\%$

$$K_{вир} = \frac{444783,80 \cdot 150}{100} = 667175,70 \text{ грн.}$$

Разом всі витрати на шиномонтажній дільниці складуть

$$C_{\text{рем}} = 444783,80 + 166793,93 + 298128,60 + 360052,90 + 222391,90 + 667175,70 + 7697,82 = 2167024,65 \text{ грн.}$$

Техніко-економічні показники роботи шиномонтажної дільниці наведені в табл.6.2.

Таблиця 6.2 – Техніко-економічні показники роботи шиномонтажної дільниці

Показники	Одиниця	Значення
1. Річний об'єм робіт	чол.-год	10528
2. Чисельність робітників, в тому числі:	чол.	6
- основні робітники виробництва		5
- допоміжні робітники		1
3. Фонд заробітної плати	грн.	444783,80
4. Середньомісячна заробітна плата	грн.	14600
5. Витрати на допоміжні матеріали	грн.	7697,82
6. Витрати на силову електроенергію	грн.	63873,90
7. Витрати на паливо	грн.	197505
8. Витрати на пар	грн.	96033,60
9. Витрати на воду	грн.	2640,40

7.1. Заходи щодо забезпечення безпеки праці на шиномонтажній дільниці

Безпека технологічних процесів, що виконуються на шиномонтажній дільниці, досягається відповідністю вимогам ДНАОП 0.00-1.28-97, ДНАОП 0.00-1.21-98, ГОСТ 12.2.003-82 та інших нормативних актів.

Вимоги безпеки внесені в технологічну документацію. Технологічним регламентом передбачено застосування матеріалів, які пройшли гігієнічну оцінку і мають дозвіл міністерства охорони здоров'я (електроди, мастильно-охолоджуючі рідини (МОР)) тощо.

«Струмопровідні кабелі і шланги захищені від механічних пошкоджень. До вулканізації шин допускаються працівники не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, мають висновки психо-фізіологічної експертизи, пройшли спеціальну підготовку та перевірку знань та практичних навиків і мають кваліфікаційне посвідчення» [17].

«Електровулканізаторники повинні мати II групу з електробезпеки. Електрозварювальники, яким надано право самостійного підключення зварювального обладнання до електромереж, повинні мати III групу з електробезпеки» [17].

«Приєднання установок до електричної мережі проведено через комутаційні апарати. Для запобігання займання електропроводів та обладнання переріз кабелів вибраний за значенням струму, ізоляцію кабелів за робочою напругою, плавкі вставки запобіжників за гранично допустимими струмом» [17].

«Зварювальна установка повинна бути заземлена мідним проводом перерізом не менше 6мм^2 або сталевим прутом перерізом не менше 12мм^2 . Заземлення здійснюється через спеціальний болт, що установлений на корпусі. Для живлення трансформатора застосований гнучкий шланговий кабель, одна із жил якого приєднується до заземлювального болта корпусу трансформатора, та до заземлювальної шини пункту живлення» [17].

Місце проведення зварювальних робіт огорожене ширмами і щитами. Безпека технологічних процесів досягається їх відповідністю вимогам ДСТУ 2391-94, ДСТУ 2757-94.

Антимікробний захист МОР проводиться шляхом добавки бактерицидних присадок, пастеризації, періодичною заміною.

Для виготовлення МОР передбачене спеціальне приміщення. Технологічний регламент виготовлення МОР контролюється.

Стружка при обробці видаляється за допомогою совків, крючків і щіток.

Верстатні пристосування відповідають вимогам ГОСТ 12.2.029-88.

Для усунення можливості травмування працівників зовнішні елементи конструкцій не мають гострих кромek, шорстких поверхонь.

Вони забезпечують надійне сходження стружки і МОР. Захисне зусилля перевищує зусилля різання не менше, ніж в 2,5 рази.

Зазори безпеки при механізованому затисканні перевищують 5 мм. У випадках перевищення цього зазору передбачені захисні огорожі.

Шліфувальні круги проходять випробовування на міцність шляхом обертання на підвищених швидкостях.

На стендах, які передбачені в проекті, споруджені необхідні захисні, запобіжні і блокуючі пристрої, засоби сигналізації, спеціальні і допоміжні захисні пристрої верстатів, які не передбачались в конструкції.

Робочі місця виконані відповідно вимог ГОСТ 12.2.033-78.

Біля стендів передбачено допоміжне обладнання для заготовок, деталей, інструменту, пристосувань-тумбочки, стелажі, тара. Повздовж усієї робочої зони стендів передбачені дерев'яні решітки шириною не менше 0,6 мм від найбільш виступаючих частин.

Навантажувальні, транспортні роботи здійснюються відповідно вимог ДИАОП 0.00-1.03-93.

Для підйомно-вантажних операцій використовуються спеціальні і універсальні стропи, кліщі, траверси, які розраховані на необхідну вантажопідйомність.

Вони повинні проходити технічне опосвідчення в строки, передбачені технічним регламентом, затвердженим роботодавцем. Тара розрахована на необхідну вантажопідйомність, має написи про максимально допустиме навантаження. Періодично здійснюється контроль тари.

Експлуатація тари здійснюється відповідно до вимог ГОСТ 12.3010-82.

Для захисту від небезпеки враження електричним струмом передбачені наступні заходи:

- контроль і профілактика ізоляції, застосування подвійної ізоляції;
- застосування малих напруг (до 42В змінного струму);
- застосування захисного заземлення (занулення) відповідно вимог ДСТУ Б

В.2.5-38:2008.

Безпека експлуатації електроустаткування досягається відповідністю вимогам ДНАОП 0.00-1.21-98.

Передбачено сигнальне фарбування елементів будівлі і виробничого обладнання, а також застосування знаків безпеки відповідно до ДСТУ ISO 7010:2009.

Естетичне оформлення приміщення відповідає вимогам СН 185-89.

7.2. Заходи по технологічній безпеці

Приміщення дільниці, що проектується, по вибухопожежній небезпеці згідно з ОНТП 29-86 відноситься до категорії Г. Пожежа на дільниці може наступити від перевантаження електроустановок-горіння ізоляції. Тому клас можливої пожежі відповідно ГОСТ 27331-81 може бути Е.

Степінь вогнестійкості будівлі відповідно ДСТУ Б В.1.1-18:2007. З приміщення передбачено евакуаційні виходи, які ведуть безпосередньо назовні або через коридор. Вони розташовані розосереджено. Витримані ширина евакуаційних виходів, відстань від найбільш віддаленого робочого місця до евакуаційного виходу і розрахунковий час евакуації (ДСТУ Б В.1.1-18:2007).

Для внутрішнього пожежегасіння передбачені пожежні крани, з витратами води 2,5 л/с на один струмінь. Для зовнішнього пожежегасіння на зовнішніх водопровідних мережах, які виконано заколючено, по периметру будівлі змонтовані пожежні гідранти. Витрати води 10 л/с, розрахунковий час пожежі 3 години. Гідранти розташовані не ближче 5 м від стіни будівлі. Для під'їзду пожежних машин на підприємстві передбачені дороги для в'їзду і виїзду.

«Для гасіння пожежі на початковій стадії проектом передбачені наступні первинні засоби пожежегасіння:

- переносні вогнегасники ВП-6 (порошкові) і ОУ-8 (вуглекислотні);
- пожежний інвентар (покривало з грубововняної тканини або повсті, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати);
- пожежний інструмент (гаки, ломы, сокири тощо)» [17].

«Кількість вогнегасників визначаємо із нормативного акту: або 1 вогнегасник порошковий або 2 вогнегасника вуглекислотних, так як у нашому випадку відстань між вогнегасниками та місцями можливої пожежі не перевищує 70 м» [17].

«На території підприємства встановлені пожежні щити. До комплексу засобів пожежегасіння, які розміщуються на ньому входять вогнегасники-3 шт., ящик з піском - 1 шт., покривало розміром 2×2 – 1 шт., гаки – 3 шт., лопати – 2 шт., ломы – 2 шт., відра – 2 шт., сокири – 2 шт.» [17].

Захист будівлі від блискавки виконаний відповідно ДСТУ Б В.2.5-38:2008. Будівля відноситься до III категорії, зона захисту - Б.

Організація роботи по пожежній безпеці здійснюється відповідно до Закону України «Про пожежну безпеку». На підприємстві створені технічна протипожежна комісія, добровільна народна дружина. Призначені відповідальні за пожежну безпеку, за безпечне виконання вогненебезпечних робіт.

7.3. Заходи щодо створення нормальних санітарно-гігієнічних умов праці

Технологічний процес, що виконується на проектованій ділянці, відповідно СН 245-91 відноситься до групи II б.

Робота на ділянці по важкості відноситься до класу II б. Параметри мікроклімату допустимі (ДСН 3.3.6.042-99).

Для оптимізації параметрів мікроклімату і видалення забруднень з приміщення ділянці відповідно СНІП 2.09.05-91 передбачені опалення і вентиляція. Опалення водяне.

Система опалення забезпечує рівномірне нагрівання повітря в приміщенні, можливість місцевого регулювання.

Зовнішні ворота обладнані повітряно-тепловими завісами.

Вентиляція - природна (аерація) і механічна приточно-витяжна.

Місцева витяжна вентиляція передбачена від робочих місць електровулканізаторника. Застосовані зони і панелі рівномірного всмоктування.

Природне і штучне освітлення відповідає вимогам ДБН В.2.5-28-2006. Природне освітлення комбіноване. Коефіцієнт природньої освітленості - 4%.

Електричне освітлення - загальне. Воно здійснюється люмінісцентними лампами ЛБ-80 і ЛХБ-80. Світильники вибрані з косінусним розподілом сили світла.

Загальна освітленість – 300 га. Ступінь захисту світильників УР5Х.

Для зниження рівня звукового тиску до вимог ДСТУ 2325-93 (граничний спектр ГС75) передбачена акустична обробка приміщення ділянці.

Для зниження вібраційних параметрів загальної вібрації до вимог ДСТУ 2300-93 виробниче обладнання змонтоване на віброізоляторах.

Відповідно до вимог СН245-71 передбачені санітарно-побутові приміщення і пристрої, які відповідають вимогам СНІП 2.09.09-87 для технологічних процесів групи II б.

Мінімальна площа на одного працівника перевищує $4,5 \text{ м}^2$, а об'єм - 15 м^3 .

Для захисту працівників від небезпечних і шкідливих факторів відповідно галузевих норм передбачені ЗІЗ:

1. Брезентова одежа з вогнезахисним просочуванням з захисними накладками зі спилка (група 2А)

2. Світлофільтри С-6, В-2;

3. Респіратор ШБ-1, “Айстра-2”;

4. Спеціальне взуття;

5. Спеціальні рукавиці ТР;

6. Універсальний щиток з непрозорим корпусом;

7. Окуляри захисні ТИПОД.

Передбачені також миючі і знешкоджуючі засоби.

8.1. Методи випробування автомобілів на токсичність відпрацьованих газів. Нормативи екологічної безпеки атмосфери

8.1.1 Розрахунок забруднення атмосферного повітря

Токсичність відпрацьованих газів залежить від типу двигуна, конструкції автомобіля, виду палива, технічного стану автомобіля, режимів руху, умов експлуатації, метеорологічних умов, тощо.

Одним з методів для розрахунку забруднення атмосфери є метод ІКТП. В основу цього методу покладено пробіговий викид токсичних речовин “середнім” автомобілем за окремими групами (вантажні, легкові, автобуси) і за типом двигуна (бензиновий чи дизель). Розраховані за цією методикою викиди потрібно коригувати залежно від різноманітних кліматичних умов, а також умов руху, технічного стану автомобіля, з урахуванням випаровування палива і викиду картерних газів.

Масу токсичної речовини M_1 за час t визначають за формулою:

$$M_1^t = \sum^1 \sum^K B_{ik} N_{ik} L_{ik} m_{ik} \Pi^n R_{ik},$$

де B_{ik} – кількість груп автомобілів;

N_{ik} – кількість автомобілів в i -й групі з двигуном конкретного типу, (тис. од);

$\Pi^n R_{ik}$ – добуток коефіцієнтів впливу факторів на викид i -ї речовини автомобілем;

L_{ik} – середній пробіг автомобіля (тис. км) i -ї групи з двигуном конкретного типу (ΠR_{ik}) враховує середній (вік) парку, режим руху, технічний стан, кліматичні умови.

Коефіцієнти визначають за графіками. Похибка цього методу становить 15%. Більш високу точність забезпечують методи розроблені в Київському транспортному університеті, але вони більш складні; в них використовується рівняння балансу потужності та універсальна токсична характеристика конкретного типу двигуна.

Стандарти випробування автомобілів на токсичність відпрацьованих газів.

У колишньому СРСР перший стандарт, що обмежував вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах автомобільних бензинових двигунів, було прийнято в 1970р. Введений ГОСТ17.2.2.03-87 «Охорона природи. Атмосфера. Норми та методи вимірювань, які складають оксиди вуглецю і вуглеводів у відпрацьованих газах автомобілів з бензиновими двигунами». Вимоги безпеки дають можливість визначити вміст оксиду вуглецю і вуглеводів бензинового двигуна різної потужності в режимах холостого ходу при двох частотах обертання колінчастого вала двигуна: мінімальний та підвищений. Об'ємна частина CO і CH не повинна перевищувати норм, наведених в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 – Об'ємна частина CO і CH

Частота обертання, хв^{-1}	Гранично допустимий вміст CO, об'ємна частка	Гранично допустимий вміст вуглеводів, об'ємна частка; млн.^{-1} для двигуна з кількістю циліндрів	
		До 4	>4
$n_{\min}$	1,5*	1200	3000
$n^{**}_{\text{підв}}$	2,0	600	1000

*При контрольних перевірках автомобілів в експлуатації органами ДАІ допускається вміст CO при $n_{\min}$ до 3%.

** $n_{\min} = 2000 \text{ хв}^{-1} \dots 0,8 n_{\text{ном}}$. Конкретні значення $n_{\text{підв}}$ встановлює завод-виготовлювач.

Димність відпрацьованих газів визначають у двох режимах: при вільному прискоренні та найбільшій частоті обертання під час холостого ходу. Параметром димності вважають оптичну густину відпрацьованих газів, яка починається частинками сажі та іншими дисперсними речовинами (таблиця 8.2).

Режим вільного прискорення відтворюється на нерухомому автомобілі при повному навантаженні педалі управління потужністю двигуна, що призводить до зміни частоти його обертання від мінімальної до найбільшої. Наведені стандарти обмежують вміст шкідливих речовин для двигунів, що знаходяться в експлуатації. При цьому кількість контрольних режимів обмежена. Всебічну оцінку токсичності їх визначають на стенді з біговими барабанами за дослідним їздовим циклом, який відтворює характерні режими руху, пуск холодного двигуна, зупинки автомобіля.

В Україні токсичність легкових автомобілів визначають згідно з ОСТ 37.001.054-86. “Автомобили и двигатели. Выбросы вредных веществ. Нормы и определения”. Пробіг за їздовим циклом на одне випробування повторюються 4 рази. Загальна тривалість випробування 13 хв.

Таблиця 8.2 – Параметри димності відпрацьованих газів

Автомобіль	Димність, %, для режимів	
	Вільного прискорення	Найбільшої частоти обертання
КаМАЗ, КрАЗ, МАЗ та інші модифікації, випущені після 01.07.76р.	40	15
КрАЗ, МАЗ, інші модифікації, випущені до 01.07.76р.	60	15

За основу було взято Європейський їздовий цикл, який відбиває режим руху автомобіля в місті.

Масу токсичної речовини визначають за кількістю відпрацьованих газів, та їхню концентрацією. Легкові автомобілі нормуються за викидами оксиду вуглецю, вуглеводів та оксидів азоту. Визначається також кількість вуглеводів та оксидів азоту. Визначається також кількість вуглеводів, що викидається в атмосферу з картерними газами.

Токсичність відпрацьованих газів бензинових двигунів вантажних автомобілів та автобусів нормуються ОСТ 37.001.070-75 “Двигатели внутреннего сгорания бензиновые грузовых автомобилей и автобусов. Выделение вредных веществ. Методы определения”. Він передбачає визначення шкідливих речовин на дев'яти ustalених режимах: розгону й уповільнення автомобіля, руху з постійною швидкістю при різних навантаженнях, роботі на холодному та примусовому холостому ході. Вивчають CO, CH, NO у відпрацьованих газах та CH - в бартерних.

Для двигунів, що випускаються після 01.01.85, викиди оксиду не повинні перевищувати 70г (кВт-год), а сума викидів вуглеводів та оксидів азоту повинна бути не вище як 22г (кВт-год).

Викиди оксидів азоту, вуглецю і вуглеводів автомобільними дизелями регламентуються ОСТ 37.001.234-81 “Охрана природы. Атмосфера. Дизели автомобильные. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Нормы и методы измерений”, під час стендових випробувань за циклом, що складаються з тринадцяти ustalених режимів при різних навантаженнях і частотах обертання. Встановлено такі допустимі викиди, г/(кВт-год): оксиду вуглецю - 9,5; вуглеводів - 3,4; оксидів азоту - 18,35.

Стенові випробування автомобільних дизелів на димність проводить за ГОСТ 17.2.2.01 - 84. “Охрана природы. Атмосфера. Дизели автомобильные нормы и методы измерений”. Димність відпрацьованих газів вимірюють у режимах зовнішньої швидкісної характеристики та в режимах вільного прискорення. При цьому димність відпрацьованих газів автомобільних дизелів, випущених до 01.01.88, не повинна перевищувати гранично - допустимих норм:

$K_{дон}$, %, не більше ніж:

Режим швидкісної характеристики - 45.

Режим розгону для дизелів без надування - 40.

Режим розгону для дизелів з надуванням - 50.

Цей стандарт ґрунтується на правилах №24ЄЕК 00Н, які будуть діяти до 1996р. В таблиці 8.3 наведено гранично допустимі значення димності за цією шкалою, а також відповідний коефіцієнт вбирання за Правилами № 24 ЄЕК 00Н. Для оцінки токсичності , судових, тепловозних та промислових дизелів застосовують ГОСТ 24585-81 „Дизели судовые, тепловозные и промышленные. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Нормы и методы определения». Нормуються такі параметри: питомий викид оксидів азоту і оксиду вуглецю, викид оксидів азоту і оксиду вуглецю, на 1 кг. витрати палива.

Таблиця 8.3 – Гранично допустимі значення димності за шкалою «Картридж»

Номінальна витрата С, Мс	Коефіцієнт вбирання К, М ⁻¹	Гранично - допустимі значення
1	2	3
42	2,260	60
45	2,190	-
50	2,080	56
55	1,985	-
60	1,900	-
65	1,840	-
70	1,775	-
75	1,720	50
80	1,665	-
85	1,620	-
90	1,575	-
95	1,535	-
100	1,495	45
105	1,465	-
110	1,425	-
115	1,395	-
120	1,370	-
125	1,345	41
130	1,320	-
135	1,300	-
140	1,270	-
145	1,250	-
150	1,225	39

155	1,205	-
160	1,190	-
165	1,170	-
170	1,155	-
175	1,140	37
180	1,125	-
185	1,110	-
190	1,095	-
195	1,080	-
200	1,065	35-34

Кількість шкідливих викидів тракторними і комбайновими двигунами регламентується ГОСТ 17.2.2.02-86. «Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерения дымности отработавших газов тракторных и комбайновых дизелей», який введено в дію з 01.01.90. Цим стандартом за стендових умов обмежується димність дизеля, яка визначається при шести частотах обертання: від номінальної до 0,55 номінальної або до значень частот, що відповідають найбільшому крутному моменту.

Більш широкий спектр шкідливих речовин, що обмежуються, визначений ГОСТ 17.2.2.05-«Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерения дымности отработавших газов тракторных и комбайновых дизелей» (введений в дію з 01.01.90). Визначаються за стендових умов викид оксиду вуглецю, вуглеводів і оксидів азоту. Випробуванням підлягають 13 режимів із різними поєднаннями трутного моменту і частот обертання. Норми питомих шкідливих викидів залежить від призначення дизелів. Для тракторів, у сільському господарстві допустимі викиди становлять, г/кВт,2: CO -10, CH₂ - 2, NO_x - 22.

У таблиці 8.4 наведено допустимі викиди шкідливих речовин за Європейськими правилами №49 EURO-1 і EURO-2. EURO-3, які в недалекому майбутньому будуть уведені в дію, передбачають ще жорстокіші обмеження викидів, г/кВт-год: NO_x <6, твердих речовин – до 0,1.

Значного успіху у розв'язанні цієї проблеми досягнули Сполучені Штати Америки, де з 1993р. розпочався випуск автомобілів з поліпшеною технікою регулювання викидів.

Таблиця 8.4 – Допустимі викиди шкідливих речовин за Європейськими правилами №49 EURO-1 і EURO-2. EURO-3

Шкідливий компонент	Допустимі викиди, г/(кВт. год)		
	Правила №49	EURO-1	EURO-2
CO	11,2	4,9	4,0
CH	2,4	1,1	1,1
NO _x	14,4	8,0	7,0
Тверді речовини	-	0,61	0,15

При цьому застосовується новий стандарт, який передбачає вимір вуглеводів у відпрацьованих газах без урахування вмісту метану. У США планується впровадження у виробництво автомобілів з двигунами, що забезпечують нульові викиди шкідливих речовин.

Крім перелічених шкідливих речовин, викиди яких обмежуються, в недалекому майбутньому слід очікувати обмеження викидів CO₂ (він сприяє виникненню парникового ефекту на Землі). На Міжнародній конференції 1988р. в питаннях змін атмосфери була прийнята рекомендація щодо вказаної сполуки - до 2005р. зменшити викиди CO₂ на 20%, а до середини наступного століття на 50%.

До особливо токсичних речовин, але ще не регламентованих шкідливих речовин слід віднести так звані поліциклічні ароматичні вуглеводні, які визначаються високою канцерогенністю. Це - фенанітрон, флуоратен, сирен, бенз(а)пірен. Найбезпечніший з них - бенз(а)пірен.

8.1.2 Сучасні прилади для визначення токсичності шкідливих речовин

Прилади для аналізу газів дають змогу визначити CO, CO₂, оксиду азоту (NO), двоокис NO₂ та C_nH_m.

Для визначення CO і CO_2 застосовують метод, який ґрунтується на поглинанні цими речовинами відпрацьованих газів певної ділянки спектра інфрачервоного випромінювання. У таких газоаналізаторах два джерела інфрачервоної радіації випромінюють потоки електроенергії у два однакові оптичні канали. При цьому обидва потоки одночасно перериваються з частотою 3...10 Гц. Один із цих каналів порівняльний, другий - вимірювальний. У вимірювальний надходить газ, що аналізується, змінюючи залежно від концентрації вимірювального компонента рівень поглинання випромінюваних потоків. Цю різницю реєструє вимірювальний прилад. Цей принцип використовують, зокрема, в приладі „Інфраліт - 2Т” (ФРН) та ДАІ (Росія).

Концентрація NO_x у відпрацьованих газах може визначатися калориметричним та іншими методами. Калориметричний метод має досить велику похибку (до 20...30%) і тому сьогодні майже не використовується. Фотометричний метод, розроблений Київським науково-дослідним інститутом аналітичного приладобудування, базується на вимірюванні оптичної частини зафарбованої в рожево-червоний колір сполуки, утвореної при взаємодії NO_2 з реактивом Гроста, вміст NO_2 в газовій суміші визначається за оптичною густиною розчинів з поглинанням NO_2 і за градуйованим графіком. Для визначення вмісту NO його попередньо окислюють в двоокис азоту розчином перманганату калію в суміші сірчаної і фосфорної кислоти. За допомогою фотоелектрокалориметра визначають залежність оптичної густини від концентрації NO_2 похибка результатів вимірювання NO_x цим методом перевищує 5%. Діагноз концентрації становить 0,001...0,5%.

Основу хімічно-люмінесцентного методу становить вимірювання люмінесцентного світіння NO внаслідок миттєвої взаємодії NO з озоном. Інтенсивність люмінесцентного світіння залежить від вмісту NO у відпрацьованих газах. Оскільки цей метод базується тільки на NO , а у відпрацьованих газах міститься також і NO_2 , то NO_2 пропускають крізь

спеціальний тепловий конвертор, в якому NO_2 при $1-600^\circ\text{C}$ перетворюється на NO . Метод забезпечує високу точність.

Для визначення концентрації SpHm застосовують полум'яно-іонізаційні газоаналізатори. Концентрацію SpHm визначають за ступенем іонізації водневого

полум'я при наявності в ньому SpHm . Зменшення опору полум'я пропорційне концентрації SpHm . Концентрацію сажі у відпрацьованих газах двигуна можна визначити двома способами:

1). За ступенем чорноти фільтра, яку порівнюють з еталонними зразками (приклад ІД конструкції НАМІ);

2). Фотоелектричною реєстрацією ослаблення світлового потоку під час проходження відпрацьованих газів (приклад ІНА - 109 Вінницького заводу газоаналізаторів. Діапазон вимірювання $0...100\%$, допустима похибка $\pm 2\%$). Випуск в Україні газоаналізаторів та дощомірів обмежений, їхня кількість не задовольняє потреби виробництва та наукових навчальних установ. Кількість газоподібних шкідливих речовин можна вимірювати в частках на мільйон (млн^{-1}), об'ємних процентах об, $\%$), в міліграмах на метр кубічний (мг/м^3), в грамах на випробування (г/вип.).

8.1.3 Нормативи екологічної безпеки атмосфери. Методи випробовування автомобілів на токсичність відпрацьованих газів

Наприкінці 60-х років у США вперше зіткнулися з необхідністю вживання ефективних заходів боротьби із забрудненням атмосферного повітря автомобілями. В той час їхній автомобільний парк перевищував 100 млн. одиниць. Щорічно вмирало від викидів автомобілів 4 тис. людей, що оцінювались в 4 млн. чол/днів.

Запровадження в США обмежень шкідливих речовин, які викидають автомобілі, дало змогу зменшити викиди в період з 1967 по 1979 р. оксидів вуглецю і вуглеводів у 5,8 рази та оксидів азоту вдвічі. Загальна вартість

заходів щодо зменшення токсичності автомобілів за період 1975-1978рр. становила 30 млрд. доларів, що відповідає 70% всіх витрат США на боротьбу зі всіма джерелами забруднення. Проте, незважаючи на такі жорсткі заходи щодо обмеження шкідливих викидів, забруднення атмосфери зменшилося незначно, що пояснюється інтенсивним збільшенням автомобільного парку США, гіпертрофованим розвитком легкових автомобілів.

«В Україні встановлено гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин в атмосфері. ГДК - це концентрація в атмосферному повітрі шкідливих речовин, які при щоденному впливі протягом значного часу на організм людини не спричиняють патологічних змін або захворювань» [22].

«Для кожної речовини визначено два нормативи: разова та середньодобова ГДК. Разова ГДК встановлюється при постійній дії забруднення (до 20 хв.), в населених місцях вміст забруднених речовин в повітрі має бути меншим або дорівнювати ГДК). Норми ГДК встановлено для 160 речовин та 35 комбінацій атмосферних забруднень» [22].

Для деяких речовин ГДК наведено в таблиці 8.5.

Таблиця 8.5 – Гранично допустимі концентрації деяких речовин

Речовина	ГДК, мг/м ³	
	Разова	Середньо-
Бензин	5,0	1,5
Оксид вуглецю	5,0	3,0
Оксиди азоту	0,6	0,06
Діоксид азоту	0,085	0,04
Оксиди сірки	0,5	0,05
Свинець	-	0,0003
Сажа	0,15	0,05
Формальдегіди	0,035	0,03

У повітрі, як правило, завжди міститься кілька шкідливих речовин. Вони можуть створювати нові сполуки, більш токсичні, ніж вихідні. Наприклад, оксиди азоту і вуглеводні під дією сонячного світла утворюють

фотооксиданти, токсичність яких у кілька разів вища, ніж вихідних компонентів. У цьому випадку сума концентрацій компонентів не повинна перевищувати одиниці:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1$$

де C_1, C_2, C_n – фактичні концентрації шкідливих речовин у повітрі, мг/м³;

$ГДК_1, ГДК_2, ГДК_n$ – відповідні значення ГДК цих речовин.

Висновки

У магістерській роботі досліджувалися шляхи підвищення довговічності автомобільних шин. Для цього в окремих розділах магістерської роботи виконано наступне.

У загальному розділі представлено загальна інформація про кафедру «Експлуатація та ремонт машин» Центральноукраїнського національного технічного університету, подано її історія та структура. Обґрунтована тема магістерської роботи.

У науковому розділі на підставі літературного аналізу і проведених досліджень розроблені практичні рекомендації щодо підвищення довговічності автомобільних шин. З цією метою була проаналізована умова роботи автомобільних шин та фактори, що впливають на їх довговічність. На підставі отриманих даних були зроблені наступні висновки:

- висока швидкість руху приводить до підвищеного стирання протектора і як наслідок до зниження ресурсу шин. При збільшенні швидкості руху у два рази (рис.2.5) пробіг шин знижується приблизно в 3 рази. Рух зі швидкістю 50–60 км/год (як регламентують правила дорожнього руху в місті), дозволить підвищити довговічність шин автомобілів.

- максимальна температура шини повинна бути не більше 65–75⁰С, а на самий сприятливий режим шина виходить після 15 хвилин кочення. Для збільшення терміну служби шин нами пропонується перші 15 хвилин руху автомобіля здійснювати в більш повільному режимі;

- відхилення кутів установки коліс (сходження та розвалу) стосовно оптимальних їхніх значень веде до прискореного зношування шин (рис.2.9–2.11). Тому при технічному обслуговуванні автомобіля необхідно обов'язково перевіряти сходження та розвал коліс.

У спеціальному розділі виконано розрахунок шиномонтажної двигунів.

У технологічному розділі розглянуто будову шини та особливості їх експлуатації в різних умовах. Описані прийняті позначення при маркуванні

автомобільних шин та фактори, що впливають на їх довговічність. Розроблено технологічний процес ремонту шин.

У конструкторському розділі модернізовано стенд для виправлення дисків коліс легкових автомобілів. Модернізація стенда полягає у заміні гідроприводу механізму для правки на гвинтовий та установці на ньому силового механізму для попереднього виправлення дисків із великими деформаціями перед обкатуванням.

В економічному розділі приведені розрахунки техніко-економічних показників шиномонтажної дільниці.

В розділі «Охорона праці» розглянуто заходи щодо забезпечення безпеки праці на шиномонтажній дільниці.

В розділі «Цивільний захист» розкрито тему – Методи випробування автомобілів на токсичність відпрацьованих газів.

Література

1. <http://erm.kntu.kr.ua/NEW.html>.
2. Запорожцев А.В., Кленников Б. В. Износ шин и работа автомобиля. М.: НИИНавтопром, 1971. – 51 с.
3. Кнороз В.И., Кленников Б.В. Шины и колеса. М.: Машиностроение, 1975. 182 с.
4. Автомобильные шины / В.Л. Бидерман, Р.Л. Гуслицер, С.П. Захаров, С.М. Цукерберг. – М. : Госхимиздат, 1963. – 338 с.
5. Варченко В.Г. Анализ влияния дорожно-климатических условий на эксплуатационный срок службы шин / В.Г. Варченко, В.П. Кубраков // Современные проблемы транспорта: межвуз. науч. сб. / Саратов. гос. техн. ун-т. – Саратов, 2000. - С. 41–42.
6. Гудков В.А. Анализ факторов, влияющих на изменение давления газа в шинах при эксплуатации / В.А. Гудков, И.М. Рябов, А.В. Сычев, К.В. Чернышов // Автотранспортное предприятие. – 2007. – № 5. – С. 46–48.
7. Колеса и шины: краткий справочник. – М. : ООО «Книжное издательство «За рулем», 2007. – Вып. № 4. – 160 с.
8. Правила эксплуатации автомобильных шин/Миннефтехимпром СССР. М.: Химия, 1983. 173 с.
9. Работа автомобильной шины/Под ред. В.И. Кнороза. М.: Транспорт, 1976. – 238 с.
10. Тарковский В.Н. Влияние радиальной нагрузки на износ протектора автомобильных шин // Каучук и резина, 1973. №1. – С. 43–44.
11. Тарковский В.Н., Гудков В.А. Шинам служить дольше. Волгоград: Нижне-Волжское книжное издательство, 1986. – 110 с.
12. Тарковский В.Н., Гудков В.А., Третьяков О.Б. Автомобильные шины. М.: Транспорт, 1990. – 217 с.

13. Работа автомобильной шины / В.И. Кнороз, Е.В. Кленников, И.П. Петров, А.С. Шелухин, Ю.М. Юрьев ; под ред. В.И. Кнороза. – М. : Транспорт, 1976. – 238 с.
14. Тарновский В.Н. Автомобильные шины: Устройство, работа, эксплуатация, ремонт / В.Н. Тарновский, В.А. Гудков, О.Б. Третьяков. – М. : Транспорт, 1990. – 272 с.
15. Проектування ремонтних підприємств. Методичні вказівки до виконання практичних робіт. – Кіровоград, КНТУ, 2006.
16. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя, М., Машиностроение, 1980, т.1, 2, 3.
17. Основи охорони праці: підручник. [Ткачук К.Н., Халімовський М.О., Зацарний В.В., Зеркалов Д.В. та ін]. К.: Основа, 2017. – 474 с.
18. Ткачук К. Н., Зацарний В. В., Каштанов С.Ф. та ін. Охорона праці та промислова безпека: навч. посіб. К.: Лібра, 2018. – 559 с.
19. Мольчак Я.О., Каштанов С.Ф., Полукаров О.І. та ін. Управління охороною праці: навчальний посібник. Луцьк: 2017. – 287 с.
20. Ремонт машин/ О.І.Сідашенко, О.А.Науменко, А.Я.Польський та інші. За ред. О.І.Сідашенка, А.Я.Польського. – К.: Урожай, 1994 – 400 с.
21. Напольский Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания, - М.: Транспорт, 1985. – 228 с.
22. Миценко І.М., Мезенцева О.М. Цивільна оборона: навчальний посібник. – Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2003.