

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Факультет промышленных технологий, электроэнергетики и транспорта

Кафедра
(наименование)

«Транспортные машины»
(наименование)

Направление подготовки

23.04.02 «Наземные транспортно-технологические

КОМПЛЕКСЫ»
(код и наименование)

Программа

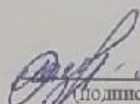
«Автомобили»
(наименование)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему:

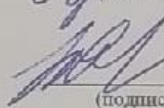
«Оценка экологической безопасности автомобилей путем разработки
комбинированного показателя суммарных выбросов»

Студент

 29.05.2021.
(подпись, дата)

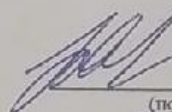
Лазарева О.Л.
(ФИО полностью)

Руководитель работы:
д.т.н. профессор

 1.06.2021.
(подпись, дата)

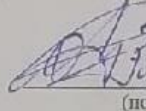
Салмин В.В.
(фамилия, инициалы)

Нормоконтролер: д.т.н., профессор

 4.06.2021.
(подпись, дата)

Салмин В.В.
(фамилия, инициалы)

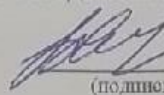
Рецензент

 (подпись, дата)

Захаров Ю.А.
(фамилия, инициалы)

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от 21.06.2021 № 9 а)

Заведующий кафедрой: д.т.н.,
профессор

 14.06.21.
(подпись, дата)

Салмин В.В.
(фамилия, инициалы)

Работа защищена с отметкой отлично (протокол заседания ГЭК от 28.06.21 № 3)

Секретарь ГЭК: к.т.н., доцент

 28.06.21
(подпись, дата)

Жук А.П.
(фамилия, инициалы)

Пенза 2021

ФГБОУ ВО «ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА «ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ»

«Утверждаю»

Заведующий кафедрой ТМ

д.т.н., профессор. _____ В.В. Салмин

подпись

ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу

Студенту гр. 19МКм1 Политехнического института, очной формы обучения
по направлению 23.04.02 "Наземные транспортно-технологические комплексы"
Лазаревой Ольги Дмитриевны

Научный руководитель работы: д.т.н. профессор кафедры «ТМ» В.В. Салмин

Время выполнения выпускной работы: с 15.10.2019 по 27.06.2021г.

Место преддипломной практики: кафедра «Транспортные машины», ПГУ.

Тема работы: «Оценка экологической безопасности автомобилей путем разработки комбинированного показателя суммарных выбросов»

Тема утверждена приказом ректора ПГУ № _____

Техническое задание на работу (назначение устройства, условия применения, внешние воздействия, специальные требования и т.п.):
Совершенствование методологии подбора смазок для автомобилей в условиях завода-изготовителя.

Объём и содержание основной части работы

Пояснительная записка (перечень вопросов, подлежащих разработке, расчетов, обоснований, описаний):

- *введение с обоснованием актуальности темы исследования 1 - 3 страницы;*

- *анализ состояния вопроса. Цель и задачи диссертации - анализ проблемы работы моторных масел в двигателях автомобилей, патентно-информационный поиск оборудования применяемый для анализа показателей качества масел, анализ методов подбора моторных масел к ДВС. Постановка цели и задач диссертации - 20 – 25 страниц;*

- *методология исследования - разрабатывается методология теоретического исследования по совершенствованию подбора масел для автомобилей в условиях завода-изготовителя и методология экспериментальных исследований с указанием режимов испытания масел, оборудования и погрешности экспериментов - 20 – 30 страниц;*

- результаты исследования – приводятся результаты лабораторных и стендовых испытаний моторных масел и их сравнение с результатами эксплуатационных испытаний - 15 – 20 страниц;

- практическая реализация работы - дается описание разрабатываемого оборудования для ускоренных испытаний моторных масел, разработанные рекомендации по подбору масел, приводится технико-экономическая эффективность разработки - 15 - 25 страниц;

- заключение – общие выводы по решению поставленных в диссертации задач исследования – 1 - 2 страницы.

Графическая часть (перечень и содержание чертежей, плакатов)

1 лист «Цель и задачи работы» А1;

2 лист «Виды экологических загрязнений» А1;

3 лист «Место проведения исследований» А1;

4 лист «Выбросы вредных веществ в городе Пензе» А1;

5 лист «Выбросы твёрдых частиц не выхлопного происхождения от легковых автомобилей в Пензе» А1;

6 лист «Оценка дисперсности и величин выбросов твердых частиц» А1;

7 лист «Комплекс измерительной аппаратуры» А1;

8 лист «Технико-экономическая оценка» А1;

9 лист «Рекомендации, направленные на снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха» А1;

10 лист «Выводы» А1;

Рекомендуемая литература:

1. Васильева Л.С. Автомобильные эксплуатационные материалы: Учеб. для вузов / Л.С. Васильева – М.: Наука-Пресс, 2003.- 421 с.

2. Смазочные материалы. Антифрикционные и противоизносные свойства. Методы испытаний. Справочник. Р.М. Матвеевский, В.Л. Лашхи, И.А., и.А. Буяновский, И.Г. Фукс, К.М. Бадыштова. Москва: Машиностроение, 1989.

3. Григорьев М.А. Очистка масла и топлива в автотракторных двигателях. М., Машиностроение, 1970, - 270 с.

4. Покровский Г.П. Топливо, смазочные материалы и охлаждающие жидкости: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям «Двигатели внутреннего сгорания» и «Автомобили и тракторы». – М.: Машиностроение. 1985. – 200 с.

Дата выдачи задания: 15.10.2019 г.

Руководитель магистерской диссертации:

д.т.н. профессор каф. «ТМ» _____ В.В. Салмин

Задание к исполнению приняла студент

гр. 19МКм1 _____ О.Д. Лазарева

15 октября 2019 г.

ФГБОУ ВО «ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ФАКУЛЬТЕТ МАШИНОСТРОЕНИЯ И ТРАНСПОРТА
КАФЕДРА «ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ»

«Утверждаю»

Руководитель ВКР

д.т.н., профессор _____ В.В. Салмин

подпись

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

выполнения выпускной квалификационной работы

«Оценка экологической безопасности автомобилей путем разработки
комбинированного показателя суммарных выбросов»

студентки учебной группы 19МКм1 Лазаревой Ольга Дмитриевны
направление 23.04.02 "Наземные транспортно-технологические комплексы"

Наименование выполняемой работы	Срок исполнения		Отметка о выполнении
	начало	окончание	
1	2	3	4
1. Получение задания, беседа с руководителем. Подготовка к обоснованию темы ВКР.	15.10.2019	18.10.2019	
2. Подбор и изучение рекомендованной литературы.	18.10.2019	01.11.2019	
3. Изучение объекта исследования, постановка цели и задачи работы. Написание введения.	01.11.2019	01.12.2019	
4. Анализ состояния вопроса, выявление проблемных моментов. Написание первой главы работы.	01.12.2019	18.01.2020	
5. Разработка методологии теоретических исследований. Математическое моделирование.	18.01.2020	20.03.2020	
6. Разработка методологии экспериментальных исследований. Обоснование выбора оборудования приборов и устройств.	20.03.2020	25.06.2020	
7. Проведение исследований. Обработка результатов исследования. Написание третьей главы диссертации.	25.06.2020	30.12.2020	

1	2	3	4
8. Разработка рекомендаций по применению разработанного оборудования. Оценка технико-экономической эффективности работы. Написание четвертой главы диссертации.	08.02.2020	26.05.2021	
9. Представление завершенной ВКР руководителю для проверки.	18.05.2021	28.05.2021	
10. Представление ВКР нормоконтролеру на проверку.	31.05.2021	05.06.2021	
11. Представление завершенной ВКР руководителю для проверки на плагиат	07.06.2021	12.06.2021	
12. Подготовка к предварительной защите.	14.06.2021	14.06.2021	
13. Предварительная защита ВКР	14.06.2021	14.06.2021	
14. Полное завершение всех работ и представление диссертации на утверждение зав. кафедрой (совместно с графической частью, протоколом проверки на плагиат и отзывом руководителя)	14.06.2021	19.06.2021	
15. Предоставление ВКР на рецензию.	21.06.2021	26.06.2021	
16. Подготовка всех документов к защите ВКР и сдача работы и документов секретарю ГЭК	25.06.2021	27.06.2021	
17. Защита выпускной квалификационной работы магистра	28.06.2021	28.06.2021	

Прохождение каждого этапа подготовки ВКР подтверждается подписью руководителя.

Студент учебной группы 19МКм1 _____ О.Д. Лазарева
 " ____ " _____ Г.

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»
Политехнический институт
Факультет промышленных технологий, электроэнергетики и транспорта
Кафедра «Транспортные машины»

ОТЗЫВ

на выпускную квалификационную работу студентки группы 19МКм1, обучающейся по направлению 23.04.02 - «Наземные транспортно-технологические комплексы», программа «Автомобили» Лазаревой Ольги Дмитриевны, выполненную на тему: «Оценка экологической безопасности автомобилей путем разработки комбинированного показателя суммарных выбросов».

Автомобильный транспорт играет огромную роль в жизни современного человека. При всей важности транспортно-дорожного комплекса, как неотъемлемого элемента экономики, необходимо учитывать его весьма значительное негативное воздействие на природные экологические системы. Обострение экологических проблем, связанных с повышенной нагрузкой на окружающую среду, связано в первую очередь с отсутствием экологических стратегий многих автотранспортных предприятий. В большинстве случаев это наблюдается из-за недостаточного финансирования, необходимого для внедрения экологически безопасных технологий и производств.

В своей работе студентка группы 19МКм1 Лазарева О.Д. выполнила Анализ состояния изучения реальных выбросов твердых частиц от износа тормозных накладок и шин при эксплуатации автотранспорта в городских условиях. Она провела исследования дисперсности твердых частиц и объемов их выбросов, от движения автомобилей на различных режимах движения в городских условиях эксплуатации. В заключительной главе студентка выполнила оценку экономической эффективности влияния твердых частиц на экологию.

В ходе подготовки к защите магистерской работы студентка Лазарева О.Д. показала себя грамотным специалистом способным:

- изучать и анализировать информацию, технические данные, показатели и результаты работы транспортных средств с использованием современных измерительных приборов;
- применять методики проведения исследований, разрабатывать проекты и программы проведения необходимых мероприятий в области транспортных средств.
- проводить технико-экономический анализ.

В ходе работы над магистерской диссертацией студентка Лазарева О.Д. выполнила в полном объеме все поставленные в работе задачи. ВКР выполнена на высоком уровне.

Резюмируя вышесказанное, следует отметить, что работа, выполненная студентом Лазаревой О.Д., заслуживает оценки «Отлично», а ее автор присвоения ей академической степени магистра по направлению 23.04.02 - «Наземные транспортно-технологические комплексы», программа – Автомобили.

Научный руководитель ВКРМ, д.т.н. профессор

В.В. Салмин

«14» июня 2021 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования

«Пензенский государственный университет»

Политехнический институт

Факультет промышленных технологий, электроэнергетики и транспорта

Кафедра «Транспортные машины»

РЕЦЕНЗИЯ

на магистерскую диссертацию студента (ки)

Лазаревой Ольги Дмитриевны

(фамилия, имя, отчество)

выполненный

на тему:

«Оценка экологической безопасности автомобилей путем разработки комбинированного показателя суммарных выбросов»

1. Работа выполнена полностью в соответствии с заданием

(указать разработан ли работа по заданию полностью или же часть вопросов осталась неохваченной,

Разработан алгоритм исследования дисперсности твердых частиц и объемов их выбросов, от движения автомобилей на различных режимах движения в городских условиях эксплуатации. Проведено компьютерное моделирование. Выполнена технико-экономическая оценка экологических влияний.

а также, какая часть или какой вопрос задания разработан особенно полно и детально)

2. Создан комплекс измерительной аппаратуры и системы отбора проб для анализа, позволяющий проводить замеры выбросов ТЧ из-под колеса движущегося автомобиля и фиксировать результаты оператором, находящимся в салоне автомобиля. Сделаны необходимые расчеты. Проведены исследования с использованием компьютерного моделирования.

(указать имеются ли в работе какие-либо самостоятельные оригинальные или интересные разработки)

3. К замечаниям можно отнести отсутствие лабораторных испытаний износа шин, однако это может быть развитием данной работы в рамках диссертационного исследования в аспирантуре.

(указать какие положительные и отрицательные стороны есть в проекте (работе) как в расчетно-пояснительной

Графическая часть отражает основные результаты работы

записке так и в графической части)

4. Автор имеет необходимый для практической работы объем знаний по направлению подготовки магистров. За время выполнения ВКР автор пользовался технической литературой и показал умение применять полученные знания при решении инженерных и научных задач.

(дать оценку знаний магистра по направлению, нашедших отражение в проекте (работе))

6. Материалы могут быть рекомендованы к практическому использованию

(в какой степени материалы диссертации (работы) могут быть использованы в производстве)

7. В целом представленная ВКР является законченной работой и может быть допущена к защите с отличной оценкой, а его автор, Лазарева О.Д. присвоения квалификации магистр по направлению подготовки 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы».

(заключение о возможности допуска к защите ГЭК и общая оценка диссертации (работы))

РЕЦЕНЗЕНТ

(подпись)

Захаров Ю.А.

(фамилия, имя, отчество)

(ученая степень, должность, место работы)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	2
1 Анализ состояния вопроса, цель и задачи исследования	4
1.1. Анализ работ по снижению загрязнения воздушной среды крупных городов отработавшими газами при эксплуатации автотранспорта.	4
1.2. Анализ состояния изучения реальных выбросов твердых частиц от износа тормозных накладок и шин при эксплуатации автотранспорта в городских условиях.....	6
1.3. О нерешенных проблемах с выбросом твердых частиц от износа дорожного покрытия при эксплуатации автомобильного транспорта.	10
1.4 Цель и задачи исследования	14
Выводы	15
2 Методология исследования	16
2.1 Методология теоретического исследования.....	16
2.2 Методология экспериментального исследования	24
Выводы	34
3 Результаты исследования дисперсности твердых частиц и объемов их выбросов, от автомобилей на различных режимах движения в городских условиях.....	35
3.1. Аппаратура для проведения исследований и условия проведения экспериментальных исследований	36
Выводы	43
4 Практическая реализация и технико-экономическая оценка предложенной методики комплексной оценки.....	44
4.1 Экономическая эффективность	58
Выводы	62
Общие выводы.....	63
Список использованных источников	64

Введение

Автомобильный транспорт играет огромную роль в жизни современного человека. Велика роль автотранспорта в формировании современного характера расселения людей, в распространении дальнего туризма, в территориальной децентрализации промышленности и сферы обслуживания. Высокая мобильность, способность оперативно реагировать на изменения пассажиро- и грузопотоков ставят автомобильный транспорт «вне конкуренции» при организации перевозок пассажиров и грузов.

При всей важности транспортно-дорожного комплекса, как неотъемлемого элемента экономики, необходимо учитывать его весьма значительное негативное воздействие на природные экологические системы.

Обострение экологических проблем, связанных с повышенной нагрузкой на окружающую среду, связано в первую очередь с отсутствием экологических стратегий многих автотранспортных предприятий. В большинстве случаев это наблюдается из-за недостаточного финансирования, необходимого для внедрения экологически безопасных технологий и производств, обеспечения надёжной, эффективной работы очистных сооружений и установок средств контроля за окружающей средой.

В работе осуществлена разработка методики исследований выбросов вредных веществ (далее – ВВ) методом оценки суммарным показателем выброса ВВ с учетом их относительной агрессивности. Также обоснован выбор комплексных методов расчета для определения экологического и экономического ущерба от существующих автотранспортных средств и определения предотвращенного экологического и экономического ущерба от разрабатываемых новых конструкций транспортных средств в их полном жизненном цикле.

Решение проблемы борьбы с загрязнением воздушной среды городов невозможно без тщательных (конкретных) исследований процессов износа

современных шин и дорожного полотна при движении автотранспортных средств.

Эта проблема анализа разных оценок величин выброса и дисперсности твердых частиц в зарубежных и российских исследованиях и является темой настоящей магистерской работы, представляющей важное общественное и международное значение для снижения онкологической заболеваемости городского населения.

1 Анализ состояния вопроса, цель и задачи исследования

1.1. Анализ работ по снижению загрязнения воздушной среды крупных городов отработавшими газами при эксплуатации автотранспорта

Автомобильные транспортные средства (АТС) с двигателями внутреннего сгорания в прошлом столетии являлись основным источником выделения различных отработавших газов и химических соединений, прямо или косвенно ухудшающих экологическое состояние окружающей среды в городах и мегаполисах. Следует обратить особое внимание на наиболее опасные полициклические ароматические углеводороды (ПАУ): бенз- α -пирен и другие ПАУ, обладающие канцерогенной активностью. ПАУ, постепенно накапливаясь в организме человека до критических концентраций, стимулируют образование злокачественных опухолей [1, 2].

Твёрдые частицы (ТЧ) образуются в результате некачественного процесса сгорания топлива и различных аэрозолей масла, а также продуктов износа подвижных частей двигателя и автомобиля. Твердые частицы, размер которых от 0,2 до 5,0 мкм, задерживаются в легких, вызывая негативные изменения в органах дыхания [1, 2, 3].

С середины прошлого столетия началось введение нормативов на выброс вредных веществ (ВВ) с отработавшими газами (ОГ) автомобилей сначала в США (1963 г.), затем в Европе (1968 г.) и стали развиваться интенсивные исследования по уменьшению их выбросов [1, 2, 4, 5, 6, 7, 8].

До 1992 года нормирование выброса твердых частиц являлось измерение дымности отработавших газов дизельных двигателей по международным правилам Организации Объединенных Наций (ООН) № 24. В 1992 году в правилах ООН № 49 были введены нормативные требования на определение выброса твердых частиц дизельных автомобилей и с 2009 года в правилах ООН № 83 от бензиновых двигателей [1, 2, 4, 6, 7, 8].

Современный уровень экологических характеристик по выбросу вредных веществ с отработавшими газами (ОГ) автотранспортных средств

определяется международными Правилами ООН №83 и №49 и Техническим регламентом РФ, а также национальными требованиями других стран [6, 7, 8].

Нормы на выброс вредных веществ с ОГ легковыми автомобилями и автотранспортными средствами массой до 3,5 тонн, а более 3,5 тонн по Правилам № 83 и 49 ООН приведены в таблицах 1.1. и 1.2. соответственно.

Выполненный комплекс проведенных работ в период с 1990 года по настоящее время по снижению выбросов (ВВ) обеспечил значительные успехи, достигнутые по выбросу от легковых автомобилей и имеющиеся еще серьезные проблемы по дальнейшему снижению выброса ВВ автобусами и грузовыми автомобилями по критерию предотвращенного экологического ущерба в денежном выражении [9].

Таблица 1.1.

Нормы	Год введения		Допустимая норма, г/км			
	Европа	Россия	СО	СН _x	NO _x	ТЧ
Евро-0	1988		14,5	4,75		
Евро-1	1992	2002	2,72	0,97		
Евро-2	1996	2006	2,2	0,5		
Евро-3	2000	2008	2,3	0,2	0,15	
Евро-4	2005	2013	1,0	0,1	0,08	
Евро-5	2009	2016	1,0	0,1	0,06	0,005
Евро-6	2014	2018	0,50	0,1	0,06	0,005

Таблица 1.2.

Нормы	Год введения		Допустимая норма, г/кВт ч			
	Европа	Россия	СО	СН	NO _x	PM
Евро-1	1993		4,5	1,1	8	0,36
Евро-2	1996	2006	4,0	1,1	7	0,15
Евро-3	2000	2008	2,1	0,66	5	0,1
Евро-4	2005	2010	1,5	0,46	3,5	0,02
Евро-5	2008	2014	1,5	0,46	2,0	0,02
Евро-6	2013	2018	1,5	0,13	0,4	0,01

В работе [9] было показано, что предотвращенный ущерб за весь срок эксплуатации одного легкового автомобиля при переходе с нормативов Евро-0 на Евро-6 составил $\sim (231965 - 7670) = 224295$ рублей, т.е. уменьшен в 30 раз.

Для грузовых автомобилей при переходе с норм Евро-0 на Евро-6, величина предотвращенного экологического (экономического) ущерба составляла $(3162000 - 108000) = 3054000$ рублей. Степень снижения также составила в 29 раз.

Итак, в настоящее время, еще не решенными проблемами по дальнейшему снижению выбросов ВВ автомобильным транспортом, работающим в городах и крупных населенных пунктах, является дальнейшее снижение выбросов ВВ, включая в первую очередь твердые частицы менее 10 микрометра ($ТЧ_{10}$).

1.2. Анализ состояния изучения реальных выбросов твердых частиц от износа тормозных накладок и шин при эксплуатации автотранспорта в городских условиях

В 2013 году Российская Федерация на 161 сессии Всемирного форума обратила внимание на то обстоятельство, что резко ограничивая международными правилами ООН № 49, выбросы твердых частиц (ТЧ) с ОГ для дизельных автомобилей, почти в 30 раз с 1992 года, не обращается внимания международными и национальными санитарными законодателями на выбросы твердых частиц другими системами автомобилей при их эксплуатации от износа прежде всего шин и тормозных систем [6, 7, 8, 9, 10, 11].

В работах [3, 9] расчетным путем по заявленным изготовителям шин и тормозных накладок гарантированному пробегу были определены величины выброса ТЧ.

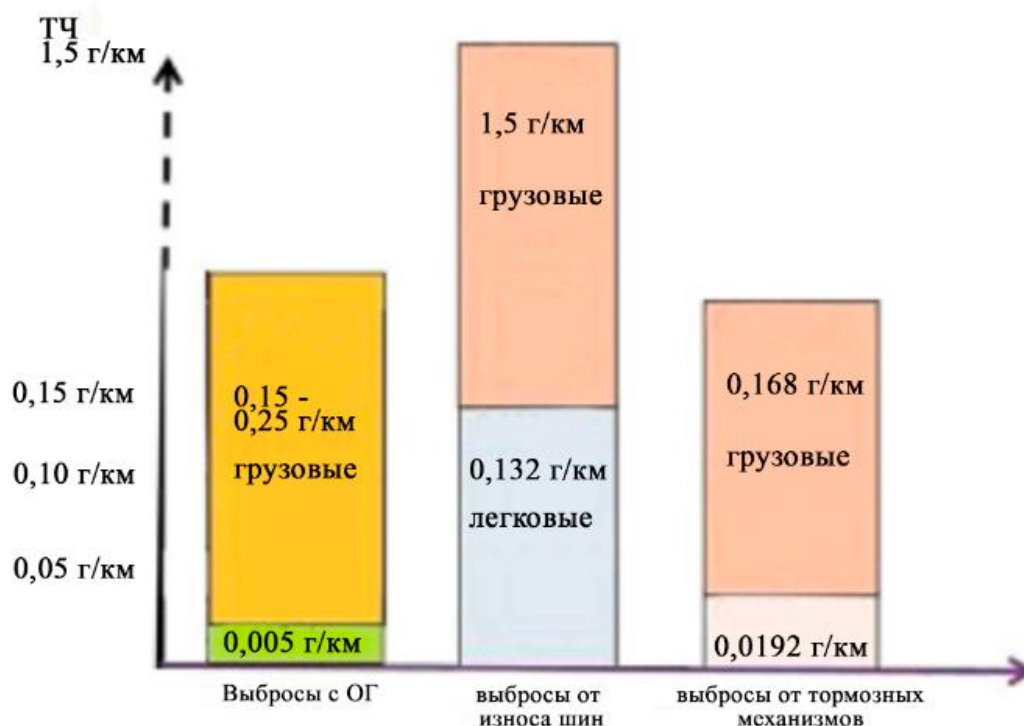


Рисунок 1.2 - Реальный выброс ТЧ с ОГ и при износе шин и тормозных накладок при эксплуатации легковых, грузовых автомобилей и автобусов, в г/км

Следует отметить особые успехи производителей шин, которые в течение последних 30 - 40 лет вели интенсивные работы по увеличению ходимости шин и добились серьезных результатов: увеличили в среднем пробег шин почти в 2 раза с 30 - 40 тыс. км до 60 - 90 тыс.км.

В настоящее время конкурентная борьба по увеличению пробега продолжается и это наглядно видно из рекламных материалов мировых производителей шин.

Свои успехи по увеличению ходимости шин за счет изменения конструкции шины (брекера, каркаса, плечевых зон, рисунка протектора и состава различных смесей) констатирует фирма «Бриджстоун» [12]. И поясняется далее: «Плоский профиль протектора способствует формированию большого по размеру пятна контакта и более равномерному распределению давления в нем, за счет чего улучшается сцепление на сухой

дороге и снижается риск возникновения неравномерного износа. Плечевые зоны переходят в боковины почти под прямым углом, такое конструктивное решение позволило увеличить стойкость к динамическим деформациям, возникающим во время движения, что в свою очередь так же защищает шину от неравномерного износа и увеличивает ее ходимость, новая чувствительная смесь резинового состава созданы и применены для надежного сцепления шины с дорогой. В дополнение к этому, новый контур шины в сочетании с использованием кремниесодержащего состава резины сделал возможным дальнейшее улучшение ходимости» [32].

Выпустила на рынок революционную по своей технологии «зеленую» шину другая Компания «MICHELIN», одним из компонентов резиновой смеси которой стал кремний, способствующий снижению расхода топлива автомобилем в связи с низким сопротивлением качению [13].

Современные производители шин связывают более высокую ходимость шин со сниженным воздействием на окружающую среду за счет снижения расхода топлива на 2 - 4%, т.е. уменьшения выбросов вредных веществ и парниковых газов - CO_2 с отработавшими газами двигателей.

Таким образом, повышенная ходимость шин объясняется и обеспечивается снижением коэффициента сопротивления качению - C_T .

Современная шина изготовлена из сложной комбинации каучуков, хотя точный состав материала шин обычно не оглашается на рынке в целях сохранения коммерческой тайны, каждого производителя.

В работе [16] приводится следующий состав легковых шин: бутадиенстирольный каучук (БСК) – 75%, натуральный каучук – 15% и полибутадиен – 10%.

В изученной работе [18], выполненной в 2014 - 2016 гг., выявлены зависимости износа различных типов шин на легковых автомобилях (рис. 1.4).

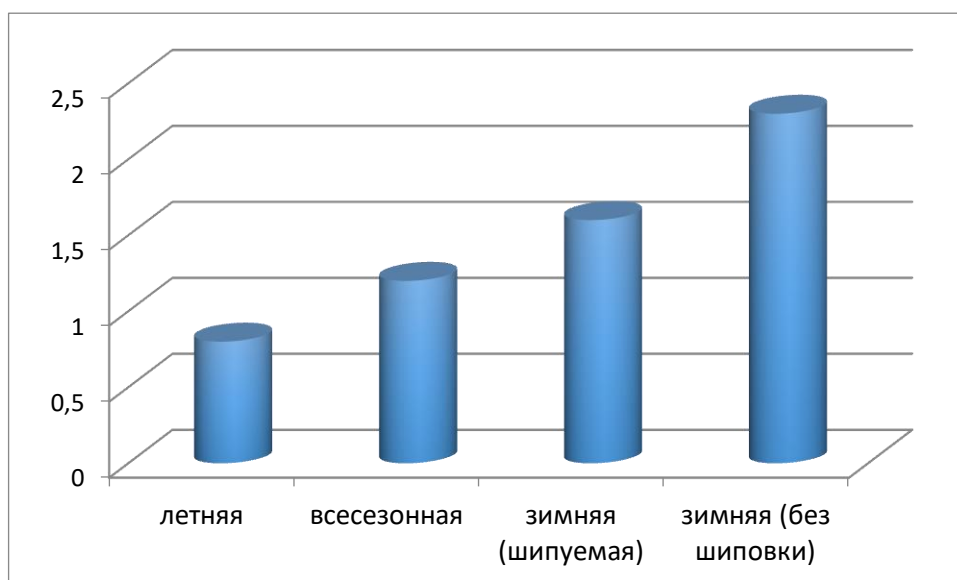


Рисунок 1.4 - Зависимость выбросов дисперсных частиц от типа шин ТС

В этой работе, сделаны следующие выводы.

1. Проведена оценка максимально-разовых концентраций ДЧ10 в приземном слое атмосферного воздуха на дорогах. На 17 из 23 автодорогах может ожидаться концентрация частиц выше ПДК максимально/разовые. Концентрация ДЧ10, которая соответствуют утвержденным гигиеническим нормативам в РФ, наблюдаются в приземном слое атмосферного воздуха на расстоянии 300 м от проезжей части автомагистрали.

2. По полученным результатам определен основной источник образования твёрдых взвешенных частиц от автотранспортного комплекса в городе:

а) выбросы с отработавшими газами дизельных двигателей (выброс частиц составил 77%);

б) выброс взвешенных частиц от износа дорожного покрытия составил 22%;

в) выброс частиц от износа шин различных ТС парка г. Пензы составил 1%.

В дополнение следует обратить внимание на рисунок 1.5, в котором представлена информация по видам износа шин, частоте их возникновения, приведенная в научно-исследовательском отчёте ОАО «НИИАТ» [19].

Виды износа шин и частота их проявления в эксплуатации в %.

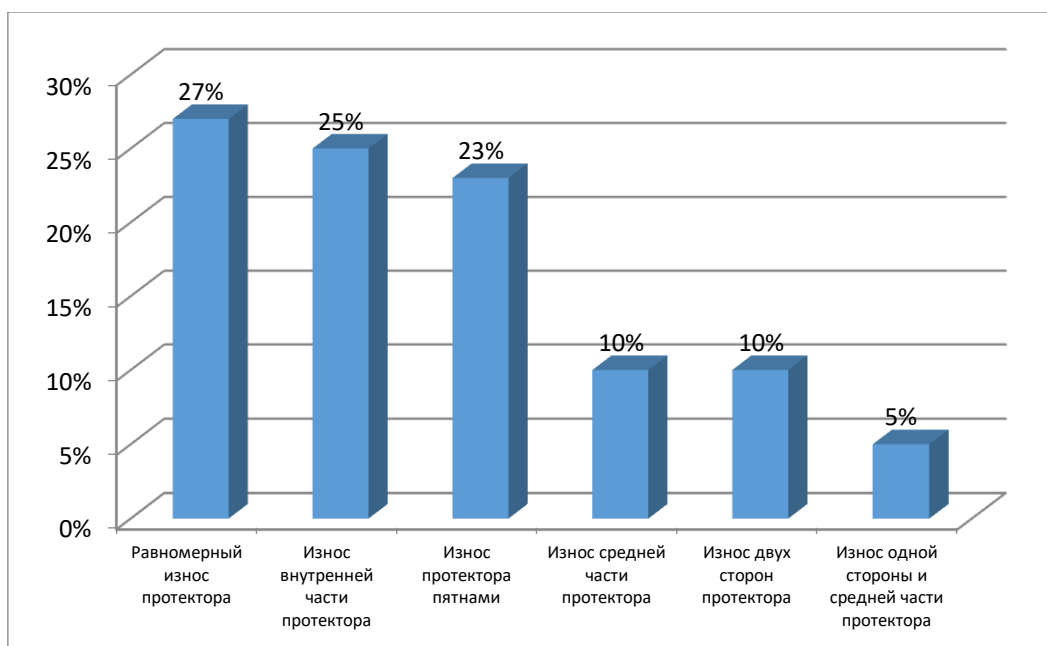


Рисунок 1.5 - Виды износа шин и частота их проявления в эксплуатации

Таким образом, не менее эффективным методом по снижению выбросов ТЧ от износа шин, является повышение уровня эксплуатации транспортных средств.

1.3. О нерешенных проблемах с выбросом твердых частиц от износа дорожного покрытия при эксплуатации автомобильного транспорта

Износ дорожного покрытия в контакте с шиной является сложным процессом. На практике износ дорожного покрытия чаще всего определяют опытным путем.

В таблице 1.3. представлены средние данные по абразивному износу асфальтобетонного покрытия дорог различных категорий резиновыми колесами без шипов, полученные расчетом [20].

Фактический износ покрытий, как отмечено выше устанавливается периодическими инструментальными замерами, который на практике находится на уровне значений, представленных в таблице 1.3. [21, 22, 23].

Таблица 1.3.

Категория дороги	I	II	III	IV
Нормативная суточная интенсивность движения автотранспорта, шт.авто/сут.	≥ 7000 (принято 7000- 10000)	3000-7000 (ср.5000)	1000-3000 (ср.2000)	100-1000 (ср.550)
Расчетная величина износа толщины слоя покрытия за год, мм/год	$3,5 \div 4,5 \approx \text{ср.} 4,0$	2,5	1,5	$\leq 1,0$

Изменение выбросов дисперсных частиц ТЧ_{10} от типа дорожного полотна представлено на рис. 1.6. [18].

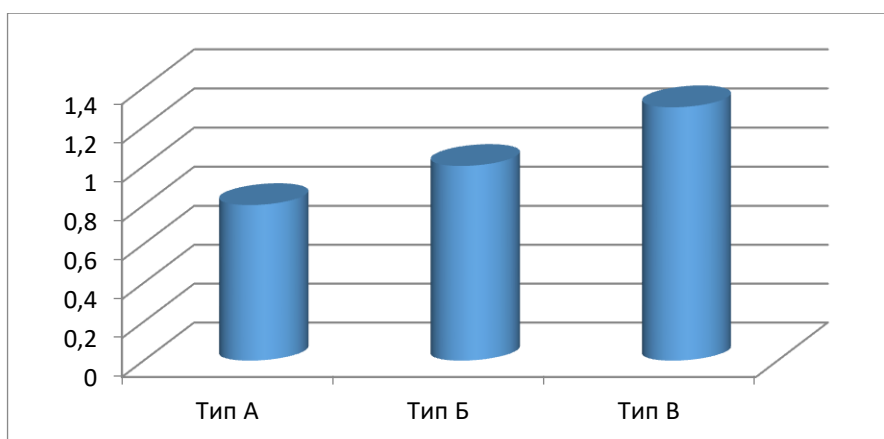


Рисунок 1.6 - Зависимость выбросов дисперсных частиц от типа дорожного покрытия:

- тип А - характеризуется содержанием щебня в асфальтобетоне $> 50\%$;
- тип Б - характеризуется содержанием щебня в асфальтобетоне $40-50\%$;
- тип В - характеризуется содержанием щебня в асфальтобетоне $< 40\%$.

Представленные материалы в работе [18] убедительно доказывают, что приводимые ранее результаты величин выбросов твердых частиц от износа шин и дорожного полотна в работах отечественных [2, 9, 11, 15, 21, 22] и зарубежных исследований [16] в реальной эксплуатации на российских дорогах значительно их превышают, из-за отсутствия должного внимания к качеству сервисной подготовки автомобиля к выезду и к качеству и состоянию дорожного полотна.

Следует учесть ещё одну работу, в которой физические исследования размеров и форм частиц износа шин и дорожного полотна выполнялись «посредством сканирующей электронной микроскопии (SEM), в которой представлено исследование «физических и химических характеристик частиц, собранных на дороге, так и полученных в лаборатории, частицы имели вытянутую форму, типичную для частиц от износа шин, в то время как частицы, собранные на дороге, были в среднем мельче» [24].

Далее в этой работе анализируются практически все работы, которые обобщенно представлены в работе [16] и приводится выдержка «о широком распределении по размерам в диапазоне от 5 мкм до более, чем 300 мкм (Cadle и Willame, Damnis), т.е. ранние исследования, которые также отражены в работе [16].

Далее авторы статьи [24] ссылаются на то, что «в нескольких исследованиях была проведена оценка способности переносимых по воздуху частиц шин, вдыхаемых человеком, вызывать токсическое поражение легких, что представляет риск для здоровья человека (Guaitieri et al 2012, Mantecca 2013)».

Далее констатируется, что «... до настоящего времени частицы, образующиеся от износа шин, не могли быть эффективно собраны в характерных условиях вождения (как на дороге, так и в лабораториях)» [71].

Особо следует отметить весьма интересные и важные данные в проведенных исследованиях химических результатов анализа частиц на содержание в них полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), среди которых есть и канцерогенные вещества, вызывающие заболевание раком (Таблица 1.4).

Значения выражены в частях на миллион (ppm) в смеси частиц. Итоговое значение ПАУ представляет собой сумму отдельных ПАУ, которые были проанализированы. Данный список не является исчерпывающим перечнем ПАУ, но представляет ПАУ, наиболее часто встречающиеся в окружающей среде, и включает ПАУ, которые Международное агентство по изучению рака (IARC) считает канцерогенными, способных вызывать раковые заболевания у человека.

Таблица 1.4.

Химическое вещество	Дорожные частицы (RP)	Частицы от износа шин	Частицы протекторов
Аценафтен	4,08	0,04	0,13
Нафталин	6,1	0,2	1,18
Фенантрен	53,4	1,66	1,21
Пирен	54,84	4,77	0,06
Аценафтилен	0,14	0,15	1,24
Антрацен	7,36	0,1	0,11
Бензоантрацен	38,65	0,18	2,87
Бензо(Ь)флуорантен	7,4	0,37	0,92
Бензо(g,h,i)перилен	4,04	3,22	1,77
Бензо(к)флуорантен	7,4	0,02	0,92
Хризен	17,72	0,36	2,95
Дибензо(a,h)антрацен	2,56	0,1	0,87
Флуорантен	82,13	0,98	1,62
Флуорен	1,76	0,07	0,25

1.4 Цель и задачи исследования

Выше изложенные проблемные вопросы и являются программой работ по решению следующих задач настоящей магистерской работы:

1. Исследовать влияние автопарка города Пензы на величину выбросов твердых частиц.

2. Для проведения объективных исследований разработать методику испытаний автомобильных транспортных средств по измерению величин выбросов $ТЧ_{10}$ от износа шин и дорожного полотна с определением:

а) по методу и месту отбора проб $ТЧ_{10}$ от шин и дорожного полотна;

б) по процедуре отбора проб на дорогах в условиях городского движения;

в) по выбору места отбора проб на автомобиле по типу привода и по типу протектора шин;

3. По результатам исследований разработать рекомендации и предложить методы по снижению выбросов $ТЧ$ от износа шин и дорожного полотна в атмосферу крупных городов с учетом Российских климатических условий.

4. Сделать технико-экономическую оценку состоянию вопроса работы.

Выводы

Таким образом, экологические проблемы городов, главным образом наиболее крупных из них, связаны с чрезмерной концентрацией на сравнительно небольших территориях населения, транспорта и промышленных предприятий, с образованием антропогенных ландшафтов, очень далеких от состояния экологического равновесия. Полученные результаты предполагают разработку комплекса оздоровительных, природоохранных, градостроительных мероприятий и ряд архитектурно-планировочных решений, направленных на снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха в жилых районах города:

- по совершенствованию автомобиля и его технического состояния;
- рациональной организации перевозок и движения, снижение загруженности дорог, строительство объездных путей;
- озеленение дорог, дворов и скверов.

2 Методология исследования

2.1 Методология теоретического исследования

При определении величин общих выбросов вредных веществ и твердых частиц были использованы результаты материалов, приведенных в главе 1 по результатам отечественных и зарубежных исследований загрязнения атмосферы городов при эксплуатации автомобильного транспорта.

Проблемы с загрязнением воздушной среды городов выбросами вредных веществ (ВВ) от автомобильного транспорта определяют необходимость проведения исследований экологической безопасности конструкции автомобиля, с определением объемов вредных выбросов от каждого источника выбросов с целью осуществления сравнительной оценки их экологического вреда.

На основании анализа расчетных и экспериментальных исследований, приведенных в главе 1, выявлены главные проблемные вопросы, зависящие от основных источников выделения вредных веществ в воздушную среду городов от эксплуатации автомобилей и связанные с комплексной оценкой экологической опасности автомобилей, которые представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Виды экологической опасности при эксплуатации автомобилей			
Выброс ВВ с отработавшими газами	Выброс ВВ от износа шин	Выброс ВВ от износа тормозных механизмов	Выброс ВВ от износа дорожного полотна

Остальные источники выделения ВВ от изнашиваемых деталей, узлов и расходных жидкостей автомобиля не имеют такого влияния на воздушную среду как вышеприведенные.

Общее количество валовых выбросов ($M_{ВВ}$) вредных веществ, выделяемых различными источниками при эксплуатации автомобилей можно определить расчётным методом по формуле 2.1.

$$M_{ВВ} = \sum (ВВ_{двс} + ВВ_{шин} + ВВ_{торм} + ВВ_{дор}), \text{ кг} \quad (2.1)$$

где: $ВВ_{двс}$ - масса вредных веществ, выделяемых с ОГ двигателя;

$ВВ_{шин}$ - масса вредных веществ, выделяемых при износе протектора шин;

$ВВ_{торм}$ - масса вредных веществ, выделяемых при износе тормозных механизмов;

$ВВ_{дор}$ - масса вредных веществ, выделяемых при износе дорожного покрытия.

Ограничение выбросов вредных веществ с ОГ легковых автомобилей производилось поэтапно с 80-х годов прошлого века нормативными ограничениями международных правил ООН № 15 и в настоящий период времени Правилами ООН №83 приведенными в таблице 1.1 [6].

Расчет массы вредных веществ $M_{ВВдв}$, выделяемых с ОГ легковых автомобилей целесообразно вести по нормам, принятым в Правилах ООН №83 используемым при разработке новых автомобилей и производстве действующих моделей по формуле (2.2).

$$M_{ВВ дв} = Пл \times (H_q^{CO} + H_q^{CH} + H_q^{NOx} + H_q^{PH}), \text{ кг} \quad (2.2)$$

где: $M_{ВВ}$ - масса вредных веществ, выделяемых двигателем с ОГ;

Пл - средний пробег легковых автомобилей за год (принимается как среднестатистический равный 30000 км)

H_q - допустимый норматив выделения ВВ (CO , CH_x , NO_x и $ТЧ$) международными правилами ООН в г/км.

Для проведения анализа выбросов ВВ с ОГ грузовыми автомобилями с дизельными двигателями используем нормативы, подписываемые действующими Правилами ООН №49, приведенными в главе 1 в таблице 1.2 [7].

Расчет валовых выбросов МВВдиз с ОГ грузовых автомобилей с дизельным двигателем проведем по формуле (2.3).

$$M_{ВВ\text{ диз}} = 0,73549875 \times 200 \times НГ \times 300 \times 8, \text{ кг} \quad (2.3)$$

где: МВВ диз – масса валовых выбросов с ОГ грузовых автомобилей с дизельным двигателем;

0,73549875 – коэффициент перевода из кВт в л.с.;

200 – принятая мощность дизельного двигателя в л.с. при движении усредненного грузового автомобиля массой 15 т со скоростью 60 км/час;

Нг – допустимая норма выбросов ВВ в г/кВт·ч;

300 – количество рабочих дней в году;

8 – количество рабочих часов в день.

«Износ протектора шины является комплексным физико-химическим процессом, который обусловлен энергией трения, образующейся на границе контакта между протектором и дорожным полотном. Таким образом, частицы износа шин и дорожного покрытия неразделимо связаны друг с другом. Тем не менее, в нашем исследовании при определении выбросов износ покрышек и дорожного покрытия должны определяться в качестве двух отдельных источников выбросов частиц» [15]. Причиной этого является недостаточное количество экспериментальных данных (зарубежных и отечественных) по вредным выбросам, особенно твердых частиц, для различных сочетаний «тип шины – тип дорожного покрытия» [17].

«Взвешенные в воздухе твердые частицы образуются в результате взаимодействия между шинами транспортных средств и дорожного покрытия, особенно в момент интенсивности резкого разгона с места, а также в момент применения экстренного торможения для снижения скорости транспортного средства. В обоих случаях основным механизмом образования частиц служат срезающие усилия, возникающие во время относительного перемещения этих исследуемых поверхностей. Дополнительным условием выделения ВВ является

испарение материала с поверхности при высоких температурах поверхностей, являющихся следствием контакта шины с дорожным покрытием и тормозной колодки с диском или барабаном тормозного механизма» [13, 15].

Следует учитывать то обстоятельство, что «выбросы от износа шин и дорожного полотна в период 80 - 90 годов прошлого столетия не привлекали к себе внимание как дымящие отработавшие газы автомобилей, они долгое время оставались в тени, поэтому в экологической и технической литературе было недостаточно информации по этому вопросу. Хотя уже ряд исследований показывал, что твердые частицы не выхлопного происхождения в первую очередь от износа шин и дорожного полотна негативно влияют на здоровье людей, приводя даже к заболеванию раком дыхательной системы» [3].

Для определения валовых выбросов вредных веществ от износа шин по мнению зарубежных исследователей [16], можно использовать уравнение 2.4.

$$M_{BV} = K_j \times \Pi_j \times m_{i,j} \text{ кг}, \quad (2.4)$$

где: M_{BV} - масса вредных веществ, «выделяемых автомобилем за определенный период времени и для определенной территории, кг» [13, 15];

K_j - количество транспортных средств в категории j в пределах определенной территории;

Π - усредненный пробег транспортного средства в категории j за определенный период времени, км;

m_{ij} - массовый коэффициент выбросов загрязняющего вещества / и категории транспортных средств, гр./км;

i - ОКВЧ (общее количество взвешенных частиц), ТЧ_ю (твердые частицы диаметром 10 микрометра), ТЧ_{2,5} (твердые частицы диаметром 2,5 микрометра);

j – категория транспортных средств (двухколесное транспортное средство, легковой автомобиль, транспортное средство малой или большой грузоподъемности, автобусе или троллейбус).

«Это уравнение может использоваться для оценки вредных выбросов с учетом определенного пространственного и временного периода посредством выбора соответствующих значений для размера автопарка и осуществляемой деятельности (пробег автомобиля)» [13, 15].

Коэффициенты выбросов приводятся исключительно в виде функции категории транспортных средств, связанных с дорожным движением.

Определим коэффициенты, входящие в формулу 2.4.

K_j – количество транспортных средств в категории j в пределах определенной территории. В качестве примера определим с учетом развития городской инфраструктуры по планам развития г. Пензы.

$$K_j = K_{\text{л}} + K_{\text{г}} + K_{\text{ав}} + K_{\text{тр}}, \text{ шт} \quad (2.5)$$

где: $K_{\text{л}}$ – количество легковых автомобилей;

$K_{\text{г}}$ - количество грузовых автомобилей;

$K_{\text{ав}}$ - количество автобусов;

$K_{\text{тр}}$ - количество троллейбусов.

По данным исследований, выполненных состав автомобильного парка Пензы по годам и их прогноз увеличения представлен в таблице 2.2.

Пробеги автомобилей зависят от состояния инфраструктуры города и практически их можно считать постоянными, поэтому в расчетах принимаем средние пробеги по 2019-2020 году

Таблица 2.2.

Автомобили	Год		
	2014	2020	2030
Кл, шт.	332 812	443 756	606 910
Кг, шт.	78 109	105 891	143 850
Кав, шт.	13 350	17 733	23 290
Ктр, шт.	131	105	142

Значения усредненных годовых пробегов автомобилей приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3.

Автомобили	Усредненный годовой пробег автомобиля, км
Легковые	30 000
грузовые	70 000
автобусы	70 000
троллейбусы	70 000

Формулу (2.4) преобразуем в удобный вид для оценки общих валовых выбросов (ВВ) от износа шин.

$$Мввш = K_{авт} \times Пш \text{ год} \times Иш \text{ год}, \text{ т/год} \quad (2.6)$$

где: $МВВ_{ш}$ – масса вредных веществ, выделяемых при износе протектора шин, т/год;

$K_{авт}$ – количество автомобилей: легковых, грузовых, автобусов и троллейбусов;

$Пш \text{ год}$ – пробег шин за год, км;

$Иш \text{ год}$ – интенсивность износа шин за год, г/км;

Для шин коэффициент интенсивности износа рассчитывается по формуле 2.7.

$$I_{\text{ш}} = \frac{H_{\text{пр}} - H_{\text{доп}}}{P_{\text{ш}}} \quad (2.7)$$

где: $I_{\text{ш}}$ – интенсивность износа шин, мм/км;

$H_{\text{пр}}$ – высота рисунка протектора шины, мм;

$H_{\text{доп}}$ – допустимая остаточная высота рисунка протектора шины, мм;

$P_{\text{ш}}$ – пробег шины до снятия с эксплуатации по износу, км.

В настоящее время используются две основные конфигурации тормозной системы: дисковые тормозные механизмы и колодочные тормозные механизмы.

Дисковые тормоза, в основном, используются в малогабаритных транспортных средствах (легковых автомобилях и мотоциклах) и на передних колесах автомобилей малой грузоподъемности.

Традиционно, колодочные тормоза, по большей части, используются в крупногабаритных транспортных средствах, хотя в более новых транспортных средствах большой грузоподъемности дисковые тормоза стали применяться более интенсивно.

Для определения общих вредных выбросов от износа тормозных механизмов, используем формулу (2.4), поэтому преобразуем ее в следующий вид:

$$M_{\text{вв торм}} = K_{\text{авт}} \times P \times I_{\text{тм}} \quad (2.8)$$

где: $M_{\text{вв торм}}$ – масса вредных веществ, выделяемых при износе тормозных механизмов, т/год;

$K_{\text{авт}}$ – количество автомобилей: легковых, грузовых, автобусов и троллейбусов;

P – среднегодовой пробег автомобилей: легкового – 30000 км/год, грузового, автобусов и троллейбусов – 70000 км/год;

$I_{\text{тм}}$ – интенсивность износа тормозных механизмов автомобилей, г/км.

Городские дороги подразделяются на магистральные улицы и дороги общегородского значения. При расчете вредных выбросов ТЧ от дорожного полотна принимается следующее.

Износ дорожного полотна определяется пропускной способностью полосы движения, количеством полос движения, методом организации движения транспорта, составом парка и интенсивностью уличного движения, и состоянием дорожного покрытия.

Под пропускной способностью улиц и дорог с регулированием движения принимается максимальное количество транспортных средств, проходящих через линию «стоп» в течение определенного времени при соблюдении условий безопасности движения.

Общая протяженность всех дорог города Пензы в 2020 году составляла 713 км. [25].

При расчете износа дорожного покрытия дорог необходимо учесть, что реконструкция дорог и улучшение организации движения автомобильного транспорта обеспечивает увеличение интенсивности движения автотранспорта на 10 - 15% за десятилетие. Эти цифры заложены в плане первоочередных мер по решению транспортных проблем под названием «Город удобный для жизни». Он предполагает, в частности, введение интеллектуальной транспортной системы, в том числе оснащение общественного транспорта системой ГЛОНАСС и появление на дорогах табло с информацией о пробках, строительство современных паркингов, вместо, привычной для московских автомобилистов стихийной парковки, а также развитие общественного транспорта, выделение для автобусов и троллейбусов специальных полос.

Формулу (2.4) преобразуем в удобный вид для оценки вредных выбросов от износа дорожного покрытия:

$$M_{\text{вв дор}} = I_{\text{д}} \times D \times I_{\text{ид}} \times \text{пдп} \quad (2.13)$$

где: $M_{ВВдор}$ – масса вредных веществ, выделяемых при износе дорожного покрытия, т/год;

$I_{д}$ – интенсивность движения автотранспорта, авто/сут;

D – количество дней использования дороги в году;

$I_{ид}$ – интенсивность износа дорожного покрытия автомобилем, г/км;

$\rho_{дп}$ – плотность дорожного покрытия – 2100 кг/м^3 .

Масса изношенного дорожного покрытия ($M_{дп}$) одного километра магистральной дороги может быть определена по формуле 2.14:

$$M_{дп} = Ш \times D \times H \times \rho_{дп}, \text{ г/км} \quad (2.14)$$

где: $M_{дп}$ – масса изношенного дорожного покрытия;

$Ш$ – ширина полосы движения, 3,5 м;

D – длина участка, 1000 м;

H – износ дорожного полотна по высоте, 5,3 мм/год;

$\rho_{дп}$ – плотность дорожного покрытия, 2100 кг/м^3 .

При этом интенсивность износа дорожного полотна ($I_{ил}$) от легковых автомобилей составит:

$$I_{ил} = \frac{M_{дп} \times 1000}{I_{дл} \times D_{н}}, \text{ г/км} \quad (2.15)$$

где: $I_{ил}$ – интенсивность износа дорожного полотна от легковых автомобилей, г/км;

$M_{дп}$ – масса изношенного дорожного покрытия от легковых автомобилей, кг/год;

$I_{дл}$ – интенсивность движения легковых автомобилей в сутки;

$D_{н}$ – количество дней движения в году – 365.

Интенсивность износа дорожного полотна ($I_{иг}$) от грузовых автомобилей составит:

$$I_{иг} = \frac{M_{ВВг} \times 1000}{I_{дг} \times D_{н}}, \text{ г/км} \quad (2.16)$$

где: $I_{из}$ – интенсивность износа дорожного полотна от грузовых автомобилей, г/км;

$M_{ввг}$ – масса изношенного дорожного покрытия от грузовых автомобилей, кг/год;

$I_{дг}$ – интенсивность движения грузовых автомобилей в сутки;

D_n – количество дней движения в году – 365.

2.2 Методология экспериментального исследования

«Учитывая весьма бурный рост парка легковых автомобилей в городе Пензе, целесообразно отдельно провести расчетные исследования по оценке влияния изменения состава парка легковых автомобилей на выброс вредных веществ и твердых частиц в атмосферу г. Пензы» [31].

«Анализ изменения выбросов вредных веществ с отработавшими газами легковых автомобилей производился по нормативам международных правил ООН №83» [6].

«По прогнозу (таблица 2.4) парк легковых автомобилей в период с 2014 по 2030 годы будет резко увеличиваться. Это увеличение отражается следующими цифрами по сравнению в 2014 году – 2,5 раза; в 2020 году – 3,1 раза; в 2030 году – 3,8 раза» [31, 65].

«Однако, выбросы с отработавшими газами (ОГ) от двигателей легковых автомобилей, с учетом перехода (в основной массе) с Евро-0 на Евро-1 в 2002 году, проявятся обновленным на 50% парком только в 2014 году, а при переходе в 2012 году на Евро-4, они смогут проявиться только в 2020 году, а принятые нормы Евро-5 в 2017 году окажут влияние на выброс вредных веществ только в 2030 году. С учётом этого обновления парка легковых автомобилей результаты расчетов ежегодных выбросов вредных веществ в тоннах с ОГ от легковых автомобилей приведены в таблице 3.3 и на рис. 3.1.» [31, 72, 73].

«При расчете принят усредненный ежегодный пробег легковых автомобилей в 30000 км. (на основании среднестатистических данных ежегодных пробегов)» [31].

Таблица 2.4.

Год	Количество легковых автомобилей, шт.	Ожидаемые выбросы, т в год			
		CO	CH _x	NO _x	ТЧ
2014	332 812	307 893	109 800		-
2020	443 756	138 090	13 809	11 047	-
2030	606 910	86 430	17 286	10 372	864

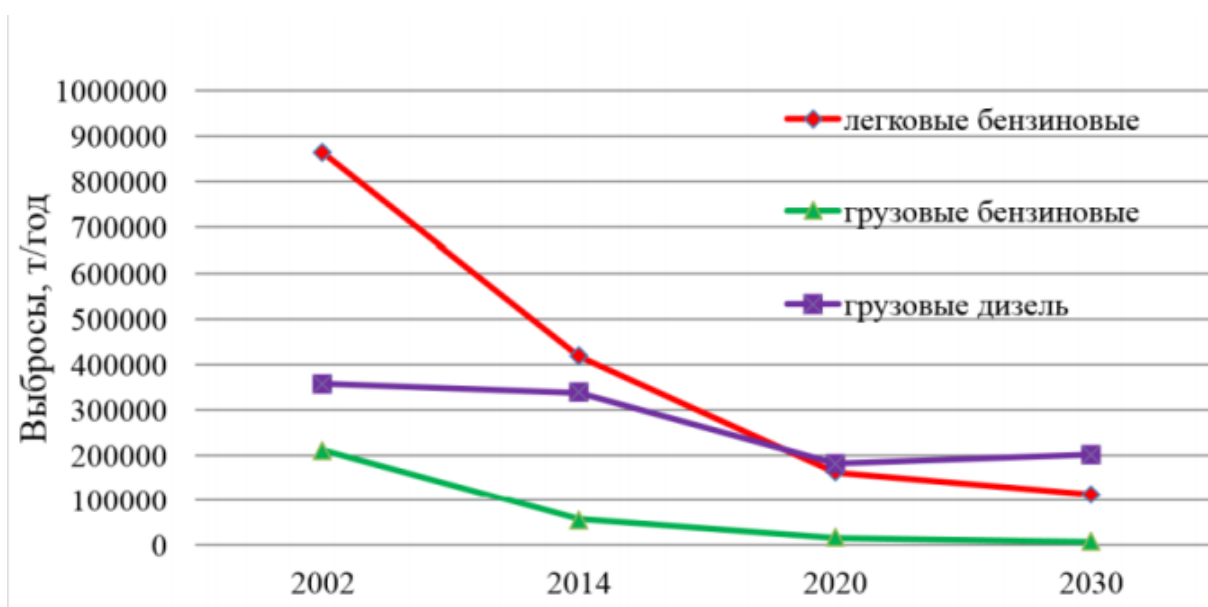


Рисунок 2.1 - выбросы вредных веществ в тоннах/год с ОГ от легковых, грузовых и автобусов в г. Пензе с 2002 по 2030 годы

«Проведенный анализ расчетных данных показывает, что общее количество вредных выбросов с ОГ легковых автомобилей за исследуемый период будет существенно уменьшаться из-за высокой эффективности поэтапного введения жестких нормативов до Евро-5 Правил ООН №83 на их выброс. Так снижение вредных выбросов CO, CH

и NO_x в 2014 году произошло в 2 раза; в 2020 году ожидается в 4 раза, а в 2030 году в 7 раз» [31].

«Расчётное определение влияния изменения парка грузовых автомобилей и автобусов в города Пензы на выбросы вредных веществ и твёрдых частиц с отработавшими газами, от шин и тормозных накладок проведено с целью сравнительной оценки этих выбросов от различных систем и агрегатов» [31].

«Парк грузовых автомобилей и автобусов в Пензе (табл.3.2) неуклонно растёт. По сравнению с 2002 годом такое увеличение по грузовым автомобилям составляет: 2014 год – 1,5 раза; 2020 год – 1,7 раза; 2030 год – 2 раза. По автобусам такое увеличение составляет: в 2014 году – в 9,8 раза, в 2020 году – в 11,7 раз, в 2030 году увеличение ожидается в 15,7 раза» [31].

Городской троллейбусный транспорт более других видов транспорта нуждается в модернизации и выборе стратегии дальнейшего развития, поэтому парк троллейбусов в Пензе в рассматриваемый период принят как постоянный. Убрать его из расчетов нельзя, так как троллейбус также вносит свой вклад в загрязнение воздушной среды города от износа шин.

«На городские автобусы традиционно устанавливаются дизельные двигатели. Их доля в общем количестве автобусов сохранится на уровне 82%» [31].

«Выбросы с ОГ двигателей грузовых автомобилей и автобусов необходимо анализировать, с учетом перехода (в основной массе) с Евро-0 на Евро-1 в 2002 году, который проявился обновленным на 50% парком только в 2014 году, а при переходе в 2010 году на Евро-4, они смогут проявиться только после 2020 года, а Евро-5 окажет влияние на выброс только после 2030 года» [31, 34].

«В настоящее время и на будущее (прогноз) намечается продолжение дизелизации грузовых автомобилей и перевод на

альтернативные виды топлива и различные типы энергоустановок (КЭУ), однако при этом сохранится значительное количество малотоннажных грузовых автомобилей с бензиновыми двигателями. Если в 2011 году их процент составлял 58,3%, то в 2021 году около – 44,0%, а в 2030 году все же сохранится около – 31%» [31]. «Результаты расчетов выбросов вредных веществ в тоннах с отработавшими газами от бензиновых двигателей грузовых автомобилей и автобусов приведены в таблице 2.5 и на рисунке 3.1» [31].

Таблица 2.5.

Год	Количество грузовых автомобилей и автобусов с бензиновыми двигателями, шт.	Ожидаемые выбросы вредных веществ с ОГ, т в год			
		СО	СН	NO _x	РМ (ТЧ)
2002	73 276	159 635	52 294		—
2014	91 459	42 180	15 042		—
2020	123 624	13 848	1 385	1 108	—
2030	167140	5 769	1 154	692	58

«Поэтапное применение норм, Евро-3, Евро-4 и Евро-5 ограничивающих и уменьшающих выбросы от двигателей грузовых автомобилей и автобусов, согласно Правил ООН №49 приводят к положительным эффектам, улучшающим экологию в городах, несмотря на увеличение количества автомобилей. Так в 2014 году произошло снижение вредных выбросов с ОГ в 3 раза от выбросов в 2002 году, в 2020 году снижение в 7-10 раз, в 2030 году ожидается снижение выбросов в 10 - 12 раз» [31, 34].

Анализ изменения выбросов твердых частиц (ТЧ) от износа шин проводился по размерным показателям шин для различных отечественных автомобилей приведен в таблице 2.7.

Допустимая остаточная высота рисунка протектора:

- Легковых шин - 1,6 мм;
- Грузовых шин - 1,0 мм;
- Автобусов и троллейбусов - 2,0 мм.

Оценка общих выбросов (ТЧ) от износа шин рассчитывается по формуле 2.6:

$$M_{ВВш} = K_{авт} \times P_{ш \text{ год}} \times I_{ш \text{ год}}, \text{ т/год} \quad (2.6)$$

Для шин коэффициент интенсивности износа рассчитывается по формуле 2.7.

$$I_{ш} = \frac{H_{пр} - H_{доп}}{P_{ш}}, \text{ г/к} \quad (2.7)$$

Проведенный анализ различных шин, применяемых и изготовленных в России, позволил определить массу изнашиваемой части шин легковых автомобилей, различного назначения. Результаты анализа приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7.

Тип шины	Высота рисунка протектора, мм	Предельный пробег шины до снятия по износу протектора, км ^{ж)}	Масса изнашиваемой части протектора, кг
Легковые: Дорожная Всесезонная Зимняя	7.5 - 8,5	50 000 50 000 60 000	1,4 - 1,9 1,2 - 1,7 1,1 - 1,7
Грузовые, автобусы и троллейбусы: Дорожная Универсальная	10 - 12 18 - 20 18 - 20	75 000 80 000 85 000	3,2 - 4,0 8,1 - 17,7 10,6 - 17,1

ж) – нормы пробега автомобильных шин, утвержденные Минтрансом

«При эксплуатации легковых автомобилей в результате износа шин в течение срока её службы, в окружающую среду выбрасывается в среднем: у легковых шин до 1,5 кг на одну шину, что в пересчете на автомобиль составляет 6,0 кг шинной пыли в виде мелкодисперсного аэрозоля» [31, 34].

При этом средняя интенсивность износа протектора комплекта шин легкового автомобиля на 1 км пробега составляет: 0,112 г/км.

Определение выбросов твердых частиц от износа тормозных систем легковых автомобилей проводился с учетом результатов приведенных в работе [3], где была расчетным путем определена средняя интенсивность износа тормозных механизмов равной 0,0088 г/км. В дальнейших рассуждениях следует учитывать, что такая величина выбросов ТЧ существенно мала на фоне остальных выбросов ТЧ от других узлов и агрегатов автомобиля.

«Суммарные показатели выбросов твердых частиц не выхлопного происхождения от всех легковых автомобилей во временной период от 2002 по 2030 годы в Пензе в тоннах приведены в таблице 2.8» [31, 34].

Таблица 2.8.

Год	Количество легковых автомобилей, шт.	Средний пробег автомобиля за год, км	Выбросы за год, тонн		
			от шин (при интенсивности износа шин - 0,112 г/км), тонн	от тормозов, (при интенсивности износа тормозов - 0,0088 г/км), тонн	Общая сумма выбросов твёрдых частиц, тонн
2014	332 812	30 000	12 678	996	13 674
2020	443 756	30 000	15 465	1 215	16 680
2030	606 910	30 000	19 360	1 521	20 881

Графическое отображение данных, приведенных в таблице 2.8. приведено на рисунке 2.2.

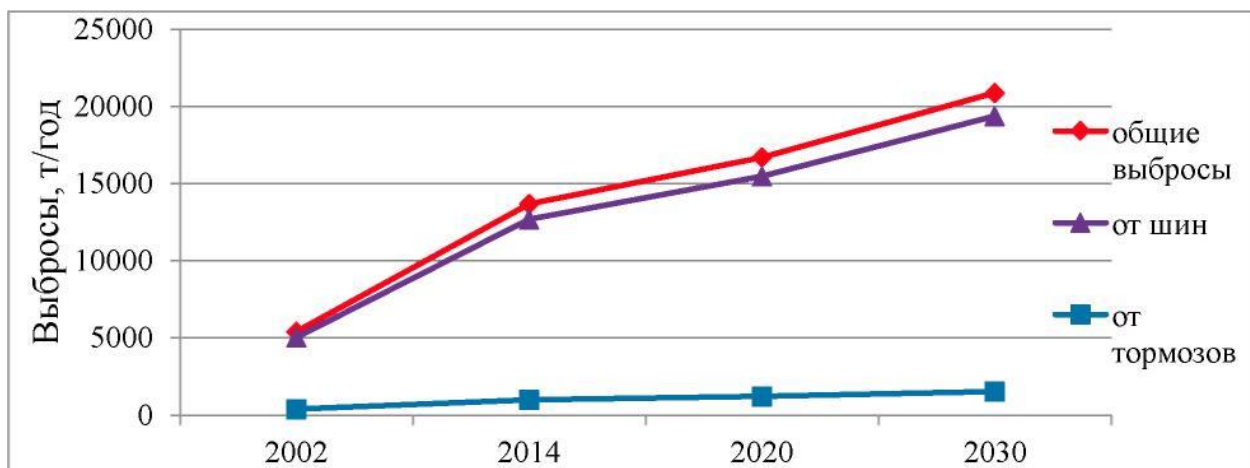


Рисунок 2.2 - Валовые выбросы твёрдых частиц не выхлопного происхождения от всех легковых автомобилей во временной период от 2002 по 2030 годы в Пензе

«Расчеты показывают, что неуклонное увеличение количества легковых автомобилей в Пензе отрицательно сказалось, и будет сказываться на экологическом состоянии воздушной среды в городе. Годовое (в тоннах) количество выбросов вредных веществ от шин и тормозных механизмов по сравнению с 2002 годом увеличилось в 2014 году в 2,5 раза, в 2020 году увеличилось в 3 раза, в 2030 году почти в 4 раза» [31, 34].

Рассмотрим, что произойдет с выбросами от износа шин грузовых автомобилей и автобусов за период с 2002 по 2030 год.

Анализ применяемых шин на автотранспортных средствах до 3,5 тонн, грузовых автомобилях, автобусах и троллейбусах, эксплуатирующихся в России, определил массы изнашиваемой части протектора, которые приведены в таблице 3.6.

«Итак, при эксплуатации различных грузовых автомобилей в результате износа в течение срока службы шин, в окружающую среду выбрасывается в среднем: от автотранспортных средств до 3,5 тонн, от 3,6 кг до 13 кг, от грузовых, автобусов и троллейбусов, в пересчете на

автомобиль составит - до 11,0 кг, на автомобиль 88 кг шинной пыли в виде мелкодисперсного аэрозоля» [31, 34].

Полученные результаты позволили определить интенсивность износа комплекта шин от транспортных средств массой до 3,5 тонн до большегрузных автомобилей на 1 км пробега в интервале от 1,1 г/км до 7,5 г/км.

Определение интенсивности износа тормозных механизмов грузовых автомобилей. На грузовых автомобилях используется большое количество различных тормозных устройств. Их анализ позволил определить среднюю интенсивность износа тормозных механизмов грузовых автомобилей.

В настоящее время в городах России наблюдается активное применение автомобилей ГАЗель, КамАЗ и автобусов.

«На основании анализа эксплуатации принимаем усредненный пробег грузовых автомобилей и автобусов в Пензе равным 70000 км. (Методическое руководство по определению стоимости автотранспортных средств с учетом естественного износа и технического состояния на момент предъявления РД 37.009.015-98. Приложение 12 «Среднегодовые пробеги грузовых автомобилей, автобусов и легковых автомобилей»))» [26, 31].

Результаты расчета выбросов твердых частиц от грузовых автомобилей при эксплуатации в городских условиях (г. Пенза) приведены в таблице 2.9.

Представляет большой интерес графическое отображение суммарных выбросов твердых частиц от легковых и грузовых автомобилей в городе Москва за период 2002 по 2030 годы. Изменение выбросов представлено на рисунке 2.4.

Таблица 2.9

Год	Количество грузовых автомобилей и автобусов, шт.	Средний пробег автомобиля за год, км	Выбросы за год от шин (при интенсивности износа шин автомобиля – 1,1 г/км), т.	Выбросы за год от тормозов, (при интенсивности износа тормозов автомобиля – 0,243 г/км), т.	Сумма выбросов твердых частиц, т.
2002	54 125	70 000	17 679	3 905	20 584
2014	91 459	70 000	30 461	6 729	37 190
2020	123 624	70 000	34 619	7 648	42 267
2030	167 140	70 000	40 941	9 044	49 985

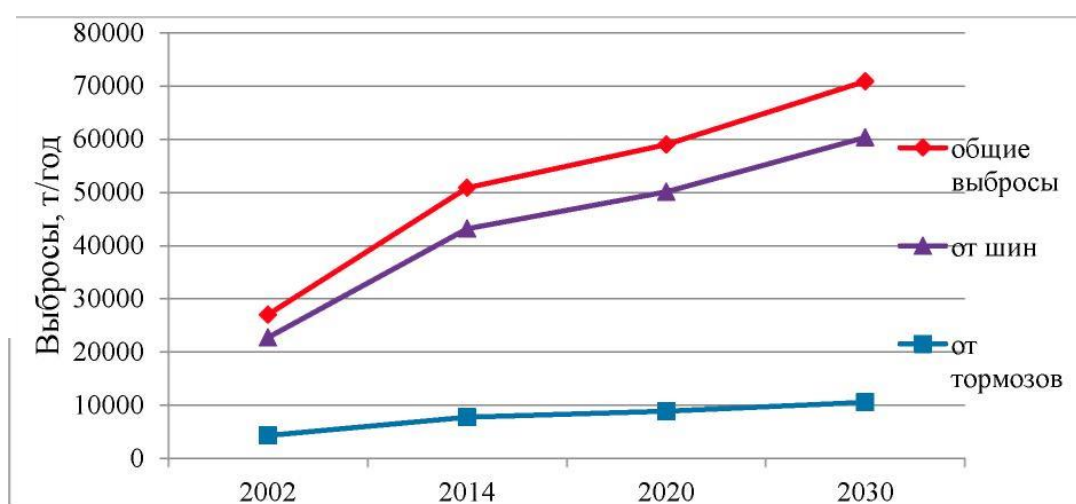


Рисунок 2.4 - Суммарные валовые выбросы твердых частиц от легковых и грузовых автомобилей в городе Пензе за период 2002 по 2030 годы

При определении выбросов ТЧ от автомобиля большое значение имеют условия проведения исследований: трасса, состояние покрытия, скоростные режимы движения.

При анализе характера движения автомобиля в городских условиях необходимо учитывать скоростные ограничения движения. Максимальная скорость автомобилей в городе ограничена скоростью 60 км/ч, поэтому все измерения проводились на режимах движения

автомобиля (разгон, равномерное движение и торможение происходит в скоростном диапазоне от 0 до 60 км/ч.

Для исследования реального процесса выбросов ТЧ от автомобильного транспорта были выбраны следующие режимы:

- Разгон автомобиля от: 0 до 30, 40, 60 км/ч;
- Равномерное движение: 20, 30, 40, 50, 60 км/ч.;
- Торможение с: 20, 30, 40, 50 км/ч.

Автомобиль должен пройти техническое обслуживание и технический осмотр. Загрузка автомобилей не должна превышать 75% полезной нагрузки.

Давление воздуха в шинах – номинальное и соответствует ТУ на автомобиль. Перед проведением испытаний давление воздуха в шинах проверяется и при необходимости устанавливается (нормативное). Перед испытаниями автомобили должны пройти мойку.

Условия проведения экспериментальных исследований.

Для проведения исследований выбросов ТЧ были выбраны три дороги, отличающиеся по интенсивности движения:

1. Дорога около Пензенского государственного университета – ул. Маршала Крылова (не загруженная);
2. Улица Пушкина слабо загруженная
3. ул. Кирова – с плотным интенсивным движением автомобилей.

Автомобиль с аппаратурой устанавливается на месте проведения испытания. Дается выдержка по времени в течении 15 минут. За это время твердые частицы, поднятые колесами автомобиля при заезде его на измеряемый участок дороги, опускаются на поверхность дороги. Замеры проводились над поверхностью дороги – 150 мм.

При определении дисперсности и величин выбросов твердых частиц при различных режимах движения испытуемого автомобиля на дорогах с различной плотностью движения транспортного потока необходимо

прежде всего определить фон распределения твердых частиц на поверхности дорожного полотна в зоне проведения исследований.

Выводы

На основании результатов расчетных исследований, можно сделать следующие выводы:

1. Выброс вредных веществ с ОГ от автомобильного транспорта в г. Пензе с 2002 года уменьшился в 2014 году в 2 раза, в 2020 году снижен в 4 раза и в 2030 году снижение ожидается в 7 раз.

2. В связи с ростом парка автотранспорта в городе Пензе с 2014 года (424 402 штук) до 567 485 штук (в 2020 году) и до 774 192 автотранспортных средств в 2030 году будет происходить резкое увеличение выбросов твердых частиц от износа шин и тормозных механизмов с 28000 тонн в 2002 году до 60000 т в 2020 году и в 2030 году выброс может составить более 70000 тонн.

3. Увеличение транспортных средств в Пензе при их эксплуатации приведет по сравнению с 2002 годом (при выбросе твердых частиц от износа дорожного полотна 300000 тонн) к увеличению этих выбросов в 2020 году до 825000 тонн и до 1090000 тонн в 2030 году.

4. Определены прогнозы следующего распределения выбросов ВВ:

- в 2020 году: с ОГ (385000 т/год) - 30%;
- от износа тормозных механизмов (9500 т/год) - 0,7%;
- от износа шин (50000 т/год)- 4% и от износа дорожного полотна (825000 т/год) - 65%;
- в 2030 году: с ОГ (325000 т/год) - 22%; от тормозных механизмов(10500 т/год) - 0,7%;
- от шин (60000 т/год) - 4,1% и от дорожного полотна (1050000т/год) - 71%.

3. Результаты исследования дисперсности твердых частиц и объемов их выбросов, от автомобилей на различных режимах движения в городских условиях

Как было проанализировано в предыдущих главах, современные экологические проблемы крупных городов происходят по причине недостаточного внимания к загрязнению городского воздуха твердыми частицами от износа шин и асфальто-дорожного полотна.

Европейские представители в GRPE, в лице Европейской ассоциации производителей шин (ERTMA), при оценке величин выбрасываемых твердых частиц опираются на единичные исследования, которые констатируют, что размеры частиц от износа шин на асфальтовом покрытии находятся в пределах от 4 до 350 мкм при среднем размере 80 - 100 мкм и, поэтому «по их мнению» они оседают на поверхности дорожного полотна и не представляют опасности для здоровья человека [37, 38]. В связи с этими выводами, твердые частицы ТЧ от 4 до 80 мкм выпали из анализа выбросов ТЧ от автомобильного транспорта, средства (АТС), эксплуатирующегося в крупных городах, однако ряд зарубежных независимых и российских исследователей представили результаты измерений, в которых суммарные выбросы ТЧ от износа шин и дорожного полотна более, чем в 500 раз превышают нормативы допустимых выбросов ТЧ с отработавшими газами [16, 31, 32, 39].

Решение проблемы повышающегося в последние годы загрязнения воздушной среды городов невозможно без исследований процессов износа современных шин и дорожного полотна при движении АТС. Решение этих проблемных вопросов и является целью экспериментальной части настоящего диссертационного исследования.

С целью определения реального выброса ТЧ и их дисперсности при

движении автомобиля была специальная разработана методика исследования работ, которая предусматривала решение следующих задач:

1. Методология и процедура технологии отбора проб выбросов твердых частиц от движущегося АТС;

2. Исследование влияния различных режимов движения АТС на дисперсность и величину выбросов ТЧ от износа шин и дорожного полотна.

При выборе места отбора выбросов твердых частиц, необходимо учитывать, что при движении автомобиля вокруг его создается воздушный поток, состоящий из ламинарных и турбулентных слоев. Ламинарный воздушный поток обладает постоянными характеристиками, зависящими от конструктивных особенностей автомобиля. На него практически не оказывает влияние наличие других потоков воздуха. Поэтому место отбора проб выброса твердых частиц необходимо проводить в ламинарной части воздушно-пылевого потока до образования его турбулентной части. Таким местом, по нашему мнению, является зона, следующая сразу за выходом протектора шины автомобиля из пятна контакта её с дорожным покрытием на расстоянии, не более чем 100 - 150 мм с забором пробы по ширине шины.

Такое жесткое ограничение по месту отбора пробы было определено в наших исследованиях в отличие методов отбора проб в ранних зарубежных и российских исследованиях, которые и определяли те расхождения в получаемых ранее результатах [18, 24, 29, 37, 38].

Учитывая, что наибольшую нагруженность в пятне контакта шины с дорожным полотном создают ведущие колеса автомобиля, то отбор проб должен производиться из-под них.

3.1 Аппаратура для проведения исследований и условия проведения экспериментальных исследований

С целью качественного и надежного подвода воздуха с содержащимися в нем выбросов $ТЧ_{10}$ микрометра и менее, была разработана система принудительного подвода измеряемой воздушно-пылевой пробы к прибору Lighthouse HANDHELD 3016.



Рисунок 3.1 - Потоки воздуха с пылью, заполненной выбросами от износа полотна дороги и шин.

Указанный прибор ориентирован на ручной замер $ТЧ$ оператором.

Применяемый измерительный прибор Lighthouse HANDHELD 3016 (рис. 3.2) обладает эргономичным дизайном и небольшой массой. Счётчики частиц Lighthouse HANDHELD представляют собой новейшие и наиболее совершенные ручные счётчики частиц.



Рисунок 3.2 - Счётчики частиц Lighthouse HANDHELD

Комплекс измерительной аппаратуры, состоит из автопылесоса Black& Decker PAD, пластиковых трубопроводов, кронштейнов крепления трубопроводов к корпусу автомобилей и измерительного прибора Lighthouse HANDHELD 3016.

Для крепления приемной трубы в месте отбора проб твёрдых частиц сконструирован кронштейн с возможностью изменения высоты отбора. Применяемый автопылесос Black& Decker PAD использует автомобильный источник питания 12V постоянного тока. Размеры автопылесоса позволяют удобно разместить его в салоне автомобиля.

Для подачи отбираемых проб используются пластиковые трубопроводы с внутренним диаметром 33 мм, который обеспечивает надежное плотное соединение с пылесосом. В трубопровод встроена пластиковая трубка с внутренним диаметром 11 мм, в которую вставляется приемная трубка измерительного прибора Lighthouse HANDHELD 3016.

Скорость отбираемой пробы воздушной смеси с продуктами износа в пластиковом трубопроводе определялась анемометром Digital ZC 16100.

Такая система принудительного подвода измеряемой воздушно-пылевой пробы позволяет отбирать её со скоростью 50 км/ч (13,5 м/с). Учитывая длину пластикового трубопровода 4,0 м конкретная проба воздуха от точки забора до измерительного прибора обеспечивается за 0,3 - 0,4 секунды. На рисунках 3.3 – 3.5 показана установка измерительного комплекса на автомобиле NISSAN NAVARA на котором установлены радиальные бескамерные шины фирмы Continental (e4) cross LX contact M+S размером 255/65R17. Представленный автомобиль позволил обеспечить устойчивую работу при всех режимах движения, что было необходимо для получения стабильных результатов замеров твердых частиц, забираемых из контакта шины с дорожным полотном.



Рисунок 3.3 - Установка измерительного трубопровода на автомобиле.



Рисунок 3.4 - Установка измерительного комплекса в салоне автомобиля.

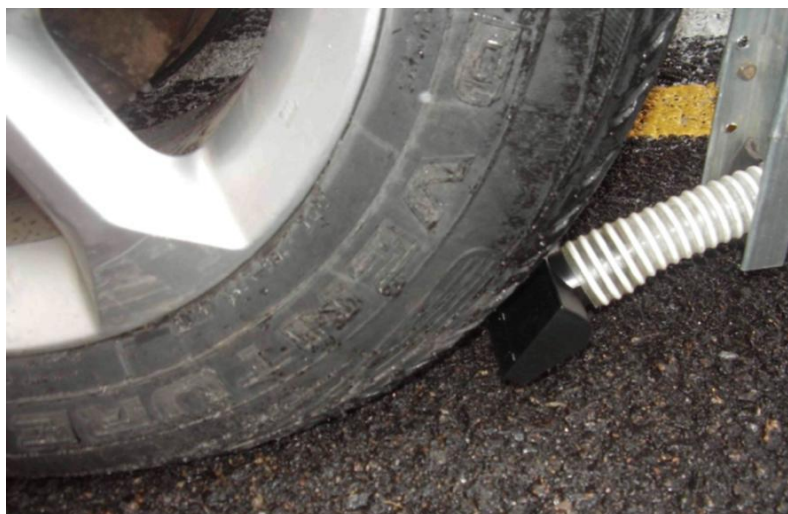


Рисунок 3.5 - Установка приемной трубы для отбора выбросов твердых частиц после контакта шины с дорожным полотном.

Для определения количества и дисперсности выбросов твёрдых частиц в воздушно-пылевой смеси используется ручной лазерный счетчик частиц Lighthouse HENDHELD 3016 производства США (рисунок 3.6), который имеет 6 счетных каналов (размерных диапазонов) и показывает количество частиц в отобранной пробе, а также температуру и относительную влажность.



Рисунок 3.6 - Ручной лазерный счетчик частиц Lighthouse HANDHELD 3016

Прибор оснащен удобным сенсорным экраном с диагональю 9,25 см. Сменные батареи максимально повышают время работы счётчика HANDHELD. Полученные данные можно легко загрузить в компьютер с помощью программы LMS Express Data Transfer Software.

Счётчик частиц Lighthouse HANDHELD позволяет:

- Выбрать продолжительность отбора пробы и время паузы между измерениями.
- Задать количество измерений, проводимых в одной точке пробоотбора или режиме движения автомобиля.

Прибор может работать в следующих режимах пробоотбора: AUTO (автоматический), MANUAL (ручной), CONCEN (концентрация), BEEP (сигнал).

- AUTO (автоматический): измерения проводятся в соответствии с настройками времени отбора пробы (пауза, время отбора пробы, объём пробы). После нажатия кнопки START прибор продолжает измерения, пока не будет нажата кнопка STOP или наберётся заданное количество измерений (циклов).

- MANUAL (ручной): после нажатия кнопки START прибор производит одно измерение в соответствии с заданными значениями паузы, времени отбора пробы, объёма пробы.

- CONCENTRATION (концентрация): в этом режиме прибор измеряет концентрацию частиц в прокачиваемом объёме отбираемой пробы. Данные измерений отображаются в главном меню как количество частиц в м³, в соответствии с выбранным временем измерения.

При проведении исследований процессов, связанных с выбросом твердых частиц в атмосферу от автомобилей таких как разгон автомобиля и торможение, ввиду их ограниченной по времени величины решающее значение имеет время измерения.

Счётчик частиц Lighthouse HANDHELD 2016/3016/5016 позволяет проводить один замер в диапазоне от 1 до 5 секунд. Для исследования быстротекущих процессов (разгона и торможения автомобиля) целесообразно использовать режим замера 1 - 2 секунды, что позволяет получить от 3 до 6 измерений в зависимости от времени разгона или торможения.

Испытания проводятся при стабильных положительных температурах воздуха.

К качеству дорожного покрытия предъявляются следующие требования: дорожное покрытие должно быть сухим, без посторонних предметов, которые искажают результаты исследований: листва, грязь, наличие следов от колес автомобилей, движущихся с обочины дороги и других.

Соблюдение этих требований позволяет обеспечить надежную работу измерительного прибора Lighthouse HANDHELD 3016 и избежать его засора водой и грязью.

Требования к состоянию системы принудительного подвода измеряемой пробы: перед началом исследований входной шланг пылесоса должен быть чистым, пластиковые трубопроводы и кронштейны

крепления трубопроводов к корпусу автомобилей и измерительного прибора Lighthouse HANDHELD 3016 должны быть надежно закреплены.

Выводы

В процессе экспериментальных исследований разработана методика исследовательских работ, которая предусматривала методологию отбора проб выбросов твердых частиц от движущегося автомобиля и оценку влияния различных режимов движения АТС на дисперсность и величину выбросов ТЧ от износа шин и дорожного полотна.

Создан комплекс измерительной аппаратуры и системы отбора проб для анализа, позволяющий проводить замеры выбросов ТЧ из-под колеса движущегося автомобиля и фиксировать результаты оператором, находящимся в салоне автомобиля.

4. Практическая реализация и технико-экономическая оценка предложенной методики комплексной оценки

«Существующий в настоящее время парк автотранспорта в крупных городах и мегаполисах, не смотря на принимаемые в последние 50 лет законодательные меры по ограничению выбросов вредных веществ с отработавшими газами (ОГ) автомобилей, по требованиям Международных Правил ООН № 49 и 83, обеспечивших значительное, более чем в 40 - 60 раз их снижение, остаётся под острой критикой конструкции систем нейтрализации по обезвреживанию вредных веществ в отработавших газах»[31, 32].

«Так, в 2012 году Всемирная организация здравоохранения вышла с предложением о запрете использования в городах Европы автомобилей с дизельными двигателями по причине повышенного выброса ими оксидов азота и особенно твёрдых частиц» [5].

В 2014 году с этой идеей, запрета использования автомобилей с дизелями, выступил мэр Парижа, так как в 2013 и 2014 годах в Париже в летнее время стал появляться смог, аналогично это было отмечено и в Лондоне, а в 2016 году об этом заявили скандинавские законодатели, и смог стал отмечаться в Москве и в других городах РФ [33].

Особо следует отметить информацию в Евроновостях о том, что в Париже, во время августовской жары (40°C) произошло сильное образование смога и власти Парижа были вынуждены ввести ограничения в скорости движения транспорта до 20 км/ч и ограничить число ввоза в Париж автомобилей [34].

По моему мнению, современные экологические проблемы крупных городов происходят «по причине недостаточного внимания к загрязнению городского воздуха частицами от износа шин и асфальто-дорожного полотна, что и проявилось в появлении смога в последние

годы, после 2010 года в Европе, а в Российской Федерации в 2016 году» [31, 33].

Так, по оценкам специалистов разных стран, в конце прошлого столетия загрязнение воздуха в среде обитания человека являлось причиной трёх миллионов случаев безвременной смерти людей во всем мире ежегодно. Кроме того, ежегодно регистрируется более 1 миллиона новых случаев рака лёгких по всему миру. «За 40 последних лет заболеваемость раком лёгкого значительно возросла в развитых и развивающихся странах по всему миру. Максимальные показатели заболеваемости зарегистрированы в Европе и США, минимальные – в Восточных странах» [27, 28].

Следует особо отметить, что твёрдые частицы, образующиеся от износа шин и асфальто-дорожного полотна, несут на себе весьма опасные канцерогенные вещества, которые в первую очередь и являются источником заболевания раком лёгких [27, 28].

На основании работ по исследованию экологических проблем автомобильного транспорта Российской Федерацией в 2013 - 2014 годах, был сделан ряд докладов по новым современным проблемам загрязнения атмосферы крупных городов, как на международной группе по загрязнению атмосферы и экономии энергии (GRPE), так и на Всемирном форуме по разработке требований к конструкции транспортных средств (WP-29) Комитета по внутреннему транспорту (КВТ) Европейской экономической комиссии ООН. [29, 30, 31, 32, 33, 34].

Ниже приведены выдержки из официального дискуссионного обсуждения представителей Европейских производителей шин на поставленную Российской Федерацией новую проблему загрязнения воздушной среды городов не только отработавшими газами, но и от других узлов и агрегатов автомобилей при их эксплуатации, в первую очередь от износа шин и дорожного полотна.

Перечень кратких резюме по итогам рассматриваемой проблемы на международной группе GRPE и на специально созданной по Докладам Российской Федерации неофициальной рабочей группе (НРГ-IWG) по ПИЧ (Программа измерения твёрдых частиц). Комментарии представителей Европейских производителей шин.

Российская Федерация представила доклад GRPE-65-20) "О выбросе твердых частиц автомобильными шинами". Первоочередное внимание делегации Российской Федерации сосредоточено на проблеме ЧИШД (Частиц, возникающих в результате Износа Шин и Дорожного покрытия), так как по проведенным исследованиям ГПУ «Мосэкомониторинг» "основным загрязнителем городского воздуха в Москве (до 60% загрязняющих и опасных для здоровья веществ) является истертая в мелкую пыль резина автомобильных покрышек" [32, 35].

Делегация Российской Федерации представила новый доклад: WP.29-161-22 (Российская Федерация) "О реальном выбросе твердых частиц автомобильным транспортом" [30].

Также был представлен документ ETRMA (Европейской ассоциации производителей шин и резиновых изделий), доведенный до сведения СОМ (Объединенного исследовательского центра). "Необходимо организовать разработку технических норм, ограничивающих объем выбросов в городской воздух твердых частиц и канцерогенных веществ, вызванных износом шин и тормозных колодок".

Российской Федерацией представлен новый документ WP.29-161-22 "Об экологической безопасности автомобилей" [32].

- 21 ноября 2013, в Брюсселе состоялась 28-я сессия НРГ (IWG - неофициальной рабочей группы) по ПИЧ (Программа измерения твердых частиц) [41].

- ETRMA приняла участие в качестве нового участника ПИЧ в GRPE. ETRMA презентовала доклад: "Анализ содержащихся в воздухе ЧИШД" на основе исследований Рабочей группы по технологической и

инновационной политике WBCSD (Всемирного бизнес-совета по устойчивому развитию) GRPE-PMP-29-04 (F. Peters) [42].

- «Доклад GRPE-68-10 (Российская Федерация) - "О рассеивании твердых частиц в городском атмосферном воздухе в результате износа шин и дорожного покрытия" и устное выступление представителей Российской Федерации (те же положения, что и указанные выше)» [33]; ETRMA принимали участие, но не представили докладов [43].

- Вебинар ETRMA 3 февраля 2014 г. с председателем ПИЧ ЕЭК ООН и экспертом Объединенного исследовательского центра (доклад Рабочей группы по технологической и инновационной политике WBCSD по анализу литературы, посвященной выбросам частиц, образующихся в результате ЧИЩД и изнашивания тормозов). Представлена подробная презентация ETRMA о степени изучения вопроса [44].

- 69-я сессия GRPE ЕЭК ООН, 5 - 6 июня 2014 [45].

Рассматривается документ GRPE-69-03 от Российской Федерации. Представлен документ GRPE-69-24 - Комментарии группы по ПИЧ к документу GRPE-69-03, представленному Российской Федерацией.

"Группа по ПИЧ предлагает рабочую программу в том числе с целью разработки ряда рекомендуемых методологий осуществления выборки измерений для решения данной проблемы. В случае, если GRPE одобрит подход и предложенную рабочую программу, группа по ПИЧ хотела бы пригласить экспертов из Российской Федерации принять участие в запланированных мероприятиях [в НРГ по ПИЧ] в сфере выбросов частиц, не связанных с сжиганием топлива. Основываясь на опыте уже проделанной работы и интересе, проявленном к данному вопросу, группа по ПИЧ пришла к мнению, что Российская Федерация может внести ценный вклад в дискуссию".

- На 37-й сессии НРГ по ПИЧ (8 октября 2015) - Представлен доклад PMP-37-07 - Презентация ETRMA - «Результаты Глобальной программы по отбору проб WBCSDTIPPM10 & 2.5».

- В итоге проведённых обсуждений международными специалистами группа НРГ ПИЧ объявила Новую поставленную задачу на ближайший период: Измерение твердых частиц (PM), образованных в результате износа шин и дорожного покрытия:

- Продолжать мониторинг текущих проектов и публикуемой информации касательно физической природы и классификации по размеру частиц выбросов, образованных в результате износа шин и дорожного покрытия.

Итак, рассмотрим комментарии европейских производителей шин (ETRMA) к представленным документам Российской Федерации на WP-29 и GRPE - KBT ЕЭК ООН.

В вышеуказанных документах утверждается, что воздействие выбросов твердых частиц, образующихся от шин, может представлять опасность для здоровья вследствие малого размеров частиц и объемов их выбросов в атмосферу.

Данное заявление подтверждается приведенными ссылками на 2 исследования:

- Montague P., Tyre Dust, 1995 (3800-6900 частиц шин / м³ в воздухе на шоссе с умеренной интенсивностью движения, > 58% данных частиц размером меньше 10 мкм);

- Российское научное исследование, 2009 ("основным загрязнителем воздуха в Москве - до 60% загрязняющих и опасных для здоровья веществ - является истертая в мелкую пыль резина автомобильных покрышек") признается недействительным по результатам Рабочей группы по технологической и инновационной политике WBCSD / Проекта шинной промышленности (TIP) - см. ниже - Результаты Глобальной программы по отбору проб.

Данные Российские документы, также ссылаются на оценку пыли от износа шин (по массе) в зависимости от среднего срока службы шины, выраженного в милях пробега для различных категорий

транспортных средств: легкового автомобиля, легкого коммерческого автомобиля (LCV) и грузового автомобиля (CV). На основании данных показателей определяется средний коэффициент выброса (грамм пыли от износа шин на км) для каждой категории транспортного средства и сравнивается с (Правила ООН №49 и 83) ограничениями по выбросам твердых частиц для выхлопных газов двигателей (соответствующей категории транспортного средства), демонстрируя превышение ограничений в 6 - 7 раз для легковых (PC) и почти в 5 раз для легких коммерческих автомобилей (LCV). Во-первых, рассчитанные коэффициенты выброса представляются завышенными по сравнению с указанными в литературных источниках и актуальными данными ETRMA. Во-вторых, коэффициент выброса частиц, возникающих в результате износа шин и дорожного покрытия должен зависеть от содержания в атмосфере твердых частиц PM10, а не от общего количества частиц. Наконец, Mathissenetal. 2011 приходят к заключению, что коэффициент выброса ультра мелких частиц, образующихся от шин, имеет второстепенное значение в сравнении с новым ограничением ЕС по выбросам частиц для дизельных легковых автомобилей.

Проект шинной промышленности (TIP), организованный в январе 2006 по инициативе руководителей крупных предприятий по производству шин, действующий под эгидой Всемирного бизнес-совета по устойчивому развитию (WBCSD), нацелен на выявление и решение вопросов, связанных с потенциальным воздействием на здоровье и окружающую среду материалов, имеющих отношение к производству и использованию шин.

Текущей основной задачей научно-исследовательской работы TIP является содействие лучшему пониманию поведения и возможного воздействия частиц, образующихся в результате обычной эксплуатации шин и их износа.

Следует отметить, что, говоря о частицах, которые сдираются с шин в результате трения о результате износа шин и дорожного покрытия (ЧИШД).

Благодаря исследованию TIR2 [37, 38, 42], установлено, что предыдущая формулировка не отражала реальность и, фактически, в окружающей среде частицы протекторов шин не существуют в отдельности - частицы изнашивающегося протектора шины всегда смешиваются, по крайней мере, с частицами дорожного покрытия, таким образом, уменьшая в твердых частицах долю резины по массе.

Отчет The State of the Knowledge (июль 2008) продемонстрировал, что понимание данных частиц ограничено. Кроме того, остро стоит вопрос о методах, используемых для выявления частиц при отсутствии на данный момент стандартных аналитических методов или методов сбора данных.

Чтобы восполнить данный пробел, группа TIR запустила научно-исследовательский проект для изучения состава и динамики данных частиц и их потенциального воздействия на здоровье человека и окружающую среду.

Согласно тому же автору (Kreider et al., 2010) [24, 38], размеры частиц, образованных в результате износа на асфальтовом покрытии, находились в пределах 4 - 350 мкм со средним значением 105 мкм и на бетонном покрытии: 1 - 149 мкм со средним значением 77 мкм.

Следовательно, средний размер ЧИШД составляет приблизительно 80-100 мкм. Данный размер частицы осадочный по своей природе и будет откладываться главным образом на дороге или около дороги. Существует возможность попадания данных частиц в водную среду посредством стоков с дорожного полотна.

Глобальная программа по отбору проб проводилась, чтобы определить количество частиц, возникающих в результате износа шин и дорожного покрытия (ЧИШД), в атмосферном воздухе для понимания

их потенциального воздействия на человеческий организм и общую долю данных частиц в твердых частицах менее 10 мкм (PM10). Отбор проб производился в Европе, Соединенных Штатах и Японии, а места отбора проб выбирались таким образом, чтобы представлять различные условия, включая центры и сельской, и городской местности, а также в каждом из жилых, коммерческих и развлекательных объектов воздействия загрязняющих веществ.

Пробы воздуха анализировались с использованием утвержденных химических стандартов для резинового полимера, основанных на методе пиролиза.

Результаты исследований [38] показали, что: средние концентрации ЧИШД в атмосферном воздухе в составе твердых частиц PM10 были низкими, варьируясь от 0,05 до 0,70 мкг/м³, т.е. более чем в 1000 раз ниже, чем излучавшаяся концентрация 112 мкг/м³, которая не проявила никаких негативных последствий. Это означает средний уровень концентрации 0,84% в PM10 (т.е. ЧИШД составляют менее 0,1% массы всех PM10). Это независимо подтверждает предыдущее исследование, в котором предполагается, что ЧИШД содержатся в PM10 в низких концентрациях, а их источником преимущественно является дорожное покрытие (Kreideretal) [37].

Вывод: концентрации в воздухе были ниже предельных значений токсикологического тестирования, что свидетельствует о низком уровне риска, связанного с воздействием ЧИШД в окружающей среде.

Исходящие данные Российской Федерации (2013) для расчета интенсивности износа протектора шин автомобильного транспорта, эксплуатирующегося в России приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Автомобиль	Износ одной шины, кг	Пробег шины до полного износа	Интенсивность износа шины	
			г/100 км	г/км
Легковой автомобиль	1,4-1,9	45-60000	3,3	0,33
Легкий коммерческий автомобиль (до 3,5 т.)	3,2-4,0	65-75000	5,1	0,51
Грузовой автомобиль	12,7-17,7	80-85000	18,7	1,87

Сравнение с исходными данными, предоставленными членами ETRMA в рамках проекта оценки жизненного цикла шин ETRMA 2013 года и исходными данными исследования Организации прикладных научных исследований Нидерландов (TNO) показывает, что коэффициенты потерь на износ, о которых сообщили представители Российской Федерации, представляются высокими, особенно для грузовых автомобилей.

Этот факт имеет свое объяснение: при эксплуатации шин в условиях России последние имеют значительно меньший пробег $\approx 2,7$ раза, чем на дорогах Западной Европы.

Европейские производители шин в своих комментариях к представленным документам Российской Федерацией согласны с расчетом массы износа протектора шин легковых и грузовых автомобилей, однако они отмечают, что легковые и грузовые шины, эксплуатирующиеся в Западной Европе за свой жизненный цикл имеют гораздо большие пробеги, чем шины в условиях России. Эти данные приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2.

Автомобиль	Износ одной шины (кг)	Пробег (км)	Интенсивность износа	
			г/100 км	г/км
Легковой автомобиль (РС)	1,14 (РН)	40000 (РН)	2,83	0,283
Грузовые автомобили (CV)	11,86 - 13,34 (ЛН)	210 - 230000 (ЛН)	5,51-5,96	0,551 - 0,5961

Условные обозначения: РН (региональные перевозки); ЛН (перевозки на дальние расстояния); РС (легковой автомобиль); CV (грузовой автомобиль), что касается заявленной угрозы здоровью в связи с канцерогенностью веществ, образующихся в результате износа шин, таких как ПАУ и летучие N-нитро замины в высокоароматических маслах, используемых при производстве шин, Kreideretal, также приходит к заключению, что «Классом химических веществ, представлявших особый интерес в данном исследовании, являлись ПАУ ввиду использования высокоароматических масел, содержащих ПАУ, при производстве шин. В 2003 году предполагалось, что шины являются основным источником ПАУ в окружающей среде, и в результате Европейский союз запретил использование высокоароматических масел в производстве шин, так как они содержат ПАУ. В соответствии с этим решением ETRMA считают, что шины с весьма малой долей вероятности являются основным источником содержания ПАУ в дорожной пыли (<150 мкм), о чем свидетельствует низкая концентрация ПАУ в частицах, возникающих в результате износа шин по сравнению с частицами дорожного покрытия.

Что касается материалов по канцерогенной опасности твёрдых частиц от износа шин и асфальтового покрытия дорожного полотна, в которых содержатся канцерогенные полициклические ароматические углеводороды и N-нитрозалины, то действительно производителями шин принимаются меры по некоторому уменьшению их использования, однако это нельзя сказать об асфальтовом покрытии дорожного полотна.

На рисунке 4.1 приведены сравнительные материалы проведённых исследований по величинам выбросов твёрдых взвешенных частиц $ТЧ_{10}$ и менее от эксплуатации АТС в городских условиях на примере города Пензы, а также оценку прогноза по изменению их выброса до 2030 года [39, 80]. Эти результаты были получены на основе обобщённых материалов, представленных в зарубежных работах [16], в российских работах [15, 18, 29, 39] и Докладах Российской Федерации в WP-29 и GRPE [30, 31, 32, 33, 34].

Эти исследования показали, что выбросы твёрдых частиц от износа шин и тормозных систем сегодня в 10 раз больше, чем выбросы ТЧ с отработавшими газами дизельных автомобилей по нормативам Евро-6 действующих в Европе.

Выбросы ТЧ от износа дорожного полотна более, чем в 500 раз превышают нормативы допустимых выбросов ТЧ с отработавшими газами.

Из представленных материалов видно, что с введением в Европе после 2010 года международных нормативов Евро-5 и Евро-6 (после 2014 года) Правилами ООН на выброс вредных веществ с отработавшими газами, в настоящее время, определяющими основное загрязнение воздушной среды городов, становятся выбросы от износа асфальтового покрытия дорожного полотна, от износа шин и тормозных накладок, которые не нормируются ни каким законодательством, ни в одной стране и, тем более Правилами ООН.

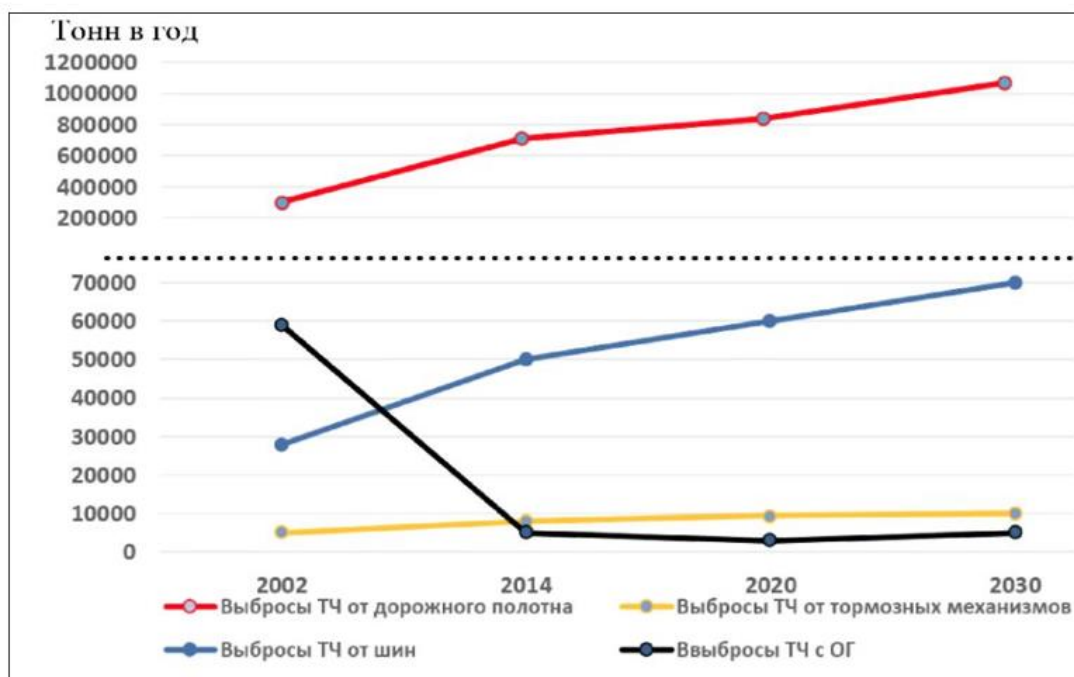


Рисунок 4.1 - Изменение и прогноз ежегодных общих выбросов твёрдых частиц с отработавшими газами, от износа шин, тормозных механизмов и дорожного полотна с 2002 г. по 2030 г. в Пензе в тоннах

Важно, в связи выше изложенными материалами сравнительных выбросов $ТЧ_{10}$ обратить внимание на информационный бюллетень Всемирной организации здравоохранения [27] и Российского онкологического портала [28], приводящих статистические данные по заболеваемости человека раком лёгких. Ежегодно регистрируют более 1000000 новых случаев рака легких по всему миру, из них 60000 в России, прирост заболеваемости при этом составляет 5 - 8% [27, 28].

В структуре онкологической смертности рак легкого занимает 31%. Основная группа пациентов - мужчины старше 50 лет, хотя в последнее время наблюдается тенденция к омоложению заболевания. Доля пациентов младше 45 лет составляет 10%, от 46 - 60 лет - 52%, 61 и старше - 38% [27, 28].

За 40 лет заболеваемость раком легкого значительно возросла в развитых и развивающихся странах по всему миру. Максимальные

показатели заболеваемости зарегистрированы в Европе и США, минимальные – в Восточных странах [27, 34, 76].

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) официально признала грязный уличный воздух онкогенным фактором, вызывающим рак легких у горожан. Ученые доказали, что воздух на улице провоцирует развитие рака так же, как и курение, ультрафиолетовое излучение или, например, тяжелый радиоактивный металл плутоний [27, 77].

Международное агентство по изучению рака (МАИР), специальное подразделение Всемирной организации здравоохранения, называет особо опасными веществами твердые примеси и выхлопы транспортных средств.

Воздух становится «ядовитым» из-за транспорта, стационарных энергоблоков и промышленных выбросов.

Получается, онкогенным становится воздух практически в любом крупном мегаполисе. При этом концентрация вредных веществ может очень сильно различаться в разных районах мира, но понятно, что речь идет о промышленно развитых районах.

Итак, на основании анализа Европейских дискуссий на сессиях GRPE по предварительным материалам от Российской Федерации и результатов Европейских и американских исследований и материалов от Европейских производителей шин (ETRMA), можно констатировать, что существует серьезная проблема с загрязнением воздушной среды городов, которая требует от мировой научной общественности и от государственных служб принятия срочных организационных мер и мероприятий по решению этой глобальной проблемы, на которую раньше не обращали внимания - загрязнения воздушной среды городов, от износа шин, тормозных механизмов и дорожного полотна, приводящих к образованию смога в крупных городах Европы.

И тем более не понятен, настойчивый уход Европейских производителей шин (ETRMA) от понимания и признания результатов

исследований, выполненных рядом зарубежных и российских исследований, вскрывающих истинную причину образования смога и роста заболевания человека раком легких в крупных городах и мегаполисах, прежде всего в США и в Европе.

В связи с вышеизложенным необходимо дополнительное современное проведение исследований по определению реальных выбросов ТЧ менее 10 микрон от износа дорожного асфальтового полотна и от износа шин.

В результате проведённых измерений зафиксировано, что наибольшие выбросы ТЧ при торможении автомобиля с разных скоростей (20, 30, 40, 50 км/ч) имеют частицы размером 1,0 мкм.

Важно, что с увеличением скорости начала торможения автомобиля от 20 до 50 км/ч рост количества выбросов ТЧ увеличивается в 3 раза.

Среднестатистическое распределение дисперсности твердых частиц в общей массе выбросов при торможении автомобиля с различных начальных скоростей движения в интервале от 20 до 50 км/ч составляет: ТЧ 0,3 – 18 %; ТЧ 0,5 – 17%; ТЧ 1,0 – 52%; ТЧ 5,0 – 9%; ТЧ 10,0 – 4%. Таким образом, основную массу выбросов (96%) составляют ТЧ размером от 0,3 до 5 мкм.

И так на основании результатов проведенных исследований дисперсности и величин выбросов твердых частиц на различных режимах движения автотранспортных средств, в городских условиях, можно констатировать: зафиксированы величины твёрдых частиц в основном 97% в диапазоне от 0,3 до 5 микрон, т.е. не более 5 микрон.

Таким образом, разработанная методика исследований позволила провести комплексную оценку дисперсности и величин выбросов твердых частиц по циклу, включающему в себя: разгон автомобиля, движение с постоянной скоростью и при торможении автомобиля.

С целью возможной косвенной оценки полученных результатов выброса ТЧ с нормативами на выброс ТЧ по санитарным нормам предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в окружающем воздухе, приведенных в таблице 1.1. на рисунках 4.2 и 2.3 представлены пересчитанные величины фона на дорогах и величины выброса при движении автомобиля с постоянной скоростью ТЧ менее 10 мкм в млн. штук в 1 м³ пробы.

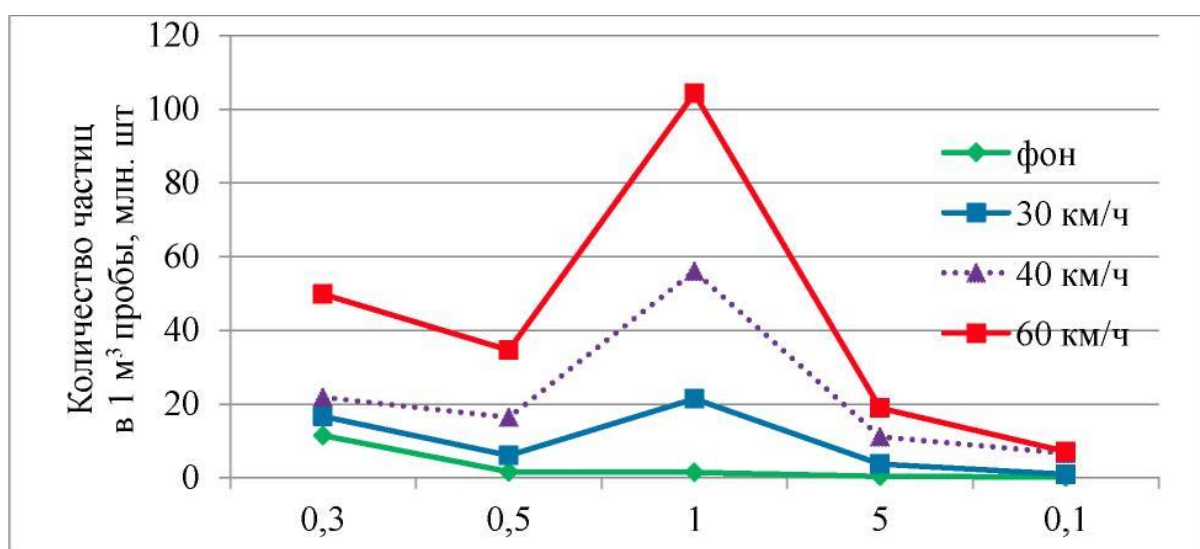


Рисунок 4.2 - Дисперсность и величины фона твердых частиц менее 10 мкм над поверхностью различных дорог города Пензы

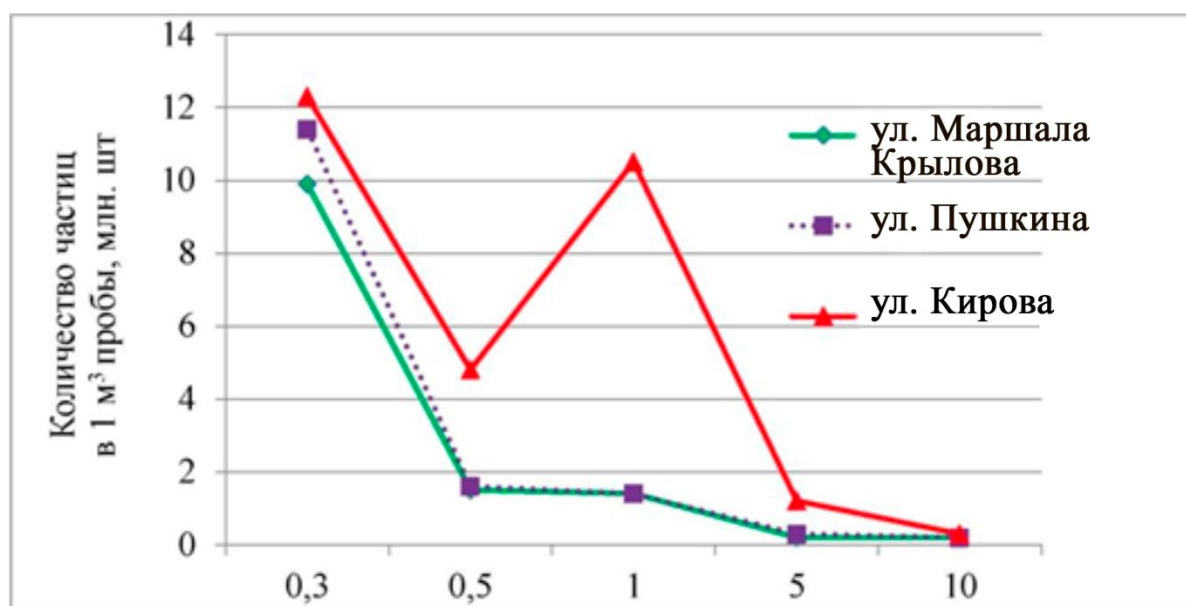


Рисунок 4.3 - Дисперсность и величины выбросов ТЧ менее 10 мкм при постоянной скорости движения автомобиля

4.1 Экономическая эффективность

Охрана окружающей среды по-прежнему остается одной из важнейших проблем человечества, от решения которой зависят жизнь людей, их здоровье, благосостояние [91, 92]. Автомобильный транспорт является одной из важнейших составляющих национальной экономики. Однако, ее функционирование связано с определенными экологическими и экономическими проблемами.

В настоящее время особенностями механизма воздействия автотранспорта на окружающую среду являются:

- - динамический рост процесса автомобилизации;
- - низкие показатели экологической безопасности автотранспорта;
- - широкий диапазон отрицательных воздействий автотранспорта на окружающую среду;
- - отставание подготовленности общественного сознания в оценке экологической безопасности автотранспорта;
- - ограниченность технических возможностей и сложность улучшения показателей экологической безопасности автотранспорта;
- - отсутствие действенных механизмов (моделей) управления для улучшения экологической безопасности автотранспорта [93]

В России, впрочем, как и во многих развивающихся странах, с целью охраны окружающей среды долгое время применяли в основном административно-правовые методы регулирования. Вместе с тем, решать любые экологические проблемы невозможно без экономических методов. Так, опираясь на опыт развитых стран можно констатировать, что на современном этапе развития экономики в хозяйственном механизме природопользования все большую значимость приобретает его экономический блок, или собственно экономический механизм. Этот экономический механизм включают в систему правового регулирования

и используют в качестве стимулирующего фактора в области охраны окружающей среды [6]. Однако, элементы экономического механизма экологической безопасности в России стали развиваться с 60-х годов XX столетия, а начали применяться лишь в начале 90 гг.

Денисов В.В. рассматривает «экономический механизм природопользования и охраны окружающей среды как систему экономических инструментов поощрительного и принудительного характера, применение которых способствует достижению целей государственной экологической политики» [95].

Федцов В. Г. и Дрягилев Л. А. включают в «экономический механизм природопользования и охраны окружающей среды систему организационных и экономических мероприятий органов государственного управления, местного самоуправления и природопользователей по поводу использования, воспроизводства, обмена и охраны природных ресурсов» [96].

Таким образом, в качестве цели механизма управления экологической безопасностью и охраной окружающей среды можно выделить согласование экономических и экологических интересов общественного производства как федеральных, региональных, локальных, так и территориальных, ведомственных властей, на уровне связей между предприятиями.

В самом общем виде выделяют три типа экономических механизмов природопользования [97]:

1) компенсирующий (пассивный, мягкий) механизм является наиболее либеральным в экологическом отношении, так как определяет самые общие ограничительные экологические рамки для экономического развития отраслей и секторов. Данный тип направлен на устранение

негативных экологических последствий экономического развития, их компенсацию, но не борется с причинами возникновения экологических деформаций;

2) стимулирующий механизм, направленный на развитие природоохранных и экологосбалансированных производств и видов деятельности. Основную роль в осуществлении данного механизма занимают рыночные инструменты, способствующие наращиванию производства на основе внедрения новых технологий, которые дают возможность улучшить использование и охрану природных ресурсов;

3) жесткий («подавляющий») механизм основывается на использовании административных и рыночных инструментов. Данный механизм имея в своем арсенале жесткую правовую, налоговую, кредитную, штрафную политики практически подавляет развитие определенных отраслей и комплексов в части расширения их природного базиса, что в целом способствует экономии использования природных ресурсов.

В реальности в чистом виде данные механизмы не существуют и неизбежно их сочетание.

Экономический метод включает как отдельные приемы воздействия, так и их совокупности. ФЗ «Об охране окружающей среды» (Федеральный закон от 10.01.2002 №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (в ред. от ред. от 13.07.2015 г. №233-ФЗ) определил методы экономического регулирования в природоохранной деятельности. Представленные методы связаны между собой, часто взаимообусловлены и пересекаются на практике.

Решение экологических проблем автотранспорта требует значительных финансовых затрат, в связи с чем необходимо создать и запустить экономические механизмы, стимулирующие обеспечение экологической безопасности автотранспортных средств.

Основными стратегическим документом развития транспортной отрасли Российской Федерации является - «Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года».

Таким образом, можно сделать вывод о том, что налоговые системы многих стран все теснее увязываются с экологическими правоотношениями, в результате чего образовывается симбиоз, позволяющий государству контролировать потребление неэкологической продукции, следить за состоянием окружающей среды, а также аккумулировать средства для ее улучшения. автомобильный экологическая безопасность

Для России также очень актуален вопрос о налоговых механизмах стимулирования производства или приобретения более экологически безопасной и энергоэффективной продукции.

Постановлением Правительства РФ №1194 от 31 декабря 2009 года принята и успешно реализуется программа утилизация старых легковых автомобилей (старше 10 лет), рассчитанная на 200 тыс. автомобилей. Программа предусматривает выдачу бонуса в размере 50 тыс. руб. для приобретения нового автомобиля отечественной сборки. В дальнейшем программу планируется распространить на старые грузовые автомобили и автобусы. Это позволяет ускоренными темпами выводить из эксплуатации старый парк, вносящий значительный вклад в загрязнение окружающей среды и неэффективно расходующий топливо.

На региональном уровне начинают применяться экономические инструменты, направленные на стимулирование использования более экономичных и экологически чистых автомобилей.

В заключение необходимо отметить, что целостного экономического механизма обеспечения экологической безопасности автотранспорта в России пока еще не сложилось. На современном этапе с различной степенью разработанности применяются административные, организационные и правовые методы. В то же время, экономический

механизм природопользования должен быть встроен в экономическую систему, а не представлять собой разрозненный набор мер и инструментов, направленных на решение тех или иных экологических проблем. При этом государство должно выполнять регулирующую роль в рыночном функционировании этого механизма, в функции которого входит установление основных направлений, параметров и порядка его применения [100]

Выводы

1. Оценена дисперсность и величина фона твердых частиц менее 10 мкм над поверхностью различных дорог города Пензы. Основную массу твердых частиц (95%) над дорожным полотном составляют размеры 0,3; 0,5 и 1,0 мкм.

2. Результаты проведенных исследований дисперсности и общих величин выбросов твердых частиц на различных режимах движения автотранспортных средств в городских условиях, позволило определить, что основной выброс твердых частиц (97%) составляют частицы размером от 0,3 до 5 микрон.

3. Налоговая система все теснее увязывается с экологическими правоотношениями, в результате чего образовывается симбиоз, позволяющий государству контролировать потребление неэкологической продукции, следить за состоянием окружающей среды, а также аккумулировать средства для ее улучшения.

Общие выводы

1. В связи с ростом парка автотранспорта в городе Пензе с 2014 года (424 402 штук) до 567 485 штук (в 2020 году) и до 774 192 автотранспортных средств в 2030 году будет происходить резкое увеличение выбросов твердых частиц от износа шин и тормозных механизмов с 28000 тонн в 2002 году до 60000 т в 2020 году и в 2030 году выброс может составить более 70000 тонн.

2. Максимальная скорость автомобилей в городе ограничена скоростью 60 км/ч, поэтому все измерения проводились на режимах движения автомобиля (разгон, равномерное движение и торможение происходит в скоростном диапазоне от 0 до 60 км/ч. Для исследования реального процесса выбросов ТЧ от автомобильного транспорта были выбраны следующие режимы:

- Разгон автомобиля от: 0 до 30, 40, 60 км/ч;
- Равномерное движение: 20, 30, 40, 50, 60 км/ч.;
- Торможение с: 20, 30, 40, 50 км/ч.

Автомобиль должен пройти техническое обслуживание и технический осмотр. Загрузка автомобилей не должна превышать 75% полезной нагрузки.

3. Разработан комплекс оздоровительных, природоохранных, градостроительных мероприятий и ряд архитектурно-планировочных решений, направленных на снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха в жилых районах города:

- по совершенствованию автомобиля и его технического состояния;
- рациональной организации перевозок и движения, снижение загруженности дорог, строительство объездных путей;
- озеленение дорог, дворов и скверов.

4. Налоговая система все теснее увязывается с экологическими правоотношениями, в результате чего образовывается симбиоз, позволяющий государству контролировать потребление неэкологической

продукции, следить за состоянием окружающей среды, а также аккумулировать средства для ее улучшения.

Список используемых источников

1. Кутенев В.Ф., Кисуленко Б.В., Шюте Ю.В. Экологическая безопасность автомобилей с двигателями внутреннего сгорания // М.: Экология, Машиностроение. - 2009. - 253 с.
2. Хесин А.И., Скудатин М.Е., Ушмодин В.Н. Канцерогенная опасность автомобильных шин // Журнал «Национальная безопасность и геополитика России» (Федеральное издание) - №10-11(51-52) -2003.
3. Азаров В.К. Разработка комплексной методики исследований и оценки экологической безопасности автомобилей: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. М.: 2014. - 135 с.
4. Вайсблум М.Е. Новые тенденции в развитии требований ЕЭК ООН в отношении экологических показателей АТС и устанавливаемых на них двигателей // Журнал ААИ. 2011. - №3 (68) - С 14-19.
5. Вестник ЕЭК ООН. Женева, выпуск №9, май 2012.
6. Правила ООН № 83 «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении выбросов загрязняющих веществ в зависимости от топлива, необходимого для двигателей».
7. Правила ООН № 49 «Единообразные предписания, касающиеся подлежащих принятию мер по ограничению выбросов загрязняющих газообразных веществ и твердых частиц из двигателей с воспламенением от сжатия, предназначенных для использования на транспортных средствах, а также выбросов загрязняющих газообразных веществ из двигателей с принудительным зажиганием, работающих на природном газе или сжиженном нефтяном газе и предназначенных для использования на транспортных средствах».
8. Технический регламент «О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории

Вредных(загрязняющих)веществ»,утвержденныйПостановлениемПравительств
а Российской Федерации от 12 октября 2005 г. № 609 (в ред. с
изменением, внесенным Постановлением Правительства РФ от 20.01.2012
г. №2).Правительства Российской Федерации от 12 октября 2005 г. № 609
(в ред. с изменением, внесенным Постановлением Правительства РФ от
20.01.2012 г. №2).

9.Азаров В.К., Кутенев В.Ф. О показателе экологической опасности
автотранспортных средств // Труды НАМИ. – 2014. - № 257. – С. 31-40.

10. Доклад о состоянии окружающей среды в г. Москва в 2011
году. Правительство Москвы, Департамент природопользования и охраны
окружающей среды горда Москвы, - 128 с.

11. Доклад Российской Федерации «О безопасности окружающей
среды от выбросов из автомобилей» на 161 сессии Всемирного Форума по
конструкции транспортных средств, ноябрь 2013 г., Женева (Швейцария).

12. Азаров В.К., Васильев А.В., Кутенев В.Ф. Современные
экологические проблемы грузовых автомобилей и автобусов // М.: Труды
НАМИ. – 2014. - № 258. – С. 94 - 101 .

13. Васильев А.В., Кутенев В.Ф. Проблемные вопросы повышения
ходимости шин грузовых автомобилей и автобусов // Грузовик. – 2015. -
№9. – С. 18 - 20.

14. Азаров В.К., Кутенёв В.Ф., Сайкин А.М. Новые проблемы
создания экологически чистого автомобиля. // Журнал «Автомобильная
промышленность», 2013, № 10, с. 5 - 7.

15. А.В. Васильев, В.К. Кутенев, В.В. Степанов О методике оценки
износа протектора шин для конкретных условий эксплуатации
автомобилей и автобусов // Труды НАМИ, 2015, № 260, - С.127 - 137.

16. Нцахристос Л., Боутлер П., Руководство ЕМЕП / ЕАОС по
инвентаризации выбросов, 2009.

17. Каталогшин 2009 by the YOKONAMA Rubber CO, LTD.

18. Чижова В.С. Повышение экологической безопасности автотранспортного комплекса путем снижения загрязнения воздуха дисперсными частицами размером менее 10 мкм // Диссертация на соискание учёной степени к.т.н., М.: - 2015. -148 с.

19. Отчёт ОАО «НИИАТ» «О научно-исследовательской работе по теме: Разработка научно-обоснованных предложений по внесению изменений в нормативную и правовую базу Российской Федерации в части эксплуатации шин пневматических для колёсных транспортных средств, предназначенных для перевозки пассажиров в целях повышения энергоэффективности транспортных средств» Этап 2-ой: «Разработка методических рекомендаций по установлению норм пробега автомобильных шин и эксплуатации для колёсных транспортных средств» (2016 г.).

20. Справочная энциклопедия дорожника. Том II. Ремонт и содержание автомобильных дорог. – М.: 2003.

21. М.П. Костельов, В.П. Перевалов, Д.В. Пахаренко – Практика борьбы с колеиностью асфальтобетонных покрытий может быть успешной. М.: ДОРОЖНАЯ ТЕХНИКА, 2011.

22. А. Орешкин «О ремонте дорог, бесшовном асфальте на Тверской и укреплении откосов». <https://www/mos.ru/news/item/33456073/>.

23. Современные дорожные покрытия «АДС-Техника». www.proektant.ru, Новости, Генплан и сооружения транспорта.

24. M.L. Kreider l., Physical and chemical characterization of tire-related particles: Comparison of particles generated using different methodologies, Science of the Total Environment 408 (2010) 652-659.

25. Отчет о научно-исследовательской работе «Прогнозирование структуры парка АТС города Москвы по их типам и экологическим классам на период с 2015 по 2030 гг. с учетом эффективности мер по стимулированию

обновления парка АТС и ограничения въезда АТС на отдельные территории

города Этап 3. Разработка методики прогнозирования структуры парка АТС

города Москвы по их типам и экологическим классам на период с 2015 по

2030 гг. с учетом эффективности мер по стимулированию обновления парка

АТС и ограничения въезда АТС на отдельные территории города (промежуточный)», Руководитель работы Ю.В. Трофименко. Государственная программа г. Москвы «Развитие транспортной системы на 2012 - 2016 гг.).

26. Информационный бюллетень Всемирной организации здравоохранения «Качество атмосферного воздуха и здоровье». Сентябрь, 2016 г.

27. <https://www.oncoforum.ru/> /Российский онкологический портал.

28. Азаров В.К., Кутенёв В.Ф., Сайкин А.М. «Новые проблемы создания экологически чистого автомобиля» Журнал «Автомобильная промышленность» 2013, № 10, с. 5-7.

30. Доклад Российской Федерации WP-29-160-39 «О реальном выбросе твердых частиц на автомобильном транспорте» на 160 сессии Всемирного форума для согласования правил в области транспортных средств – WP-29 (25-28 июня 2013 г.).

31. Васильев А.В., Гайсин С.В., Кутенёв В.Ф., Степанов В.В. «Сравнительный анализ результатов зарубежных и отечественных исследований по загрязнению атмосферы городов выбросами, образующихся в результате износа шин, тормозных механизмов автомобилей и дорожного покрытия»/ Труды НАМИ, сборник научных статей, вып. № 262, 2015., - С. 54-64.

32. Доклад Российской Федерации WP-29-161-22 «Об экологической

безопасности автомобилей» на 161 сессии WP-29 (12-15 ноября 2013 г.).

33. Доклад Российской Федерации GRPE-68-10 «О рассеивании твердых частиц в городском атмосферном воздухе в результате износа шин и дорожного покрытия» (9 января 2014 г.).

34. Доклад Российской Федерации GRPE-69-03, обобщающий материалы предыдущих докладов (июнь 2014 г.).

36. Доклад «Загрязнение атмосферного воздуха в Москве во втором квартале 2008 года», ГПУ «Мосэкомониторинг», 2009 г., 60 с. «Доклад о состоянии окружающей среды в городе Москва в 2011 году» Правительство Москвы, Департамент природопользования и охраны окружающей среды города Москвы, - 128 с.

37. Kreider et al, Effects of Intratracheal Instillation of Tire and Road Wear Particles (TRWP) and Tread Particles (TP) on Inflammation and Cytotoxicity in Rat Lung: A Comparative Toxicity Study (SOT, 2009).

38. Julie M. Panko et al., Measurement of airborne concentrations of tire and road wear particles in urban and rural areas of France, Japan, and the United States (Atmospheric Environment, In Press).

39. В.К. Азаров, А.В. Васильев, В.Ф. Кутенёв «О причинах увеличивающегося загрязнения воздушной среды больших городов взвешенными частицами от эксплуатации автотранспортного комплекса», журнал «Экология и промышленность», М.: 2017, т. 21, № 8, -С. 44 - 48.

40. Пугачёв, И.Н. Организация и безопасность дорожного движения : учебное пособие для вузов / И. Н. Пугачёв, А. Э. Горев, Е. М. Олещенко. — М.: Академия, 2009.

41. Жданов, В. Л. Экологические проблемы автомобильного транспорта в городах : учебное пособие / В. Л. Жданов. - Кемерово : Кузбасский государственный технический университет, 2012.

42. Методика определения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от автотранспортных потоков, движущихся по автомагистралям Санкт -Петербурга : утверждена

Распоряжением Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности от 08.12.2005 г. № 309-р. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/8425945>.

43. Наумов В.С., Пластинин А.Е. Безопасность жизнедеятельности. Экологическая безопасность. – М.: Волжский государственный университет водного транспорта, 2013.

44. Р.Г. Мамин: Безопасность природопользования - М: Юнити, 2003.

45. Медведев В.Т. Инженерная экология: Гардарнкн. - М.: 2002. - 687 с.

46. Беспалов В.И., Мещеряков С.В., Гурова О.С. Оценка процессов и расчет аппаратов защиты окружающей среды: учебное пособие. - Ростов-на-Дону: ООО "Мини Тайп". 2007. -192 с.

47. Экологическая антология. Москва - Бостон, 2002.

48. Экологические основы природопользования / Под ред. Ю. М. Соломенцева. - М.: Высш. шк., 2002.

49. Экология, охрана природы, экологическая безопасность: Учеб. пособие/ Под ред. А. Т. Никитина, С. А. Степанова. - М.: Изд-во МНЭПУ, 2000.

50. Эколого-экономическая стратегия развития региона / Под ред. В. В. Буфала, В. И. Гурмана. - Новосибирск: Наука, 2000.

51. Графкина М. В., Михайлов В. Л., Иванов К. С. Экология и экологическая безопасность автомобиля : учебник / М. В. Графкина, В. А. Михайлов, К. С. Иванов. — М. :ФОРУМ, 2009. - 320 с.

52. Охрана окружающей среды: Учебник для вузов / Автор - составитель А.С. Степановских. - М.: ЮНИТН-ДАНА, 2001.

53. Петрунин В.В. Плата за негативное воздействие на окружающую среду в 2006 году // Финансы. – 2006. – № 4. – С.25 - 30.

54. Шишков Ю. Хрупкая экосистема Земли и безответственное человечество // Наука и жизнь./ – 2004. – № 12. – С.2 - 11.

55. Суэтин А. 2006 год: мир сегодня и завтра (обзор основных положений доклада «Состояние планеты – 2006») // Вопросы экономики./ – 2006. – № 4. – С.90 - 103.
56. Руденко Б. Цена цивилизации // Наука и жизнь./ – 2004. – № 7. – С.32 -36.
57. Петрунин В.В. Плата за негативное воздействие на окружающую среду в 2006 году // Финансы. – 2006. – № 4. – С.25 – 30.
58. Ляченков Н.В., Тарабрин О.А. / Этапы развития аэрокосмической промышленности и автомобилестроения: Учебное пособие. -М.: МАИ, 2004.
59. Коробкин В.И. Экология. – М.: 2006. – 465 с.
60. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения 6 учеб. пособие студ. высш. учеб. заведений/ А.Э.Горев, Е.М. Олещенко.- М.: Издательский центр «Академия». 2006.
61. Теория и конструкция автомобиля и двигателя. Вахламов В.К., Шатров М.Г., Юрчевский А.А, 2003.
62. Пронин Д.Е., Эйдинов А.А., Азаров В.К. «Роль технологической платформы «Экологически чистый транспорт – Зеленый автомобиль» в инновационном развитии автомобильной промышленности.// «Труды НАМИ», сб. науч. ст.,- М.: 2012, - с.27 - 37.
63. Азаров В.К., Сайкин А.М., Кутенев В.Ф., Малкин М.А. Шины и дорожное покрытие как источник загрязнения атмосферного воздуха автотранспортными средствами. // Труды НАМИ: сб. науч. ст.– М.: 2014,– Вып. №256.
64. Сайкин А.М. «Обоснование и разработка комплексных методов снижения загрязнения воздуха в кабинах карьерных самосвалов отработавшими газами дизелей». Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, М., ФГУП «НАМИ», 2010 г., 375 с.
65. В.К. Азаров, В.Ф. Кутенев, А.М. Сайкин Новые проблемы при создании экологически чистого автомобиля // Жур. «Автомобильная промышленность» №10, 2013. - С.5 - 7.

66. Азаров В.К., Кутенев В.Ф., Сайкин А.М. Автомобиль и его влияние на систему «Дорога - окружающая среда - человек». - М.: Труды НАМИ, 2013, - С. 47-57.

67. Проведение научных исследований образования и поступления в атмосферный воздух продуктов износа дорожных покрытий и составных частей автотранспортных средств (шин, накладок, тормозных колодок), Отчет о НИР, Госконтракт от 06.05.2013 г. №0604-05/13 (636/251-13), М., 2013 г., ФГУП «НАМИ».

68. Доклад Российской Федерации WP-29-160-39 «О реальном выбросе твердых частиц автомобильным транспортом» на 160 сессии Всемирного Форума по разработке требований безопасности к конструкции транспортных средств», июнь 2013 г., Женева (Швейцария).

69. Доклад Российской Федерации GRPE-65-20 «О выбросе твердых частиц автомобильными шинами» на 65 сессии международной группы докладчиков по загрязнению воздуха и энергии, январь 2013 г., Женева (Швейцария).

70. Азаров В.К., Кутенев В.Ф., Степанов В.В. О выбросе твердых частиц автомобильным транспортом», журнал «Автомобильных инженеров», №6 (77), 2012, - С. 55 - 58.

71. Кудрявцев И.Н., Пятак А.И. и др. Эффективное использование пневмодвигателя в автомобиле. // Журнал «Альтернативная энергетика и экология», 2005, №2(22).

72. Кутенев В.Ф., Азаров В.К., Ягунов С.В., Буриков В.С. К вопросу об экономической целесообразности и технической возможности создания экологически чистого транспорта с нулевым выбросом вредных веществ и парниковых газов. //Журнал «Автомобильных инженеров», №1(66), 2011, - С. 44 - 46.

73. Азаров В.К., Кутенев В.Ф., Сонкин В.И. Существует ли альтернатива дорожному электромобилю по выбросу вредных веществ и

парниковых газов // Журнал «Автомобильных инженеров», 2013, №5(82), с. 10 - 14.

74. Ипатов А.А., Кутенев В.Ф., Лукшо В.А., Теренченко А.С., Хрипач Н.А. «Автотранспорт и экология мегаполисов». - М.: Экология Машиностроения, 2010, - 254 с.

75. Азаров В.К., Козлов А.В., Кутенев В.Ф., Теренченко А.С. Экономика современных и перспективных конструкций автомобилей в их полном жизненном цикле. // Журнал «ААИ», № 1(78), 2013, - С. 46 - 48.

76. Шмелев Е.Н. Экологический транспорт в России. //Журнал «ААИ», №2(73), 2012, - С. 52 - 55.

77. Нагайцев М.В., Кутенев В.Ф., Эйдинов А.А. Перспективы развития конструкций комбинированных энергоустановок автотранспортных средств. - М.: Труды НАМИ, выпуск №254, 2013 г., -С. 5 - 19.

78. Звонов В.А., Козлов А.В., Кутенев В.Ф. Экологическая безопасность автомобиля в полном жизненном цикле. - М.: НАМИ, 2001, - С.125 - 158.

79. Кутенев В.Ф., Корнилов Г.С., Киреев А.Л., Шюте Ю.В. Что скрывается за фасадом международных нормативных требований по экологии автомобильного транспорта. // Журнал «ААИ», М., 2003, №1.

80. А.И. Хесин, М.Е. Скудатын, В.Н. Ушмодин Канцерогенная опасность автомобильных шин. // Журнал «Национальная безопасность и геополитика России» (Федеральное издание), №10-11(51-52), 2003.

81. Финансирование деятельности по смягчению глобального изменения климата. / Серия публикаций по энергетике ЕЭК ООН. Нью-Йорк и Женева. ООН, №37, 2010.

82. Майстренко В.Н., Ключев Н.А. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей. - М.: БИНОМ. 2004. - 323 с.

83. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. «Промышленно-транспортная экология». - М.: Высш.школа, 2003, - 273 с.

84. Хегай Ю.А. Проблемы экологической обстановки на автомобильном транспорте в Российской Федерации // Теория и практика общественного развития. 2014. №2. С. 385-388.
85. Кузина Е.Л., Кузина М.А. Эколого-экономическая и социальная эффективность природопользования в масштабе мирового пространства // Инженерный вестник Дона. 2015. № 2-2. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_155_Kuzina.pdf_b347b7acd2.pdf
86. Базаров Б.И. Экологическая безопасность автотранспортных средств. Ташкент: ТАДИ, 2014. 104 с.
87. Шимова О.С., Соколовский Н.К. Основы экологии и экономика природопользования. М.-Мн.: ИНФРА-М, 2015. 256 с.
88. Экология и экономика природопользования / Под ред. проф. Э.В. Гирусова, проф. В.Н. Лопатина. М.: ЮНИТИ-ДАНА, Единство, 2013. 519 с.
89. Трифонова Т.А., Селиванова Н.В., Ильина М.Е. Экологический менеджмент. Владим. гос. ун-т, Владимир, 2013. 291 с.
90. Денисов В.В., Курбатова А.С., Денисова И.А., Бондаренко В.Л., Грачев В.А., Гутенева В.В., Нагнибеда Б.А. Экология города / Под ред. проф. В.В. Денисова. - М.: ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д: Инд.цент «МарТ», 2018. 832 с.
91. Федцов В. Г., Дрягилев Л. А. Экология и экономика природопользования / Под ред. П.В. Забелина. М.: Изд-во РДЛ, 2013. 232 с.
92. Бобылев С.Н., Ходжаев А.Ш. Экономика природопользования. Москва, 2013. 567 с.
93. От Амстердама до Парижа и далее: Общеввропейская программа по транспорту, окружающей среде и охране здоровья (ОПТОСОЗ) 2009-2020 гг. URL: euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0011/247187/From-Amsterdam-to-Paris-and-beyond-Rus.pdf/
94. Думанова А.Х., Кумышева З.Х., Шалова С.Х. Глобальные дисбалансы и их влияние на эколого-экономическое развитие // Инженерный

вестник Дона. 2014. № 4-1. URL:
ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_142_Shlova.pdf_f53bca1dd9.pdf.

95. Азаров В.К., Васильев А.В., Кутенев В.Ф. Современные экологические проблемы грузовых автомобилей и автобусов // М.: Труды НАМИ. – 2014. - № 258. – С. 94 - 101 .

96. Васильев А.В., Кутенев В.Ф. Проблемные вопросы повышения ходимости шин грузовых автомобилей и автобусов // Грузовик. – 2015. - №9. – С. 18 - 20.

97. Азаров В.К., Кутенёв В.Ф., Сайкин А.М. Новые проблемы создания экологически чистого автомобиля. // Журнал «Автомобильная промышленность», 2013, № 10, с. 5 - 7.

98. А.В. Васильев, В.К. Кутенев, В.В. Степанов О методике оценки износа протектора шин для конкретных условий эксплуатации автомобилей и автобусов // Труды НАМИ, 2015, № 260, - С.127 - 137.

99. Федцов В. Г., Дрягилев Л. А. Экология и экономика природопользования / Под ред. П.В. Забелина. М.: Изд-во РДЛ, 2013. 232 с.

100. Бобылев С.Н., Ходжаев А.Ш. Экономика природопользования. Москва, 2013. 567 с.