

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту



Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи
на тему «**Покращення стійкості руху автобусів за рахунок оцінки параметрів шин в умовах комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»»**»

Виконав: студент 2 курсу,
групи 1АТ-18м
спеціальності
274 – «Автомобільний транспорт»
Аданніков С.С.

Керівник: д.т.н., професор
Макаров В.А.

Рецензент: к.т.н., доцент
Сухоруков С.І.

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів і загальних висновків. Загальний обсяг роботи 113 сторінок, у тому числі 59 рисунків, 25 таблиць, 25 літературних джерел.

Предметом магістерської кваліфікаційної роботи є аналіз зміни технічного стану та бічного відведення шин автобусів.

Робота складається з п'яти частин:

1. Аналіз діяльності КП «Вінницька транспортна компанія»;
2. Розрахунок виробничої програми КП «Вінницька транспортна компанія»;
3. Дослідження впливу зносу, руйнування та бічного відведення шин на курсову стійкість руху автобусів;
4. Оцінка впливу еластичних рушіїв на екологічні показники та ресурсозбереження;
5. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

Об'єкт дослідження автобус, що рухається на еластичних шинах.

Головною метою цієї кваліфікаційної роботи є визначення напрямів поліпшення стійкості руху автобусів в умовах міста Вінниці.

ABSTRACT

The master's thesis consists of introduction, 5 chapters and general conclusions. The total workload of 113 pages, including 59 drawings, 25 tables, 25 literary sources.

The subject of the master's qualification work is the analysis of changes in the technical condition and lateral removal of the bus tires.

The work consists of five parts:

1. Analysis of the activity of KP "Vinnytsia Transport Company";
2. Calculation of the production program of KP "Vinnytsia Transport Company";
3. Study of the impact of tire wear, fracture and lateral removal on the stability of buses;
4. Assessment of the impact of resilient drivers on environmental performance and resource conservation;
5. Occupational health and safety

The object of study is a bus traveling on elastic tires.

The main purpose of this qualification work is to determine directions for improving the stability of bus traffic in the city of Vinnitsa.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	6
ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ».....	10
1.1 Загальна характеристика комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»	10
1.2 Аналіз існуючого автобусного парку підприємства	11
1.3 Дослідження можливості виникнення збурюючих коливань на маршруті автобуса	14
2 РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ КП «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ»	19
2.1 Вибір програмного забезпечення для розрахунку на ЕОМ	19
2.2 Вибір і обґрунтування вихідних даних	19
2.3 Вибір і коректування нормативів проектування АТП	20
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗНОСУ, РУЙНУВАННЯ ТА БІЧНОГО ВІДВЕДЕННЯ ШИН НА КУРСОВУ СТІЙКІСТЬ РУХУ АВТОБУСІВ	48
3.1 Механізм протікання зношування шин.....	48
3.2 Фактори, які впливають на термін служби шин	54
3.3 Цикли експлуатації шини	68
3.4 Вплив пневматичної шини на керованість та стійкість руху автомобіля .	69
3.5 Комп'ютерне моделювання стенду карусельного типу.....	73
3.6 Розробка математичної моделі відмови шин	78

4 ОЦІНКА ВПЛИВУ ЕЛАСТИЧНИХ РУШІЇВ НА ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ	83
4.1 Вплив еластичних рушіїв на екологічні показники України.....	83
4.2 Хімічний склад шин	87
4.3 Процес виробництва шин	90
4.4 Ресурсозбереження та переробка використаних шин	93
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	99
5.1 Аналіз умов праці	99
5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії	99
5.2.4 Виробничі вібрації.....	103
5.3 Технічні рішення щодо безпечного виконання робіт	104
5.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях	106
ВИСНОВКИ	109
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	110
ДОДАТКИ	113

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ДТП – дорожньо-транспортна пригода

КСР – курсова стійкість руху

АТ – автомобільний транспорт

ТЗ – транспортний засіб

АТП – авто-транспортне підприємство

КП – комунальне підприємство

ВВП – валовий внутрішній продукт

РС – рухомий склад

КР – капітальний ремонт

ТО – технічне обслуговування

ПР – поточний ремонт

Р – ремонт

ЩО – щоденне обслуговування

СО – сезонне обслуговування

Д – діагностика

ГДК – гранично допустима концентрація



ВСТУП

Автомобільний транспорт на сьогоднішній день, являється найнебезпечнішим видом транспорту. За даними прес-служби Патрульної поліції України відомо, що з початку 2019 року в ДТП загинуло 2 тисячі 716 чоловік. В середньому, в Україні, щодня гине на дорогах 9 людей. Загалом постраждало 18 тисяч 446 чоловік, в 2018 році, за такий же період – 17 тисяч 319 людей, що на 6,5% більше ніж в минулому році. В світі ж, за даними ВООЗ, в 2019 році в результаті ДТП постраждало більше 20 мільйонів людей. Основними причинами ДТП є перевищення максимально дозвільної швидкості, порушення правил маневрування, порушення ПДР пішоходами, недотримання дистанції між ТЗ, керування ТЗ у нетверезому стані та несправний технічний стан автомобілів.

Однією з головних проблем, які висувуються перед АТ, є підвищення його безпеки під час руху. Вирішенням даної проблеми, з одного боку, займається автомобільна промисловість, яка випускає з кожним роком сучасніші та безпечніші автомобілі, з іншого – вдосконаленням методів контролю, які дають змогу підвищити безпеку експлуатації автомобілів.

Покращення стійкості руху автобусів за рахунок оцінки параметрів шин досить актуальна на сьогоднішній день тема, оскільки наразі не існує ніякої методики перевірки коліс окрім як візуального огляду. В роботі ж пропонується розробка математичної моделі відмови шин та удосконалено стенд карусельного типу для можливості встановлення на нього здвоєних коліс. Таке рішення дозволить підвищити безпеку руху ТЗ, дозволить знизити кількість аварій на дорогах.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана у відповідності з планом науково-дослідницької роботи кафедри «Автомобілі та транспортний менеджмент» Вінницького національного транспортного університету № 18К4 «Вибір та обґрунтування напрямів розвитку та дослідження еластичних рушіїв автомобіля».

Мета дослідження – визначення напрямів поліпшення стійкості руху автобусів в умовах міста Вінниці.

Для досягнення мети необхідно виконати наступні завдання:

- аналіз діяльності КП «Вінницька транспортна компанія»;
- розрахунок виробничої програми КП «Вінницька транспортна компанія»;
- дослідження впливу зносу, руйнування та бічного відведення шин на курсову стійкість руху автобусів;
- оцінка впливу еластичних рушіїв на екологічні показники та ресурсозбереження;
- охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

Об'єкт дослідження – автобус, що рухається на еластичних шинах.

Предмет дослідження – аналіз зміни технічного стану та бічного відведення шини автобусів.

Методи дослідження. Методологічною основою роботи є використання системного підходу, аналізу курсової стійкості руху з технічної точки зору. Використані методи теорії відведення колеса, теорії діагностування, методи математичної статистики та графічного моделювання кочення колеса.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в поглибленні науково-технічного підходу до визначення бічного відведення здвоєних шин.

Особистий внесок магістранта. Систематизація інформації про види зношення, та руйнування пневматичних шин. Розробка колісного модуля стенду карусельного типу для визначення бічного відведення коліс.

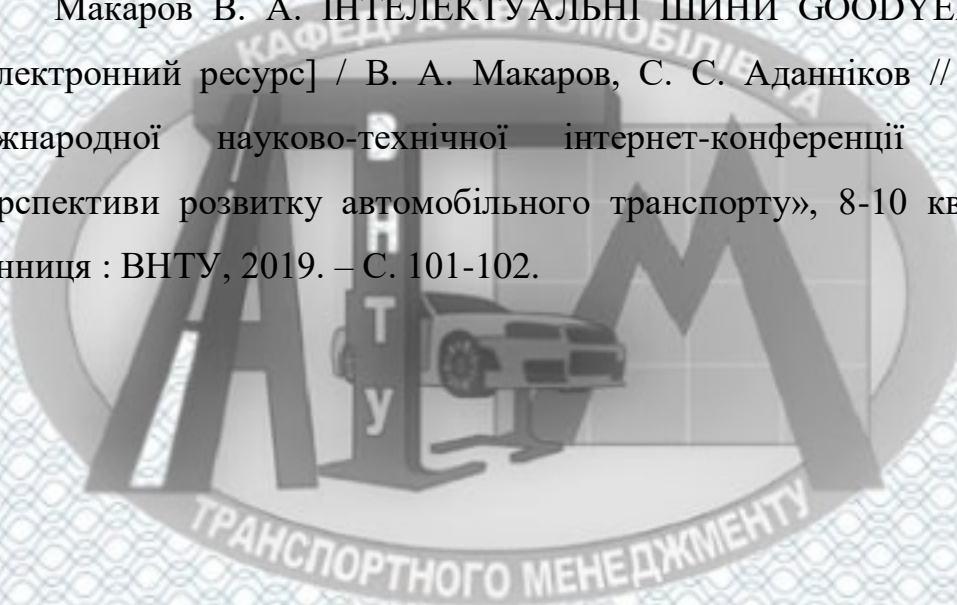
Апробація результатів роботи проведена на VII міжнародній науково-технічній інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту» (Вінниця, 8-10 квітня 2019 р.)

Вірогідність отриманих результатів забезпечується: коректною постановкою задач дослідження, послідовним і чітким застосуванням математичних методів при їх рішенні; збігом результатів для окремих і

граничних випадків з відомими з літератури рішеннями; узгодження між собою результатів, отриманих в різних розділах роботи.

Публікації. Макаров В. А. Шини майбутнього – Michelin «VISION» [Електронний ресурс] / В. А. Макаров, С. С. Аданніков // Матеріали VI міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 12-13 квітня 2018 р. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – С. 125-126

Макаров В. А. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ШИНИ GOODYEAR OXYGENE [Електронний ресурс] / В. А. Макаров, С. С. Аданніков // Матеріали VII міжнародної науково-технічної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 8-10 квітня 2019 р. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – С. 101-102.



1 АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ»

1.1 Загальна характеристика комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»

КП «Вінницька транспортна компанія» – головне та найбільше комунальне транспортне підприємство на території міста Вінниці. Підприємство є власністю територіальної громади міста Вінниця, кількість працівників якого, на сьогоднішній день становить більше 2000 чоловік.

Основні функції комунального підприємства

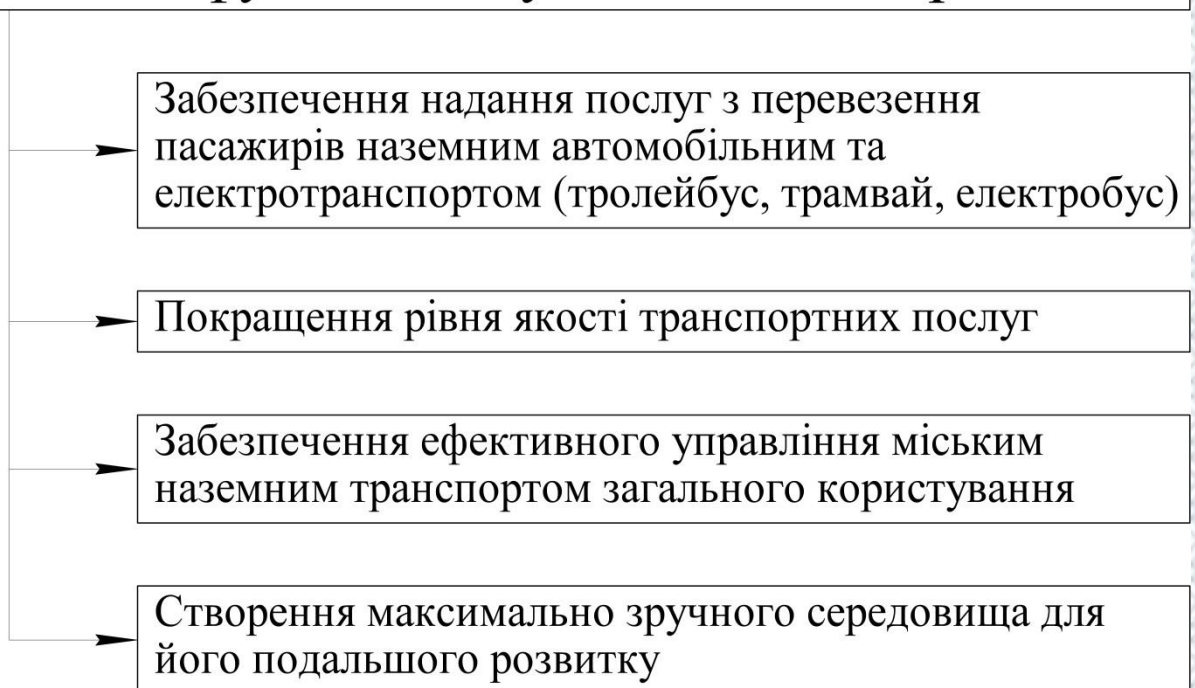


Рис. 1.1 – Основні функції підприємства

Пасажирська транспортна мережа у Вінниці досить розвинута, про це свідчить те, що кожного дня перевозяться більше 400 тисяч мешканців та гостей міста. Також, велика частка громадян мають право на пільговий проїзд.

Щоденно на лінії курсує загалом 74 вагони трамваїв, 131 тролейбус та 66 автобусів. На сьогоднішній день у місті створено 6 трамвайних, 15 тролейбусних та 18 автобусних маршрутів. А з 2019 року, на автобусному маршруті з'явився перший електробус марки «Skywell».

Для покращення якості транспортного обслуговування підприємство періодично поновлює рухомий склад. Спеціально для досягнення цієї важливої мети було розроблено і реалізовано програму, для покупки нового рухомого складу. Також було розроблено програми по ремонту, відновленню та модернізації існуючого автопарку.

Станом на 2019 рік, у Вінниці зібрали свій перший тролейбус, створений на базі кузова придбаного в Білорусії, та запчастин вітчизняного виробництва. А у 2015 році було створено власний трамвай під назвою «Vin Way». Він розроблявся на базі трамвайних вагонів Tatra KT-4SU и T-4SU. На сьогоднішній день у Вінниці вже випущено 9 трамваїв «Vin Way».

Комунальне підприємство «Вінницька транспортна компанія» є соціально орієнтованим, у якому постійно проводяться соціально спрямовані заходи. Їх основна задача, це популяризація громадського транспорту Вінниці. Можна підсумувати, що діяльність КП «ВТК» націлена на задоволення потреб з транспортування містян та надання стабільних транспортних послуг.

1.2 Аналіз існуючого автобусного парку підприємства

На сьогоднішній день автобусний парк комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» нараховує 58 автобусів великого класу та 8 автобусів малого класу. До них відносяться ЛАЗ-А183 D1 у кількості 6 одиниць, ЛАЗ-А183 FO – 2 одиниці, Богдан А70110 – 15 одиниць, Богдан А70130 – 5 одиниць, Богдан А70132 – 30 одиниць, Богдан А 092 G6 – 8 одиниць.

Автобус ЛАЗ-А183 (рис. 1.2) – низько підлоговий автобус для міського використання, що випускався на Львівському автобусному заводі з 2004 року. Він був вперше представлений на виставці SIA – 2004 року. Конструювався автобус на базі Mercedes-Benz Citaro. ЛАЗ-А183 став основою для цілої лінійки інших моделей автобусів та тролейбусів, таких як ЛАЗ-АХ183 (для обслуговування людей в аеропортах), ЛАЗ-А292 (зчленований автобус довжиною 18 метрів) та багато інших.



Рисунок 1.2 – Автобуси комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»

Перевагою цього автобуса є те, що він повністю придатний для того, щоб ним могли користуватися маломобільні групи населення, оскільки відстань від підлоги до землі всього лише 30 сантиметрів (сходинок відсутні), а враховуючи той факт, що тротуар відносно проїзної частини 20-30 см. то це повністю нівелює незручності при посадці та висадці пасажирів. Також варто зазначити, що автобус обладнаний для того, щоб перевозити пасажирів з особливими потребами: для цього середні двері мають

прихований пандус, вантажопідйомністю 80 кілограм, та навпроти є накопичувальний майданчик. Завдяки тому, що на автобусі встановлено пневматичну підвіску, в нього є можливість підвищення та зниження підвіски.

Кількість посадкових місць варіюється від 24 до 32 в залежності від модифікації. Усі сидіння укомплектовані антивандальним покриттям. Загальна пасажиромісткість становить приблизно 120 чоловік.

Двигун на ЛАЗ-А183 встановлюється від фірми MAN, Youchai YC-6A, Deutz, Cummins з екологічним стандартом Євро-2 та Євро-3. Ємкість баку 180 літрів. Розхід палива при 60 км/год – 24 літри на 100 км ходу. Експлуатаційна швидкість 30-40 км/год, максимальна 120 км/год.

Таблиця 1.1 – Характеристика автобусів комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»

Марка	Модифікація	Формула дверей	Двигун	Пасажиро-місткість, люд.	Кількість
ЛАЗ-А183 D1	Низько підлоговий	2-2-2	Deutz, 265 к.с.	120 (32 – для сидінь)	6
ЛАЗ-А183 FO	Низько підлоговий	2-2-2	Youchai, 260 к.с.	120 (32 – для сидінь)	2
Богдан А70110	Низько підлоговий	2-2-2	Cummins, 285 к.с.	100 (28 – для сидінь)	15
Богдан А70130	Низько підлоговий	2-2-2	IVECO N60ENTC, 264 к.с.	106 (30 – для сидінь)	5
Богдан А70132	Низько підлоговий	2-2-2	IVECO NEF F4A-6, 264 к.с.	106 (30 – для сидінь)	30
Атаман А 092 G6	Низько підлоговий	1-2	4HV1-NA 110 к.с.	43 (22 – для сидінь)	8



Рисунок 1.2 – Автобус Богдан А70132 комунального підприємства
«Вінницька транспортна компанія»

1.3 Дослідження можливості виникнення збуджуючих коливань на маршруті автобуса

В роботі розглянута маневреність і керованість автобуса, які забезпечують безперешкодний рух АТЗ по опорній поверхні, яка має обмеження площі і її форми. Практична величина дослідження криволінійного руху визначається тим, що близько 50% свого пробігу автобус рухається по дугам кіл невеликих радіусів (до 250м) [1], здійснюючи, при цьому, різний маневрування (поворот, розворот, перестроювання, об'їзд, обгін і т.д.) Схема автобусного маршруту для міста Вінниця представлена на рисунку 1.3.

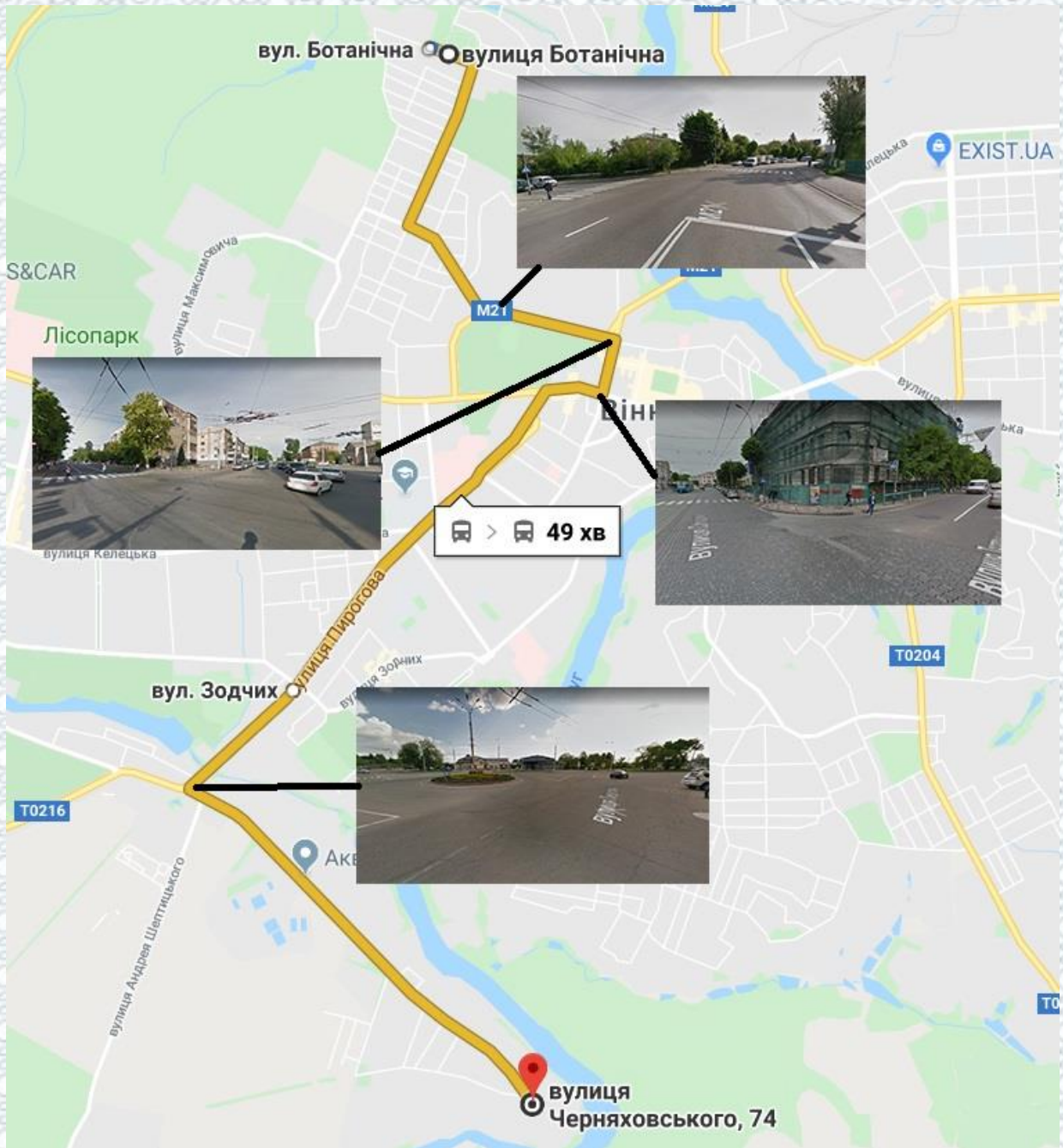


Рисунок 1.3 – Схема маршруту 11 автобуса Богдан А70132

Маневрування автобуса доводиться на ділянках, що становлять близько 25% довжини маршруту. Безперешкодний рух АТС може бути порушено на багатьох ділянках маршруту, причинами порушень є обмеження площі маневрування АТС, створювані сукупністю випадкових впливів, що збурюють а також недоліками маршруту:

1. Перехід з 2-х смуг руху на одну.

2. Гострий кут повороту.
3. Велику кількість штучних нерівностей.
4. Велика кількість світлофорів.
5. Переїзд через трамвайні колії.

На рисунку представлений перелік випадкових збурюючих впливів, що збурюють, вплив яких стійкість руху можливо на маршруті автобуса:

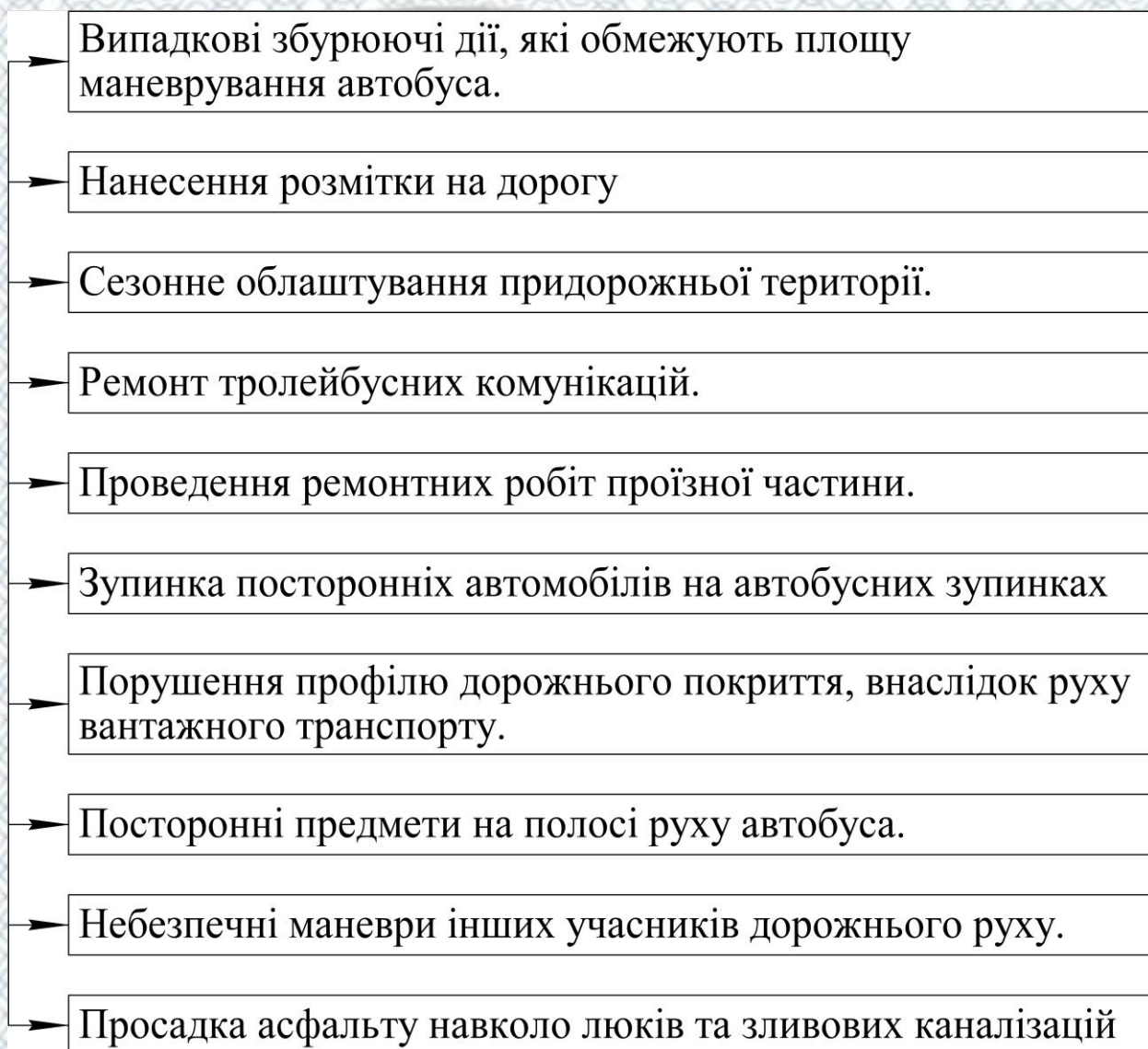


Рисунок 1.4 – Перелік випадкових збурюючих факторів

На рисунках 1.5 і 1.6 вказані приклади порушення профілю дорожнього покриття, внаслідок різкого гальмування важких транспортних засобів.



Рисунок 1.5 – Порушення профілю дорожнього покриття



Рисунок 1.6 – Порушення профілю дорожнього покриття

Шляхом спостереження за абсолютною частотою появи на маршруті наведеного переліку збурюючих коливань отримані дані для таблиці 1.1

Таблиця 1.1 - Перелік збурюючих впливів, на маршруті 11 і частота їх появи

№ п/п	Найменування збурюючих впливів	Абсолютна частота появи впливів, що обурюють на маршруті за 6 місяців
1	Нанесення розмітки на дорогу.	1
2	Сезонне оформлення придорожньої території.	2
3	Проведення ремонту тролейбусних комунікацій.	2
4	Проведення ремонтних робіт на прилеглий до дороги території.	1
5	Зупинка сторонніх автомобілів на автобусній зупинці.	∞
6	Порушення профілю дорожнього покриття, внаслідок постійного різкого гальмування важких транспортних засобів.	3
7	Сторонній предмет на смузі руху автобуса.	∞
8	Небезпечні маневри інших учасників дорожнього руху.	∞
9	Просадка асфальту навколо стоку дощової каналізації.	∞

Аналізуючи кількість збурюючих коливань на маршруті за час спостереження можна зробити висновок, що автобусу необхідні досить хороші показники по поворотності, керованості і стійкості. Важливим фактором для підвищення цих показників є правильний підбір здвоєних коліс. Для цього застосовується стенд карусельного типу або його комп'ютерна модель. Колеса підбираються за принципом однакових радіусів кочення при випробуванні на стенді або комп'ютері.

Також, необхідно проводити регулярні ремонти та реконструкції доріг, з правильним дорожнім одягом.

2 РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ КП «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ»

2.1 Вибір програмного забезпечення для розрахунку на ЕОМ

Розрахункова частина проекту частково або повністю може бути виконана з використанням ЕОМ. Для виконання таких розрахунків можливе використання існуючого програмного забезпечення або написання програмного коду на одній з мов програмування.

Критеріями обґрунтування доцільності вибраного програмного забезпечення є розрахункові можливості програмного продукту та простота його використання.

В якості програмного продукту можуть бути вибрані електронні таблиці Microsoft Office Excel або програмні середовища Delphi чи Microsoft Visual Studio з мовами програмування Pascal та C++ відповідно.

В якості програмного продукту вибрані електронні таблиці Microsoft Office Excel 2010.

2.2 Вибір і обґрунтування вихідних даних

Для розрахунку виробничої програми КП «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ» необхідно мати наступні вихідні дані:

- тип рухомого складу – Богдан, ЛАЗ, ISUZU АТАМАН;
- середньодобовий пробіг РС по кожній групі складає – 180 км.;
- категорія умов експлуатації – III-я;
- природньо-кліматичні умови – помірний кліматичний район;
- кількість днів роботи за рік становить 365 днів, а час перебування в наряді за добу – 12 год.

Розрахунок будемо проводити згідно [2] та [3] для 60 автобусів великого класу та 45 – середнього. Оскільки, в перспективі підприємства стоїть збільшення автобусного парку для охоплення більшої території міста, на якій буде можливо надавати послуги транспортної компанії. Відповідно збільшено середньодобові пробіги.

2.3 Вибір і коректування нормативів проектування АТП

Режим роботи рухомого складу заносимо в таблицю 2.1.

Режим роботи виробничих підрозділів технічної служби. Тут мається на увазі, що потрібно визначити режим роботи рухомого складу на лінії, видами ТО й ремонту, їхньою періодичністю та тривалістю. Режим роботи наведений в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1– Режим роботи рухомого складу

Тип рухомого складу	Середньодобовий пробіг автомобілів <i>i</i> -ї моделі, км	Тривалість роботи рухомого складу протягом року, днів	облікова кількість автомобілів <i>i</i> -ї моделі	Тривалість простою, не більше	
				в ТО і ПР, днів на 1000 км пробігу	в КР, днів
Великого класу	180	365	60	0,3	18
Малого класу	180	365	45	0,25	18

Далі, в таблиці 2.2, проведемо класифікацію рухомого складу КП «ВТК»

Таблиця 2.2 – Класифікація рухомого складу автомобільного транспорту

Тип, марка і модель автомобіля	Характеристика рухомого складу		Модель-представник
	Довжина, м	Пасажиромісткість, пас	
Автобуси			
Малий клас	7,430	43	АТАМАН А092
Великий клас	11,960	110	БОГДАН А701 ЛАЗ-А183

Періодичність ТО-1, ТО-2, КР зведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Нормативна періодичність ТО та ПР

№ п/п	Періодичність	Нормативні показники	АТАМАН А092	БОГДАН А701 ЛАЗ-А183
1	2	3	4	5
1	Капітальний ремонт	$L_{КР}^H$, тис. км	400	500
2	Технічне обслуговування (ТО-1)	$L_{ТО-1}^H$, км	5000	5000
3	Технічне обслуговування (ТО-2)	$L_{ТО-2}^H$, км	20000	20000

Коефіцієнт корегування нормативів залежно від категорії експлуатації K_1 , зведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Коефіцієнт корегування нормативів

№ п/п	Умови корегування нормативів	Значення коефіцієнта корегування		
		Періодичність ТО	Питокої трудомісткості ПР	Ресурсу
1	K_1	1	1	1
2	K_2	1	1	1
3	K_3	1	1	1
4	K_4	–	1,35 – Великий клас 1,19 – Малий клас	–
5	K_5	–	1	–

Тривалість простою рухомого складу в ТО і ремонті слід приймати по нормативним значенням з таблиці 2.4.

Тривалість простою рухомого складу в ТО і ремонті заносимо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Тривалість простою рухомого складу в ТО і ремонті

Тип рухомого складу	Тривалість простою, не більше	
	в ТО і ПР, днів на 1000 км пробігу	в КР, днів
Автобуси		
Автобуси малого класу	0,25	18
Автобуси середнього класу	0,3	18

Трудомісткості ТО і ПР рухомого складу заносимо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 – Трудомісткості ТО і ПР рухомого складу

Тип рухомого складу	Середньо добовий пробіг автомобілів <i>i</i> -ї моделі, км	Тривалість роботи рухомого складу протягом року, днів	Облікова кількість автомобілів <i>i</i> -ї моделі	Тривалість простою, не більше	
				в ТО і ПР, днів на 1000 км пробігу	в КР, днів
Середнього класу	180	365	65	0,3	18
Малого класу	180	365	10	0,25	18

Визначаємо загальний пробіг до КР по формулі:

$$L_{кр} = L_{кр}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad (2.1)$$

а) для автобуса БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$L_{кр} = 500000 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 500000 \text{ (км)},$$

б) для автобуса АТАМАН А092:

$$L_{кр} = 400000 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 400000 \text{ (км)}.$$

Визначаємо періодичність ТО-1 і ТО-2:

$$L_{то} = L_{то}^H \cdot K_1 \cdot K_3. \quad (2.2)$$

де $L_{то}^H$ - нормативний пробіг до ТО-1 або ТО-2, [2].

Для автомобілів БОГДАН А701, ЛАЗ-А183 та АТАМАН А092:

$$L_{то-1} = 5000 \cdot 1 \cdot 1 = 5000 \text{ км},$$

$$L_{\text{ТО-2}} = 20000 \cdot 1 \cdot 1 = 20000 \text{ км.}$$

Необхідно виконати перевірку пробігів на кратність.

Визначимо кратність ТО-1:

$$n_1 = L_{\text{ТО-1}} / l_{\text{ec}} \quad (2.3)$$

де l_{ec} - середньодобовий пробіг, км.

БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$n_1 = 5000 / 180 = 26,31 \approx 26$$

АТАМАН А092:

$$n_1 = 5000 / 180 = 19,6 \approx 20$$

Уточнимо пробіг до ТО-1:

$$L_{\text{ТО-1}} = L_{\text{bc}} \cdot n_1, \text{ км} \quad (2.4)$$

БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$L_{\text{ТО-1}} = 180 \cdot 26 = 4940$$

АТАМАН А092:

$$L_{\text{ТО-1}} = 180 \cdot 20 = 3600$$

Визначимо кратність ТО-2:

$$n_2 = L_{\text{ГО-2}} / L_{\text{ГО-1}} \quad (2.5)$$

БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$n_2 = 20000 / 4940 = 4,42 \approx 4$$

АТАМАН А092:

$$n_2 = 20000 / 3600 = 3,55 \approx 4$$

Уточнимо пробіг до ГО-2:

$$L_{\text{ГО-2}} = n_2 \cdot L_{\text{ГО-1}} \quad (2.6)$$

БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$L_{\text{ГО-2}} = 4 \cdot 4940 = 19760$$

АТАМАН А092:

$$L_{\text{ГО-2}} = 4 \cdot 5100 = 20400$$

Визначимо кратність КР:

$$n_3 = L_{\text{кр}} / L_{\text{ГО-2}} \quad (2.7)$$

БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$n_3 = 500000 / 19760 = 25,3 \approx 25$$

АТАМАН А092:

$$n_3 = 400000 / 20400 = 19,6 \approx 20$$

Уточнимо пробіг до КР:



БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$L_{кр} = 25 \cdot 19760 = 494000$$

АТАМАН А092:

$$L_{кр} = 20 \cdot 20400 = 408000$$

Визначаємо трудоемність ТО-1, ТО-2:

$$t = t^H \cdot K_2 \cdot K_4 \quad (2.9)$$

де t^H – норматив трудоемності для визначеного виду ТО; люд.год ;

K_4 – коефіцієнт, що враховує кількість одиниць технологічно сумісного рухомого складу .

а) для автомобілів БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$t_{\text{щод}} = 0,4 \cdot 1 = 0,4 \text{ (люд. год.)};$$

$$t_{\text{щог}} = 0,2 \cdot 1 = 0,2 \text{ (люд. год.)};$$

$$t_{\text{ТО-1}} = 7,5 \cdot 1 \cdot 1,35 = 10,125 \text{ (люд. год.)};$$

$$t_{\text{ТО-2}} = 30 \cdot 1 \cdot 1,35 = 40,5 \text{ (люд. год.)}.$$

б) для автомобілів АТАМАН А092:

$$t_{\text{щод}} = 0,3 \cdot 1 = 0,3 \text{ (люд. год.)};$$

$$t_{\text{щог}} = 0,15 \cdot 1 = 0,15 \text{ (люд. год.)};$$

$$t_{\text{ТО-1}} = 6 \cdot 1 \cdot 1,19 = 7,14 \text{ (люд. год.)};$$

$$t_{\text{ТО-2}} = 24 \cdot 1 \cdot 1,19 = 28,56 \text{ (люд. год.)};$$

де $t_{\text{щод}}^{\text{H}}$ – норматив трудоємності ЩО; люд. год,

$t_{\text{ТО-1}}^{\text{H}}$ – норматив трудоємності ТО-1; люд. год,

$t_{\text{ТО-2}}^{\text{H}}$ – норматив трудоємності ТО-2; люд. год,

$t_{\text{ПР}}^{\text{H}}$ – норматив трудоємності ПР; люд.год.

Трудоємність ПР визначається за формулою:

$$t_{\text{ПР}} = t_{\text{ПР}}^{\text{H}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \quad (2.10)$$

де $t_{\text{ПР}}^{\text{H}}$ – нормативна питома трудоємність ПР, люд. год / 1000 км.

а) для автомобілів БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$t_{\text{ПР}} = 3,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,35 \cdot 1 = 4,455 \text{ (люд. год. / 1000)};$$

б) для автомобілів АТАМАН А092:

$$t_{\text{ПР}} = 3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,19 \cdot 1 = 3,57 \text{ (люд. год. / 1000)}.$$

Занесемо в таблицю 1.9 нормативні і корегованні трудомісткості по видам робіт.

Таблиця 2.7 – Нормативи і кореговання трудомісткості по видам робіт

№ п/п	Показник	БОГДАН А701, ЛАЗ-А183		АТАМАН А092	
		нормативний	корегований	нормативний	корегований
1	$L_{кр}$, км	500000	494000	400000	408000
2	Періодичність ТО-1, км	5000	4940	5000	5100
3	Періодичність ТО-2, км	20000	19760	20000	20400
4	$t_{ЩОд}$	0,4	0,4	0,3	0,3
5	$t_{ЩОг}$	0,2	0,2	0,15	0,15
6	$t_{ТО-1}$	7,5	10,125	6	7,14
7	$t_{ТО-2}$	30	40,5	24	28,56
8	$t_{пр}$	3,3	4,455	3	3,57

Розрахунок річної та добової виробничих програм з ТО автомобілів.

Кількість ТО і Р визначаємо цикловим методом на один автомобіль з послідуочим перерахунком на всі автомобілі підприємства. Сумарний річний пробіг по кожній моделі автомобілів складатиме, км.(таб. 2.8):

Таблиця 2.8 - вихідні дані для розрахунку

Тип рухомого складу	Середньодобовий пробіг автомобілів i -ї моделі, км	Тривалість роботи рухомого складу протягом року, днів	Облікова кількість автомобілів i -ї моделі	Тривалість простою, не більше	
				В ТО і ПР, днів на 1000 км пробігу	в КР, днів
Великого класу	180	365	60	0,3	18
Малого класу	180	365	45	0,25	18

$$L_{pi} = \frac{A_i \cdot D_p}{\frac{1}{l_{ci}} + \frac{\alpha_{ki}}{L_{ki}} + \frac{\alpha_{ТОПІ}}{1000}} \quad (2.11)$$

де A_i - облікова кількість автомобілів i -ї моделі;

D_p – тривалість роботи рухомого складу протягом року, днів;

l_{ci} – середньодобовий пробіг автомобілів i -ї моделі, км;

L_{ki} – пробіг до капітального ремонту, км;

α_{ki} – тривалість простою в КР, днів;

$\alpha_{ТОРГ}$ – тривалість простою автомобілів i -ї моделі на ТО і ПР, днів/1000км.

а) для автобусів БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$L_p = \frac{60 \cdot 357}{\frac{1}{180} + \frac{18}{494000} + \frac{0.3}{1000}} = 2868957 \text{ (км)},$$

б) для автобусів АТАМАН А092:

$$L_p = \frac{45 \cdot 357}{\frac{1}{180} + \frac{18}{408000} + \frac{0.25}{1000}} = 5504442 \text{ (км)}.$$

Річна кількість технічних впливів по кожній моделі для капітального ремонту визначається по формулі:

$$N_k = \frac{L_p}{L_k}; \quad (2.12)$$

де N_k - річна кількість КР;

L_k - скоригований пробіг до КР.

а) для автомобілів БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$N_k = \frac{2868957}{494000} = 5.8 \approx 6$$

б) для автомобілів АТАМАН А092:

$$N_k = \frac{5504442}{408000} = 13.49 \approx 13$$

Для ТО-2:

$$N_2 = \frac{L_p}{L_2} - N_k; \quad (2.13)$$

де N_2 – річна кількість ТО-2;

L_2 – скориговані періодичності ТО-2

а) для автомобілів БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$N_2 = \frac{2868957}{19760} - 6 = 139$$

б) для автомобілів АТАМАН А092:

$$N_2 = \frac{5504442}{20400} - 13 = 257$$

Для ТО-1:

$$N_1 = \frac{L_p}{L_1} - N_k - N_2; \quad (2.14)$$

де N_1 - річна кількість ТО-1;

L_1 – скориговані періодичності ТО-1.

а) для автомобілів БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$N_1 = \frac{2868957}{4940} - 6 - 139 = 436$$

б) для автомобілів АТАМАН А092:

$$N_1 = \frac{5504442}{5100} - 13 - 257 = 809$$

Для ЩО_д:

$$N_{\text{щод}} = \frac{L_p}{l_c};$$

(2.15)

де $N_{\text{щод}}$ – річна кількість ЩО_д;

l_c – середньодобовий пробіг автомобілів.

а) для автомобілів БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$N_{\text{щод}} = \frac{2868957}{180} = 15100;$$

б) для автомобілів АТАМАН А092:

$$N_{\text{щод}} = \frac{5504442}{180} = 21568;$$

Для ЩО_т:

$$N_{\text{щот}} = (N_1 + N_2) \cdot K_{\text{пр}} \quad (2.16)$$

а) для автомобілів БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$N_{\text{щот}} = (436 + 139) \cdot 1,35 = 776;$$

б) для автомобілів АТАМАН А092:

$$N_{\text{щот}} = (809 + 257) \cdot 1,19 = 1268;$$

Для СО:

$$N_{\text{со}} = 2 \cdot A_{\text{сп}}$$

(2.17)

де $N_{\text{со}}$ – річна кількість СО;

$A_{\text{сп}}$ – списочна кількість автомобілів.

а) для автомобілів БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$N_{\text{со}} = 2 \cdot 45 = 90;$$

б) для автомобілів АТАМАН А092:

$$N_{\text{со}} = 2 \cdot 65 = 130;$$

Для Д-1:

$$N_{D-1} = 1.1 \cdot N_1 + N_2; \quad (2.18)$$

де N_{D-1} – річна кількість Д-1;

а) для автомобілів БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$N_{D-1} = 1.1 \cdot 436 + 139 = 619;$$

б) для автомобілів АТАМАН А092:

$$N_{D-1} = 1.1 \cdot 809 + 257 = 1147.$$

Для Д-2:

$$N_{D-2} = 1.2 \cdot N_2; \quad (2.19)$$

де N_{D-2} – річна кількість Д-2;

а) для автомобілів БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$N_{D-2} = 1.2 \cdot 139 = 167;$$

б) для автомобілів АТАМАН А092:

$$N_{D-2} = 1.2 \cdot 257 = 308.$$

Розрахунок добової програми РОВ АТП

Добову програму $N_{j,d}$ кожного виду технічних впливів розраховують за технологічно сумісними моделями автомобілів, її визначають так:

$$N_{j,d} = \frac{\sum_{i=1}^n N_{j,d}}{D_{p,j}}; \quad (2.20)$$

де $\Sigma N_{j,i}$ – сумарна річка кількість технічних впливів j -го виду по технологічно сумісних моделях автомобілів; i – вид технічного впливу /ЩО, ТО-1, ТО-2/; $D_{p,j}$ – число робочих днів відповідної зони що виконує i -й вплив.

Добова програма для ЩО:

а) для автомобілів БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$N_{\text{щод}} = \frac{15100}{365} = 42;$$

б) для автомобілів АТАМАН А092:

$$N_{\text{щод}} = \frac{21568}{365} = 60;$$

Для ТО-1:

а) для автомобілів БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$N_{\text{то1}} = \frac{436}{365} = 1,22;$$

б) для автомобілів АТАМАН А092:

$$N_{\text{то1}} = \frac{809}{365} = 2,3;$$

Для ТО-2:

а) для автомобілів БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$N_{\text{то2}} = \frac{139}{365} = 0,39;$$

б) для автомобілів АТАМАН А092:

$$N_{\text{ТО2}} = \frac{257}{365} = 0,72.$$

Розрахунок обсягів робіт з ТО і ПР рухомого складу АТП

Річний обсяг робіт по АТП обчислюють у людино-годинах. Він містить обсяги робіт з ЩО, ТО-1, ТО-2 та ПР. Обсяги ЩО, ТО-1, ТО-2 визначають на основі річної виробничої програми і трудомісткості виконання даного виду робіт. Обсяг ПР визначають виходячи з річного пробігу автомобілів і питомої трудомісткості ПР на 1000 км пробігу. СО, що виконується двічі у рік, як правило, суміщають з ТО-2 і як окремий вид обслуговування не враховують. Річні обсяги робіт ЩОд:

$$T_{\text{ЩОд}} = N_{\text{ЩОд}} \cdot t_{\text{ЩОд}} \quad (2.21)$$

Для автобусів моделі БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$T_{\text{ЩОд}} = 15100 \cdot 0.4 = 6040;$$

Для автобусів моделі АТАМАН А092:

$$T_{\text{ЩОд}} = 21568 \cdot 0.3 = 6470.4.$$

Річні обсяги робіт ЩОт:

$$T_{\text{ЩОт}} = (N_1 + N_2) \cdot K_{\text{ПР}} \cdot t_{\text{ЩОт}}; \quad (2.22)$$

Для автобусів моделі БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$T_{\text{ЩОТ}} = (436 + 139) \cdot 1,35 \cdot 0,2 = 155,25;$$

Для автобусів моделі АТАМАН А092:

$$T_{\text{ЩОТ}} = (809 + 257) \cdot 1,19 \cdot 0,15 = 190,3.$$

Річні обсяги робіт ТО-1

$$T_1 = N_1 \cdot t_1; \quad (2.23)$$

де t_1 - скориговані нормативні трудомісткості ТО-1, люд.-год.;

Для автобусів моделі БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$T_1 = 436 \cdot 10,125 = 4414,5;$$

Для автобусів моделі АТАМАН А092:

$$T_1 = 809 \cdot 7,14 = 5776,26.$$

Річні обсяги робіт ТО-2

$$T_2 = N_2 \cdot t_2 + N_{co} \cdot m_1 \cdot t_2, \quad (2.24)$$

де t_2 - скориговані нормативні трудомісткості ТО-2, люд.-год.;

m_1 - частка трудомісткості ТО-2, що припадає на одне сезонне обслуговування (для помірного району $m_1 = 0,2$).

Для автобусів моделі БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$T_2 = 139 \cdot 40,5 + 90 \cdot 0,2 \cdot 40,5 = 6358,5;$$

Для автобусів моделі АТАМАН А092:

$$T_2 = 257 \cdot 28,56 + 130 \cdot 0,2 \cdot 28,56 = 8082,5.$$

Річні обсяги робіт ПР

$$T_{\text{пр}} = \frac{t_{\text{пр}} \cdot L_{\text{р}}}{1000}; \quad (2.25)$$

$t_{\text{пр}}$ – скоригована трудомісткість ПР, люд.-год./1000км;

Для автобусів моделі БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$T_{\text{пр}} = \frac{4,455 \cdot 2868957}{1000} = 12781,2;$$

Для автобусів моделі АТАМАН А092:

$$T_{\text{пр}} = \frac{3,57 \cdot 5504442}{1000} = 19650,9.$$

Сумарна річна трудомісткість ТО і ПР по кожній моделі рухомого складу $T_{\text{вi}}$ та по підприємству в цілому $T_{\text{в}}$ визначаються за формулами:

$$T_{\text{вi}} = T_{\text{щОдi}} + T_{\text{щОmі}} + T_{1i} + T_{2i} + T_{\text{прi}}; \quad (2.26)$$

Сумарна річна трудомісткість ТО і ПР для автобусів моделі БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$T_{B1} = 6040 + 155,25 + 4414,5 + 6358,5 + 12781,2 = 29749,40,5$$

Сумарна річна трудомісткість ТО і ПР для автобусів моделі АТАМАН А092:

$$T_{B2} = 6470,4 + 190,3 + 5776,26 + 8082,5 + 19650,9 = 40170,36.$$

Сумарна річна трудомісткість ТО і ПР для всіх транспортних засобів

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^K T_{\Sigma i}; \quad (2.27)$$

$$T_{\Sigma} = 29749,45 + 40170,36 = 69919,81.$$

Під час організації ТО-2 виникає необхідність в знятті окремих приладів і вузлів для усунення несправності і контролю на спеціальних стендах на виробничих дільницях. В основному це роботи по системі живлення, електротехнічні, акумуляторні і шиномонтажні. Тому виконання 90-95% обсягу робіт ТО-2 планується на постах, а 5-10% – на виробничих дільницях. В практиці проектування цей обсяг робіт розподіляється рівномірно по відповідних дільницях.

При організації Д-1 і Д-2 на самостійних дільницях трудомісткість діагностичних робіт; визначають у частках трудомісткості ТО і ПР.

Трудомісткість загальної діагностики Д-1:

$$T_{D-1} = m_2 T_1 + m_3 T_{np}; \quad (2.28)$$

Трудомісткість поглибленої діагностики Д-2:

$$T_{D-2} = m_4 T_2 + m_5 T_{np}; \quad (2.29)$$

де m_2, m_3 – частка трудомісткості відповідно ТО-1 і ПР, яка припадає на загальну діагностику;

m_4, m_5 – частка трудомісткості відповідно ТО-2 і ПР, яка припадає на поглиблену діагностику.

Трудомісткість загальної діагностики Д-1 для БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$T_{D-1} = 0,08 \cdot 4414,5 + 0,01 \cdot 12781,2 = 481;$$

Трудомісткість загальної діагностики Д-1 для АТАМАН А092:

$$T_{D-1} = 0,08 \cdot 5776,26 + 0,01 \cdot 19650,9 = 658,6.$$

Трудомісткість поглибленої діагностики Д-2 для БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$T_{D-2} = 0,07 \cdot 6358,5 + 0,01 \cdot 12781,2 = 572,9;$$

Трудомісткість поглибленої діагностики Д-2 для АТАМАН А092:

$$T_{D-2} = 0,07 \cdot 8082,5 + 0,01 \cdot 19650,9 = 762,3.$$

Відповідно річні обсяги робіт, які виконуються в зонах ТО-1 і ТО-2, зменшуються на відповідні величини:

$$T_1' = T_1 - m_2 T_1, \quad (2.30)$$

Для БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$T'_1 = 4414,5 - 0,08 \cdot 4414,5 = 4061,34;$$

Для АТАМАН А092:

$$T'_1 = 5776,26 - 0,08 \cdot 5776,26 = 5314,2.$$

$$T'_2 = T_2 - m_4 T_2. \quad (2.31)$$

Для БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$T'_2 = 6358,5 - 0,08 \cdot 6358,5 = 5849,8;$$

Для АТАМАН А092:

$$T'_2 = 8082,5 - 0,08 \cdot 8082,5 = 7435,9.$$

Для формування обсягів робіт, які виконуються в зонах і на виробничих дільницях, розподіляють річні обсяги ТО і ПР за видами робіт. Приблизний розподіл трудомісткості ЩО, ТО-1, ТО-2 і ПР за видами робіт наведено в табл.2.9.

Таблиця 2.9 – Частки трудомісткості ЩО_д, ЩО_т, ТО-1, ТО-2, ПР, люд.-год.

Вид робіт	Процентне співвідношення по видах робіт	Для автобусів	
		БОГДАН А701, ЛАЗ-А183	АТАМАН А092
1	2	3	4
ЩО_д			
Мийні	10	604,0	647,0
Прибиральні (включаючи сушку-обтирання)	20	1208,0	1294,1

Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4
Заправні	11	664,4	711,7
Контрольно-діагностичні	12	724,8	776,4
Ремонтні (усунення дрібних несправностей)	47	2838,8	3041,1
Разом:	100	6040	6470,4
ЩО_т			
Прибиральні	55	85,4	104,7
Мийні (включаючи сушку-обтирання)	45	69,9	85,6
Разом:	100	155,25	190,3
ТО-1			
Діагностика загальна (Д-1)	8	353,2	462,1
Кріпильні, регулювальні, змащувальні та ін.	92	4061,3	5314,2
Всього:	100	4414,5	5776,26
ТО-2			
Діагностика поглиблена (Д-2)	7	445,10	565,78
Кріпильні, регулювальні, змащувальні та ін.	93	5913,41	7516,73
Всього:	100	6358,5	8082,5
ПР			
Постові роботи			
Діагностика Загальна (Д-1)	1	127,81	196,51
Діагностика поглиблена (Д-2)	1	127,81	196,51
Регулювальні і розбірно-складальні роботи	27	3450,92	5305,74
Зварювальні роботи	5	639,06	982,55
Бляхарські роботи	2	255,62	393,02
Фарбувальні роботи	8	1022,50	1572,07
Разом:	44	5623,7	8646,4
1	2	3	4

Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4
Дільничні роботи			
Агрегатні роботи	18	2300,62	3537,16
Слюсарно-механічні роботи	8	1022,50	1572,07
Електротехнічні роботи	7	894,68	1375,56
Акумуляторні роботи	2	255,62	393,02
Ремонт приладів системи живлення	3	383,44	589,53
Шиномонтажні роботи	2	255,62	393,02
Роботи вулканізації (ремонт камер)	1	127,81	196,51
Ковальсько-ресорні роботи	3	383,44	589,53
Мідницькі роботи	2	255,62	393,02
Зварювальні роботи	2	255,62	393,02
Бляхарські роботи	2	255,62	393,02
Арматурні роботи	3	383,44	589,53
Оббивні роботи	3	383,44	589,53
Разом:	56	7157,5	11004,5
Всього:	100	12781,2	19650,9

Визначення чисельності працюючих автотранспортних підприємств

Розрахунок чисельності виробничого персоналу проводиться на основі річних обсягів робіт відповідних виробничих підрозділів і річного фонду часу.

Визначаємо технологічно-необхідну (явочну) кількість робітників, яка забезпечує виконання добової виробничої програми:

$$P_T = \frac{T_p}{\Phi_M}, \quad (2.32)$$

де T_p – річний обсяг робіт зони чи дільниці, людино-годин;

Φ_m – річний фонд часу робочого місця чи технологічно необхідного робітника, год.

Штатна чисельність робітників забезпечує виконання річних обсягів робіт з ТО й ремонту рухомого складу:

$$P_T = \frac{T_p}{\Phi_p}, \quad (2.33)$$

це Φ_p – річний фонд часу ремонтного робітника, год.

За формулами (2.32-2.33) розраховуємо кількість обслуговуючого персоналу та занесемо дані у таблицю 2.10.

Для того, щоб розрахувати явочну та штатну чисельність робітників знайдемо загальну трудомісткість по двом маркам автомобіля:

$$T_B = 29749,45 + 40170,36 = 69919,81.$$

Таблиця 2.10 – Розподіл виробничого персоналу за видами робіт

Види робіт ТО і ПР	Трудомісткіс. по видам робіт	Φ_m	P_T	Прийнята, P_T	Φ_p	$P_{ш}$	Прийнята, $P_{ш}$
1	2	3	4	5	6	7	8
ЩОд і ЩОт							
Мийні, прибиральні (включаючи сушку- обтирання)	4098,67	2070	1,98	2,00	1860	2,20	2,00
Заправні	1376,14	2070	0,66	1,00	1840	0,75	1,00
Контрольно-діагностичні та ремонтні	7 381,14	2070	3,57	5,00	1840	4,01	5,00
Разом:	12855,95		6,21	10		6,96	10
ТО-1							
Діагностика кріпильні, регулювальні, змащувальні та ін.	10190,76	2070	4,92	6,00	1840	5,54	7,00

Продовження таблиці 2.10

1	2	3	4	5	6	7	8
ТО-2							
Діагностика кріпильні, регулювальні, змащувальні та ін	14441,00	2070	6,98	8,00	1840	7,85	9,00
ПР							
Постові роботи							
Діагностика, регулювальні і розбірно-складальні роботи,	9405,31	2070	4,54	6,00	1840	5,11	6,00
Фарбувальні роботи	2594,57	1830	1,42	2,00	1610	1,61	3,00
Бляхарські та зварювальні роботи	648,64	2070	0,31	2,00	1840	0,35	2,00
Разом:	12648,52		6,27	10		7,08	11
Дільничні роботи							
Агрегатні, слюсарно-механічні,	8432,35	2070	4,07	5,00	1840	4,58	6,00
Акумуляторні роботи	648,64	2070	0,31	1,00	1820	0,36	1,00
Ковальсько-ресорні, мідницькі, зварювальні, бляхарські	2918,89	2070	1,41	2,00	1840	1,59	3,00
електротехнічні роботи та ремонт приладів системи живлення	3243,21	2070	1,57	3,00	1840	1,76	4,00
Шиномонтажні роботи , Роботи вулканізації	972,96	2070	0,47	2,00	1840	0,53	2,00
Разом:	16216,05		7,83	12		8,82	16
Всього:	28864,57		14,11	22		15,89	27
Всього по АТП	69919,81			47			53

Визначимо кількість явочних (технологічно-необхідної) і штатних робітників:

$$P_T = \frac{69919,81}{2070} = 34 \text{ чол.};$$

$$P_{\text{Ш}} = \frac{69919,81}{1840} = 38 \text{ чол.}$$

Розрахунок чисельності допоміжних робітників

Чисельність допоміжних робітників АТП, які зайняті на допоміжних роботах беруть у процентному відношенні від штатної чисельності виробничих робітників:

$$P_{\text{доп}} = \frac{v \cdot P_{\text{шт}}}{100}; \quad (2.34)$$

де v – норматив чисельності допоміжних робочих, в % до чисельності виробничих робочих заносимо в таблицю 2.11.

$$P_{\text{доп}} = \frac{30 \cdot 38}{100} = 11,4 \approx 12 \text{ (чол.)}$$

Таблиця 2.11 – Розподіл чисельності допоміжних робітників за видами робіт

Види допоміжних робіт	Співвідношення чисельності робітників, %	Чисельність допоміжних робітників АТП
1	2	3
Ремонт і обслуговування технологічного обладнання, оснастки і інструмента, обслуговування компресорної установки	25	3
Ремонт і обслуговування інженерного устаткування, мереж і комунікацій, прийом, зберігання і видача матеріальних цінностей	30	4
Транспортні роботи, перегін рухомого складу	20	2
Прибирання виробничих приміщень, прибирання території	25	3
Усього	100	12

Визначення чисельності ІТР і службовців

Чисельність персоналу управління підприємством, окрім експлуатаційної та виробничо-технічної служб, молодшого обслуговуючого персоналу й пожежно-сторожової охорони, визначають залежно від потужності підприємства і типу рухомого складу. Чисельність персоналу

експлуатаційної служби залежить від коефіцієнта випуску і кількості автомобілів на АТП і перебуває в процентній залежності від кількості автомобілів. Чисельність персоналу виробничо-технічної служби вибирають за даними залежно від чисельності виробничих робітників і кількості автомобілів на підприємстві [3].

Підберемо кількість необхідних робітників згідно з нормативами і занесемо дані в таблицю 2.12.

Таблиця 2.12 – Чисельність персоналу управління, молодшого обслуговуючого персоналу та пожежно-сторожової охорони

Функції управління персоналу	Потужність підприємства, од. рухомого складу	
	Тип рухомого складу	Від 100 до 250
Загальне керівництво	Автобуси	2
Техніко-економічне планування	Автобуси	2
Організація праці та заробітної платні	Автобуси	3
Бухгалтерський звіт і фінансова діяльність	Автобуси	4
Комплектування і підготовка кадрів	Автобуси	2
Загальне діловодство і господарське обслуговування	Автобуси	2
Матеріально-технічне постачання	Автобуси	1
Молодший обслуговуючий персонал	Автобуси	2
Пожежно-сторожова охорона	Усі види рухомого транспорту	4
Всього		22

Визначимо чисельність працівників експлуатаційної служби АТП та занесемо в таблицю 2.13.

Таблиця. 2.13 – Чисельність працівників експлуатаційної служби АТП

Коефіцієнт впуску автомобілів на лінію	Кількість автомобілів на підприємстві	Чисельність працівників
	Від 100 до 600	
До 0.8	5	5

Визначимо розподіл персоналу по функціях управління експлуатаційної служби та занесемо в таблицю 2.14.

Таблиця 2.14 – Розподіл персоналу по функціях управління експлуатаційної служби

Найменування функцій управління експлуатаційної служби	Чисельність персоналу
Відділ експлуатації	1
Диспетчерська	2
Гаражна служба	2

Розподілимо чисельність персоналу виробничо-технічної служби та занесемо в таблицю 2.15.

Таблиця 2.15 – Чисельність персоналу виробничо-технічної служби

Численність виробничих робітників, чол	Чисельність персоналу виробничо-технічної служби у % від облікової кількості автомобілів в підприємстві	Чисельність персоналу
	до 100	
від 20 до 50	5	5

Визначимо розподіл персоналу по функціях управління виробничо-технічної служби та занесемо в таблицю 2.16.

Таблиця 2.16 – Розподіл персоналу по функціях управління виробничо-технічної служби

Найменування функцій управління виробничо-експлуатаційної служби	Чисельність персоналу
Технічний відділ	1
Відділ технічного контролю	1
Відділ головного механіка	1
Відділ управління виробництвом	1
Виробнича служба	1

Визначаємо кількість водіїв:

$$R_{\text{я}} = \frac{T_{\text{н}}}{\Phi_{\text{м}}};$$

$$R_{\text{ш}} = \frac{T_{\text{н}}}{\Phi_{\text{р}}},$$

де T_n - річна витрата часу водіями в наряді, год. Річна витрата часу водіями в наряді визначається за формулою:

$$T_n = A_c \cdot D_{\text{роб}} \cdot n_0 \cdot t_0, \quad (2.35)$$

де A_c - списочна кількість автомобілів

n_0 - кількість змін, $n_0 = 1$;

t_0 - тривалість робочої зміни, $t_0 = 10,5$ год.

Для автобусів моделі БОГДАН А701, ЛАЗ-А183:

$$T_n = 45 \cdot 357 \cdot 1 \cdot 10,5 = 168682,5 \text{ (год);}$$

$$R_{\text{я}} = \frac{168682,5}{2070} = 81,5 \approx 82 \text{ (чол);}$$

$$R_{\text{я}} = \frac{168682,5}{1820} = 92,6 \approx 93 \text{ (чол).}$$

Для автобусів моделі АТАМАН А092:

$$T_n = 65 \cdot 357 \cdot 1 \cdot 10,5 = 243652,5 \text{ (год);}$$

$$R_{\text{я}} = \frac{243652,5}{2070} = 117,7 \approx 118 \text{ (чол);}$$

$$R_{\text{я}} = \frac{243652,5}{1820} = 133,8 \approx 134 \text{ (чол).}$$

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗНОСУ, РУЙНУВАННЯ ТА БІЧНОГО ВІДВЕДЕННЯ ШИН НА КУРСОВУ СТІЙКІСТЬ РУХУ АВТОБУСІВ

3.1 Механізм протікання зношування шин

Причиною зносу покришок є виникнення тертя протектора по поверхні покриття дороги в процесі кочення колеса. При вході і виході із зони контакту відбувається зміна форми бігової доріжки покришки з кільцевої форми до плоскої. При цьому виникають дотичні напруження τ і напруга стиснення q , викликані навантаженням. Напруження стиску в зоні контакту зростають від «0» на границі до максимального значення в центрі плями. Принципова конструкція пневматичної шини представлена на рисунку 3.1. На краях плями контакту, де дотичні напруження більше сили зчеплення елементів протектора, відбувається ковзання, що супроводжується зносом. Разом з тим, тертя і деформація супроводжуються підвищенням температури елементів бігової доріжки. Відомо, що гума є термопластичним матеріалом. Підвищення температури з 0 до 100 °С знижує міцність міжмолекулярних зв'язків в 2-3 рази.

Переважаюча кількість факторів, що впливають на інтенсивність зносу покришок, пов'язана з перерозподілом і зміною величин вищезазначених причин.

Поперечні дотичні напруження в зоні контакту пропорційні куту бічного відведення Y , бічній жорсткості K_y і по довжині контакту лінійно зростають від нуля до максимального значення.

Для пневматичної шини бічна жорсткість залежить від конструкції каркаса і протектора, а також від внутрішнього тиску, і тому максимальне значення дотичного напруження буде рівним:

$$\tau_{ш} = (K P_{ш} y l) / H, \quad (3.1)$$

де H - висота профілю шини, K - коефіцієнт пропорційності.

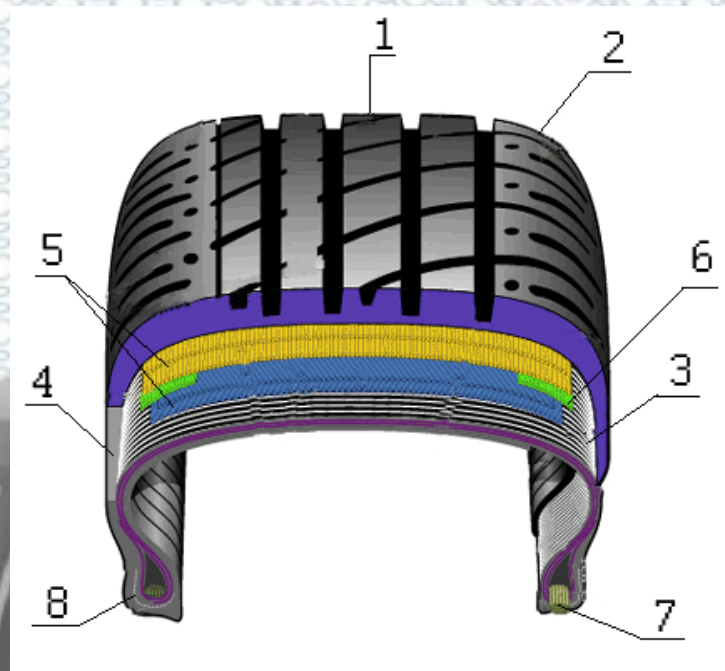


Рисунок 3.1 – Конструкція пневматичної шини: 1 — протектор; 2 — плечовий блок з ламелями; 3 — каркас; 4 — боковина; 5 і 6 — брекер; 7 — бортове кільце; 8 — борт шини

Величина проковзування шин визначається за виразом:

$$L_{\text{ш}} = K_1 \nu l_k, \quad (3.2)$$

де K_1 - конструктивний коефіцієнт, l_k - довжина контакту шини з поверхнею.

При навантаженні колеса, крутний або гальмівний моментом M_k приймається таким, що поздовжнє дотичне напруження на контакті розподілено по довжині контакту по закону трикутника ($\tau = 0$ на вході і $\tau = \tau_T$ на виході з контакту), а величина проковзування визначається за виразом:

$$L_T = K_x (2M_k / \kappa_x R l_k), \quad (3.3)$$

де K_x - конструктивний коефіцієнт в окружному напрямку; k_x - жорсткість в окружному напрямку; R - радіус кочення шини.

Під впливом дотичних напружень виникає проковзування і як наслідок - знос шини. Тому необхідно розглянути механізм зношування гуми в умовах ковзання.

За існуючими представленнями знос високоеластичних полімерних матеріалів може бути втомним за допомогою скочування і може бути абразивним. При втомному зносі руйнування поверхневого шару гуми відбувається після багаторазових деформацій його виступами поверхні, що стирається. Втомний знос є основним видом зносу автомобільних шин, при цьому на поверхні протектора не утворюється сліди стирання.

Так як поверхні реальних тіл завжди шорсткі, то контакт між ними завжди дискретний, тобто відбувається в окремих плямах контакту. Плями дотику, які виникають внаслідок спільної дії нормального і поздовжнього навантажень, носять назву фрикційних зв'язків.

Процес тертя і зношування можна представити за трьома послідовними етапами:

- утворення фрикційних зв'язків при змінних деформаціях і температурах які підвищуються;
- порушення фрикційних зв'язків;
- руйнування поверхні.

У загальному випадку розрізняють п'ять видів порушення фрикційних зв'язків:

- мікрорізання і дряпання, які проявляються при наявності гострих виступів на поверхні, що стирається, і великих контактних тисках, коли легко досягається межа міцності матеріалу; відділення матеріалу відбувається в результаті одноразової дії;
- пластичне відтиснення, яке характеризується наявністю тупих виступів при середніх навантаженнях; відділення матеріалу відбувається в результаті великого числа циклів деформації;

- пружне відтискування, при якому матеріал обтікає рухомий виступ, а потім відновлює свою первинну форму; число циклів до руйнування може бути велике, це найбільш типовий випадок при стиранні гуми;
- адгезійний відрив, який обумовлює молекулярну складову сили тертя на поверхні зіткнення; адгезія завжди супроводжує будь-який вид взаємодії, але, як правило, невелика в порівнянні з об'ємною міцністю матеріалу;
- схоплювання поверхонь, що супроводжується глибинним вириванням матеріалу.

Нормальний знос протектора автомобільних шин відбувається при третьому виді порушення фрикційних зв'язків, тобто при пружному відтискуванні.

В результаті багаторазово повторюваних впливів відбувається руйнування і відділення частинок зносу з поверхні тертя. Такий процес руйнування поверхні тертя розглядається як фрикційно-контактна втома матеріалу.

Основні закономірності інтенсивності зносу при пружному контакті наступні:

- інтенсивність зносу залежить від навантаження і ступеня, більшою одиниці;
- інтенсивність зносу зростає зі збільшенням коефіцієнта тертя;
- збільшення модуля пружності матеріалу призводить до збільшення інтенсивності зносу;
- інтенсивність зносу знижується при поліпшенні міцності матеріалу.

Схильність до зносу за допомогою скочування спостерігається у м'яких гум, особливо при підвищених навантаженнях.

Типовий рисунок стирання являє собою систему паралельно гребенів і западин, що чергуються, розташованих перпендикулярно напрямку стирання.

Спочатку з'являються розривів і тріщини, що виникають в результаті дії сил тертя, коли напруги зсуву перевищують міцність гуми. Поява рисунка стирання відбувається через підвищення температури нагріву і розм'якшення гуми. Руйнування починаються зазвичай там, де поверхня гуми знаходиться в стані найбільшої відстані.

Якщо виникла тріщина, то подальше руйнування відбувається під дією вже меншого зусилля. Стирання за допомогою скочування може відбуватися лише в певному поєднанні зовнішніх умов і властивостей гуми.

Інтенсивність зносу шин на дорогах зі ґрунтовим покриттям внаслідок зрізу поверхні шашок, подряпин, надривів і т.д. значно вище, ніж на дорогах з асфальтобетонним покриттям, так як має місце абразивний знос.

У реальних умовах експлуатації стирання протекторних гум відбувається за змішаним механізмом зносу. Сумарна інтенсивність зносу визначається співвідношенням окремих видів зносу.

Температура на поверхні тертя є основним чинником, що визначає інтенсивність зношування гуми і її руйнування.

В процесі експлуатації температура шини підвищується під дією сили тертя і через деформацію. З диференціального рівняння балансу теплоти, яка виділилася при терті шини про дорогу і пішла на нагрівання шини і навколишнього середовища:

$$F_d = C_{\text{ш}} d_t \alpha_T F_{\text{ш}} (t - t_0) d_\tau, \quad (3.4)$$

де τ - час роботи, F - сила тертя в місці контакту шини з дорогою; $F_{\text{ш}}$ - площа охолодження шини; t_0 - температура навколишнього середовища; t - температура шини; $C_{\text{ш}}$ - теплоємність шини; α_T - коефіцієнт теплопередачі від шини в навколишнє середовище.

Видно, що підвищення температури шини при інших однакових умовах пропорційно силі тертя:

$$t - t_0 = C_{ш}F \quad (3.5)$$

Всі фактори, які впливають на знос шин, з точки зору їх реалізації з метою збільшення ресурсу шин, доцільно класифікувати по признакам, якими може керувати технічний персонал АТП (рис. 3.2).

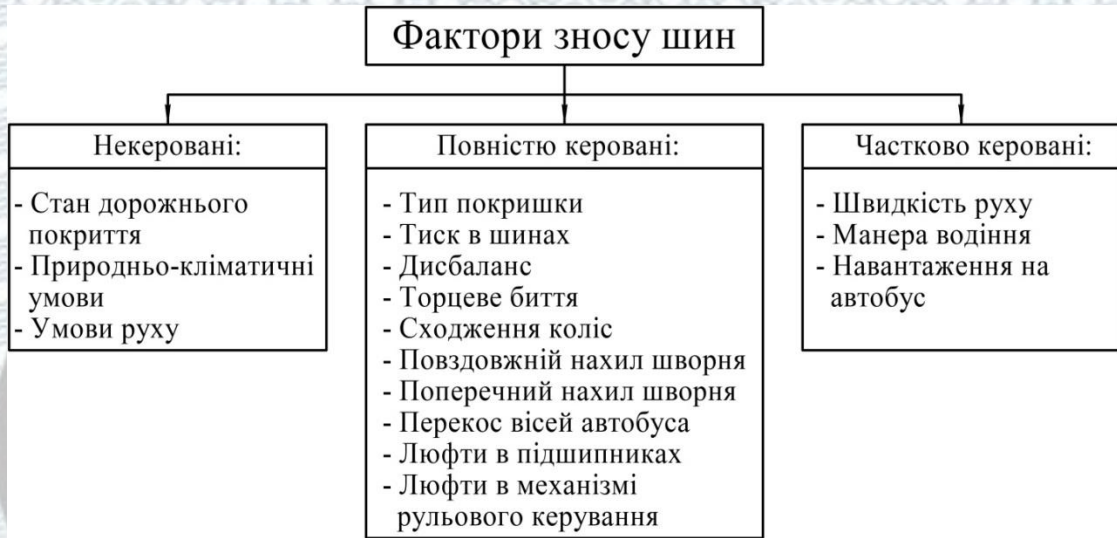


Рисунок 3.2 – Фактори зносу шин

Також, була розроблена класифікація факторів [4], які впливають на ресурс шин міських автобусів в період експлуатації. Схема представлена на рисунку 3.3.



Рисунок 3.3 – Класифікація факторів, які впливають на ресурс шин міських автобусів в експлуатації

3.2 Фактори, які впливають на термін служби шин

Кути встановлення керованих коліс.

Великий вплив на знос шин залежить від кутів установки керованих коліс. Неправильне сходження коліс викликає посилений знос шини через додаткове проковзування елементів протектора шин передніх коліс в місці контакту її з дорогою. При великих позитивних значеннях сходження на обох передніх шинах виникає односторонній пилкоподібний (рис. 3.4) знос по зовнішнім доріжках протектора. При недостатньому сходженні або розбіжності коліс односторонній пилкоподібний знос виникає на внутрішніх доріжках. Розвал справляє помітний вплив на темп зносу при значних відхиленнях від норми. На шині виникає гладкий односторонній знос без явних ознак пилкоподібного зносу. Неправильний розвал коліс викликає помітний знос плечової зони шини по всій окружності, причому знос внутрішньої плечової зони вказує на негативний розвал.



Рисунок 3.4 – Пилкоподібний знос шини

Неправильне сходження передніх коліс призводить до підвищеного бічного ковзання, яке викликає швидке стирання ґрунтозацепів.

При визначенні впливу на знос шин умов руху необхідно враховувати також вплив бічних, вертикальних і кутових переміщень коліс, що виникають при русі автобуса.

Бічні переміщення коліс виникають при зміні колії автобуса. При цьому поступальна швидкість V центру колеса (рис.3.5) дорівнює геометричній сумі швидкості V_a автобуса і швидкості V_k колеса в напрямку, перпендикулярному поздовжньої вісі автобуса. Якщо при зміні колії кути $\alpha = \varepsilon = 0$, то проковзування шини за характером і величиною аналогічні проковзуванням при куті відведення (сходження) колеса. Чим більше величина і частота зміни колії і чим менше швидкість руху автобуса, тим більше величина проковзування і зносу шини.

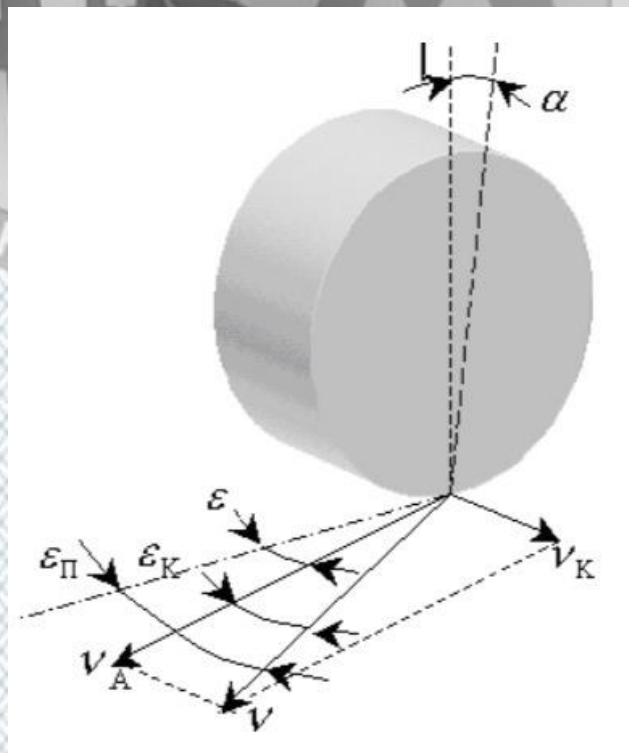


Рисунок 3.5 Схема кочення колеса з кутами сходження ε і розвалу α

Якщо під час руху автобуса $\varepsilon \neq 0$, $\alpha = 0$ і колія не змінюється, то величина проковзування шини пропорційна куту ε між площиною обертання колеса і вектором V_a . При $\varepsilon \neq 0$, $\alpha = 0$ і зміні колії величина

проковзування шини пропорціональна наведеним куту відведення (сходження) $\varepsilon_{\text{п}}$ між площиною обертання колеса і вектором V , рівним алгебраїчній сумі кутів ε і $\varepsilon_{\text{к}}$. Необхідно врахувати, що кути установки коліс залежать від величини x вертикального переміщення колеса (хід колеса).

При вертикальних переміщеннях коліс під час руху автобуса відбувається зміна їх динамічних радіусів $r_{\text{д}}$. При вертикальних коливаннях веденого колеса динамічний радіус не залежить від поздовжньої реакції R_x , яка виникає, а визначається тільки нормальною реакцією R_z , при різних значеннях яких зберігається рівність.

При кутових переміщеннях коліс під час руху автобуса виникає процес несталого відведення, вплив якого також необхідно враховувати. При коченні колеса з постійним кутом ε знос шини викликається в основному проковзуванням в кінці контакту бігової доріжки. Якщо кут ε при проходженні точкою протектора довжини контакту змінюється на величину $\delta\varepsilon$, то знос шини можна уявити сумою зносів, викликаних ε і $\delta\varepsilon$ за цикл коливань. Насправді поворот колеса на кут $\delta\varepsilon$ відбувається не миттєво, і додаткові проковзування відповідно зменшуються. Колеса котяться в умовах весь час мінливого відведення, що є однією з причин підвищеного зносу шин коліс автобуса. Великий вплив на характер зміни кутів установки коліс і колії автобуса в процесі руху надає конструкція підвіски і рульового управління.

При русі автомобіля на повороті виникає відцентрова реакція дороги, що викликає їх бічне відведення. Істотний вплив на знос шин наносять радіуси повороту менше 36,2 м [5]. Вплив радіусу повороту автомобіля на опір коченню і витрата палива вивчають зазвичай при радіусах не більше 50 м. Для визначення інтенсивності зносу шин на круговій траєкторії радіусом $R_{\text{к}}$ (менше 45м) необхідно значення інтенсивності зносу, викликане дією бічного відведення, помножити на коефіцієнт k_R :

$$k_R = 1 + \frac{(45 - R_{\text{к}})^2}{3550}, \quad (3.6)$$

Дотичні контактні напруги при коченні колеса з відведенням особливо зростають в зоні виходу протектора з контакту, що розширює ділянку ковзання протектора відносно дороги і підвищує інтенсивність його зносу. Інтенсивність зносу протектора зі збільшенням кута відведення підвищується нелінійно. Так, зі зростанням кута відведення колеса від 0 до $\pm 2,0^\circ$, інтенсивність зносу протектора вантажних шин підвищується 6 разів. При великих кутах відведення колеса інтенсивність зносу протектора шин зростає в ще більшій мірі. При цьому збільшується нерівномірність зносу по його ширині.

Причинами кутових коливань коліс є неоднорідність коліс, особливості кінематики підвіски і рульового приводу, автоколивань коліс, люфти і деформації в системах рульового управління, підвіски і переднього моста, нерівності дороги. При кутових коливаннях коліс виникає процес несталого відведення, який сильно впливає на довговічність шин.

Характерною ознакою зносу шин внаслідок відведення є наявність гострих кромek на виступах протектора. Ці кромки добре відчутні на дотик, якщо провести рукою поперек протектора. Шина, що котиться з бічним відведенням, зношується в кілька разів швидше, ніж при прямолінійному русі.

Для підвищення довговічності шин необхідно зменшити число і інтенсивність прискорень і гальмувань, розробляти і застосовувати в приводі гальм і трансмісії пристрої, що запобігають блокуванню та буксуванню коліс.

Таким чином, шляхи зменшення коливань нормального і дотичного навантажень сприяє зменшенню зносу шин.

Стиль водіння.

Тягове і гальмівне навантаження на колесо є однією з головних причин, що викликають швидке зношення шин. У годину пік, незважаючи на те, що середньо технічна швидкість руху автотранспорту знижується на

10-15 км / год, різко збільшується число прискорень і гальмувань, зношення шин підвищується в 3 рази.

При тривалому гальмуванні «юзом» відбувається спочатку підвищений місцевий знос протектора шини «плямами», а потім починають руйнуватися брекер і каркас. Різке зрушення з місця і буксування призводить до зносу протектора аналогічного, що виникає при різкому гальмуванні. Знос шин знаходиться в степеневій залежності від тягової сили [6].

Залежність зносу шин від тягового навантаження зображена на рис. 3.6.

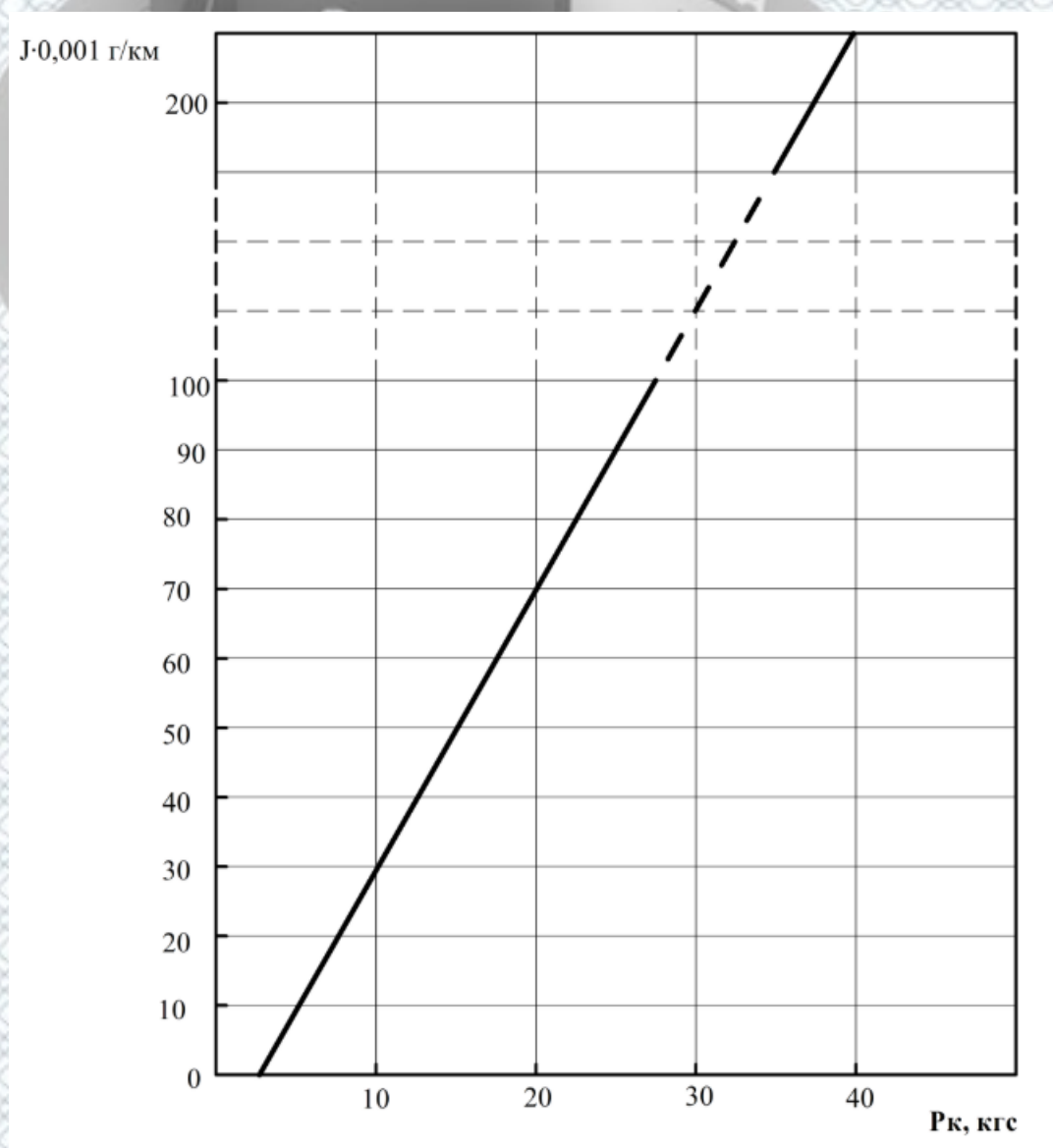


Рисунок 3.6 – Залежність зносу шин від тягового навантаження

Тиск повітря в шинах

При недостатньому тиску повітря в шині найбільші пошкодження отримує каркас покриття по всій окружності бічних стінок - нитки корду починають відшаровуватися від гуми, швидко перетираються і рвуться, відбувається кільцевої злам каркаса, який не піддається ремонту. При роботі шини зі зниженим тиском повітря збільшується опір коченню коліс і внаслідок цього значно зростає витрата палива.

Шина має підвищені деформації у всіх напрямках і, отже, при коченні елементи її протектора більш схильні до проковзування щодо дорожньої поверхні, в результаті чого шина нагрівається [7]. При цьому вона втрачає еластичність, міцність її елементів різко падає, що веде до зниження довговічності, погіршується керуваність автобуса і безпека руху (рис. 3.7).

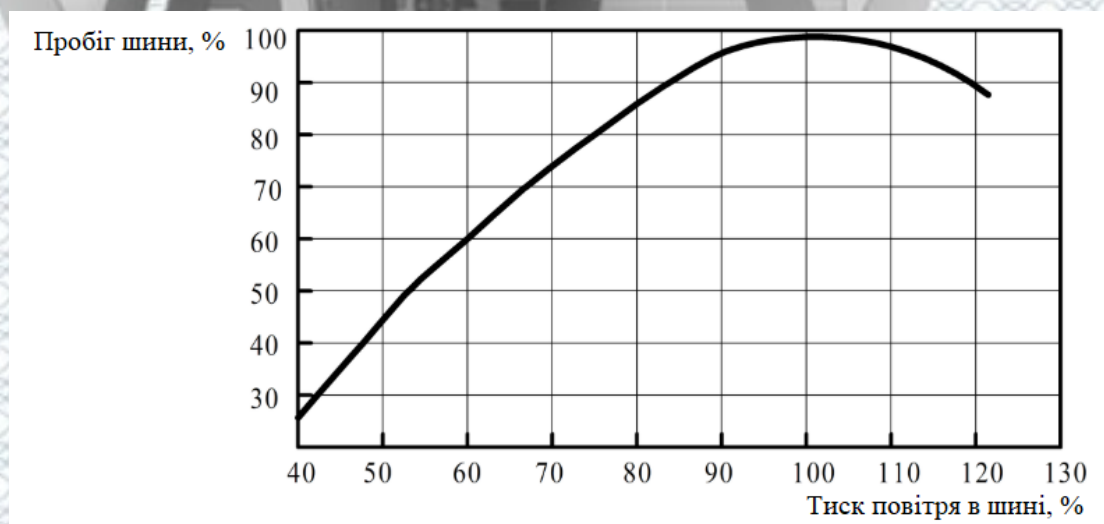


Рисунок 3.7 – Вплив тиску повітря в шині на її пробіг

Від зниження тиску повітря в шині залежать як абсолютна величина зносу покриття, так і характер зносу. Знос протектора збільшується, незважаючи на збільшення площі контакту шин і зменшення середнього питомого тиску її на дорогу. Це пояснюється збільшенням деформації бігової поверхні шини, внаслідок чого збільшується нерівномірний розподіл навантаження по площі контакту. При зниженому тиску повітря в шині

середня частина протектора розвантажується, прогинаючись всередину шини, від чого в плечовій зоні протектора збільшується навантаження, що викликає підвищений тиск матеріалу. В результаті протектор сильно зношується в плечовій зоні (по краях бігової доріжки) і менше в середині (рис. 3.8а), де утворюється увігнутий поясок. Причому в плечовій зоні завжди розвивається більш висока температура, ніж в інших частинах покриття.

Шкідливіше знижений тиск повітря в шинах для ведучих коліс, так як стінках з'являється додаткове тертя шин, що збільшує руйнування каркаса.

Збільшення тиску повітря в шинах проти норми також призводить до зниження довговічності шин: зростають напруги в нитках корду каркаса, що призводять до його прискореного старіння, збільшується питомий тиск шини на дорогу і з'являється передчасний знос протектора в його середній частині (рис. 3.8б). Зменшуються амортизаційні властивості гуми і збільшується ударні навантаження. Перенапруження ниток корду з плином часу призводить до передчасного розриву каркаса.

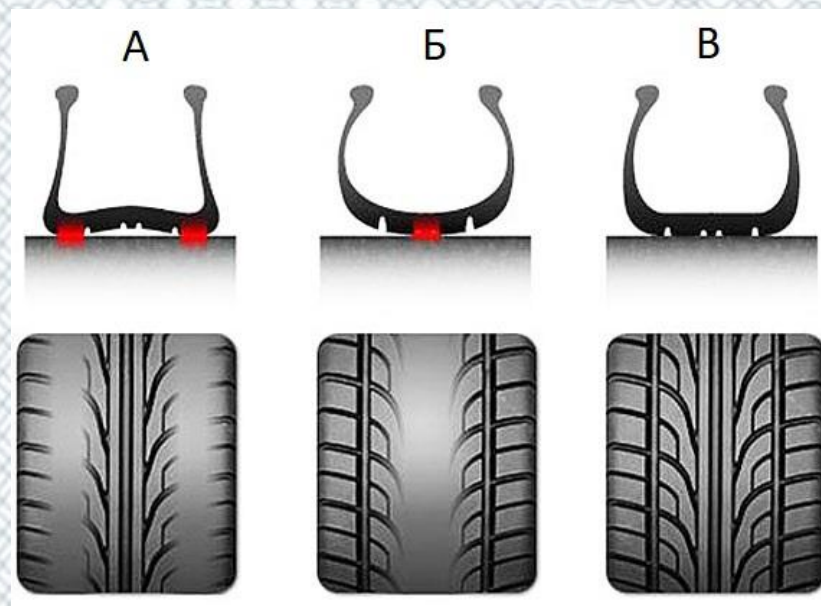


Рисунок 3.8 – Зношення, внаслідок неправильного тиску в шині.

А – знижений тиск; Б – збільшений тиск; В – оптимальний тиск

Слід зазначити все ж, що знос шин від підвищеного тиску повітря менше, ніж від зниженого. Оптимальний тиск повітря залежить від умов експлуатації.

Вагове перевантаження шин.

Перевантаження шин має місце при загальному перевантаженні автобуса. Характер пошкоджень покриття залишається приблизно таким же, як і при їзді на шинах зі зниженим тиском, тільки більше, що пояснюється збільшенням напружень в нитках корду каркаса, великим нагріванням, особливо в плечовій зоні покриття, а також підвищенням і нерівномірним розподілом питомого тиску на площі контакту шини з дорогою.

Перевантаження шини не може бути повністю компенсовано підвищенням тиску повітря в ній, так як це викличе значне збільшення напруги в нитках корду каркаса.

До перевантаження шин також призводить зниження внутрішнього тиску повітря в одній з шин здвоєного колеса. Вплив вагового навантаження на пробіг шини зображено на рисунку 3.9.

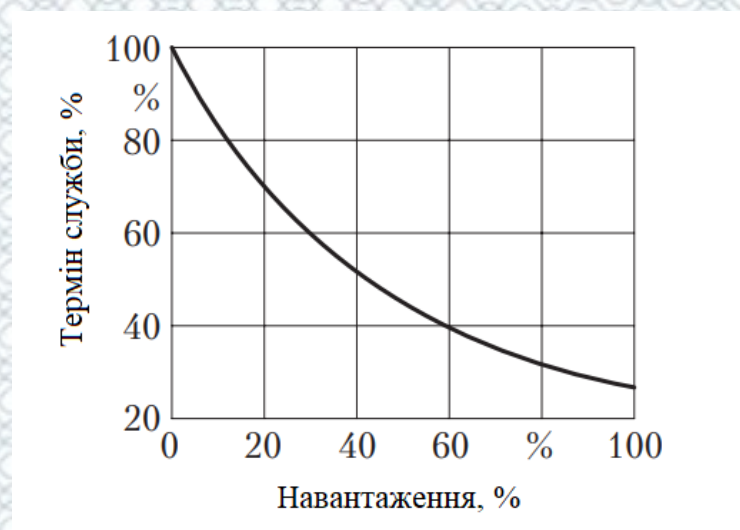


Рисунок 3.9 Вплив вагового навантаження на пробіг шини

Також, як при зниженому тиску повітря, при перевантаженні шини збільшуються втрати потужності автобуса на кочення коліс і витрата палива.

Швидкість руху

В результаті збільшення швидкості руху і частоти циклів деформацій шини зростає динамічне навантаження на шину, тобто збільшується тертя по дорозі, ударне навантаження, деформація матеріалу і різко підвищується температура в шині. Вплив високої швидкості руху на шини проявляється тим сильніше, чим триваліше рух, більше вагове навантаження і гірші дорожні умови.

Практично висока швидкість може привести до збільшеного стирання протектора, іноді з викришування частинок гуми, до ослаблення зв'язку між спаями гуми і тканиною покришки з можливим їх розшаруванням і до відставання латок на відремонтованих ділянках покришки. Вплив швидкості руху на пробіг шини показано на рисунку 3.10.

Шина зношується нерівномірно практично на всіх експлуатаційних швидкостях руху автобуса.

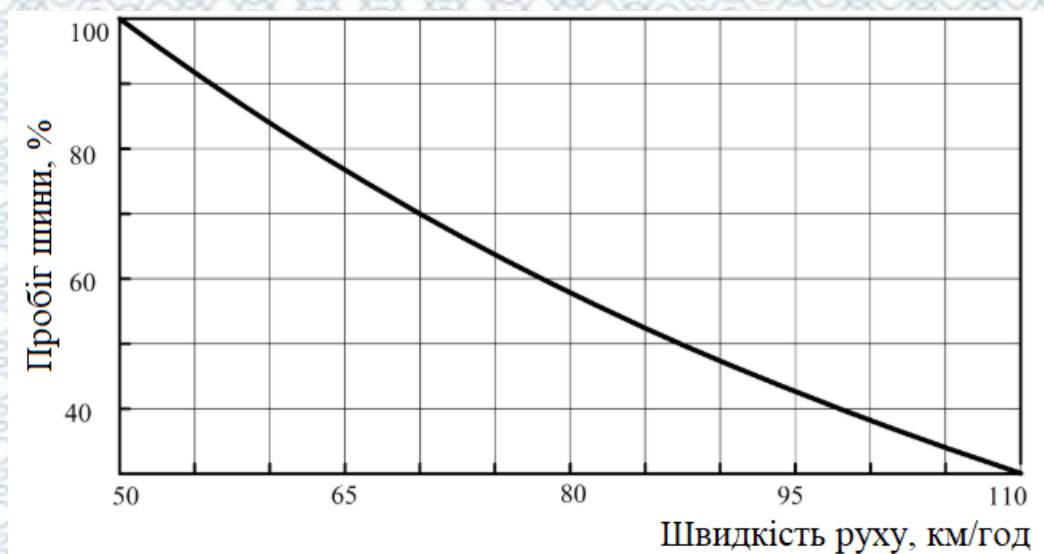


Рисунок 3.10 Вплив швидкості руху автобуса на ресурс шини.

Вплив на знос шин дорожніх, кліматичних умов та їх конструкції

У початковий період експлуатації спостерігається підвищена інтенсивність зносу протектора. Це пояснюється загальною «непритертістю» протектора до дороги і концентрацією дотичних напружень і нормальних тисків в певних місцях рисунка. Крім цього, виявляється збільшення шляху проковзування виступів протектора в зоні деформації в зоні контакту покриття з площиною дороги.

Стан опорної поверхні дороги надає більший вплив на коефіцієнт тертя, ніж тип рисунка протектора. Коефіцієнт тертя нових шин на різних дорогах може відрізнятись в 5 разів (від 1 до 0,2), в той час як діапазон зміни коефіцієнта тертя шин з різним малюнком протектора на тих же дорогах в межах 0,55-0,20.

Поряд з дорожніми умовами на пробіг шин великий вплив мають кліматичні умови, від яких залежить як температура і вологість навколишнього повітря, так і в деякій мірі дорожні умови. Зміна температури навколишнього повітря тягне за собою зміну температури нагріву шини і відповідні зміни міцності шинних матеріалів, значно зношується протектор і зменшується загальний пробіг шин.

Зі збільшенням температури навколишнього повітря відбувається зниження герметичності шини внаслідок збільшення дифузії повітря через стінки камери. У літню пору року спостерігається, що знос шин значно більший, ніж в зимовий час. Так, знос шин взимку на твердому дорожньому покритті приблизно на 25 - 30% менше, ніж влітку. Однак в умовах низької температури можливий передчасний знос шин внаслідок втрати гумою еластичності і появи крихкості.

Особливості конструкції та неоднорідність шини

Досвід експлуатації показує, що довговічність безкамерних шин приблизно на 20% вище довговічності камерних, що пояснюється більшою стабільністю внутрішнього тиску повітря в них і кращим температурним

режимом роботи шин. Останнє досягається найкращим відведенням тепла безпосередньо через металевий обід безкамерної шини і відсутністю тертя між покриттям і камерою.

Завдяки більш високій жорсткості брекера в порівнянні з діагональними шинами, радіальні шини мають знижені деформації в зоні контакту, що призводить до зменшення ковзання і теплоутворення при русі (на 20-30 С). Тому пробіг радіальних шин на 20 - 70% вище пробігу аналогічних діагональних.

Металокорд, володіючи високою теплостійкістю і теплопровідністю, сприяє зменшенню напруги і більш рівномірному розподілу температури в тілі покриття. Зазначене поліпшення умов роботи гуми в шині забезпечує збереження її фізико-механічних властивостей. Термін служби шин з металокордом приблизно в 2 рази більше, ніж у шин з капронових кордом, експлуатованих в аналогічних умовах.

Рисунок протектора проектується з урахуванням умов роботи шини (призначення шини можна припустити по рисунку її протектора) з метою забезпечення невеликої інтенсивності зносу і хорошого зчеплення з дорогою. При збільшенні висоти малюнка підвищуються ресурс і зчеплення шини з ґрунтовою і сніжною дорогою, але на дорозі з твердим покриттям зростають втрати на кочення, температура, знос і ймовірність руйнування шини.

На знос шини і її зчеплення з дорогою впливає також радіус поперечної кривизни бігової доріжки. Його вибирають так, щоб забезпечити по можливості рівномірний розподіл нормальних напружень по ширині контакту.

Спеціалізація шин для різних дорожньо-кліматичних умов і умов перевезень дозволяє збільшити ресурс шин до 10%.

Однак чим досконаліше дорожнє покриття, підвіска автомобіля і вище швидкість руху, тим очевидніше стає вплив неоднорідності коліс на їх коливання і довговічність шин. Причинами неоднорідності коліс є несиметричні елементи конструкції, технологічні допуски, неточності

виготовлення і монтажу окремих деталей. Для з'ясування причин виникнення неоднорідності коліс і розробки заходів по її зменшенню загальну неоднорідність поділяють на три види: неоднорідність геометричну, неоднорідність жорсткісних характеристик і неоднорідність розподілу мас.

Геометрична неоднорідність характеризується биттям - зміною за оборот колеса відстані між зафіксованою щодо осі обертання колеса точкою і належить обода колеса (шини) поверхнею. Розрізняють радіальне і бічне биття, що виникають в напрямках, відповідно перпендикулярному і паралельному осі обертання колеса.

Силова неоднорідність знижує довговічність шин. Наприклад, місцевий знос бігової доріжки може бути викликаний неоднорідністю шини, а також биттям гальмівного барабана. Для з'ясування причини зносу слід дане колесо поміняти місцями з іншим і постежити за їх зносом. Силова неоднорідність також може бути причиною відведення автомобіля. Конічний ефект можна виявити по зміні напрямку відведення автомобіля після перестановки коліс в межах однієї осі. При перевертанні шини зберігається напрямок дії кутового ефекту, тому для виявлення останнього необхідно на місце контрольованого колеса встановити інше, з однорідною шиною.

Неоднорідність розподілу мас колеса оцінюють його невірноваженістю, кількісною характеристикою якої є дисбаланс.

Дисбаланс - векторна величина, що дорівнює добутку невірноваженої маси на її ексцентриситет.

Сума всіх векторів дисбалансів колеса, розташованих в різних площинах, перпендикулярних осі колеса, дорівнює головному вектору дисбалансів колеса, величина якого називається статичним дисбалансом. Фізичний сенс статичного дисбалансу полягає в тому, що одна з радіальних відцентрових сил, що виникають під час обертання колеса, не зрівноважується сумою інших відцентрових сил (рис.3.11). Величина цієї сили прямо пропорційна невірноваженою масою m_c , радіусу r , на якому

вона знаходиться від центру обертання колеса і квадрату кутової швидкості колеса:

$$P_c = m_c r^2 \omega^2 \quad (3.7)$$

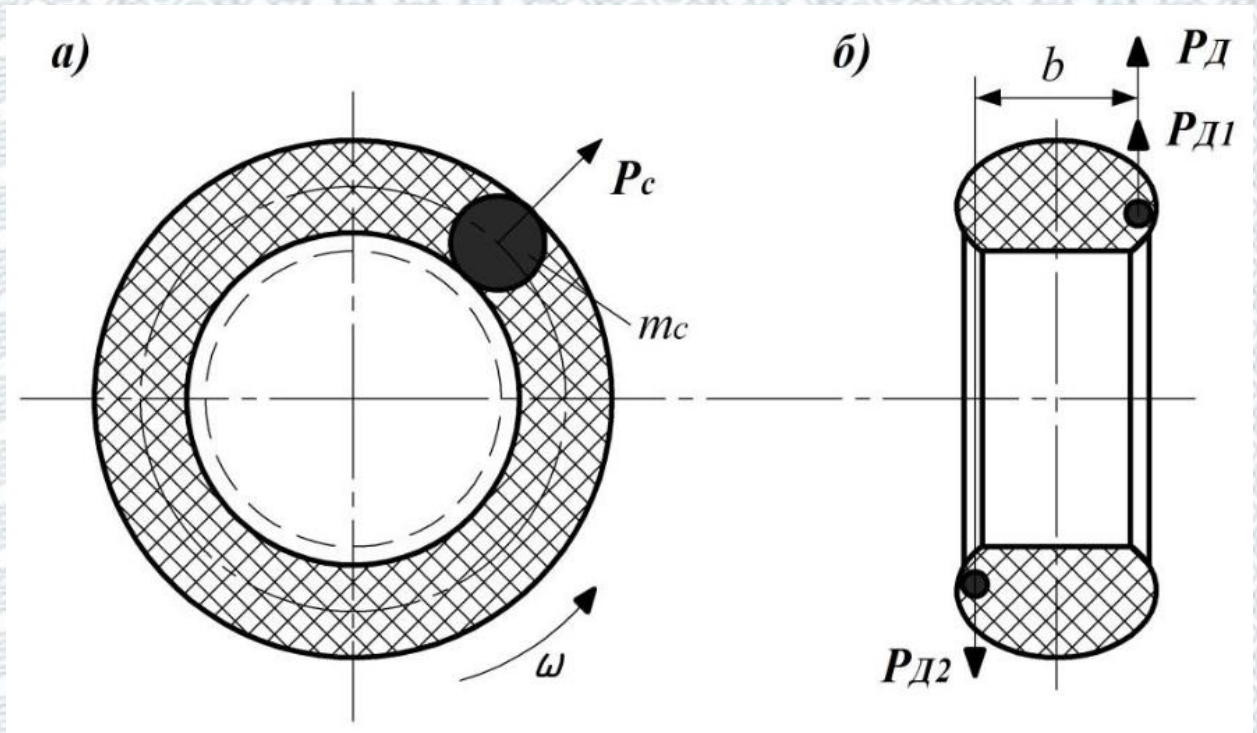


Рисунок 3.11 – Дія сил при статичній (а) і динамічній (б) незрівноваженості колеса

При русі автомобіля відцентрова сила P_c змінюється як за величиною, так і за напрямком. Діючи вгору, ця сила прагне відірвати колесо від дороги. Діючи вниз, вона притискає його до дороги. Як результат її дії, помічений підвищений знос шин і підшипників коліс. Сила тим більше, чим більше швидкість руху автомобіля. Неврівноважені маси m можуть виникнути при виробництві шин в результаті геометричної незрівноваженості її поперечного перерізу, неправильної збірки шини, камери, диска і місцевих ремонтів шини.

Рекомендації по експлуатації шин

Заміну зношених шин на нові доцільно проводити на початку осінньо-зимового сезону. Це сприятиме збільшенню ресурсу шин. Нові шини на початковому етапі експлуатації мають високу інтенсивність зносу протектора. На мокрих і слизьких покриттях знос в кілька разів менше, ніж на сухих дорогах, особливо при літніх температурах.

Шина вважається зношеною, якщо знос протектора досяг граничної величини або в покритті виникли будь-які пошкодження - порізи (розриви) ниток корду, розшарування каркаса, здуття протектора або боковини, наскрізні пробої, відриви бортів і ін.

Гранична залишкова висота рисунка протектора встановлена 2 мм для автобусів [8]. Деякі шини мають індикатори зносу - поперечні виступи по дну канавок протектора (в шести перетинах), висота яких дорівнює граничній. Шина повинна бути знята, якщо при рівномірному зносі протектора індикатор з'явився в одному перерізі, при нерівномірному - в двох.

При відсутності індикаторів вимірювання залишкової висоти протектора слід проводити в місцях найбільшого зносу.

Згідно з Правилами експлуатації автомобільних шин, граничним зносом рисунка протектора вважається такий знос, коли залишкова висота виступів малюнка протектора має мінімально допустиму величину на площі, ширина якої дорівнює половині ширини бігової доріжки протектора, а довжина дорівнює $1/6$ довжини окружності шини по середині бігової доріжки протектора, або при нерівномірному зносі - на сумарній площі такої ж величини. У практичній діяльності зручніше виходити з того, що площа сумарного граничного зносу протектора не повинна перевищувати ділянки його бігової доріжки, рівного по довжині половині радіуса шини.

3.3 Цикли експлуатації шини

Першим циклом експлуатації шини вважається період її роботи до зносу протектора (рис. 3.12) або будь-якого пошкодження, яке неможливо усунути в умовах АТП. Другим (і наступним) циклом - робота шини на новій біговій доріжці, навареною на зношену покришку при відсутності серйозних пошкоджень її конструктивних елементів. Ці шини прийнято називати відновленими.

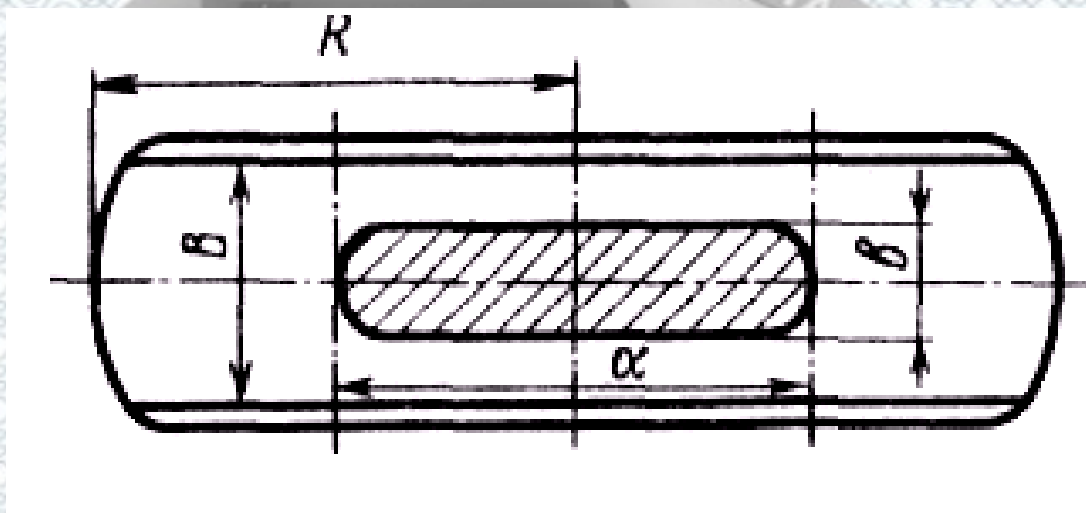


Рисунок 3.12 – Площа граничного зносу малюнка протектора

де – R - радіус шини, B - ширина профілю.

Основною причиною зняття шин автобусів є знос протектора до граничної величини. У автобусів в умовах експлуатації КП ВТК не часті випадки пошкодження шин, що призводить до списання в утиль всього лише 15% усіх шин, які знімаються з експлуатації. Причини (якщо всі – 100%): наскрізні пошкодження протектора 5%; односторонній знос 4%; посилений знос по краях бігової доріжки 6%; та інші причини (таб. 3.1). У більшості випадків ці ушкодження є наслідком необережного водіння автобуса, його перевантаження, поганий стан доріг.

Таблиця 3.1 – Розподіл несправностей шин автобусів

Причина пошкодження	Число відмов	%
Посилений знос рисунка протектора по краях бігової доріжки	3	18,75
Одностороннє зношення	2	12,5
Вздуття по боковині	1	6,25
Розрив бортового кільця і боковини	0	0
Механічні пошкодження (пробиття) боковини	6	37,5
Злам каркаса	0	0
Наскрізні пошкодження протектора	4	25
Разом	16	100

3.4 Вплив пневматичної шини на керованість та стійкість руху автомобіля

До головних показників шини відносять бічну жорсткість та кутову жорсткість шини. Однак, дані показники основані на випробуваннях, які проводилися статично, і попри їх важливість, більшу цінність мають динамічні дослідження шини. Найважливіша характеристика, яка включає в себе як бічну, так і кутову жорсткості, є бічне відведення колеса. Цей параметр, значуще впливає на КСР автомобіля. Негативний вплив на КСР вносить саме бічне відведення колеса оскільки, воно змінює од значність зв'язку між змінами напрямку руху та траєкторії переміщення його контакту.

В деяких роботах явище відведення пояснюється як відхилення траєкторії шини від площини її обертання на деякий кут δ (рис. 3.13). Або ж, це явище пояснюють як відхилення вектора швидкості колеса V_x відносно його повздовжньої площини на деякий кут δ при умові кочення колеса без проковзування при дії бічних сил (рис. 3.14)

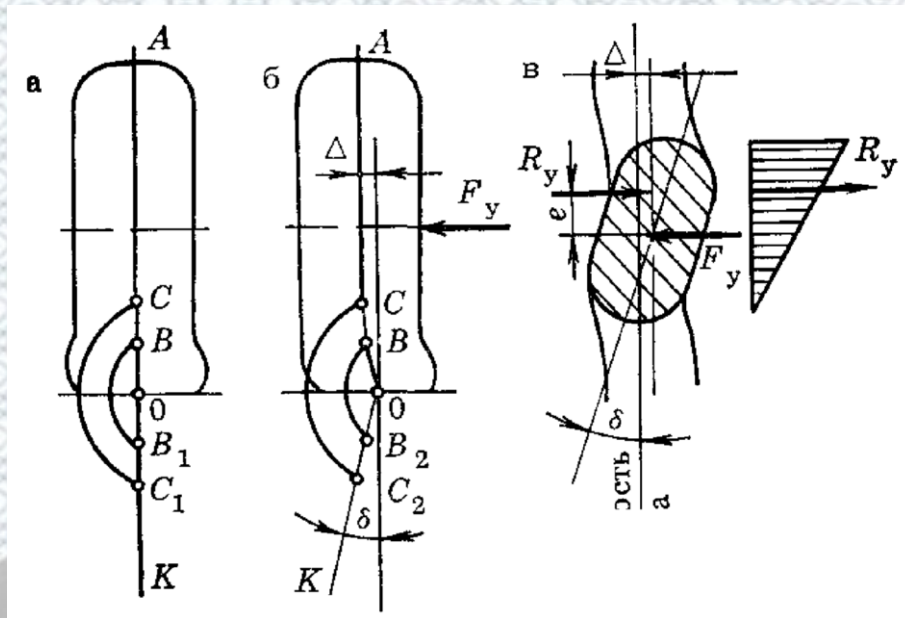


Рисунок 3.13 - Схема бічного відведення колеса

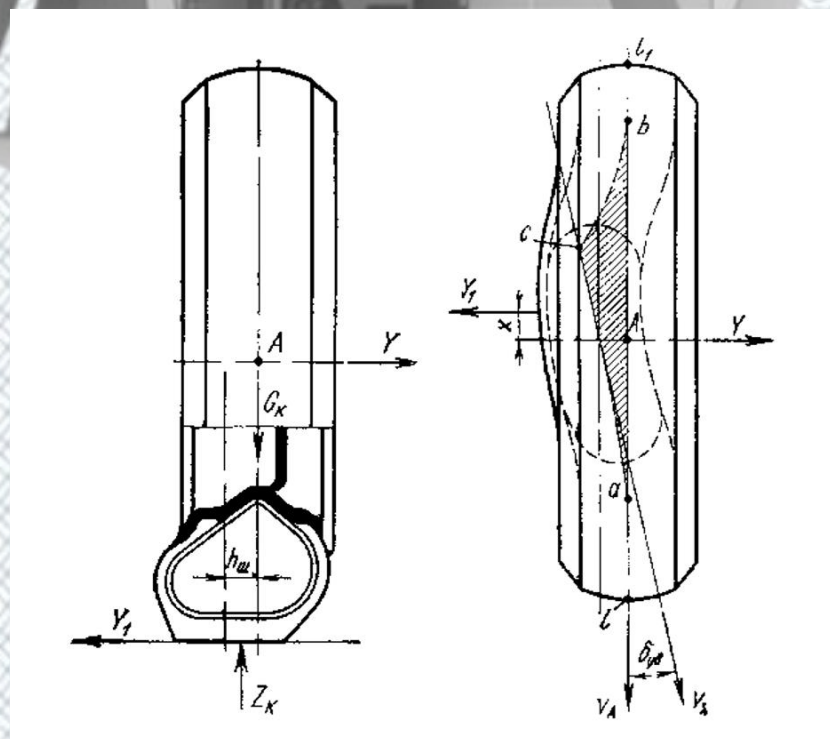


Рисунок 3.14 – Бічне відведення колеса

Я.М. Певзнер представив своє бачення вирішення цієї проблеми у вигляді залежності бічної сили Y та куту відведення δ [9].

$$Y = K_y \delta \quad (3.8)$$

де K_y – коефіцієнт, який характеризує опір відведення колеса.

Ця теорія найменується лінійною і в ній присутні деякі недоліки. Для того, щоб нею скористатися, потрібно мати масив значень які відповідають коефіцієнту K_y , кожен з яких би відповідав кожному значенню нормального навантаження. Окрім того, від кожного коефіцієнту K_y буде створено ще досить велику множина значень в залежності від того, наскільки буде змінюватися тягова сила. В свою чергу від тиску повітря в шинах ще буде створений масив значень. Так як, отримати вище наведену кількість параметрів досить складно, під час досліджень користуються лише мінімальною кількістю значень K_y .

Вивчення бічного відведення вивчалось по 2-х напрямках.

Перший – теоретичне вивчення динамічних та кінематичних параметрів неголономних систем з класичними неголономними зв'язками. Другий – експериментальне дослідження зв'язків та залежностей між бічними силами, які діють, та кутами відведення що виникли внаслідок дії цих сил.

Теорії, які основані на використанні рівнянь кінематичних зв'язків, актуально застосовувати несталого відведення колеса при значному рівні відношення $\frac{\theta l_B}{v}$ [10] (l_B – довжина відбитка контакту, v – швидкість руху, θ – кутова швидкість колеса).

Проте, даним теоріям належать такі недоліки як:

1. Вони виходять з урахуванням незначних кутів повороту коліс та відведення.
2. Вони засновані на тому, що у контакті шини з дорожньою поверхнею не має проковзувань.
3. Вони мають велику кількість параметрів, які отримані з моделі колеса в статиці, а не динаміці.

4. Вони мають кривизну середньої лінії шини в зоні контакту аналогічну кривизні траєкторії колеса, яке рухається.

Експериментально доведено, що ковзання завжди присутнє незалежно від величини бічної сили.

Для знаходження залежності $Y=f(\delta)$, проведено досить багато як теоретичних, так і експериментальних досліджень. Головний напрям, це апроксимація емпіричних залежностей та пошук теоретичних залежностей, які отримані в результаті комп'ютерне моделювання шини.

Для визначення бічних сил, А.С. Литвиновим [11] було запропоновано наступну методику:



При умові:

$$Y = k_y \delta \quad (3.9)$$

$$k_y = k_{y0} \varepsilon_\delta \quad (3.10)$$

де k_{y0} – коефіцієнт опору відведенню при залежності $Y=f(\delta)$

$$\varepsilon_\delta = \frac{\mu_\delta G_k \varphi}{k_{y0} \delta} \left(2 - \frac{\mu_\delta G_k \varphi}{k_{y0} \delta} \right), \quad (3.11)$$

де μ_δ – коефіцієнт залежності форми контактної площадки і характеру розподілу елементарних нормальних реакцій; $\mu_\delta = 0,425$ – рівномірний розподіл елементарних нормальних реакцій, $\mu_\delta = 0,5$ – при прямокутній формі контактної площадки; φ – коефіцієнт зчеплення коліс з опорною поверхнею.

І. Рокар наводить формулу для визначення бічної сили, яка знайшла широке розповсюдження в дослідженнях керованості і стійкості автомобіля:

$$Y = \frac{k\delta}{\sqrt{1 + x^2\delta^2}}, \quad (3.12)$$

$$\text{де } x = \frac{k}{\varphi z};$$

φ – коефіцієнт поперечного ковзання;

z – вертикальне навантаження на колесо.

3.5 Комп'ютерне моделювання стенду карусельного типу

Розглянуто можливість дослідження параметрів безпеки кочення еластичного колеса за допомогою існуючих способів і устаткування і комп'ютерного моделювання кочення пневматичної шини по колу. Наведено основні значення контрольованих факторів.

Для випробування шин використовується велика кількість різних стендів, пристроїв, приладів і т.п., які виготовлені в різних країнах вищими навчальними і дослідницькими закладами, заводами і концернами.

Цей великий перелік обладнання містить дуже складні дослідні комплекси, що дозволяють вирішувати кардинальні завдання розвитку шин, а також нескладні, але оригінальні пристрої, призначені для досягнення локального завдання. Все різноманіття обладнання об'єднує мета сьогодні - створення інтелектуальних еластичних пневматичних шин.

При відсутності можливості проведення випробувань на існуючих стендах потрібно визначитися зі способом і обладнанням для дослідження відведення еластичного колеса.

Основною метою роботи є обґрунтування можливості використання комп'ютерної моделі стенду карусельного типу для визначення кута відведення при русі колеса по колу.

Раніше було вже розроблено установку карусельного типу [12], яка призначена для дослідження відведення еластичних шин і дозволяє визначити кут відведення еластичного колеса по значенням двох параметрів.

На її основі було розроблено стен карусельного типу, із зміненою кареткою кріплення колеса. А саме розроблено каретку для встановлення спарених коліс (рис.3.15). Виходячи з того, що переважна більшість автобусів, та вантажних автомобілів на ведучій осі мають спарені колеса, дана розробка являється досить актуальною на сьогоднішній день. Розроблена модель стенду представлена на рисунку 3.16.

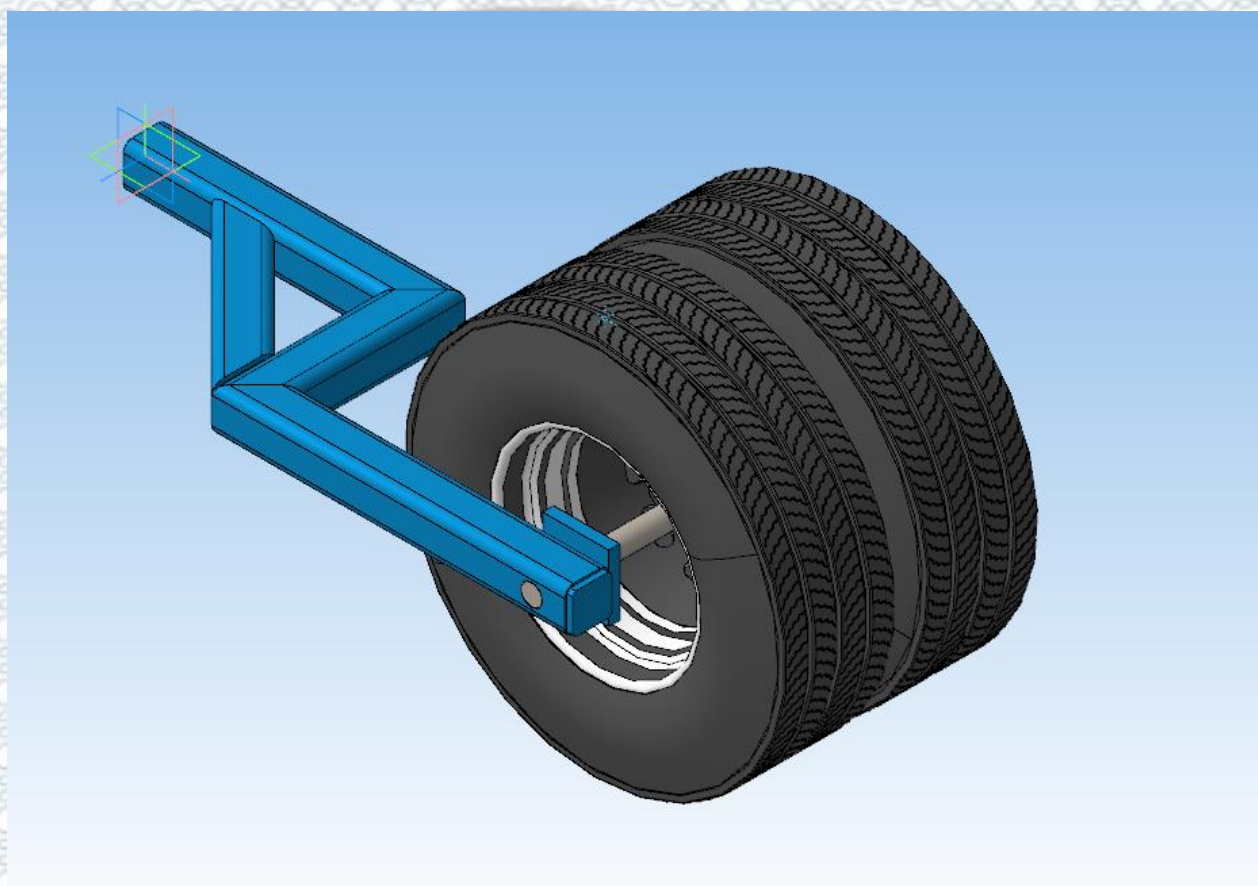


Рисунок 3.15 – Каретка для спарених коліс

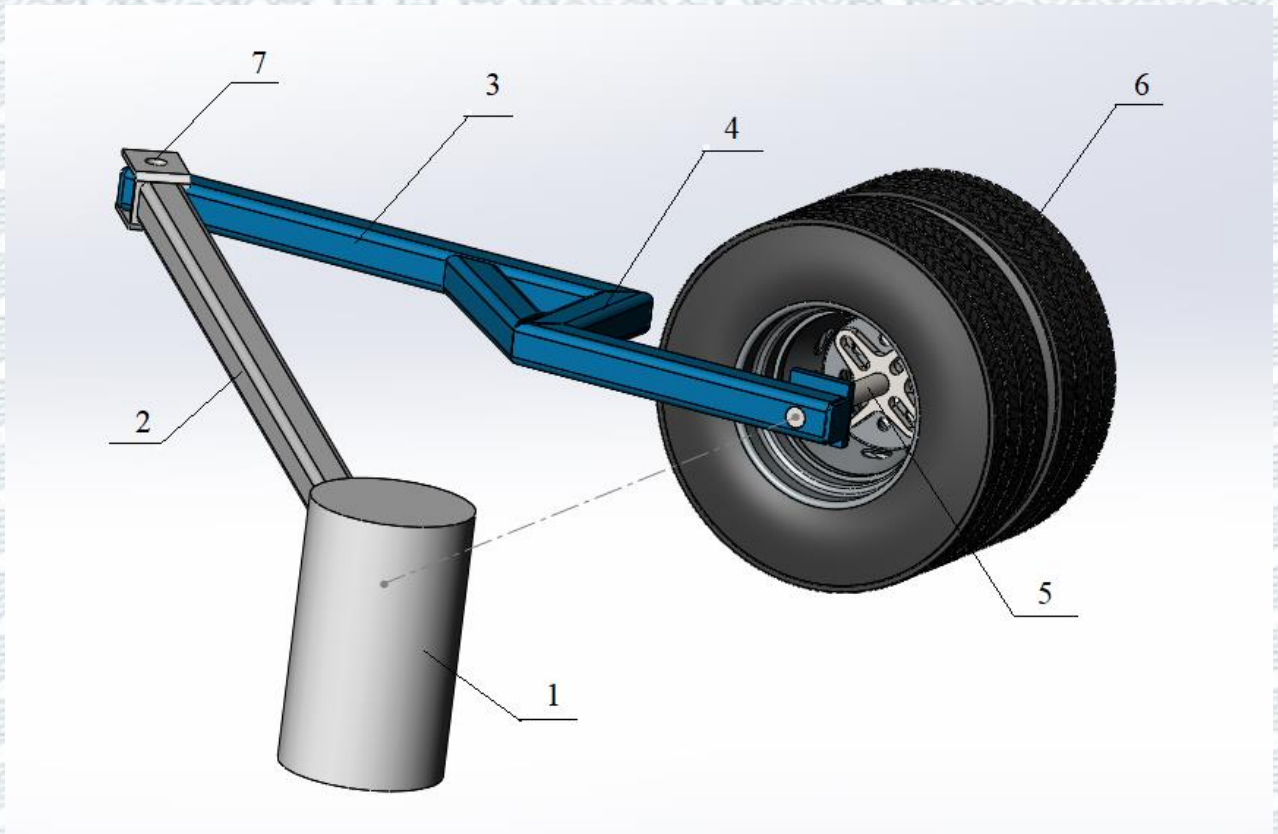


Рисунок 3.16 – Модель стану карусельного типу

1 – двигун; 2 – водило; 3 – ведене плече; 4 – каретка; 5 – маточина; 6 – колеса; 7 – шарнір з одним ступенем вільності

За допомогою даного стану, можна експериментально визначати велику кількість параметрів, таких як (рис.3.17): траєкторія руху колеса, відцентрова сила, напрям вектора швидкості, кут відведення колеса, кут складання та найголовніше – бічну силу, яка діє на колесо.

Отже, на мою думку, для підбору здвоєних коліс, доцільно визначити траєкторії (рис. 3.18) коліс, які є в наявності, та виходячи з отриманих результатів підбирати їх. Це дозволить отримувати максимально зближені по параметрам тандеми шин.

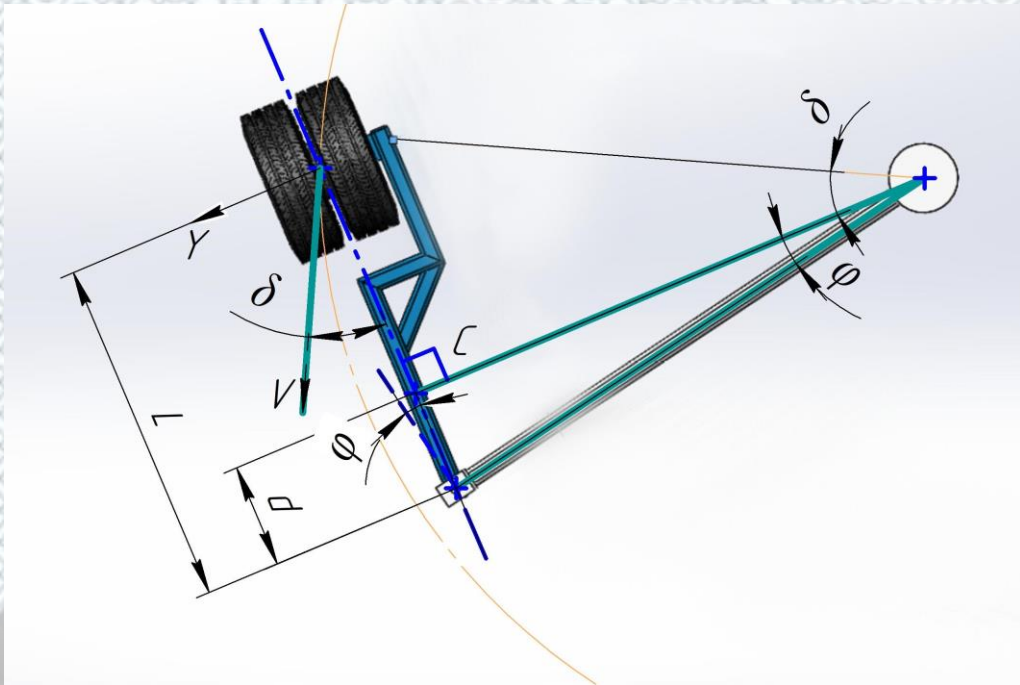


Рисунок 3.17 – Принципова схема стенду карусельного типу

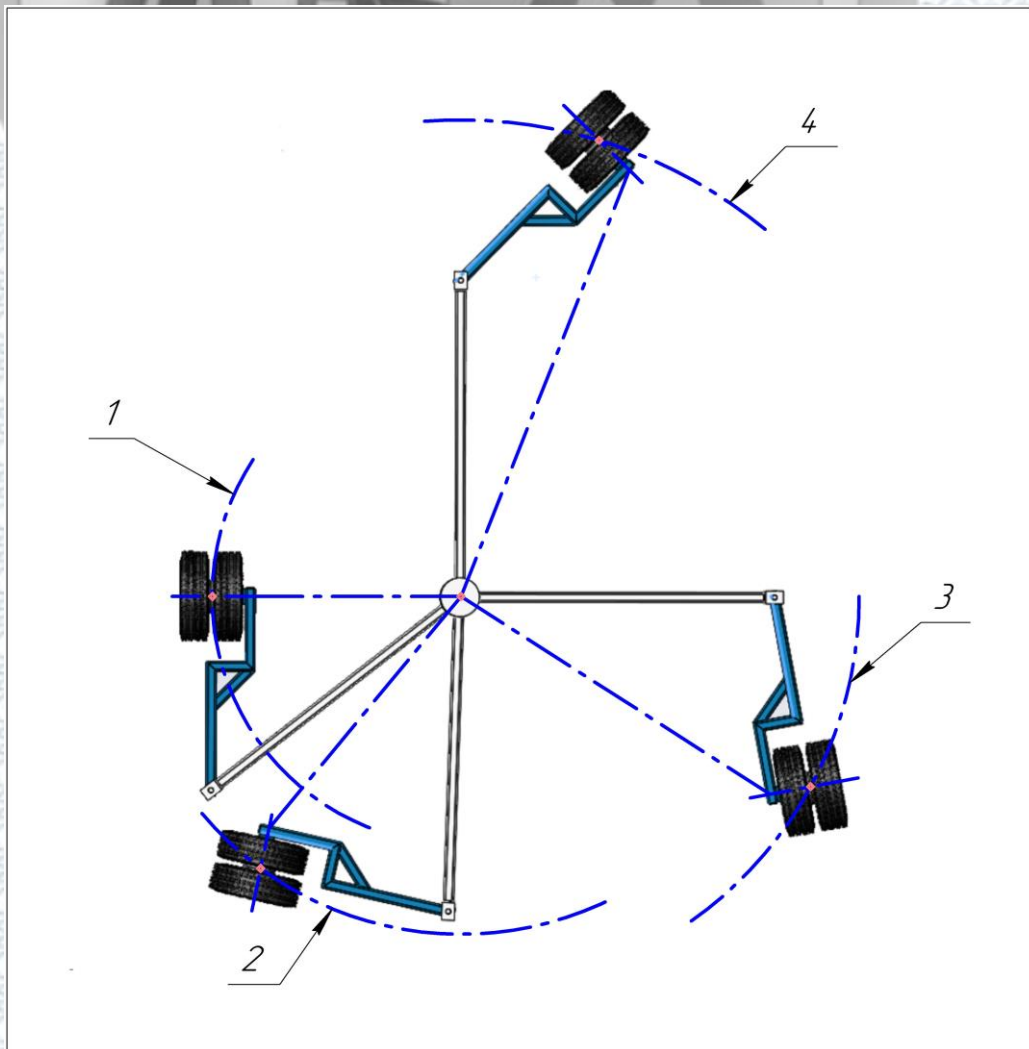


Рисунок 3.18 – Траєкторія руху колеса, в залежності від швидкості його руху

Провівши діагностування характеристик бічного відведення можливе отримання характеристики КСР – біфуркаційної множини, що наведена на рисунку 3.19 [13,14].

Вигляд біфуркаційної множини (рис. 3.19) обумовлений дією бічних сил, що, в свою чергу, визначаються відведеннями еластичних коліс автомобіля. Можна прогнозувати наявність трьох стаціонарних режимів руху автомобіля в зоні 1, причому один з них буде стійким, а два інші – нестійкими. Для множини режимів руху, що характеризуються сукупністю точок B_n у зоні 2 (вище графіка) не існує стійких стаціонарних режимів – будь-які значення параметрів швидкості v або курсового кута повороту θ (із цієї області) викликають втрату курсової стійкості автомобіля – це зона нестійких режимів руху.

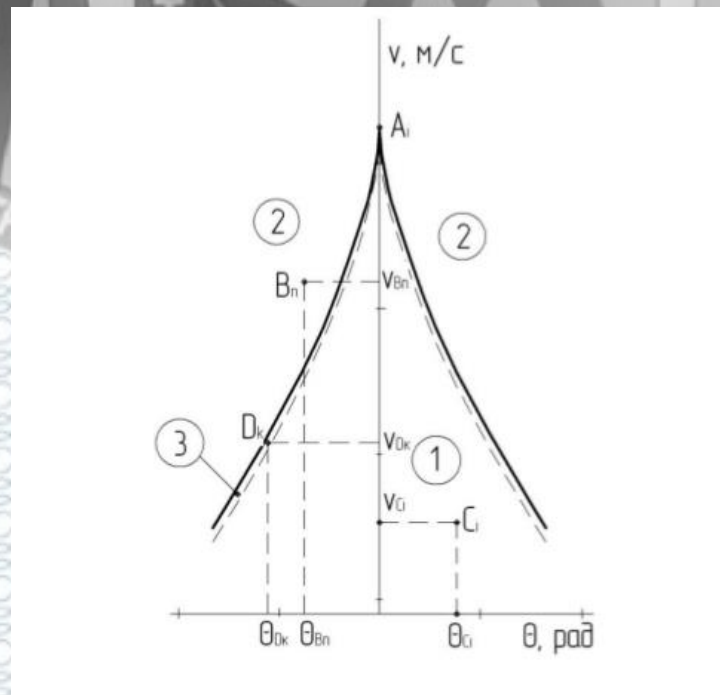


Рисунок 3.19 – Біфуркаційна множина

Точка А (вершина біфуркаційної діаграми або точка повернення) характеризує умови втрати стійкості стаціонарного режиму руху автомобіля і визначає максимальну критичну швидкість руху. Самі криві графіка, що ведуть від точки А до горизонтальної вісі, відповідають граничним значенням параметрів v та θ і визначають момент втрати стійкості колових

стаціонарних режимів руху автомобіля. Особливої уваги заслуговує зона 3, що перебуває в безпосередній близькості під кривими на всій їхній протяжності, і де відбувається зміна курсової стійкості стаціонарного руху. Запас стійкості в цій зоні практично нульовий, тому в експлуатації необхідно уникати режимів руху, що характеризуються сукупністю точок D_K в зоні 3. Таким чином, використовуючи результати вимірювання відведення для вісі під час руху автомобіля та математичне моделювання, можна прогнозувати наступні ймовірні зони (для керуючих параметрів v і θ): найбільш сприятлива (зона 1 з параметрами v_1 і θ_1); недопустима при експлуатації (зона 2); критична або гранична зона, що потребує додаткового дослідження (зона 3).

3.6 Розробка математичної моделі відмови шин

Для розробки математичної моделі ймовірності відмови (включає в себе всі види передчасно зносу які можуть бути, та руйнування боковини покриття) необхідні дані про пробіг до першого подібного відмови. У нашому випадку це 16 шт., відмови ставалися при пробігові від 15,9 до 44,5 тис. км..

Розрахунок будемо вести згідно [15]. Проведемо розрахунок для аналізу однорідності (таб.3.2).

Таблиця 3.2 – Результати розрахунку для аналізу однорідності

Об'єм вибірки, N'	Член вибірки, який перевіряється, тис. км	Середнє значення \bar{x} , тис. км	Середнє квадратичне відхилення σ_x , тис. км	Розрахункове значення критерія Романовського $t_{расч}$	Теоретичне значення критерія Романовського $t_{\alpha, N}$, при $\alpha=0,05$
16	15,9	32,032	7,632	2,113	2,15
16	44,5	30,526	7,853	1,779	2,15

З таблиці 3.2 видно, що перевіряються члени задовольняють умовам однорідності.

Результати обробки експлуатаційних випробувань на надійність наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Результати обробки експлуатаційних випробувань на надійність

Пробіг до відмови шини					
Експериментальні дані, тис. км 15,9 ... 44,5, обираємо від 15 до 45					
Об'єм вибірки N		: 20			
Ширина інтервалу, тис км		: 5			
Число інтервалів групування		: 6			
Рівень значимості		: 0,1			
Інтервали групування	\bar{x} , тис. км	n_i	m_i	$F(\bar{x}_i)$	$f(\bar{x}_i)$
15.00 – 20.00	17,5	2	0,1	0,1	0.020
20.00 – 25.00	22,5	3	0,15	0,25	0.030
25.00 – 30.00	27,5	4	0,2	0,45	0.040
30.00 – 35.00	32,5	5	0,25	0,7	0.050
35.00 – 40.00	37,5	3	0,15	0,85	0.030
40.00 – 45.00	42,5	3	0,15	1,0	0.030
Числові характеристики розподілу:					
Середнє значення, тис. км		: 30,75			
Розмах варіацій, тис. км		: 30,00			
Пор. відхилення, тис. км		: 7,83			
Коефіцієнт варіації		: 0,25			
Критерій Стьюдента		: 1,734			
Точність оцінки мат. очікування					
абсолютна, тис. км		: 3,035			
відносна		: 0,099			
Довірчий інтервал		: 27.72 < M(x) < 33.78			
Нормальний закон розподілу					
Параметри розподілу:					
Середнє значення, тис.км		: 30,75			
Середнє квадратичне. відхилення, тис. км		: 7,83			

Продовження таблиці 3.3

Інтервали групування	$f(\bar{x}_i)$	$P(\bar{x}_i)$	$F(\bar{x}_i)$
15.00 – 20.00	0,012	0,061	0,061
20.00 – 25.00	0,029	0,146	0,246
25.00 – 30.00	0,047	0,234	0,484
30.00 – 35.00	0,050	0,249	0,699
35.00 – 40.00	0,035	0,176	0,876
40.00 – 45.00	0,017	0,083	0,933
Значення критерію згоди Пірсона : 1,78			
Значення критерію згоди Колмогорова : 0,30			
Логарифмічний нормальний закон			
Параметри розподілу:			
Середнє значення логарифмів $\ln \bar{x}_i$: $a = 3,39$			
Середнє квадратичне. відхилення, тис. км : $= 1,68$			
Інтервали групування	$f(\bar{x}_i)$	$P(\bar{x}_i)$	$F(\bar{x}_i)$
15.00 – 20.00	0,013	0,064	0,064
20.00 – 25.00	0,010	0,052	0,152
25.00 – 30.00	0,009	0,043	0,293
30.00 – 35.00	0,007	0,036	0,486
35.00 – 40.00	0,006	0,031	0,731
40.00 – 45.00	0,005	0,027	0,877
Значення критерію згоди Пірсона : 60,63			
Значення критерію згоди Колмогорова : 0,96			
Закон Вейбулла			
Параметри розподілу: $\bar{y} = 3,40$			
$\sigma_y = 0,28$			
$a = 4,51$			
$b = 34,22$			
Значення незміщеної оцінки \hat{b} : 4,184			
Значення оцінки математичного очікування $M(x)$, тис. км: 42,4			
Інтервали групування	$f(\bar{x}_i)$	$P(\bar{x}_i)$	$F(\bar{x}_i)$
15.00 – 20.00	0,01	0,068	0,068
20.00 – 25.00	0,03	0,135	0,235
25.00 – 30.00	0,04	0,204	0,454
30.00 – 35.00	0,05	0,232	0,682
35.00 – 40.00	0,04	0,189	0,889
40.00 – 45.00	0,02	0,103	0,953
Значення критерію згоди Пірсона : 0,96			
Значення критерію згоди Колмогорова : 0,21			
Експоненціальний закон			
Параметри розподілу:			
Середнє значення \bar{x} : 34,15			
Значення λ : 0,03			

Продовження таблиці 3.3

Інтервали групування	$f(\bar{x}_i)$	$P(\bar{x}_i)$	$F(\bar{x}_i)$
15.00 – 20.00	0,0175	0,0877	0,0877
20.00 – 25.00	0,0152	0,0758	0,1758
25.00 – 30.00	0,0131	0,0654	0,3154
30.00 – 35.00	0,0113	0,0565	0,5065
35.00 – 40.00	0,0098	0,0488	0,7488
40.00 – 45.00	0,0084	0,0422	0,8922
Значення критерію згоди Пірсона		: 29,97	
Значення критерію згоди Колмогорова		: 0,87	

Порівнюючи значення коефіцієнта варіації отриманого за експериментальними даними з рекомендованими можна зробити висновок, що логарифмічно нормальний, експоненціальний і закон розподілу Вейбулла виключаються. Для рівня значимості $\alpha = 0,1$ і числа ступенів свободи $v = 6 - 2 - 1 = 5$ критичне значення згоди Пірсона $\chi_{\alpha, v}^2 = 6,251$, таким чином виконується умова $\chi_{\alpha, v}^2 \geq \chi^2$, згідно [15] критичне значення критерію згоди Колмогорова $\lambda_{\alpha}^* = 1,36$, таким чином виконується умова [15]. На підставі викладених вище умов приймаємо рішення про те, що розподіл відмов шин автобусів відповідає нормальному закону розподілу.

Графік інтегральної (рис 3.20). і диференціальної (рис 3.21) функцій розподілу представлені в додатках.



Рисунок 3.20 – Інтегральна функція

В результаті обробки експериментальних даних по довговічності шин з'ясувалося, що в основному, несправності траплялися при пробігові 30750 км.

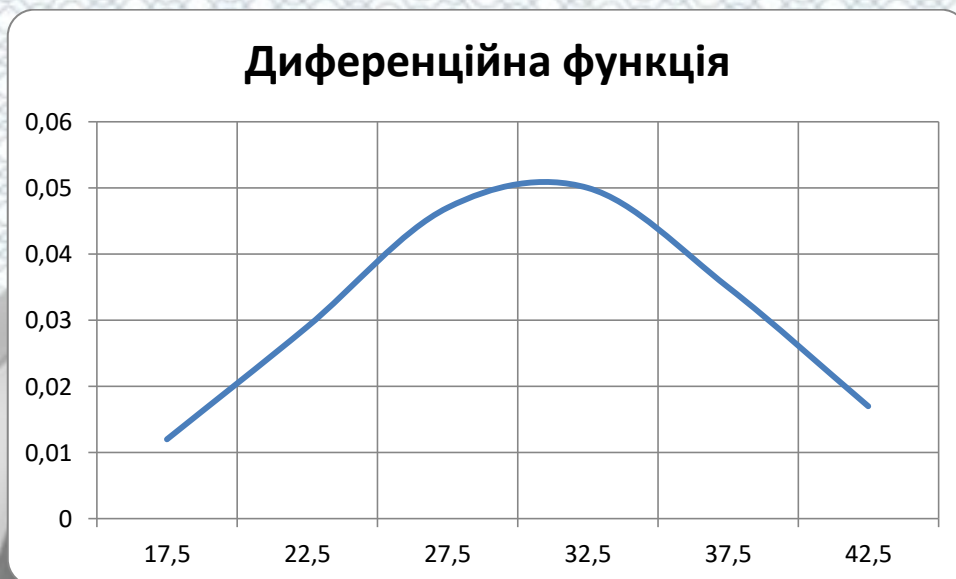


Рисунок 3.21 – Диференціальна функція

Для підвищення довговічності шин рекомендується проводити профілактичні планові роботи, такі як регулювання кутів установки коліс, заміну коліс місцями та ін.. кожні 25- 30 тис. кілометрів пробігу.

4 ОЦІНКА ВПЛИВУ ЕЛАСТИЧНИХ РУШІЇВ НА ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

4.1 Вплив еластичних рушіїв на екологічні показники України

Соціальні та макроекономічні наслідки техногенного навантаження дорожнього транспорту на довкілля в Україні

Згідно з інформацією Світової організації охорони здоров'я, Україна посідає перші місця у світі за рівнем смертності на душу населення, спричиненої забрудненням атмосферного повітря [16]. Для прикладу на рисунку 4.1 зображено смог у м. Києві станом на січень 2017 року.

За даними Європейського агентства з навколишнього середовища щорічна смертність людей від забруднення повітря тільки зваженими частинками (PM_{2.5}) у сім разів перевищує смертність від ДТП.



Рисунок 4.1 – Смог у місті Київ, проспект Перемоги 2017 р.

Соціальні та макроекономічні наслідки техногенного навантаження дорожнього транспорту на довкілля в Україні

За оцінкою Організації економічного співробітництва і розвитку, щорічні економічні збитки від забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом у східно- і центральноєвропейських країнах становили 3...4 % від ВВП

Щорічні макроекономічні збитки від забруднення довкілля автотранспортом в Україні оцінюють орієнтовно в еквіваленті 2...3 млрд. євро за самими помірними оцінками.

Можна припустити, що наведені оцінки можуть бути заниженими і проблема має навіть більш масштабний характер.

Для прикладу, на рисунку 4.2 зображено забруднення міста Києва оксидами азоту (NO_x) станом на 2010 рік.

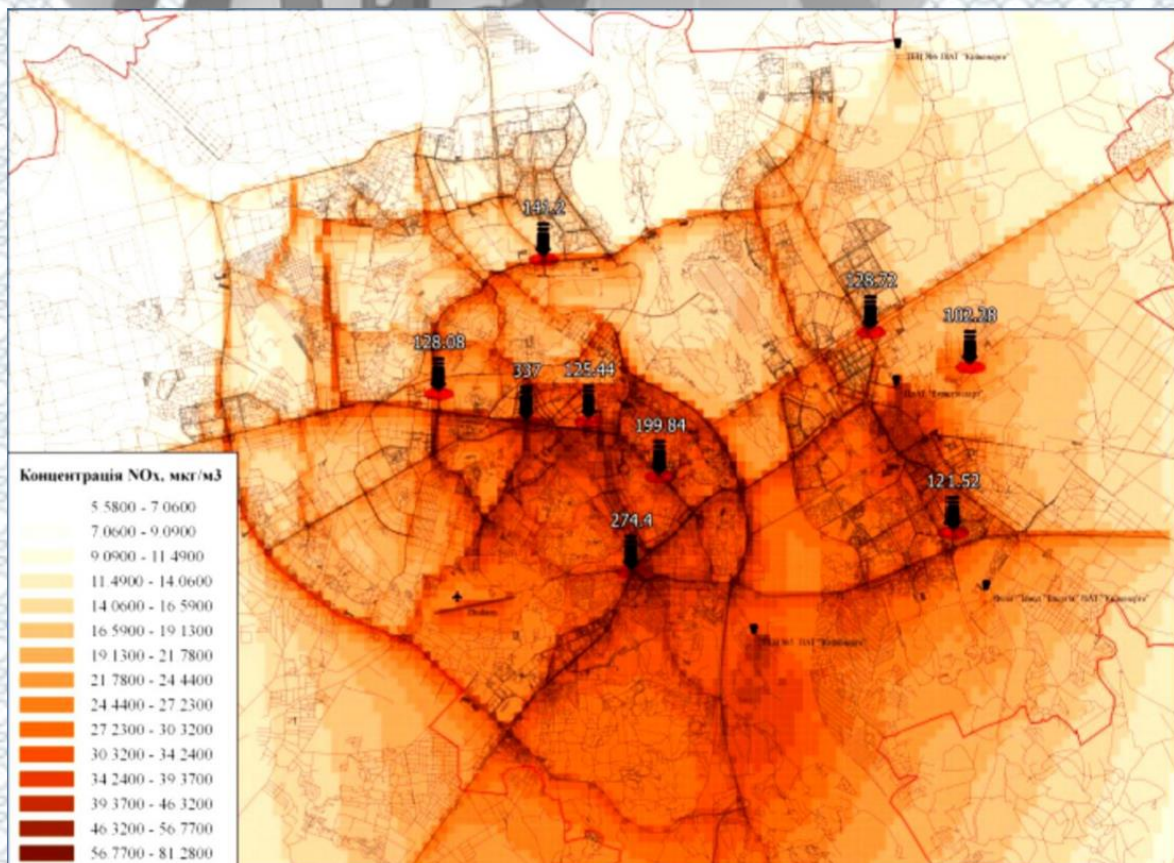


Рисунок 4.2 – Забруднення м. Києва оксидами азоту (NO_x)

За сценарієм впровадження екологічно сприятливого транспорту та перспективних транспортних систем в цілому є можливим в майбутньому кардинально зменшити викиди забруднюючих речовин в місцях масового скупчення людей у місті Києві: NO_x – до 20 разів; SO_2 – до 4,5 разів; CO – до 8 разів; $\text{PM}_{2.5}$ – до 14 разів (рис. 4.3).

Сумарний тиск на довкілля (і, відповідно, негативні наслідки від забруднення міста) можуть бути зменшені до 18 разів.

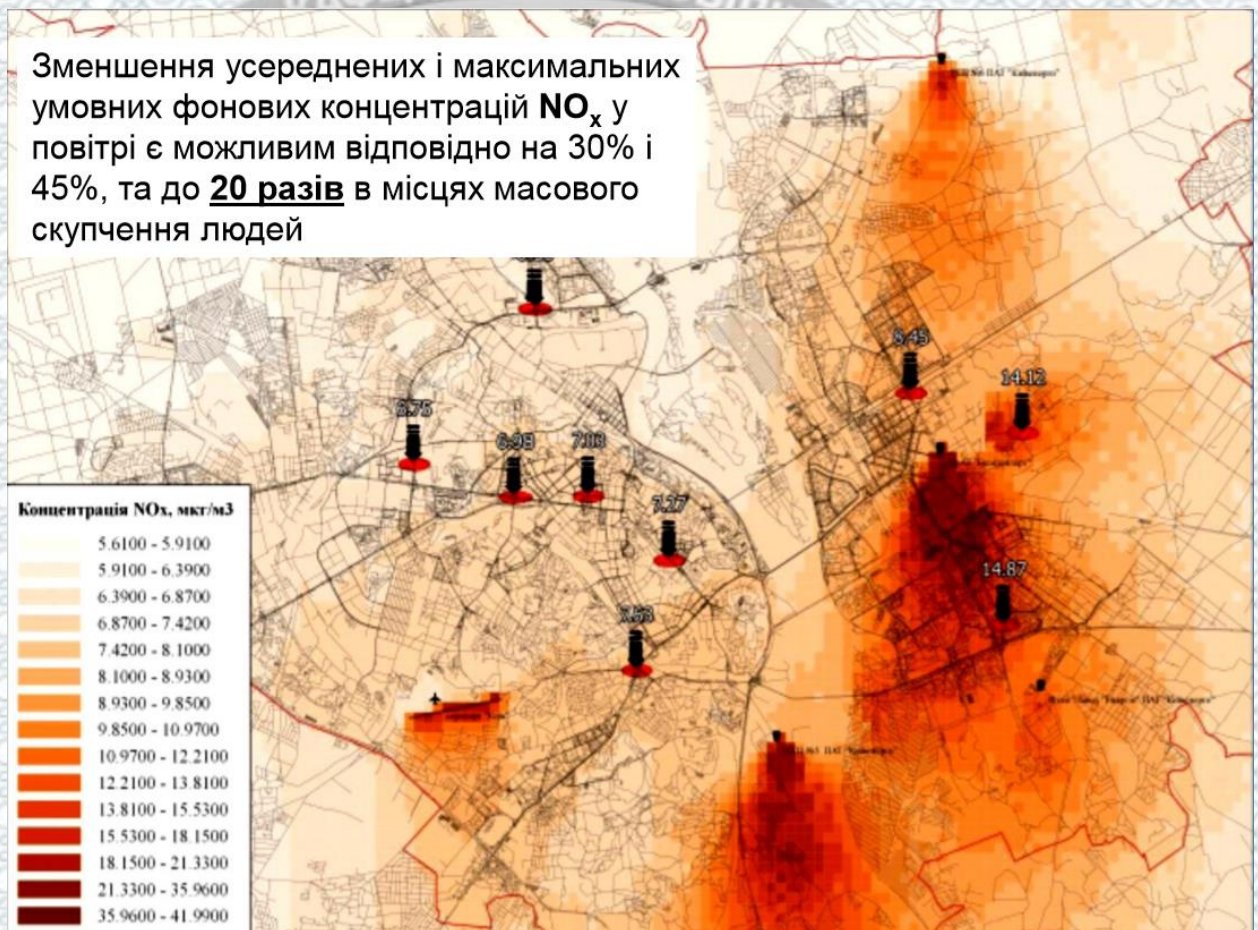


Рисунок 4.3 – Зменшення концентрацій NO_x у повітрі до 20 разів в місцях масового скупчення людей

Вплив відпрацьованих шин на навколишнє середовище України та світу.

В Україні щороку з'являється 180 тис тонн відпрацьованих автомобільних покришок. З них переробляються 10%, решта йде на поховання. ЄС щорічно генерує 3,19 млн. т. покришок (рис. 4.4), 91% з них переробляють. Матеріал використовують повторно або виробляють з нього енергію.

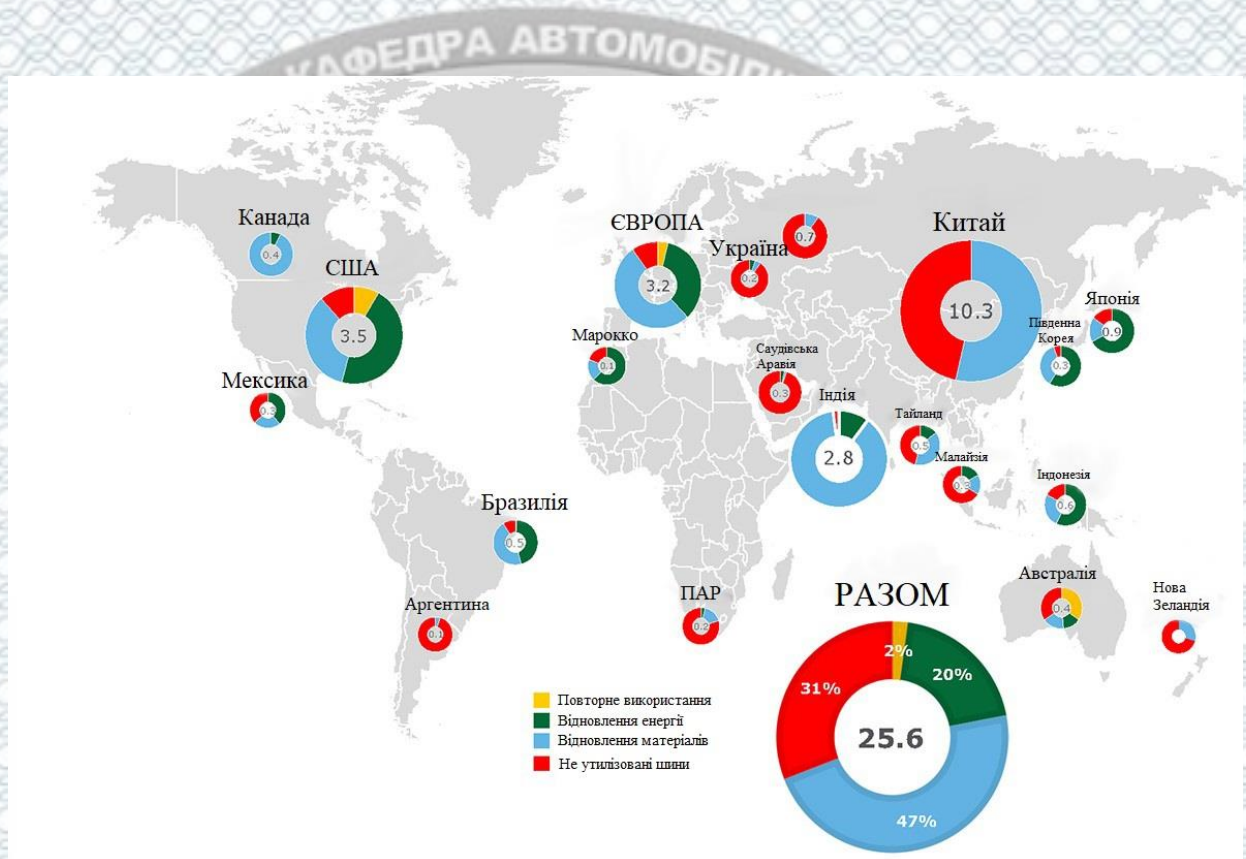


Рисунок 4.4 – Статистика захоронення, переробки шин у світі

В Україні є 2 заводи по виробництву шин, «Росава» та «Дніпрошина». Завод «Росава» знаходиться в м. Біла Церква. Це найбільший завод в Україні по виготовленню пневматичних шин. «Дніпрошина» територіально знаходиться у м. Дніпро. Завод займається виготовленням пневматичних шин та гумо-технічних виробів.

З 2008 року в ЄС діє директива, яка покладає на виробників автопокришок відповідальність за їх переробку. Компанії, які переробляють шини, фінансуються за рахунок додаткового податку. За кожну перероблену шину такі фірми отримують в середньому 1,4 євро.

В Україні, на сьогоднішній день, майже не переробляють шини, їх просто викидають на сміттєзвалища. Звалища в свою чергу, становлять дуже велику небезпеку для навколишнього середовища та ризик для нашого здоров'я. На шинних звалищах, найчастіше стаються пожежі, які дуже легко розпочинаються і можуть тривати декілька місяців. Це призводить до непоправної шкоди нашій Землі. Також, звалища покришок служать притулком для різних комах, наприклад комарів, які можуть поширювати велику кількість хвороб. Незаконні звалища шин (а таких в Україні дуже багато) забруднюють землі, ліса, воду. В деяких країнах існують спеціальні правила та закони, які забезпечують регулювання управління здачі покришок, які вичерпали свій ресурс.

4.2 Хімічний склад шин

Шини є сполучною ланкою між дорогою і автомобілем. Дивно, але від плями контакту розміром з долоню безпосередньо залежить рівень безпеки автомобіля на дорозі. Саме це змушує виробників автомобільних шин строго дотримуватися технологічного процесу.

Всі інгредієнти сучасної гумової суміші для протектора автомобільної шини [17] можна розділити на п'ять функціональних груп (рис. 4.5):

1. Полімери (натуральні і синтетичні каучуки).
2. Активні та інертні наповнювачі (газова сажа, окис цинку і каолін, крейда і важкий шпат).
3. Стабілізатори (нафтопродукти, анілін, віск).
4. Активатори і прискорювачі (сірка, азот).
5. Спеціальні компоненти (пігментні масла, смоли, короткі волокна).



Рисунок 4.5 – Інгредієнти сучасної гумової суміші для виготовлення шин

Залежно від вимог до гумової суміші в склади додають синтетичні каучуки. Наприклад, каучуки на основі кремнійорганічних сполук забезпечують високу еластичність при низьких або при високих температурах, а каучуки на основі фторорганічних сполук поєднують високу термостійкість і хімічну стійкість. Вуглецева сажка, окис цинку і каолін збільшують міцність і опірність стирання, а антиокислювачі запобігають старінню гуми. Смоли парафіни і жирні кислоти пом'якшують гумову суміш, а барвники надають їй підсумковий колір.

Величезну роль в технологічному процесі відіграють активатори і прискорювачі вулканізації. Як правило, це з'єднання містять сірку або азот. Вони істотно скорочують час і знижують температуру протікання процесу.

Сучасний процес змішування компонентів також зазнав серйозних змін. Для досягнення точних дозувань і однорідної маси в сучасній промисловості використовуються спеціальні автоматизовані машини, що працюють за принципом великого міксера. Крім своєї основної функції вони дозують компоненти і черговість їх подачі, регулюють температуру і інтенсивність змішування.

Технологи шинних компаній ведуть постійну роботу над удосконаленням гумових сумішей для підвищення характеристик покриттів в тих чи інших умовах експлуатації. Один виробник заявляє про додавання арамідних волокон, що поліпшують характеристики міцності, інший експериментує з додаванням апельсинового масла, збільшує опірність впливу високих температур. Але на даний момент не існує формули гуми однаково ефективною при сильних морозах зимою і жарким літом.

На даний момент існує три типи гумових сумішей для протекторів шин легкових автомобілів: літній, зимовий і всесезонний. Це обумовлено тим, що гумова суміш протектора здатна ефективно працювати тільки в спочатку заданому температурному режимі (рис. 4.6).

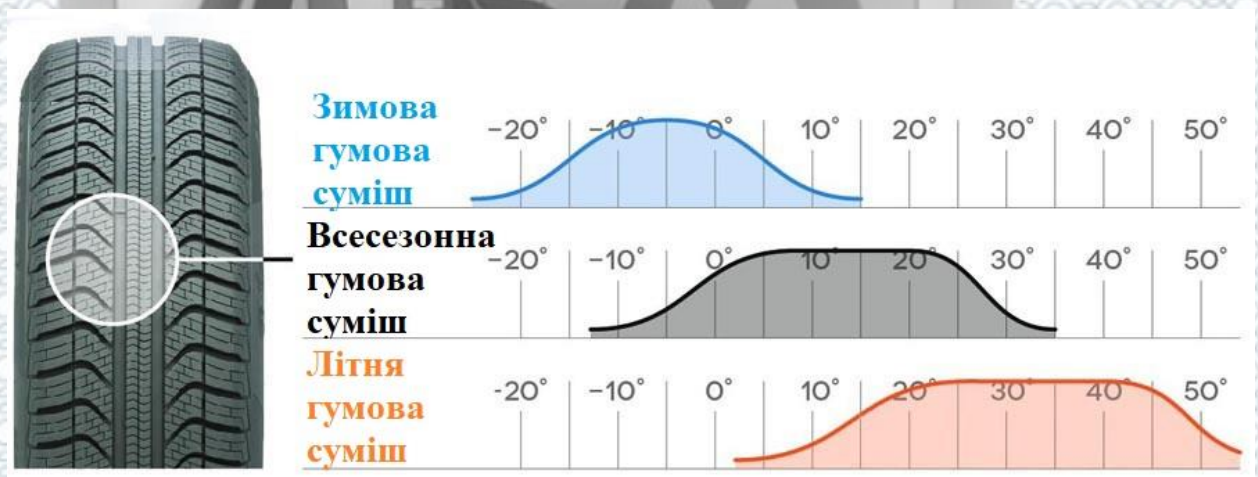


Рисунок 4.6 – Температурні режими використання шин, в залежності від складу їхньої суміші

Так, в зимовий склад гуми спочатку закладені компоненти, що зберігають еластичність гуми при низьких температурах. Протектор авто шини, виготовлений із зимового компаунда, буде ефективно працювати при мінусових температурах, але виявиться занадто м'яким для використання в літню пору. Влітку він буде швидко зношуватися і не зможе забезпечувати належного рівня керуваності.

Гумова суміш для літніх шин має в своєму складі компоненти, що запобігають передчасному зносу під впливом високих температур. При низьких температурах протектор літніх шин твердіє, стаючи схожою на пластик, повністю втрачаючи зчіпні властивості на зимових дорогах.

4.3 Процес виробництва шин

Весь процес виробництва шин (рис. 4.7) можна умовно розділити на п'ять етапів: виготовлення гумової суміші, виготовлення деталей покришок, збірка шини, вулканізація та перевірка якості.

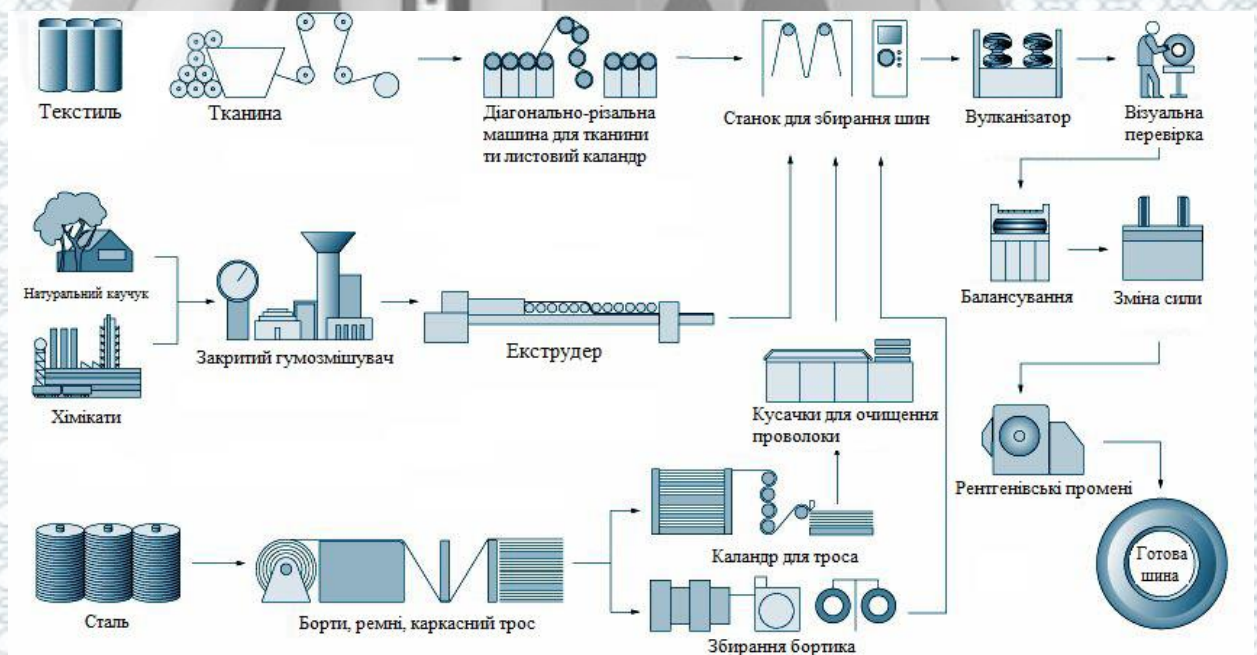


Рисунок 4.7 – Процес виробництва шин

На етапі виготовлення гумових сумішей відбувається змішання різних компонентів до отримання однорідної маси. Це відбувається в спеціальному змішувачі закритого типу при нагріванні до 120 градусів Цельсія. Для різних типів сумішей, які використовуються в різних частинах шини, використовуються різні компоненти, інтенсивність змішування і температура процесу.

Для виробництва одного типу шин потрібно кілька різних за складом гумових сумішей. Один тип гуми використовується у виробництві протектора, а інші призначені для виготовлення деталей шин.

На етапі виготовлення деталей покришки відбувається підготовка матеріалів, що підсилюють конструкцію шини: просочення, сушка, термообробка і гумування. Гумування піддаються бортові кільця, текстильний корд і сталевий брекер. Останнім етапом у виготовленні компонентів є надання деталям кінцевої форми.

Всього в провадженні однієї покришки використовується до 30 компонентів, більшість з яких грають роль підсилювачів конструкції шини.

Готові деталі надходять на верстат для збірки шин (рис.4.8). На сучасних підприємствах такий верстат являє собою автоматизований комплекс, що працює під управлінням оператора (збирача). Він складається з обертових барабанів, на яких збираються заготовки, і подає пристрої для постачання збирача компонентами для збірки.

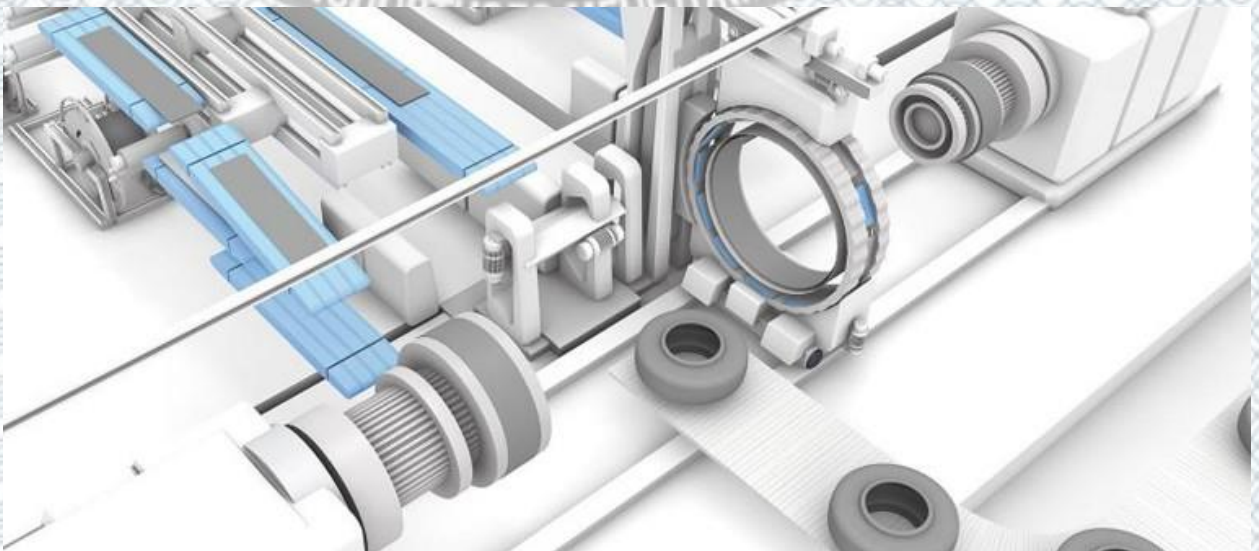


Рисунок 4.8 – Загальний вигляд верстату для збірки шин

Збірка шин є найскладнішим процесом, який, незважаючи на механізацію і автоматизацію має велику частку ручних операцій. На одному

барабані збирається каркас шини, а на іншому його бічна частина. Після закінчення складання барабани поєднують і притискають заготовки, надаючи їм форму шини. Як правило, на заводах встановлено відразу декілька складальних верстатів, які працюють для виробництва малогабаритних, середньогабаритних і великогабаритних шин.

У процесі вулканізації заготовля шини надходить в прес (вулканізатор, рис. 4.9), де формується протектор, а гумова суміш необхідну еластичність. Для цього її поміщають в вулканізаційну прес-форму, де мембрана під тиском гарячої води і пара формує рисунок протектора. Процес протікає при високій температурі, яка активує процес вулканізації, при якому сірка, що міститься в гумовій суміші, створює зв'язок з ланцюжками полімерів. У цей момент каучук переходить від пластичного стану до еластичного.

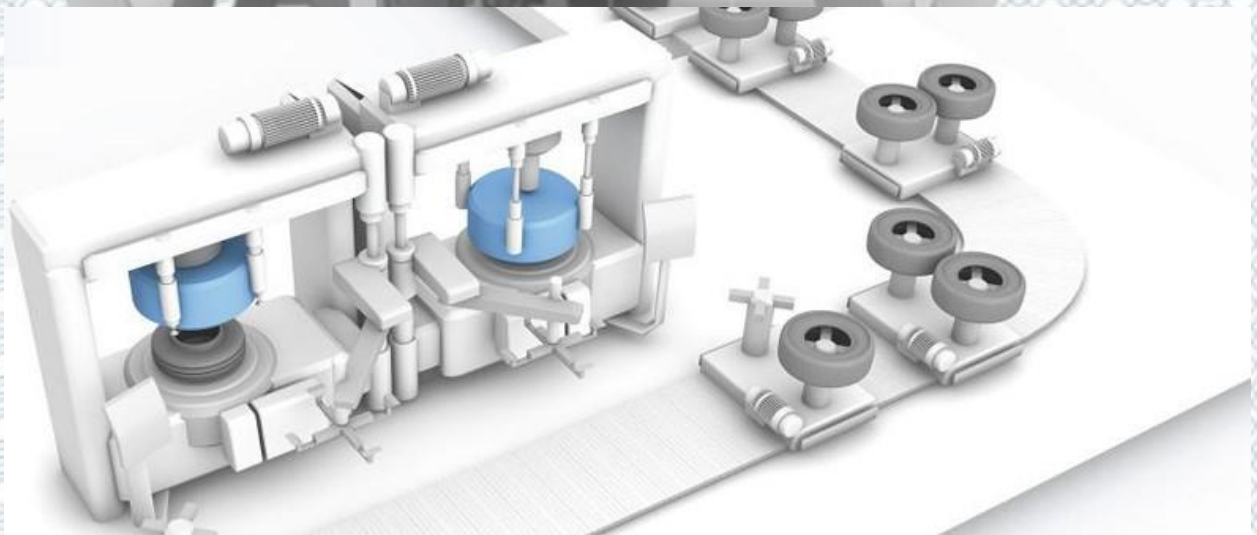


Рисунок 4.9 – Загальний вид вулканізатора

У кожного виробника свій власний процес контролю якості, що забезпечує дотримання внутрішніх норм і міжнародних стандартів. Як правило, він складається з двох етапів. На першому етапі шини проходять візуальний огляд, а на другому перевірку на спеціальному обладнанні. Візуальний огляд дозволяє виявити зовнішні дефекти, які можуть вплинути

на експлуатаційні характеристики шини. Далі шина надходить через спеціальне обладнання, на якому вимірюється її вага, баланс, внутрішня будова і характеристики під навантаженням.

За результатами проходження контролю якості шини маркуються згідно типорозміру, індексам швидкості і навантаження і складаються.

4.4 Ресурсозбереження та переробка використаних шин

Питання щодо ресурсозбереження на сьогоднішній день доволі актуальне, оскільки такі види корисних копалин як руда, нафта, вугілля, природний газ є невідновлюваними джерелами енергії. Тому доцільно розглядати переробку шин з можливістю повторного використання її складових елементів. На рисунку 4.10 зображено принципіальну схему життєвого циклу покришок.



Рисунок 4.10 – Життєвий цикл шини

З представленого на попередній схемі ЖЦ можна побачити, що при правильній переробці шин (за умови отримання гумової крихти, текстилю та найголовніше – металокорду), можна не використовувати значну частину природних ресурсів, що в свою чергу призведе до покращення екологічної ситуації на планеті. Не потрібно буде видобувати руду, кам'яновугільний кокс, природний газ, нафту, вугілля у тих кількостях, в яких потрібно було б видобувати їх для створення шини з самого початку її ЖЦ. Отже, питання переробки шин досить актуальне та заслуговує, на мою думку, першочергового розгляду.

На сьогоднішній день, у світі існує декілька способів повторного використання шин та їх переробки [18]. З моєї точки зору, найперспективніше це подрібнення шини, для отримання гумової крихти та піроліз, для отримання палива [19].

Процес подрібнення шин на гумову крихту знайшов велику популярність серед розвинутих країн. Їх існує декілька видів, а саме подрібнення вибухом та механічний.

Щодо подрібнення вибухом, то процес полягає в наступному, вироб охолоджується до наднизьких температур з наступним подрібненням ударною хвилею. Для заморозки використовуються криогенні камери, а ударна хвиля формується спеціальним електричним пристроєм або підривом невеликої кількості вибухової речовини. Така технологія переробки зношених автомобільних шин вимагає установки дорогого устаткування, що економічно вигідно тільки для великих підприємств з великими обсягами сировини.

А ось механічний метод має широке застосування в світі. Суть процесу полягає в поетапному механічному впливі на сировину з отримання необхідної фракції гумової крихти і інших продуктів.

Весь процес переробки шин можна розбити на кілька етапів, на кожному з яких використовується певний тип верстатів і механізмів.

Основні технологічні етапи дроблення покришок і види обладнання, яке застосовується на кожному з них:

1. На першій стадії переробки відбувається сортування шин за типорозміру, що необхідно для настройки обладнання під певні габарити покришок. Саме дроблення починається з вирізки бортових кілець на спеціальному вирубному верстаті.
2. Другий етап подрібнення шин відбувається з використанням гідравлічних ножиць, механічних різаків або гільйотин, за допомогою яких відбувається різка на стрічки і шматки середніх розмірів.
3. Процес дроблення триває в спеціальній шредерній установці, де великі шматки гуми подрібнюються до невеликих розмірів від 2 до 10 кв. см, які надходять на наступну технологічну операцію.
4. На цьому етапі відбувається остаточне подрібнення сировини до необхідних фракцій. Використовуються роторні млини (рис. 4.11) з чотиригранними ножами або інше обладнання, здатне витримувати величезні механічні навантаження.
5. Після повного подрібнення відпрацьованих шин необхідно отриману гумову крихту відокремити від побічних продуктів: рубаного металевого корту і текстильних відходів. Для цього використовуються магнітні та повітряні сепаратори.
6. На заключному етапі отримана гумова крихта пропускається через спеціальне вібросито (рис. 4.12), де відбувається поділ по фракціях. Отриманий матеріал фасується і відправляється на подальшу переробку.



Рисунок 4.11 – Роторні млини для подрібнення шин



Рисунок 4.12 – Вібросито

Незважаючи на всю технологічність даного методу, в гумовій крихті, після такої переробки все таки можуть бути мілкі фракції металу, що буде в

подальшому впливати на якість виробів, для яких призначена була гума крихта.

У 2019 році, українськими винахідниками було запропоновано удосконалений метод такого перероблення шин [20]. В цілому, він не сильно відрізняється від класичного методу, вся новизна їхнього методу полягає у тому, що на самому першому етапі відпрацьована покришка потрапляє на лінію і проходить через кілька датчиків. Вони визначають кількість металу і гуми, її шари. Після цього покришка розрізається на три частини: дві боковини і протектор. Потім протектор, де зосереджена велика частина металу, поміщається в індуктор. Індуктор працює за принципом мікрохвильової печі: нагріває метал всередині гуми, не пошкоджуючи і не перегріваючи гуму. Витягнутий метал за допомогою ультразвуку очищається від тліючих залишків гуми. При нагріванні також утворюється газ, який можна використовувати для опалення або охолодження системи переробки. У покришці знаходиться надміцна дорога сталь, яка має високу ліквідність. Її можна використовувати або продавати.

Потім гума потрапляє в шредери, а потім в центрифугу, де відділяється від текстилю. На фінальній стадії лінія виробляє гумову крихту діаметром одна тисячна міліметра.

Найпоширеніше застосування гумової крихти це створення різного роду гумових покриттів, які призначені для дитячих ігрових майданчиків, відкритих спортивних майданчиків, бігових доріжок, тенісних кортів та інших об'єктів для різних видів спорту (рис 4.13). Так само, безшовні покриття з крихти широко застосовуються для облаштування пішохідних зон, як антиковзні покриття входів та сходів.

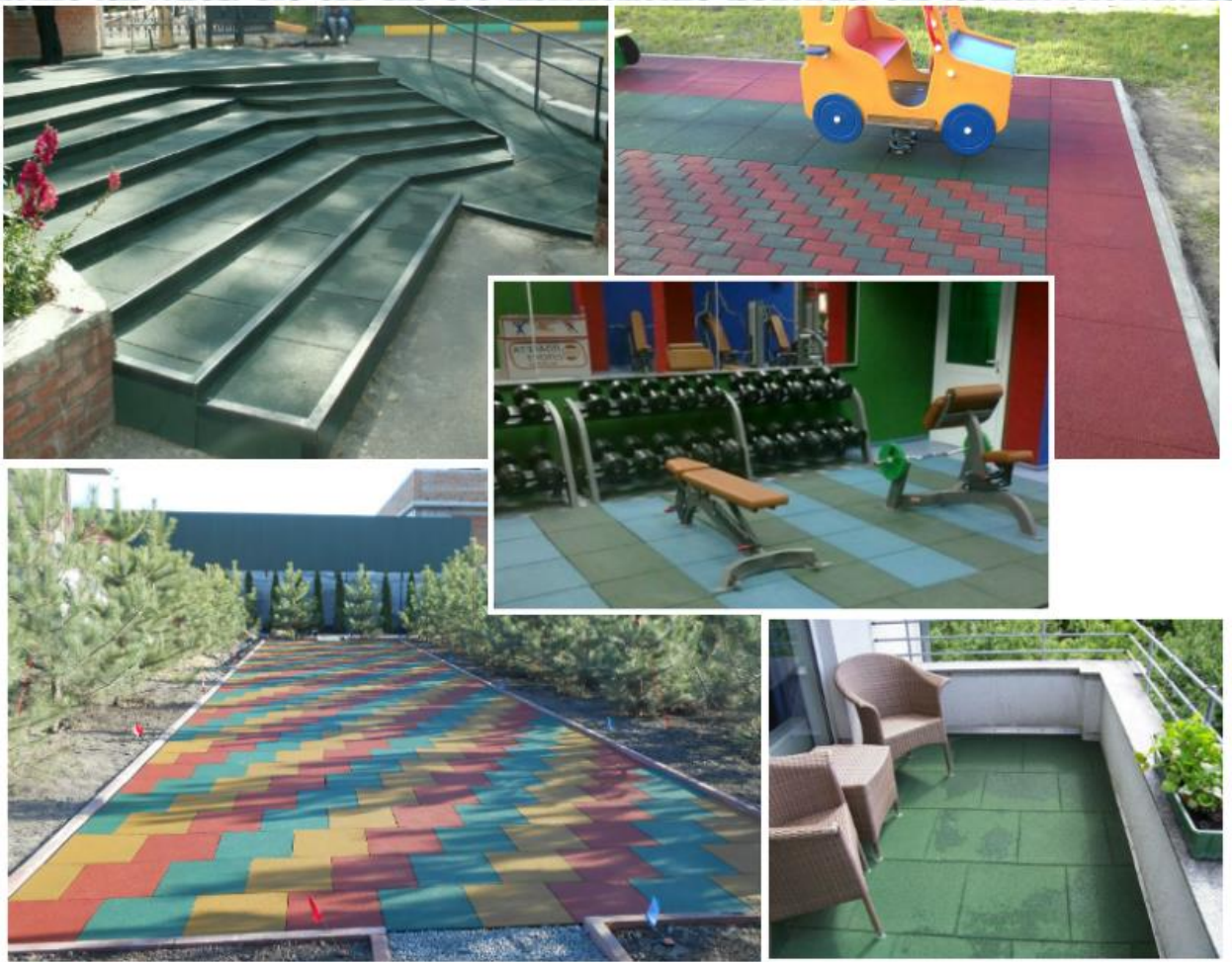


Рисунок 4.13 – Сфери застосування гумових покриттів виготовлених з перероблених шин

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Аналіз умов праці

Аналізуються умови праці на шиноремонтній дільниці. При виконанні ремонту на робітників можуть впливати шкідливі та небезпечні виробничі фактори. До них належать:

- наявність в повітрі робочої зони шкідливих аерозолів та газів;
- підвищення або пониження температури;
- застосування високих напруг;
- підвищений рівень вібрації і шуму;
- недостатня освітленість робочої зони;
- наявність теплового випромінювання.

Психофізіологічні: фізичні перевантаження; нервово-психічні перевантаження (монотонність роботи, емоційні перевантаження).

Організація та проведення робіт на дільниці, розташування та експлуатація устаткування повинні відповідати Правилам з техніки безпеки і виробничої санітарії при проведенні робіт [21].

5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

Мікроклімат та склад повітря робочої зони.

Мікроклімат нормується в залежності від категорії робіт та періоду року, від того постійне чи непостійне робоче місце. Мікроклімат характеризується наступними показниками: T - температура повітря, $t^{\circ}\text{C}$; I - відносна вологість повітря, $W, \%$; V - інтенсивність теплового опромінення, $\text{Вт}/\text{м}^2$; - швидкість руху повітря, $\text{м}/\text{с}$. Параметри мікроклімату наведені в табл. 4.1 [21] за ГОСТ 12.1.005-88.

Категорія робіт Пб - енерговитрати 200-250 ккал/год (233-290Вт).

Таблиця 5.1 – Параметри мікроклімату

Категорія робіт	Період року	Температура, °С					Відносна вологість, %;		Швидкість руху, м/с;	
		Оптимальна	Допустима верхня		Допустима нижня		Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима
			Постійне робоче місце	Непостійне робоче місце	Постійне робоче місце	Непостійне робоче місце				
Пб	Холод.	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	>0,4
Пб	теплий	20-25	27	29	16	15	40-60	70	0,3	0,2-0,5

Таблиця 5.2 – Шкідливі речовини та їх ГДК

Відсоток опромінення поверх тіла людини	Більше 50	25-30	Менше 25
Допустима інтенсивність теплового опромінення, Вт/м ²	35	70	100

Концентрація шкідливих речовин в повітрі робочої зони не повинна перевищувати встановлених норм.

Для вилучення шкідливих викидів від місць їх виникнення необхідно встановити місцеві відсмоктувачі. Аварійна вентиляція повинна забезпечувати кратність повітрообміну не нижче загально обмінної. Забороняється працювати у виробничих приміщеннях де виділяються шкідливі речовини при несправній або відключеній вентиляції.

ГДК шкідливих речовин в повітрі робочої зони приведені в табл. 5.3.

Викиди в атмосферу із системи вентиляції слід розташовувати на відстані від приймальних пристроїв не менше 10 м по горизонталі, або 6 м по вертикалі при цьому горизонтальній відстані менше 10м. Викиди із систем місцевих відсмоктувачів слід розміщувати на висоті не менше 2 м над найвищою точкою кривлі, а викиди аварійної вентиляції - не менше 3 м від рівня землі.

Таблиця 5.3 – Гранично допустима концентрація шкідливих речовин в повітрі робочої зони

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпеки
	Максимально разова	Середньо добова	
Бензин	5	1,5	4
Ацетон	0,35	0,35	4
Спирт метиловий	1	0,5	3
Уайт-спірит	3	1	4
Толуол	0,6	0,6	3

Кількість повітря, необхідного для розчинення шкідливих аерозолів до ГДК при повинна бути не менше 38700 м³/кг при швидкості руху створюваного місцевими витягами > 1,3 м/с. У приміщенні використовується приточно-витяжні системи вентиляції й місцеві витяги. Повітроводи повинні систематично очищатися від пилу, щоб кількість зваженого в повітрі й осілого пилу не могли створити вибухонебезпечні повітряні суміші в об'ємі більш 1% від об'єму приміщення.

Виробничі приміщення повинні бути обладнані опаленням та загальнообмінною вентиляцією.

Для обігріву і створення у приміщеннях показників мікроклімату повинно застосовуватись опалення. Передбачається водяна система опалення, яка повинна забезпечувати рівномірне прогрівання повітря в приміщеннях, можливість місцевого регулювання або вимикання, зручність у експлуатації і доступ до ремонту.

Виробниче освітлення.

Природне освітлення нормується за СНіП II-4-79. Відповідно до [22] природне освітлення нормується коефіцієнтом природного освітлення - (КПО) або e .

$$e = E_{\text{вн}}/E_{\text{зов}} * 100\%, \quad (5.1)$$

де $E_{вн}$ – внутрішня природна освітленість у приміщенні в місці, що розглядається, лк; $E_{зов}$ – зовнішня природна освітленість дифузним світлом всього небосхилу, замірена одночасно з $E_{вн}$, лк.

Для умов, що розглядаються в проекті (розряд робіт (IV), система природнього освітлення (бокове,), пояс світлового клімату (IV)), нормативне значення коефіцієнта e^{III}_{min} , для IV-го поясу світлового клімату дорівнює 1,5 [2,16]. Для світлових поясів IV, V:

$$e^{IV,V} = e^{III} \cdot m \cdot c = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 1,01 \quad (5.2)$$

де m і c – відповідно, коефіцієнти світлового та сонячного клімату, значення яких наводяться в [22,23].

Штучне освітлення. Нормується величина освітленості E в люксах [22,23].

Для умов, що розглядаються в проекті (розряд робіт (IV), підрозряд робіт (б)), система освітлення (комбіноване), тип джерела освітлення – люмінісцентні, світлодіодні, нормативне значення освітленості 500 лк [22,23].

Для забезпечення наведеного значення E передбачено: люмінісцентні лампи типу SGF21 потужністю – 21 Вт і світловим потоком 1677 лм; переносний світлодіодний ліхтар типу AHL361, світловим потоком 36-90 лм.

Виробничий шум.

Відповідно до СНіП II-12-77 [22,23] нормуються допустимі рівні звукового тиску $L=20lg(P_1/P_0)$, дБ (P_1 – середньоквадратичне значення звукового тиску, Па за період часу, що розглядається, і P_0 – значення звукового тиску на нижньому порозі чутливості в октавній смузі зі середньгеометричною частотою 1000 Гц) залежно від частоти, характеру робіт і характеру шуму (нормування за граничними спектрами – ГС), або допустимі рівні звуку $L_A=20lg(P_A/P_0)$, дБа (P_A – середньоквадратичне значення звукового тиску з урахуванням корекції А шумоміра) залежно від характеру робіт і характеру шуму.

Для умов, що розглядаються в проекті, чи умов виконання роботи (шино монтажні роботи, шум електромагнітного та механічного походження) допустимі рівні звукового тиску повинні відповідати ГС, а рівні звуку L_A не повинні перевищувати 80 дБА - дивись табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку для постійного (непостійного) широкополосного (тонального) шуму за ГОСТ 12.1003-83

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах зі середньгеометричними частинами (Гц)									Допустимий рівень звуку, дБА
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
На постійних робочих місцях	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Для тонального і непостійного шуму допустимі значення L та L_A на 5 одиниць менші.

Джерелами шуму в умовах, що розглядаються в роботі, є: шиномонтажний стенд, балансувальний стенд, стенд для рихтування дисків, компресор.

Очікуваний рівень шуму дорівнює: 85 дБ.

Для забезпечення допустимих параметрів шуму (поліпшення шумового клімату) в приміщенні проектом передбачено: установка компресора в окреме приміщення, та звукоізоляція цього приміщення.

5.2.4 Виробничі вібрації

Відповідно за ГОСТ 12.1.012-90 [24] нормуються допустимі величини віброшвидкості (м/с) чи віброприскорення (м/с²), або логарифмічні рівні віброшвидкості $L=20\lg(V1/V0)$, дБ ($V1$ – середньоквадратичне значення віброшвидкості за повний період часу, м/с, $V0 = 5 \cdot 10^{-8}$, м/с – вихідне

значення віброшвидкості) залежно від частоти коливань, їх виду (транспортні, транспортно-технологічні, технологічні, вібрації робочого інструменту чи робочих місць), напрямку (X, Y, Z) і часу дії протягом зміни.

Джерелами вібрацій в умовах, що розглядаються в проекті, є компресор.

Можливі параметри вібрацій, виходячи з вібраційних характеристик компресора, знаходяться в межах 70-92 дБ.

Для умов, що розглядаються в проекті параметри вібрацій не повинні перевищувати логарифмічні рівні вібрації, 108 дБ за умови, що компресор в іншому приміщенні, або 115 дБ – якщо компресор знаходиться локально в приміщенні [24].

Для зменшення дії вібрацій на працюючих проектом передбачено: установка компресора в окреме приміщення, та звукоізоляція цього приміщення; установка резинових подушок на ніжки компресора, що може знизити шум до 70 дБ.

5.3 Технічні рішення щодо безпечного виконання робіт

Техніка безпеки.

Безпека щодо організації робочих місць регламентується інструкцією розробленою на основі Правил охорони праці України від 13.01.97 № 5 [25], також визначає обов'язки монтувальників шин, установлює вимоги безпеки при виконанні шиномонтажних робіт.

Проведення шиномонтажних робіт (зняття і установлення коліс на транспортні засоби, монтаж і демонтаж шин) на підприємстві повинно здійснюватися на спеціально відведеній ділянці (посту) із застосуванням спеціального устаткування, пристроїв та інструменту, передбачених технологічною документацією.

Робота на ділянці монтування шин повинна проводитися тільки при працюючій загальнообмінній припливно-витяжній вентиляції.

При виконанні робіт монтувальник шин повинен працювати тільки в спецодязі, спецодяг слід використовувати за своїм призначенням.

Під колеса, що не підіймаються, необхідно підкласти упорні колодки не менше двох, а під вивішену частину автомобіля - спеціальну підставку (козелок).

В автобусів, які обладнані пневморесорами, для зняття (установлення) колеса після вивішування (підймання) кузова і встановлення під нього підставки необхідно підійняти задню або передню вісь і встановити під нею другу підставку.

В'їзд (виїзд) в приміщення і постановка автомобілів на шиномонтажний пост повинні здійснюватися з дозволу та під керівництвом відповідальної особи (бригадира, майстра, начальника дільниці).

Перед зняттям колеса необхідно перевірити положення замкового кільця, ослабити затягнення гайки, автомобіль вивішити на спеціальному підйомнику або за допомогою іншого підйимального механізму (спеціальних пристроїв для підймання автобуса безпосередньо за диск колеса, домкрату тощо).

Плунжер гідравлічного, пневматичного підйомника у робочому (піднятому) положенні повинен бути надійно зафіксований упором (штангою), що гарантує неможливість довільного опускання підйомника.

Перед виважуванням частини автомобіля домкратом (спеціальним пристроєм для підймання автобуса безпосередньо за диск колеса тощо) необхідно встановити його на горизонтальну неслизьку площадку, зупинити двигун (крім випадків накачування або підкачування шин від компресора автомобіля), включити знижену передачу, загальмувати автомобіль стоянковим гальмом.

Електробезпека.

Зона шиномонтажу відноситься до приміщення з підвищеною небезпекою враження електричним струмом (струмопровідні підлоги).

Для захисту людей від небезпеки ураження електричним струмом використані такі технічні засоби захисту: виконане занулення корпусів електричних машин, електричних апаратів, освітлювачів, каркасів розподільчих щитів, щитів керування, металевих кабельних конструкцій; блокування рубильника, пускачів електроприладів.

5.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Надзвичайна ситуація (НС) — порушення нормальних умов життя і діяльності людей на об'єктах або територіях, спричинене аварією, катастрофою, епідемією, стихійним лихом, епізоотією, епіфітотією, великою пожежею, застосуванням засобів ураження, що призвели або можуть призвести до людських і матеріальних втрат, а також велике зараження людей і тварин.

Розрахункова частина.

Проведемо оцінку можливості евакуації частини міста з використанням рухомого складу КП «Вінницька транспортна компанія». Чисельність населення 9000 чоловік. Відстань до пункту евакуації 60 кілометрів. Середня швидкість руху 70 км/год.

На сьогоднішній день автобусний парк комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» нараховує 58 автобусів великого класу та 8 автобусів малого класу (табл. 5.5).

Таблиця 5.5 – Характеристика парку КП «Вінницька транспортна компанія»

Марка автобуса	Пасажиromісткість люд.	Середня швидкість руху км/год	Кількість автобусів, шт
ЛАЗ-А183 D1	100	70	6
ЛАЗ-А183 FO	100		2
Богдан А70110	100		15
Богдан А70130	106		5
Богдан А70132	106		30
Богдан А 092 G6	43		8

Розрахунок необхідної кількості автобусів

Проведемо розрахунок кількості людей, яких можна евакуювати за одну їзду усім рухомим складом підприємства:

$$N_{\text{люд.}} = \sum n_{\text{пасаж}} \cdot n_{\text{авт}} \quad (5.3)$$

де $n_{\text{авт}}$ – загальна кількість автобусів, $n_{\text{пасаж}}$ – загальна пасажиромісткість автобусів.

$$N_{\text{люд.}} = 100 \cdot 23 + 106 \cdot 35 + 43 \cdot 8 = 6354 \text{ (люд.)}$$

Отже за першу хвилю автобусний парк зможе евакуювати 6354 людей задіявши 66 автобусів. Далі проведемо розрахунок кількості автобусів для евакуації решти жителів міста ($9000 - 6354 = 2646$ людей).

Залишається евакуювати 2646 людей. В автопарку є автобуси Богдан А70130 та Богдан А70132, їх найдоцільніше використати для подальшої евакуації населення, оскільки їх найбільше у автобусному парку та їх пасажиромісткість найбільша. Розрахуємо необхідну кількість автобусів:

$$n_{\text{авт}2} = N_{\text{люд.}2} / n_{\text{пасаж}}, \quad (5.4)$$

де $N_{\text{люд.}2}$ – кількість людей, яка залишилася після першої хвилі евакуації 2646 людей, $n_{\text{пасаж}}$ – загальна пасажиромісткість автобуса Богдан А70132.

$$n_{\text{авт}2} = 2646 / 106 \approx 24,96 \text{ автобусів.}$$

Приймаємо $n_{\text{авт}2} = 25$ автобусів. Отже, евакуацію доцільно провести всім рухомим складом підприємства в дві хвили, при цьому повторно задіяти ще 25 автобусів Богдан А70132.

Розрахунок необхідного часу для евакуації населення міста.

Проведемо розрахунок потрібного часу для першої хвилі евакуації населення міста:

$$t_{\text{еваку1}} = S/\vartheta, \quad (5.5)$$

де – S – відстань до пункту евакуації, ϑ – середня швидкість руху.

$$t_{\text{еваку1}} = 60/70 = 0,85 \text{ год} = 52 \text{ хвилини}$$

Для першої хвилі евакуації необхідно 52 хвилини, проте слід врахувати ще час на посадку висадку пасажирів 10хв. Отже, час на евакуацію першої хвилі буде 62 хвилини.

Проведемо розрахунок потрібного часу для другої хвилі евакуації населення міста:

$$t_{\text{еваку2}} = (S \cdot 2)/\vartheta, \quad (5.6)$$

де – $S \cdot 2$ – відстань до пункту евакуації з урахуванням того, що 25-м автобусам потрібно повернутися до місця посадки людей.

$$t_{\text{еваку2}} = (60 \cdot 2)/70 = 1,71 \text{ год} = 104 \text{ хв}$$

Для другої хвилі евакуації необхідно 104 хвилини, проте також слід врахувати ще час на посадку висадку пасажирів 10хв. Отже, час на евакуацію другої хвилі буде 114 хвилини. Загалом на евакуацію потрібно затратити $62\text{хв} + 114\text{хв} = 176$ хвилин або 2 год 56хвилин.

Отже, для евакуації 9000 чоловік, потрібно буде провести 2 хвилі евакуації. При першій хвилі задіяти весь автобусний парк КП «Вінницька транспортна компанія», а саме 66 автобусів, для другої хвилі евакуації – 25 автобусів. Орієнтовано, для евакуації усього населення необхідно 2 год 56хв.

ВИСНОВКИ

У першому розділі було розглянуто основні напрями діяльності комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія». Було розглянуто автобусний парк компанії, досліджено можливості виникнення збурюючих коливань на маршрутах автобусів.

У другому розділі було проведено розрахунок виробничої програми КП «Вінницька транспортна компанія»

Третій розділ присвячений дослідженню впливу зносу, руйнування та бічного відведення шин на курсову стійкість руху автобусів, а саме механізму протікання зношування шин; визначення факторів, які впливають на термін служби шин; визначення циклів експлуатації шини; вплив пневматичної шини на керованість та стійкість руху автомобіля; проведено комп'ютерне моделювання стенду карусельного типу; розроблено математичну модель відмови шин.

Було досліджено вплив автомобільної шини на екологічні показники навколишнього середовища та життєдіяльність людини. Деякі значення викиду шкідливих речовин від шин можна порівняти з викидами відпрацьованих газів автомобіля. Важливим залишається питання зменшення токсичності автомобільних шин під час експлуатації та утилізації. Одним з напрямів такої діяльності є повторне використання матеріалів відпрацьованих шин для створення нових шин, предметів з гумової крихти, та ін. . Дане питання є особливо актуальним на сьогоднішній день оскільки воно напряму зв'язане з ресурсозбереженням нашої планети.

Також, було розглянуто питання з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про автомобільний транспорт : Закон України від 05. 04. 2001 р. № 2344ІІІ // Відомості Верховної Ради України. - 2001. - № 22.
2. Кукурудзяк Ю. Ю. Дипломне проектування виробничих підрозділів підприємств автомобільного транспорту: навч. пос. / Ю. Ю. Кукурудзяк, О. В. Рудь, Л. В. Кукурудзяк. – Вінниця: ПП «Едельвейс і К», 2010. – 336 с.
3. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта : ОНТП-01-91. – М. : Гипроавтотранс, 1991. – 184 с. – (Нормативные директивные правовые документы).
4. Макаров В.А. Про один підхід до оцінки впливу жорсткісної неоднорідності еластичної пневматичної шини на стійкість руху дорожнього транспортного засобу / В.А. Макаров, В.Г. Хребет, В.М. Дугельний // Вісник Центрального наукового центру Транспортної академії України. – 2000. – Вип. 3. – С. 95–96.
5. Вербицький В.Г., Макаров В.А., Костенко А.В. До питання про вплив розташування шин із жорсткісною неоднорідністю на курсову стійкість руху легкового автомобіля // Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту. – 2007. – №2. – С. 7 – 15.
6. Вербицький В.Г., Макаров В.А., Костенко А.В. Дослідження курсової стійкості руху легкового автомобіля при зміні вертикального навантаження на шини з жорсткісною неоднорідністю // Автошляховик України: Окремий випуск. Вісник Центрального наукового центру ТАУ. – 2007. – Вип. 10. – С. 133 –138.
7. Макаров В.А., Костенко А.В., Петров О.В. До питання про забезпечення стійкості руху автомобіля шляхом використання шин з перемінною або різною жорсткістю// Управління проектами, системний аналіз і логістика. Науковий журнал. – 2005. – №2 .– С. 83 – 87.

8. Правила дорожнього руху України відповідно до постанови Кабінету Міністрів України №790 від 09.11.2016, №151 від 22.03.2017, №660 від 30.08.2017, №883 від 10.11.2017, №860 від 15.11.2017, №553 від 11.07.2018.

9. Певзнер Я.М. Теория устойчивости автомобиля, М.: Машгиз, 1947, 156 с.

10. Макаров В.А., Костенко А.В., Петров О.В., Кулієв Р.А. Лабораторія для дослідження властивостей пневматичних автомобільних шин // Вісник ДонНАСА. – 2005. – Вип. 7 (55). – С. 101 – 104.

11. Литвинов Л.С. Управляемость и устойчивость автомобиля. – М.: Машиностроение, 1971. – 416 с.

12. Рачејка Н.В. The magic formula tyre model/Н.В. Рачејка, Е. Bakker//Prog. IstCollog. Models for Vehicle Dynamic Analysis. Delft, 1991.– Amsterdam: Swits and Zeitlinger. – P.1- 13. P. Zeranski. Das Reifenmoment, Tire moment. Dresden Technische Universität, Germany DR. 5 p. Kraftfahrzeugtechnik, July 1973, s. 211–215.

14. . Н.Р. Willumeit. Modelle und Modellierungsverfahren in der Fahrzeugdynamik / von Hans-Peter Willumeit. – Stuttgart; Leipzig: Teubner, 1998. – 404 s.

15. Шифрин Б.М. Моделювання взаємодії пневматика з дорожнім покриттям [Текст]/Б.М. Шифрин// Держ. льотна академія України.- Кіровоград, 2007.–14с. –Укр.-Деп. в ДНТБ України 16.04.07, №22-Ук2007. Реф. В РЖ «Депоновані наукові роботи» 2007, №1-2.

16. Петрук В. Г. Оцінка впливу на навколишнє середовище шинної промисловості / В. Г. Петрук, В. О. Прокопенко, П. М. Турчик // Збірник матеріалів II-го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю. – Вінниця, 2009. – С. 73-76.

17. Третьяков О.Б. Воздействие шин на окружающую среду и человека / О.Б Третьяков, В.А. Корнев, Л. В. Кривошеева. М.: НЕФТЕХИМПРОМ, 2006. – 154 с.

18. Тарасова Т. Ф. Экологическое значения и решение проблемы переработки изношенных автошин / Т. Ф. Тарасова, Д. И. Чапалда // Вестник ОГУ. – Т. 2. Естественные и технические науки. – 2006. – № 2. – С. 130-135.
19. Самойленко А. Ю. Получение сульфогидрильных катионитов на основе измельченной протекторной резины / А. Ю. Самойленко, О. И. Тужиков // Поволжский экологический вестник. – 2000. – Вып. 7. – С. 69-71.
20. Сергієнко М. І. Проблема утилізації автомобільних шин та шляхи її вирішення / М. І. Сергієнко, А. І. Васильченко, М. П. Веремєнко // Збірник наукових праць НТК «Енергетика. Екологія. Людина», розділ «Інженерна екологія». – К., 2009. – С. 338-341.
21. Закон України Про охорону праці , №235-IV, 22.11.2002.
22. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
23. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. Изменения, 1987.
24. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
25. Безопасность производственных процессов. Справочник. Подред. Белова С. В. - М.: Машиностроение, 1985. - 448с. 22. СНИП 2.04.05-86 Отопление, вентиляция и кондиционирование.- М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988.- 64 с.32



ДОДАТКИ