

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра “Экология и энергоэффективность в техносфере”

И. М. ЕВМИНОВА, О. Н. ГОРЕЛАЯ

ОРГАНИЗАЦИЯ
ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
НА АВТОТРАНСПОРТНОМ
ПРЕДПРИЯТИИ

Одобрено методической комиссией факультета «Управление процессами перевозок» и заочного факультета в качестве учебно-методического пособия по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Транспортная экология»

Гомель 2017

УДК 502.3:656.0(075.8)
ББК 201
Е19

Рецензент – заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика и экология» учреждения образования «ГГТУ им. П.О.Сухого»
А.В. Овсянник

Евминова, И. М.

Е19 Организация природоохранной деятельности на автотранспортном предприятии : учеб.-метод. пособие для студентов дневной и заочной форм обучения по дисциплине «Транспортная экология» / И. М. Евминова, О. Н. Горелая ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2017. – 75 с.
ISBN 978-985-554-636-9

Приведены краткие сведения из теории, описание приборов для измерения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, измерения концентраций вредных веществ в сточных водах и почвах, измерение уровней шума, вибрации и электромагнитных излучений, методика расчетов нормативов воздействия на окружающую среду в результате эксплуатации транспортных средств и автотранспортных предприятий.

Предназначено для выполнения лабораторных работ по курсу «Транспортная экология» и самостоятельного изучения дисциплины студентами всех форм обучения специальностей «Организация перевозок и управление на автомобильном и городском транспорте», «Организация дорожного движения».

УДК 502.3:656.0(075.8)
ББК 201

ISBN 978-985-554-636-9

© Евминова И. М., Горелая О. Н., 2017
© Оформление. БелГУТ, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1 Общие требования к выполнению лабораторных работ	5
Лабораторная работа № 1. Расчет выбросов вредных веществ в окружающую среду от передвижения автомобильного транспорта	5
Лабораторная работа № 2. Контроль токсичности отработавших газов бензиновых автомобильных двигателей в процессе эксплуатации	12
Лабораторная работа № 3. Контроль дымности отработавших газов дизельных автомобильных двигателей в процессе эксплуатации	22
Лабораторная работа № 4. Измерение шумовой характеристики транспортного потока автомобилей на улице	28
Лабораторная работа № 5. Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стоянок автомобилей	32
Лабораторная работа № 6. Контроль эффективности работы газоочистных установок на автотранспортном предприятии	37
Лабораторная работа № 7. Определение допустимой концентрации загрязнений в сточных водах автотранспортного предприятия	43
Приложение А. Нормирование выбросов при движении АТС	51
Приложение Б. Нормирование шума	57
Приложение В. Нормирование выбросов при стоянке АТС	61
Приложение Г. Сведения об эффективности очистки выбросов в окружающую среду	67
Приложение Д. Санитарно-гигиенические характеристики веществ, загрязняющих атмосферный воздух	69
Приложение Е. Санитарно-гигиенические характеристики веществ, загрязняющих водные объекты	71
Список литературы	74

ВВЕДЕНИЕ

Экология – наука, изучающая совокупность и характер связей между живыми организмами и окружающей средой. Современная экология – это сложная разветвленная наука, которая связывает физические, химические, биологические явления.

Основными задачами инженерной экологии являются оптимизация технологических, инженерных и проектно-конструкторских решений с учетом нанесения минимального ущерба окружающей среде и здоровью человека; контроль, оценка и прогнозирование возможных отрицательных последствий технологических процессов на предприятиях для окружающей среды; разработка принципов рационального использования природных ресурсов.

Автомобильный транспорт, как известно, является основным источником загрязнения атмосферного воздуха. Он также наносит непоправимый вред литосфере и гидросфере. Загрязненный отработавшими газами воздух угнетает и уничтожает растительность, вызывает коррозию металлов. Не менее разителен вред, наносимый отработавшими газами зданиям и сооружениям. Компоненты отработавших газов двигателей внутреннего сгорания приводят к возникновению таких негативных явлений, как смог, кислотные дожди, парниковый эффект.

Количество некоторых загрязняющих веществ в составе выбросов поддается регулировке и может быть сведено к минимуму за счет внедрения мероприятий, направленных на совершенствование конструкции двигателей, внедрения систем нейтрализации продуктов неполного сгорания топлива, при своевременном техническом обслуживании и ремонте транспортного средства. Данные передовые технологии рассматриваются в двух лабораторных работах, где производятся замеры величин выбросов на автомобилях, оснащенных системами нейтрализации и при их отсутствии.

Целью данного пособия является привитие навыков и знаний по экологии. Настоящее руководство к лабораторным работам по транспортной экологии включает работы, которые выполняются расчетным и инструментальным методами. Расчетные методики основываются на действующих технических нормативных актах Республики Беларусь.

1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

К выполнению лабораторной работы допускаются лица, прошедшие инструктаж по работе с приборами и ознакомленные с данным методическим пособием. Выполнение работы одним студентом в лаборатории не допускается. Проводить исследования следует строго в соответствии с изложенной в лабораторной работе методикой. Не допускается производить действия, не предусмотренные порядком выполнения работы. После окончания работы необходимо убрать рабочее место, оформить отчет и доложить преподавателю о выполнении лабораторной работы.

Лабораторная работа № 1

РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ОТ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Цель работы: изучить методику определения массовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух с отработанными газами двигателей механических транспортных средств (МТС) при движении по автомобильным дорогам в населенных пунктах.

1 Краткие теоретические сведения

Расчет массового выброса загрязняющих веществ производится с использованием удельных показателей, учитывающих вид потребляемого топлива, а также коэффициентов, учитывающих тип транспортного средства и условия его эксплуатации.

Полученные величины выбросов загрязняющих веществ используются:

- при оценке воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду;
- инвентаризации и нормировании выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;

- ведении отчетности о выбросах загрязняющих веществ;
- исчислении и уплате экологического налога.

Расчет выбросов загрязняющих веществ от МТС проводится в соответствии с ТКП 17.08-03-2006 (02120). Правила расчета выбросов механическими транспортными средствами в населенных пунктах [1].

В соответствии со способом расчета вещества выделяются в группы, которые представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1 – Вещества группы 1, выбросы которых определяются различными режимами движения МТС

Наименование вещества	Эквивалент	Наименование вещества	Эквивалент
Углерода оксид	СО	Летучие органические соединения (ЛОС), В том числе: Метан Не-метановые летучие органические соединения (НМЛОС)	ЛОС
Азота оксид	NO _x		CH ₄
Твердые частицы	PM		НМЛОС

Таблица 2 – Вещества группы 2, выбросы которых зависят от потребления топлива МТС и определяются как доля потребления топлива

Наименование вещества	Эквивалент	Наименование вещества	Эквивалент
Углерода диоксид	CO ₂	Медь	Cu
Серы диоксид	SO ₂	Никель	Ni
Кадмий	Cd	Селен	Se
Хром	Cr	Цинк	Zn

В качестве расчетных типов используются МТС, классифицируемые согласно ГОСТ 31286 и используемому виду топлива, которые представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Классификация МТС (расчетная модель) [1,2]

Классификация по ГОСТ 31286	Тип транспортного средства	Вид топлива, потребляемого ДВС	Сокращение
L ₃ , L ₄ , L ₅	Мотоциклы	Бензин	М
M ₁	Легковые автомобили	Бензин, газ	ЛБ
		Дизельное топливо	ЛД
N ₁ , M ₂	Грузовые автомобили до 3,5 т Автобусы до 5 т	Бензин, газ	ГАБ
		Дизельное топливо	ГАД
N ₂ , N ₃	Грузовые автомобили св. 3,5 т	Дизельное топливо	ГД
M ₃ , класс А	Автобусы городские сочлененные		АГ
M ₃ , класс В	Автобусы междугородные и дальнего следования		АМ

Определение параметров дорожного движения. Для расчетов выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов используются следующие параметры дорожного движения:

- объем движения МТС;
- скорость движения транспортного потока;
- длина участка улично-дорожной сети (УДС);
- количество остановок транспортного потока;
- количество задержек транспортного потока.

Параметры дорожного движения могут определяться любым известным натурным или расчетным способом, при этом применение методик определения этих параметров должно быть обосновано для обеспечения заданной точности и репрезентативности.

При наличии различных условий движения должны быть выделены отдельные (частные) однородные транспортные потоки и их состояния, отдельные участки УДС в соответствии с различиями в скоростном режиме, ограничениями организации дорожного движения (ОДД), режимами и схемами светофорного регулирования, уровнем транспортной нагрузки, временем суток и др. Параметры дорожного движения должны определяться для каждого транспортного потока и состояния, участка УДС отдельно с учетом их взаимодействия.

Объем движения МТС, авт., определяется как количество МТС j -го типа, прошедших заданный участок УДС за расчетный период по результатам натурных обследований, измерений детекторами транспорта, прогноза расчетными моделями и т.д. с учетом суточной, недельной, сезонной неравномерности либо рассчитывается по формуле

$$O_j = \Delta_m \Delta_j Q T, \quad (1)$$

где Δ_m – доля МТС данной расчетной модели, %, принимается по таблице 4;

Δ_j – доля МТС j -го типа в составе транспортного потока, % (определяется экспериментально);

Q – средняя расчетная интенсивность движения (часовая), авт./ч (автомобилей в час) (определяется экспериментально);

T – расчетный фонд времени, ч, определяемый как количество часов за расчетный период с условиями транспортной нагрузки, соответствующими средней расчетной интенсивности движения. *При определении максимально разовых выбросов (г/с) в качестве расчетного фонда времени используется значение $0,278 \cdot 10^3$.*

Скорость движения (v) определяется как скорость сообщения соответствующего транспортного потока на всем протяжении участка УДС и определяется как средняя скорость сообщения по результатам измерений ходовой лабораторией, измерения времени проезда участка УДС участниками движения, анализа импульса интенсивности, прогноза расчетными моделями и другими способами, обеспечивающими точность $\pm 2,5$ км/ч.

Таблица 4 – Доля МТС данной расчетной модели

В процентах

Состав транспортных средств	Расчетная модель	Доля Δ_m
Мотоциклы	М	100
Легковые автомобили	ЛБ	80
	ЛД	20
Грузовые автомобили до 3,5 т	ГАБ	40
	ГАД	60
Грузовые автомобили св. 3,5 т	ГД	100
Автобусы городские сочлененные	АГ	100
Автобусы до 5 т	ГАБ	40
	ГАД	60
Автобусы междугородные и дальнего следования	АМ	100

Длина участка УДС (L) определяется по траектории движения соответствующего транспортного потока по геоподоснове, чертежам архитектурно-строительных проектов, проектов ОДД, методами анализа фото- и видеоизображений (фотограммометрии), натурного измерения расстояний и другими способами, обеспечивающими точность ± 10 м.

Удельное количество остановок (S) определяется как количество зафиксированных остановок (торможений-разгонов) транспортных средств соответствующего транспортного потока, отнесенное к общему количеству прошедших транспортных средств соответствующего транспортного потока. Количество остановок может быть получено по результатам натурного обследования, анализа видеозаписи, прогноза расчетными моделями и другими способами, обеспечивающими точность ± 15 %.

Удельная задержка (D) определяется как время нахождения транспортных средств соответствующего транспортного потока в неподвижном состоянии «на холостом ходу», отнесенное к общему количеству прошедших транспортных средств соответствующего транспортного потока. Задержки могут быть получены по результатам натурного измерения времени задержки, прогноза расчетными моделями и другими способами, обеспечивающими точность ± 15 %.

Источниками-причинами остановок и задержек могут быть светофорное регулирование, затор, конфликты, стоп-линии, конфликтные точки и зоны и др.

Выбросы веществ группы 1 E_i^1 , г, определяются как сумма выбросов при движении транспортного потока, при остановке (торможении-разгоне) и задержке (работе на холостом ходу):

$$E_i^1 = E_i^m + E_i^s + E_i^d K_1 K_2 K_3, \quad (2)$$

где E_i^m, E_i^s, E_i^d – выбросы i -того вещества в атмосферный воздух соответственно при движении транспортного потока, остановке

(торможении-разгоне), задержке движения (работе на холостом ходу), г;

K_1, K_2, K_3 – поправочные коэффициенты, учитывающие соответственно долю в транспортном потоке МТС расчетных моделей ЛБ и ЛД с холодным (не разогретым) двигателем (определяется по таблице А.7), продольный уклон проезжей части (определяется по таблице А.8), состояние покрытия проезжей части (1 – хорошее, 1,05 – удовлетворительное, 1,10 – неудовлетворительное).

Выбросы i -го вещества в атмосферный воздух при движении транспортного потока, г,

$$E_i^m = \sum_{j=1}^n q_{ij}^m L O_j, \quad (3)$$

где q_{ij}^m – удельные выбросы i -го вещества при движении j -го типа МТС в зависимости от скорости движения транспортного потока (определяются по таблице А.1);

L – длина участка УДС, км;

O_j – объем движения j -го типа МТС, авт.;

n – количество типов МТС, определяемое в зависимости от принимаемой градации в соответствии с таблицей 4.

Выбросы i -го вещества в атмосферный воздух при остановке (торможении-разгоне) транспортного потока, г,

$$E_i^s = \sum_{j=1}^n q_{ij}^s S K O_j, \quad (4)$$

где q_{ij}^s – удельные выбросы i -го вещества при остановке (торможении-разгоне) j -го типа МТС, г/ост. (определяются по таблице А.2);

S – удельное количество остановок транспортного потока, ост./авт. (остановок на один автомобиль);

K – коэффициент коррекции выбросов в зависимости от скорости движения транспортного потока (определяется по таблице А.3).

Выбросы i -го вещества в атмосферный воздух при задержке движения (работе на холостом ходу), г:

$$E_i^d = \sum_{j=1}^n q_{ij}^d D O_j, \quad (5)$$

где q_{ij}^d – удельные выбросы i -го вещества при задержке j -го типа МТС (работе на холостом ходу), г/мин (определяются по таблице А.4);

D – удельная задержка транспортного потока, мин/авт.

Выбросы ЛОС, рассчитанные по формуле (2), корректируются с учетом

испарения топлива из топливной системы вне процесса сгорания только для расчетной модели ЛБ, г,

$$E_{\Delta\text{ЛОС}}^1 = E_{\text{ЛОС}}^1 + E_{ev}, \quad (6)$$

где $E_{\text{ЛОС}}^1$ – выбросы ЛОС, рассчитанные по формуле (2), г;

E_{ev} – выброс ЛОС для расчетной модели ЛБ при испарении из топливной системы вне процесса сгорания, г.

$$E_{ev} = q_v LO_j + N_p q_p T + N_o q_o T, \quad (7)$$

q_v – выброс ЛОС при испарении из топливной системы при движении МТС, г/авт. км (определяется по таблице А.6);

N_p – среднее количество МТС на стоянке (загрузка стоянки), авт.;

q_p – удельный выброс ЛОС при испарении из топливного бака при стоянке МТС из-за суточного колебания температур, г/(сут.авт.) (определяется по таблице А.6);

N_o – среднее количество постановок на стоянку МТС, авт.;

q_o – удельный выброс ЛОС при остывании МТС, г/(сут.авт.) (определяется по таблице А.6);

T – продолжительность расчетного периода, сут.

Выбросы не-метановых летучих органических соединений (НМЛОС) определяются как разница между выбросами ЛОС и выбросами метана, г,

$$E_{\text{НМЛОС}}^1 = E_{\Delta\text{ЛОС}}^1 - E_{\text{СН}}^1, \quad (8)$$

где $E_{\text{СН}}^1$ – выбросы метана, г.

Выбросы веществ группы 2 определяются как доля от потребленного топлива при движении транспортного потока, остановке (торможении-разгоне) и задержке (работе на холостом ходу), г,

$$E_i^2 = 10^{-3} \cdot \sum_{j=1}^n q_{ij}^2 F_j, \quad (9)$$

где q_{ij}^2 – удельное содержание i -го вещества группы 2 в продуктах сгорания топлива, г/кг (определяется по таблице А.9);

F_j – потребленное топливо МТС j -го типа в зависимости от скорости движения, г,

$$F_j = F_j^m + F_j^s + F_j^d K_1 K_2 K_3, \quad (10)$$

F_j^m, F_j^s, F_j^d – потребленное топливо соответственно при движении, остановке (торможении-разгоне); задержке (работе на холостом ходу) транспортного потока, г.

$$F_j^m = \sum_{i=1}^n q_{ij}^m LO_j, \quad (11)$$

где q_{ij}^m – удельное потребление топлива при движении j -го типа МТС в зависимости от скорости движения, г/авт.км (определяется по таблице А.1);

$$F_j^s = \sum_{i=1}^n q_{ij}^s SKO_j, \quad (12)$$

где q_{ij}^s – удельное потребление топлива при остановке (торможении-разгоне) j -го типа транспортного средства, г/ост. (определяется по таблице А.2);

$$F_j^d = \sum_{i=1}^n q_{ij}^d DO_j, \quad (13)$$

где q_{ij}^d – удельное потребление топлива при задержке (работе на холостом ходу) j -го типа МТС, г/мин (определяется по таблице А.4).

2 Порядок выполнения работы

1 Ознакомиться с методикой расчета выбросов загрязняющих веществ от передвижения транспортных средств.

2 Определить исходные данные для выполнения расчетов. Установить параметры опытным путем либо задать прогнозные значения: интенсивности движения, скорости движения, длины УДС, количества остановок, задержек транспортных средств. Определить продольный уклон проезжей части, а также состояние покрытия проезжей части.

3 Выполнить расчет выбросов загрязняющих веществ согласно вариантам, назначенным преподавателем.

4 Исходные и расчетные данные представить в виде таблиц 5, 6.

Таблица 5 – Исходные данные, полученные опытным путем, либо прогнозные показатели

Характеристика	Значение
Тип расчетной модели	
Скорость транспортного потока, км/ч	
Длина участка УДС, км	
Интенсивность движения МТС, авт./ч	
Расчетный период	
Фонд времени, ч	
Удельное количество остановок ТП, ост./авт.	
Удельная задержка ТП, мин/авт.	
Изменение скорости движения при торможении-разгоне, км/ч	
Доля МТС в составе ТП, %	
Продольный уклон проезжей части, %	

Таблица 6 – Расчетные параметры и справочные данные

Показатель	Значение	
Доля МТС данной расчетной модели, %		
Объем движения МТС, авт.		
Выбросы веществ группы 1, г	CO	CH
	NO _x	PM
	ЛОС	НМЛОС
Выбросы веществ группы 2, г	CO ₂	SO ₂

5 Провести анализ результатов расчета. Для этого использовать и собственные данные, и полученные другими студентами вашей группы. Определить, как влияет на количественный и качественный составы выбросов: вид ТС, вид топлива, состояние дорожного покрытия, продольный уклон проезжей части.

Лабораторная работа № 2

КОНТРОЛЬ ТОКСИЧНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ БЕНЗИНОВЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Цель работы: изучить методику определения содержания токсичных веществ в отработавших газах бензиновых двигателей, изучить нормативные документы по определению содержания вредных веществ в отработавших газах.

1 Краткие теоретические сведения

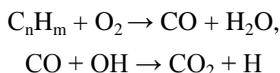
Для обеспечения экологической чистоты воздушного бассейна проводится периодический контроль токсичности отработавших газов бензиновых двигателей, который регламентируется нормативными документами. Основными нормируемыми веществами являются оксид углерода (CO) и углеводороды (CH).

Оксид углерода (CO) – неустойчивое химическое соединение, легко вступающее в реакцию с кислородом с образованием диоксида углерода; ядовитый газ без цвета, вкуса и запаха. Измеряется в процентах от общего количества выхлопных газов.

В двигателях с внешним смесеобразованием образование оксида углерода определяется главным образом составом топливовоздушной смеси. Для богатых смесей ($\alpha < 1$) концентрация CO в отработавших газах пропорциональна избытку топлива относительно окислителя, а для бедных смесей ($\alpha > 1$) – практически постоянна.

Обычно считают, что для условий сгорания, характерных для кинетиче-

ского механизма, при температуре и давлении, близким к максимальным в цикле (2800 К и 6–7 МПа), система "углерод – кислород – водород" находится в равновесии. Поэтому концентрация СО в отработавших газах близка к равновесной. Однако данное положение сохраняется приблизительно до момента положения поршня на такте расширения 60° ПКВ (поворот коленчатого вала) за ВМТ (верхняя мертвая точка), после чего возникает неравновесность концентрации СО в отработавших газах из-за снижения скорости реакций:



вследствие снижения температуры продуктов сгорания, т.е. происходит замораживание (закалка) концентрации СО.

Избыток СО означает, что в цилиндрах имеет место избыток топлива или недостаток кислорода. При этом образуется богатая смесь, и топливо сгорает не полностью. Повышение содержания СО в выхлопных газах является результатом возникновения следующих возможных неисправностей:

- загрязнение или неисправность свечей зажигания;
- повышенное давление топлива (например, засорился обратный топливopровод);
- неисправность регулятора давления топлива (например, утечка через диафрагму);
- поломка или засорение расходомера воздуха, датчика кислорода – λ -зонда (только для автомобилей с электронным блоком управления (ЭБУ));
- неисправность в системе улавливания паров топлива в баке;
- засорение воздушного фильтра и фильтра в системе вентиляции картера;
- неправильная работа карбюратора (например, негерметичность иглы, засорения жиклеров, большой уровень в поплавковой камере).

При пуске двигателя увеличивается содержание СО в отработавших газах из-за обогащения смеси.

Углеводороды (СН) – это компоненты несгоревшего топлива, их содержание измеряется в частях на миллион по объему (ppm или млн⁻¹). Нормально работающий двигатель сжигает в цилиндрах практически все топливо. Причина наличия углеводородов в отработавших газах ДВС – отсутствие или неполнота реагирования части углеводородного топлива во время рабочего процесса. Некоторый вклад в эмиссию дает смазочное масло, попадающее в камеру сгорания со стенок цилиндров, где процессы горения не идут в связи с интенсивным теплоотводом в стенки.

Эмиссия углеводородов велика как для бедных, так и для богатых смесей. При обеднении смеси эмиссия углеводородов обусловлена неполным сгоранием, т.к. горение не завершается до момента охлаждения в связи с увеличением объема камеры сгорания на такте расширения. При крайне

сильном обеднении недогорание возможно и вследствие пропусков зажигания или низкой скорости распространения пламени. Основным источником несгоревших углеводородов являются слои смеси, находящиеся непосредственно у стенок цилиндров и в зазорах между поршнем и головкой или цилиндром. В обоих случаях горение не идет в связи с повышенной теплоотдачей в стенки деталей двигателя.

В богатых смесях процесс окисления идет неполностью из-за недостатка окислителя. В этом случае процесс окисления исходных и разложившихся на более простые углеводороды идет и в процессе выпуска продуктов сгорания в выхлопных трубах.

Источником СН в отработавших газах является и то, что в бензиновых двигателях в цилиндры подается смесь топлива с воздухом и при перекрытии впускных и выпускных клапанов смесь может выбрасываться из цилиндра.

Допустимое содержание СН может объясняться большим потреблением масла через слабые уплотнительные кольца поршней, плохим качеством масла. Но чаще всего увеличенное содержание СН вызывается неполадками в системе зажигания, когда несгоревшее топливо начинает поступать в выпускной тракт. В этом случае возможны следующие неисправности:

- загрязнение или поломка свечей зажигания;
- нештатные или неисправные высоковольтные провода;
- повреждена катушка зажигания;
- неисправность крышки или ротора распределителя;
- нарушение установочного угла опережения зажигания (слишком большой или малый);
- неисправность датчика положения коленчатого вала (только для автомобилей с электронным блоком управления (ЭБУ)).

Еще одной причиной увеличенного содержания СН может быть работа на переобедненной смеси, которая плохо воспламеняется. При этом возможны следующие неисправности:

- утечка разряджения, например, через трещину в вакуумном шланге;
- негерметичность впускного тракта;
- негерметичность дроссельного патрубка или корпуса карбюратора;
- ослабление или поломка пружины выпускного клапана.

На рисунке 1 представлены зависимости содержания СО и СН в выхлопных газах от соотношения воздух/топливо в смеси.

Содержание оксида углерода и углеводородов должно быть в пределах данных, установленных изготовителем транспортного средства (ТС). Если эти данные отсутствуют, то содержание оксида углерода и углеводородов в отработавших газах ТС, работающих на бензине, не должно превышать значения, указанные в таблице 1, и работающих на газовом топливе значений, указанных в таблице 2.

При пуске непрогретого двигателя, особенно при низких температурах атмосферного воздуха, смесь искусственно переобогащается посредством соответствующего сигнала от температурного датчика в автомобилях с электронной системой подачи топлива и перекрытием воздушной заслонки в карбюраторных двигателях. В этом случае наблюдается повышенное содержание CH в выхлопных газах, что не свидетельствует о возникновении неисправностей.

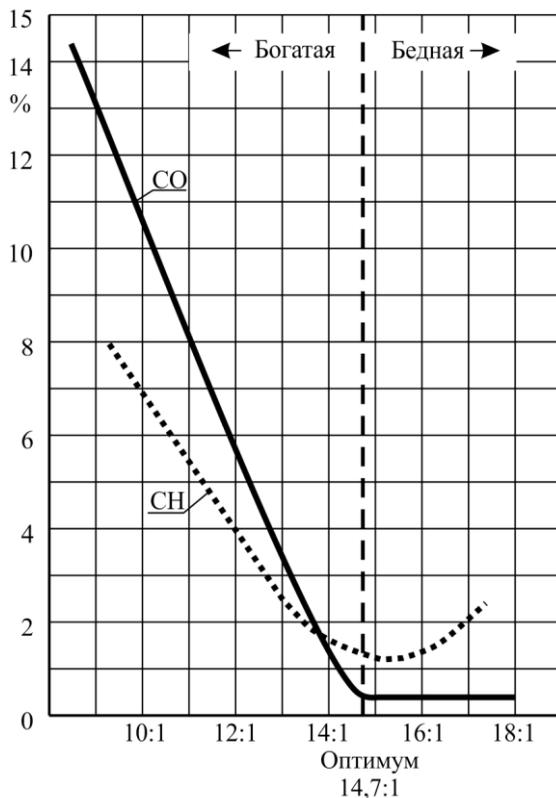


Рисунок 1 – Содержание CO и CH в выхлопных газах ДВС в зависимости от соотношения воздух/топливо в смеси

Повышенное содержание CH в отработавших газах является признаком неполного сгорания топлива и неэкономичной работы двигателя.

Повышенное содержание одновременно CO и CH в выхлопных газах возникает, если система топливного питания подаёт в цилиндры двигателя богатую смесь или при переобогащении смеси из-за неисправности в систе-

ме зажигания.

Таблица 1 – Предельно допустимое содержание СО и СН в выхлопных газах автомобилей, работающих на бензине [3]

Экологический класс ТС по СТВ 1848	Категория ТС	Частота вращения	Объемная доля	
			оксида углерода, %	углеводородов, млн ⁻¹
1 и ниже*	M_1, N_1	n_{\min}	3,5	1200
		n_{\max}	2,0	600
	M_2, M_3, N_2, N_3	n_{\min}	3,5	2500
		n_{\max}	2,0	1000
2	M_1, N_1	n_{\min}	1,0	400
		n_{\max}	0,6	200
	M_2, M_3, N_2, N_3	n_{\min}	1,0	600
		n_{\max}	0,6	300
3	M_1, N_1	n_{\min}	0,5	100
		n_{\max}	0,3	
	M_2, M_3, N_2, N_3	n_{\min}	0,5	200
		n_{\max}	0,3	
4	$M_1 - M_3, N_1 - N_3$	n_{\min}	0,3	100
		n_{\max}	0,2	
5	$M_1 - M_3, N_1 - N_3$	n_{\min}	0,15	
		n_{\max}	0,1	

* ТС, для которых экологический класс не установлен.
Примечание – Для ТС экологических классов 3 – 5 при достижении пробега 150 000 км и более значения могут быть увеличены на 20 %.

Таблица 2 – Предельно допустимое содержание СО и СН в выхлопных газах автомобилей, работающих на газовом топливе [3]

Комплектация ТС		Вид топлива	Рабочий объем двигателя, л	Частота вращения	Объемная доля	
					оксид углерода, %	углеводороды, млн ⁻¹
ТС, не оборудованные системой нейтрализации отработавших газов	Год выпуска ТС до 2000	СНГ	<3	min	3	1000
				max	2	600
				min	3	2200
		СПГ		max	2	900
				min	3	800
				max	2	500
	Год выпуска после 2000	СНГ	<3	min	3	2000
				max	2	850
				min	3	1000
		СПГ		max	2	600
				min	3	2200
				max	2	900
	СНГ	≥ 3	min	2	700	
			max	1,5	400	
	СПГ		min	2	1800	
			max	2	1800	

				max	1,5	750
--	--	--	--	-----	-----	-----

Например, в инжекторных двигателях, если свеча загрязнена, искрообразование может не последовать. Непрореагировавший кислород может проникнуть в выпускной тракт, где будет воспринят датчиком кислорода как признак бедной смеси. ЭБУ выдаст сигнал на обогащение смеси, искрообразование может еще ухудшиться, а в выхлопных газах будет еще больше СО и СН.

Для ТС с пробегом до 3000 км значения оксида углерода и углеводорода установлены в руководстве (инструкции) по эксплуатации ТС.

Контроль СО и СН проводят при техническом осмотре (обслуживании), после ремонта агрегатов, узлов и механизмов, влияющих на содержание СО и СН, при капитальном ремонте автомобилей, после заводской обкатки, при серийном выпуске автомобилей, а также по заявкам водителей автомобилей [3].

2 Оборудование и приборы

Газоанализатор концентрации окиси углерода и углеводородов типа «Автотест СО-СН-Т» (НПО «Мета») предназначен для одновременного определения содержания оксида углерода, углеводородов в отработавших газах автомобилей, работающих на бензине или газовом топливе.

Функциональная схема прибора приведена на рисунке 2.

Принцип действия прибора основан на измерении величины поглощения инфракрасного излучения источника молекулами углеводородов и оксида углерода в диапазоне длин волн 3,4 и 4,7 мкм соответственно.

Проба анализируемого газа поступает в проточную зеркальную кювету, где определяемые компоненты, взаимодействуя с излучением, вызывают его поглощение в соответствующих спектральных диапазонах. Поток излучения поочередно испускается вращающимися интерференционными фильтрами и, попадая на приемник излучения, преобразуется в электрические импульсы. Амплитуда сигналов несет информацию о концентрации определяемых компонентов газа. Сигналы каналов измерения концентрации оксида углерода и углеводородов преобразуются, линеаризуются, нормируются и проходят статистическую обработку в микропроцессоре. Результаты измерения отображаются на буквенно-цифровом жидкокристаллическом индикаторе.

Прибор состоит из системы пробоотбора и пробоподготовки, блока преобразования и индикации. Проба анализируемого газа отбирается из выхлопной трубы автомобиля пробозаборным зондом. Система пробозабора и пробоподготовки состоит из пробозаборника и фильтра грубой очистки, размещенного в рукоятке, трубки доставки пробы, каплеуловителя, фильтра тонкой очистки пробы газа. В фильтре грубой очистки происходит предварительная очистка газа от частиц сажи и аэрозолей; в каплеуловителе из пробы отделяется конденсат; в фильтре тонкой очистки производится

окончательная очистка пробы газа от мешающих компонентов.

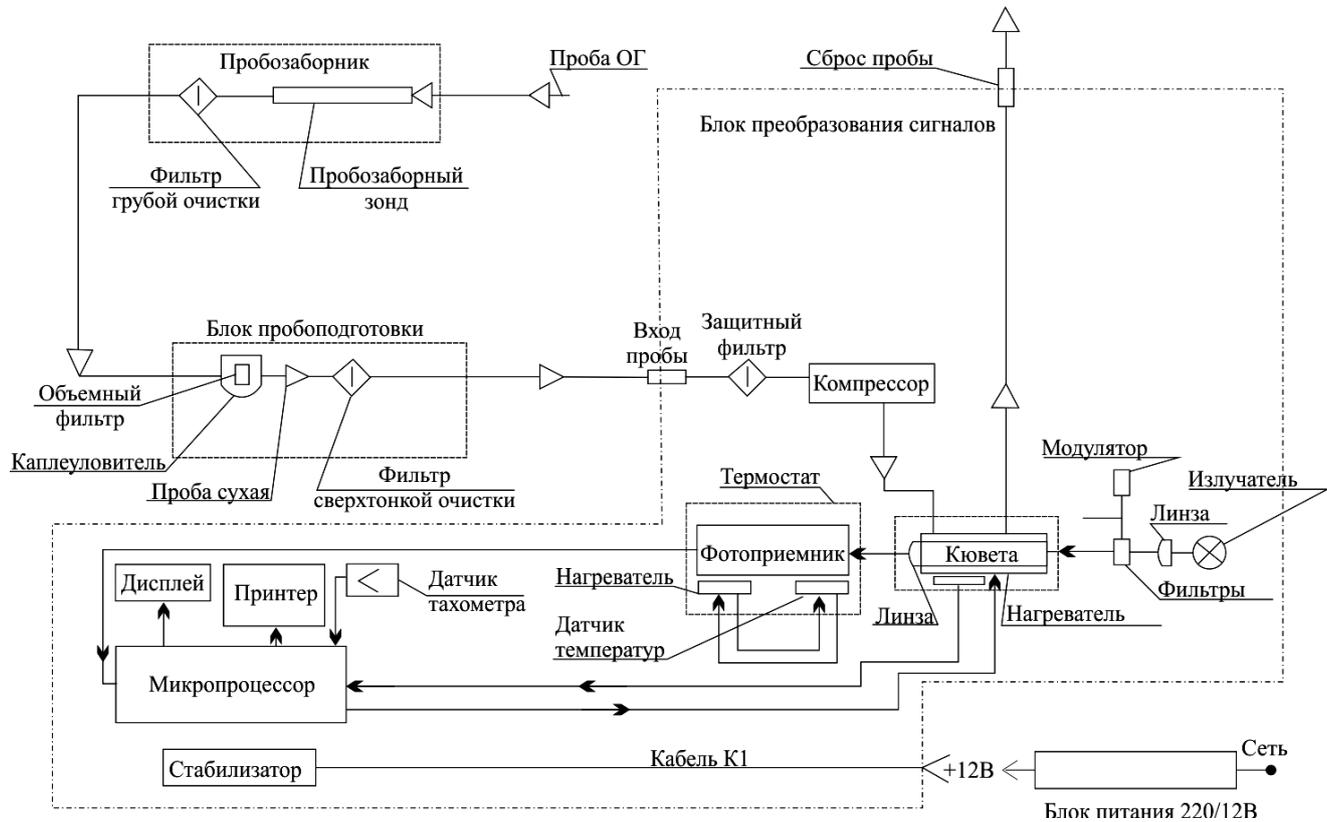


Рисунок 2 – Функциональная схема газоанализатора

В блоке преобразования и индикации размещается компрессор, оптический блок, включающий термостатированную кювету, излучатель, модулятор и термостатированный фотоприемный узел.

3 Подготовка к измерениям

Запускают и прогревают двигатель до рабочей температуры моторного масла. Температура должна быть в пределах, установленных изготовителем ТС. Если требования изготовителя к диапазону температур отсутствуют, то температура должна быть не ниже 80 °С.

Если из-за конструкции ТС невозможно измерить температуру моторного масла, то достижение двигателем рабочей температуры может быть определено другими методами, например по работе системы охлаждения двигателя (по показаниям указателя температуры охлаждающей жидкости на панели приборов ТС или по включению вентилятора системы охлаждения двигателя).

Подготовку к измерению выбросов на неподвижно стоящем ТС проводят в следующей последовательности:

- останавливают двигатель (при его работе);
- рычаг переключения передач для ТС с механической коробкой передач устанавливают в нейтральное положение или избиратель скорости для ТС с автоматической коробкой передач устанавливают в положение «Р» (парковка, стоянка);
- затормаживают ТС стояночной тормозной системой;
- устанавливают противооткатные упоры под колеса ведущих мостов (для ТС категорий M_2 , M_3 , N_2 и N_3);
- устанавливают пробоотборный зонд газоанализатора в выпускную трубу ТС на глубину не менее 300 мм от среза (при косом срезе выпускной трубы глубину отсчитывают от короткой кромки среза);
- полностью открывают воздушную заслонку карбюратора (при его наличии).

Перед проведением измерений проверяют и устанавливают нулевые показания газоанализатора на шкалах измерения СО и СН.

Измерение выбросов проводят в следующей последовательности (для ТС, не оснащенных системами нейтрализации отработавших газов):

- запускают двигатель;
- нажимая на педаль, увеличивают частоту вращения коленчатого вала до $n_{\text{пов}}$ и работают в этом режиме не менее 15 с;
- отпускают педаль, устанавливая минимальную частоту вращения вала двигателя, и не ранее чем через 30 с измеряют содержание оксида углерода и углеводородов при частоте $n_{\text{мин}}$;
- устанавливают повышенную частоту вращения вала двигателя и не ранее чем через 30 с измеряют содержание оксида углерода и углеводородов при частоте $n_{\text{пов}}$.

На ТС, оснащенных двух- или трехкомпонентными системами нейтрализации отработавших газов, измерения выбросов проводят в следующем порядке:

- запускают двигатель;
- нажимая на педаль, увеличивают частоту вращения коленчатого вала двигателя до $n_{\text{пов}}$ и работают в этом режиме не менее 2 мин (при температуре окружающего воздуха ниже 0 °С – не менее 4 мин) и после стабилизации показаний измеряют содержание оксида углерода и углеводородов и фиксируют значение коэффициента избытка воздуха λ , значение которого у ТС, оборудованных трехкомпонентной системой нейтрализации отработавших газов, должно быть в пределах данных, установленных изготовителем ТС. В случае отсутствия указанных данных значение λ должно быть от 0,97 до 1,03;
- устанавливают минимальную частоту вращения коленчатого вала двигателя n_{min} и не ранее чем через 30 с измеряют содержание оксида углерода и углеводородов.

На ТС, оснащенных трехкомпонентной системой нейтрализации отработавших газов и бортовой диагностической системой (БДС), перед измерением содержания СО и СН проверяют работоспособность двигателя и системы нейтрализации по показаниям индикатора неисправностей, расположенного на приборной панели:

- при включении зажигания перед пуском двигателя индикатор неисправностей должен быть включен или включаться на короткий промежуток времени; при отсутствии соответствующего сигнала индикатора неисправностей после включения зажигания измерения не проводят и ТС считается неисправным;
- после пуска двигателя индикатор неисправностей должен выключиться; если этот индикатор при работе двигателя остается во включенном состоянии, измерения не проводят и ТС считается неисправным.

Выбросы гибридных ТС проверяют в порядке, указанном в руководстве по эксплуатации ТС [3].

4 Порядок выполнения работы

1 Ознакомиться с принципом работы, основными конструктивными элементами двигателя, систем автомобиля и их назначением (система питания, зажигания, вывода выхлопных газов). Определить:

- тип системы питания бензинового двигателя (карбюраторная, электронная система управления двигателем);
- количество цилиндров в двигателе, его объем и мощность;
- по показаниям счетчика километража определить общий пробег автомобиля.

2 Ознакомиться с конструкцией и принципом действия газоанализатора.

3 Изучить методику проведения измерений выбросов СО и СН в отработавших газах автомобилей.

4 Провести измерения выбросов СО и СН в отработавших газах автомобиля согласно методике. При измерениях необходимо учитывать, что истинное значение концентрации СО и СН в выхлопных газах зависит от атмосферного давления, поэтому показания газоанализатора требуется умножить на поправочный коэффициент зависимости от атмосферного давления, K_p , приведенный в приложении А (таблица А.10).

5 Полученные результаты занести в таблицы информационных и экспериментальных данных 3, 4.

Таблица 3 – Данные исследуемого автотранспортного средства

Марка ТС	Тип системы питания ДВС	Количество цилиндров	Рабочий объем ДВС	Мощность ДВС	Общий пробег автомобиля	$t_{\text{охлажд. жидкости}}$, °С

Таблица 4 – Экспериментальные данные исследования токсичности двигателя

Атмосферное давление, кПа	K_p	Частота n , мин ⁻¹	СО, %		СН, ppm	
			по показаниям прибора	с учетом K_p	по показаниям прибора	с учетом K_p

6 Провести анализ полученных результатов испытаний.

Контрольные вопросы

1 На каких основных режимах работы двигателя определяется содержание токсичных веществ в отработавших газах автомобиля?

2 Назовите предельно допустимое содержание токсичных веществ (СО и СН) в отработавших газах автомобилей?

3 Какой нормативный документ регламентирует содержание СО и СН в отработавших газах бензиновых автомобилей?

4 Расскажите методику измерения содержания СО и СН в отработавших газах автомобилей с бензиновым двигателем с использованием газоанализатора.

5 Каковы причины образования оксидов углерода, оксидов азота, углеводородов в процессе горения топлива в бензиновом ДВС?

6 Каков характер влияния загрязняющих веществ (ЗВ) на окружающую среду?

7 Какое влияние оказывают эксплуатационные факторы на выбросы ЗВ с отработавшими газами?

8 На чем основан принцип регулирования карбюратора, для снижения выбросов СО с отработавшими газами?

КОНТРОЛЬ ДЫМНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Цель работы: изучить методику определения дымности отработавших газов дизельных двигателей, изучить нормативные документы устанавливающие нормы и методы измерения дымности отработавших газов для автомобилей.

1 Краткие теоретические сведения

Контроль дымности отработавших газов дизельных автомобилей регламентируется нормативными документами и обеспечивает их безотказную и безопасную работу в процессе эксплуатации.

Дымность – выброс видимых загрязняющих веществ отработавших газов транспортных средств, оснащенных двигателями с воспламенением от сжатия, характеризующийся коэффициентом поглощения света.

Дымность отработавших газов дизельных двигателей обуславливается в основном содержанием в отработавших газах сажи – продукта неполного сгорания дизельного топлива, представляющего собой углерод.

Сажа образуется в результате пиролиза углеводородных молекул при высокой температуре и отсутствии кислорода. Частицы дизельной сажи несут на себе продукты неполного сгорания топлива и масла. Их размер колеблется от долей до десятков микрометров. Сажа присутствует как в отработавших газах дизельных двигателей, так и бензиновых ДВС. Однако следствием особенностей смесеобразования и сгорания дизельного топлива в дизельном ДВС является значительно больший выброс сажи (дизельные ДВС – 0–20000 мг/м³, бензиновые – 0–100 мг/м³). Это обусловило необходимость нормирования дымности отработавших газов дизелей.

Дымность отработавших газов нормируется только для дизелей и измеряется на установившемся и переходных режимах. *Установившийся режим* характеризуется постоянством частоты вращения и крутящего момента в течение времени измерения. *Переходный режим* работы двигателя характеризуется изменением в течение времени частоты вращения или нагрузки или обоих факторов одновременно. В том случае, если при изменении скоростного режима нагрузка на дизель отсутствует, то такой переходной режим называют *режимом свободного ускорения*.

При стендовых испытаниях автомобильных дизелей допустимые нормы дымности отработавших газов и методы измерения дымности устанавливает СТБ 2169-2011 «Транспортные средства, оснащенные двигателями с воспламенением от сжатия. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерения». Стандарт устанавливает нормы и методы измерения дымности отрабо-

тавших газов в режиме свободного ускорения для механических транспортных средств.

Прибор для измерения дымности отработавших газов оценивает отработавшие газы на просвет. Непрозрачность отработавших газов определяется наличием частиц сажи, несгоревшего топлива, моторного масла и водяного пара (рисунок 1).

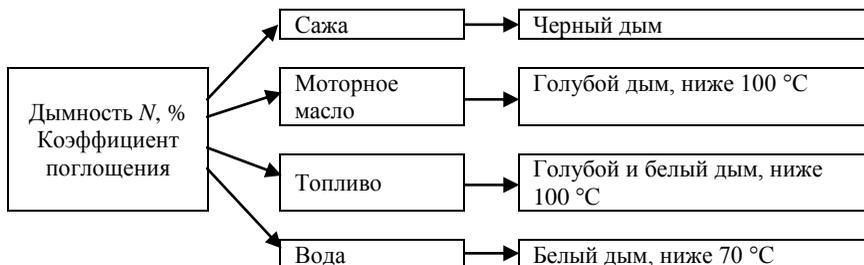


Рисунок 1 – Факторы дымности отработавших газов и состав твердых частиц

Величина дымности определяется с помощью специального прибора – *дымомера*. В соответствии с СТБ 2169-2011 основным нормируемым параметром дымности является *предельно допустимый коэффициент поглощения K , m^{-1}* – величина, обратная толщине слоя отработавших газов, проходя который поток излучения от источника света дымомера ослабляется в e раз.

Дымность автомобилей в течение всего срока эксплуатации непосредственно после выполнения услуг по техническому обслуживанию и ремонту не должна превышать значений, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Предельно допустимые значения дымности отработавших газов дизельных двигателей [4]

Экологический класс ТС по СТБ 1848-2009	Предельно допустимый коэффициент поглощения светового потока K , m^{-1} , не более
1 и ниже*	2,5 (3,0)**
2	1,2 (1,6)**
3	0,8
4	0,5
5	0,5
6	0,15

* ТС, для которых экологический класс не установлен.
 ** Значения в скобках приведены для двигателей с наддувом.
 Примечание – Для ТС экологических классов 3-6 при достижении пробега 150 000 км и более значения могут быть увеличены на 20 %.

Превышение предельно допустимых норм по дымности у дизельных автомобилей может быть результатом следующих неисправностей:

- сильное засорение воздушного фильтра (дым черный);
- засорение, закоксовка или поломка сопловых отверстий распылителя топливной форсунки (дым черный);
- увеличение или уменьшение максимального давления впрыска – комплексная характеристика состояния топливного насоса (дым черный);
- малый (дым сизый) и большой угол опережения впрыска (дым черный);
- недостаток воздуха, вызванный неисправностями системы турбонаддува (дым черный);
- противодействие в системе выпуска отработавших газов;
- высокий расход масла, утечка масла из турбонагнетателя (дым сизый);
- неподходящее топливо.

2 Оборудование и приборы

Портативный дымомер «МЕТА-01МП» предназначен для экспрессного измерения дымности отработавших газов автомобилей, тракторов, а также других транспортных средств и стационарных установок с дизельным двигателем. Дымомер выполнен в виде переносного прибора, состоящего из приборного блока 1, оптического датчика 2 и пробозаборника 3 (рисунок 2).

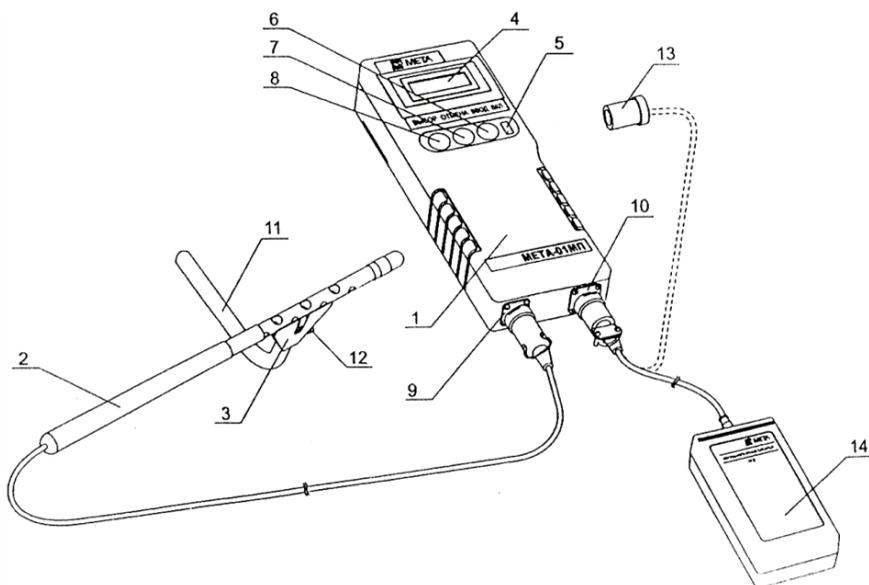


Рисунок 2– Общий вид дымомера МЕТА-01МП:

- 1 – приборный блок; 2 – оптический датчик; 3 – пробозаборник; 4 – цифровой индикатор; 5 – тумблер включения питания; 6 – кнопка «ВВОД»; 7 – кнопка «ОТМЕНА»; 8 – кнопка «ВЫБОР»; 9 – разъем для подключения датчика; 10 – разъем питания; 11 – изогнутая трубка пробозаборника; 12 – винт; 13 – разъем для подключения гнезду розетки автомобиля; 14 – аккумулятор

Оптический датчик снабжен телескопической рукояткой, раздвигающейся до размеров 1,5 м и позволяющей выполнять измерения дымности с безопасного для оператора расстояния.

Оптический датчик содержит соосно расположенные излучатель (миниатюрная лампа накаливания) и фотоприемник (фотодиод) по обе стороны от измерительной камеры, выполненной в виде перфорированного отверстиями патрубка, ограниченного диафрагмами с центральными отверстиями.

В измерительной камере расположен термодатчик (термопара), который служит для измерения температуры отработавших газов. Линза формирует поток излучения лампы, а светофильтр обеспечивает спектральные свойства оптической пары, аналогичные кривой дневного зрения человеческого глаза (в диапазоне 430 – 680 нм с максимальным пропусканием на длине волны 560 нм). Диафрагмы, патрубки и дополнительные отверстия буферных камер образуют систему защиты оптических элементов от загрязнений компонентами отработавших газов, при этом обеспечивая стабильность эффективной фотометрической базы и однородность поглощающего слоя анализируемого газа.

Пробозаборник устанавливается на оптическом датчике и служит для доставки отработавших газов от выпускной системы дизеля до измерительного канала датчика. Пробозаборник состоит из рассекателя и изогнутого патрубка.

Принцип работы прибора основан на измерении величины поглощения светового потока и температуры анализируемого газа в мерном объеме и преобразовании аналитических сигналов к единицам коэффициента поглощения. Функциональная схема прибора представлена на рисунке 3.

Световой поток лампы накаливания фокусируется линзой и пересекает полость измерительного канала, которая ограничена диафрагмами с центральными отверстиями. Отработавшие газы автомобиля, содержащие непрозрачные частицы, поступают через пробозаборное устройство в измерительный канал и вызывают ослабление светового потока, которое регистрируется фотоприемником. Светофильтр формирует необходимую спектральную характеристику оптической пары в соответствии с кривой чувствительности глаза. Сигналы датчика температуры отработавших газов, датчика давления и сигналы фотоприемника поступают на аналоговые входы микропроцессора, где выполняется обработка и преобразование сигналов в соответствии с программой. Результаты измерений и сопроводительная информация отображается на буквенно-цифровом дисплее. Алгоритм функционирования прибора предусматривает измерение исходного светового потока и измерение светового потока, ослабленного слоем газа, заключенного в мерном объеме измерительного канала с концентрацией непрозрачных частиц, вычисление оптического пропускания, измерение температуры газа, вычисление коэффициента поглощения путем логарифмирования исходных сигналов с учетом коэффициента теплового расширения газа.

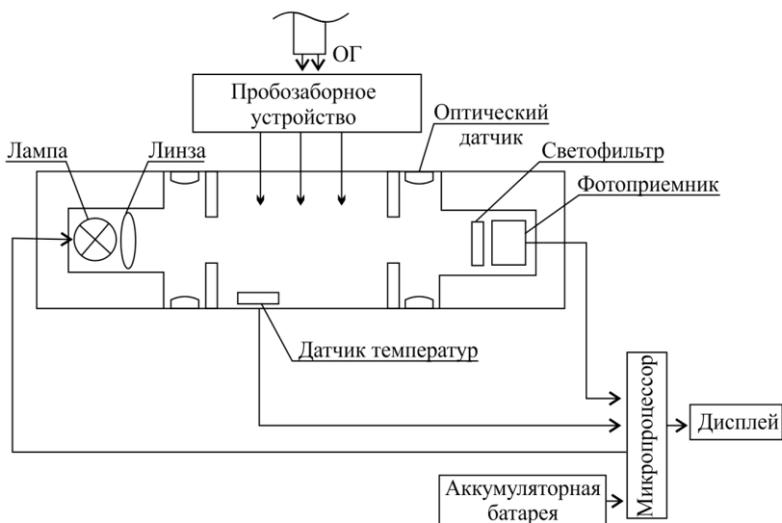


Рисунок 3 – Функциональная схема дымомера МЕТА-01МП

3 Методика проведения испытаний дымности отработавших газов дизелей на режиме свободного ускорения

Метод измерения дымности отработавших газов для механических транспортных средств с дизельным двигателем устанавливает СТБ 2169-2011 «Транспортные средства, оснащенные двигателями с воспламенением от сжатия. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерений».

Подготовка к измерению дымности:

- двигатель прогреть до рабочей температуры (не ниже рабочей температуры моторного масла или охлаждающей жидкости), указанной в руководстве по эксплуатации;
- включить и прогреть дымомер в течение времени, установленного инструкцией по эксплуатации;
- измерить значения n_{\min} и $n_{\text{пов}}$, которые должны быть в пределах, установленных изготовителем ТС;
- установить рычаг переключения передач автомобиля в нейтральное положение;
- затормозить автомобиль стояночным тормозом;
- установить пробозаборник дымомера в выхлопную трубу автомобиля.

Измерения необходимо проводить в следующем порядке:

- запустить двигатель;
- при работе двигателя в режиме холостого хода на минимальной частоте вращения равномерно быстрым (не более 1 с), но не резким нажатием переключают педаль подачи топлива до упора. Держать педаль в этом положении

до достижения установившейся работы на максимальной частоте вращения (не менее 1 с). Отпускают педаль до установления минимальной частоты вращения и через 10 с приступают к выполнению следующего цикла свободного ускорения. Выполняют три цикла для продувки системы выпуска отработавших газов;

– выполнить не менее трех циклов свободного ускорения для измерения коэффициента поглощения. При каждом последующем свободном ускорении фиксируют максимальную дымность до получения устойчивых значений. Измеренные значения считаются устойчивыми, если четыре последовательных значения располагаются в зоне шириной $0,25 \text{ м}^{-1}$ и не образуют убывающей последовательности;

– за результат измерения принимают среднее арифметическое результатов всех проведенных измерений.

Измерение дымности у автомобилей с отдельной выпускной системой следует проводить в каждой из выпускных труб отдельно. Оценку дымности проводят по максимальному значению [4].

4 Порядок выполнения работы

1 Ознакомиться с принципом работы, основными конструктивными элементами дизельного двигателя, систем автомобиля и их назначением (система питания, вывода выхлопных газов).

2 Определить наличие или отсутствие турбины.

3 Провести измерения дымности отработавших газов автомобиля с дизельным двигателем на режиме свободного ускорения согласно методике. Полученные результаты занести в таблицу экспериментальных данных (таблица 2).

4 Провести анализ полученных результатов испытаний.

Таблица 2 – Экспериментальные данные исследования дымности отработавших газов дизельного двигателя

Номер опыта	Марка ТС	Наличие турбины	Частота вращения коленчатого вала, об/мин		Предельно допускаемый коэффициент поглощения, $K, \text{ м}^{-1}$
			минимальная	максимальная	
1					
2					
3					
4					
Среднее арифметическое					

Контрольные вопросы

1 На каких основных режимах работы двигателя производится определение дымности отработавших газов дизеля?

2 Назовите предельно допустимое значение дымности отработавших газов автомобилей с дизельным двигателем.

3 Расскажите методику определения дымности отработавших газов автомобилей с дизельным двигателем с использованием дымомера.

4 Что может быть результатом превышения предельно допустимых норм по дымности у дизельных автомобилей?

5 На чем основан принцип работы дымомера?

Лабораторная работа № 4

ИЗМЕРЕНИЕ ШУМОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА АВТОМОБИЛЕЙ НА УЛИЦЕ

Цель работы: изучить методику измерения шумовой характеристики транспортных потоков автомобилей на улицах, автомобильных дорогах.

1 Краткие теоретические сведения

Измерения шумовой характеристики транспортных потоков проводятся для оценки фактического шумового режима и составления карты шума улично-дорожной сети населенных пунктов. Шумовой характеристикой транспортных потоков является эквивалентный уровень звука.

Шум (звук) – упругие колебания в частотном диапазоне, воспринимаемом органом слуха человека, распространяющиеся в виде волн в газообразных средах или образующие в ограниченных областях этих сред стоячие волны.

Шумовое воздействие создается при движении автотранспортных средств по дороге и имеет три основных источника: приводной механизм (двигатель, трансмиссия, впуск, выпуск, вентилятор); взаимодействие шин с дорожным покрытием; обтекание воздушным потоком (аэродинамический шум).

Уровень шума транспортного потока определяется скоростью, интенсивностью и составом потока, продольным уклоном дороги, типом дорожного покрытия, шириной разделительной полосы и другими факторами. Оценивается уровень шума в зоне влияния дороги для мест, чувствительных к шуму: сельтебных и промышленных территорий, санаторно-курортных зон, территорий сельскохозяйственного назначения, заповедников, заказников и др.

На шум, воспринимаемый человеком, воздействует множество факторов: дивергенция (распространение звуковой волны от источника в свободном пространстве), тип подстилающей поверхности, метеорологические факторы, наличие природных и искусственных препятствий.

Акустические колебания в диапазоне 16–20000 Гц, воспринимаемые слуховым аппаратом человека, называют *звуковыми*, а пространство их распро-

странения – *звуковым полем*. Колебания < 16 Гц – *инфразвуковые*, а $1,12 \cdot 10^4$ до $1 \cdot 10^9$ Гц – *ультразвуковые*.

Объективными **показателями шумового воздействия** являются интенсивность, высота звуков и продолжительность воздействия.

Интенсивность характеризует величину звукового давления, которое оказывают звуковые волны на барабанную перепонку уха человека. В качестве нормируемой величины для оценки шума одним числом используется уровень звука (шума). *Уровень звука* (шума) – общий уровень звукового давления, скорректированный по кривой частотной коррекции «А», представляющей собой частотную характеристику восприятия шума человеческим ухом, измеряется в дБА (децибелах по частотной характеристике «А»). Болезненные явления физиологического восприятия шума человеком – с 110–120 дБА.

По временным характеристикам шума выделяют постоянный и непостоянный шум.

Шум, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день (рабочую смену) или за время измерения изменяется во времени не более чем на 5 дБА при измерениях на стандартизованной временной характеристике измерительного прибора "медленно", называется **п о с т о я н н ы м**, а при изменении уровня звука более чем на 5 дБА – **н е п о с т о я н н ы м**.

Для оценки непостоянного шума используются эквивалентный (по энергии) ($L_{\text{экв}}$) и максимальный ($L_{\text{макс}}$) уровни звука. *Эквивалентный уровень звука* непостоянного шума (дБА) – уровень звука постоянного широкополостного шума, который имеет такое же среднее квадратическое звуковое давление, что и данный непостоянный шум в течение заданного интервала времени.

Оценка непостоянного шума на соответствие допустимым уровням должна проводиться как по эквивалентному, так и по максимальному уровням звука согласно СанПиН «Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». Превышение хотя бы одного из указанных показателей должно квалифицироваться как несоответствие настоящим санитарным правилам.

Допустимый уровень шума – это уровень, который не вызывает у человека значительного беспокойства и существенных изменений показателей функционального состояния систем и анализаторов, чувствительных к шуму.

2 Оборудование и приборы

Шумомер-виброметр, анализатор спектра «Экофизика 110А» является шумомером 1-го класса по ГОСТ 17187.

Внешний вид прибора представлен на рисунке 1.

Прибор имеет два режима измерений: "Звук" и "Инфразвук" (по сути режим только один, но отображает на экране либо звук, либо инфразвук). В процессе измерения, не прерывая замер, можно переключать отображаемые значения со звука на инфразвук или наоборот.

В режиме "Звук" шумомер одновременно выполняет функцию двух приборов: интегрирующего шумомера 1-го класса (МЭК 60651/60804) и анализатора спектров 1-го класса (МЭК 1260). Одновременно в реальном времени измеряются скорректированные (А, С) уровни звука и уровни звукового давления в октавных и 1/3-октавных полосах частот 25 Гц – 16000 Гц с временными характеристиками *S*, *F*, *I*, а также эквивалентные (по энергии) уровни. Результаты измерений можно сохранить в энергонезависимой памяти, а впоследствии выдать на жидкокристаллический графический индикатор или передать в компьютер.



Рисунок 1 – Шумомер-вибромметр, анализатор спектра «Экофизика 110А»

3 Методика проведения измерений шума транспортного потока автомобилей

Метод измерения шумовой характеристики транспортных потоков на улицах, автомобильных дорогах устанавливает ГОСТ 20444–2014 «Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики» [5].

Места проведения измерения следует выбирать на участках улиц и дорог с установившейся скоростью движения транспортных средств и на расстоянии не менее 50 м от перекрестков, транспортных площадей и остановочных пунктов пассажирского общественного транспорта.

Измерение не должно проводиться во время выпадения атмосферных осадков и при скорости ветра более 5 м/с. При скорости ветра свыше 5 м/с необходимо применять колпак для защиты измерительного микрофона от ветра.

При проведении измерения шумовой характеристики транспортного потока автомобильного транспорта измерительный микрофон должен располагаться на тротуаре или обочине на расстоянии $(7,5 \pm 0,2)$ м от пути движения

транспортных средств на высоте $(1,5 \pm 0,1)$ м от уровня покрытия проезжей части. В условиях стесненной застройки измерительный микрофон допускается располагать на расстоянии меньшем 7,5 м от пути движения транспортных средств, но не ближе 1 м от стен зданий, сплошных заборов и других сооружений или элементов рельефа, отражающих звук.

Измерительный микрофон должен быть направлен в сторону транспортного потока. Оператор, проводящий измерение, должен находиться на расстоянии не менее чем на 0,5 м от измерительного микрофона.

Период измерения шумовой характеристики транспортного потока должен охватывать проезд не менее 200 транспортных единиц в обоих направлениях.

Одновременно с измерением шумовой характеристики транспортного потока следует определять его состав и интенсивность движения.

4 Порядок выполнения работы

1 Произвести выбор места измерения шумовой характеристики транспортного потока в соответствии с ГОСТ 20444–2014.

2 Провести измерения скорости ветра, температуры воздуха.

3 Установить шумомер на штатив, измерительный микрофон направить в сторону транспортного потока.

4 Включить шумомер, начать измерения шумовой характеристики транспортного потока.

5 Произвести подсчет транспортных средств в обоих направлениях автодороги. Начало и окончание подсчета транспортных средств должны быть синхронизированы с началом и окончанием измерения уровней звука.

6 При проезде 200 транспортных единиц закончить измерения шумовой характеристики, произвести запись результатов измерений в память прибора.

7 Результаты измерения шумовой характеристики транспортного потока и данные по его составу, интенсивности представить в форме протокола (приложение Б). Провести оценку шума на соответствие допустимым уровням согласно СанПиН от 16.11.2011 № 115 (допустимые уровни звука на территории жилой застройки приведены в приложении Б). (Однако санитарные нормы не определяют шум на «неиспользуемых территориях». Строго говоря, нет норм шума от транспортных потоков, есть нормы «шума вообще» для зон отдыха, территорий, непосредственно прилегающих к жилым домам и т.д.).

Контрольные вопросы

1 Что такое шум? Назовите основные показатели шумового воздействия на человека.

2 Опишите методику определения шумовой характеристики потока транспорта.

3 Каковы допустимые уровни шума в жилых помещениях в дневное и ночное время?

4 Какие нормативные документы регламентируют методы измерения шумовой характеристики транспортного потока и допустимые уровни звука на территории жилой застройки?

Лабораторная работа №5

РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ ОТ СТОЯНОК АВТОМОБИЛЕЙ

Цель работы: изучить методику определения массовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от гаражей и стоянок автомобилей.

1 Краткие теоретические сведения

Расчеты валовых и максимально разовых выбросов загрязняющих веществ производится с использованием удельных показателей:

- количества выделяемых загрязняющих веществ, приведенных к единицам использованного оборудования;
- времени работ автотранспортных средств или оборудования;
- пробега автотранспортных средств;
- массы расходуемых материалов.

Полученные величины выбросов загрязняющих веществ используются:

- при оценке воздействия на окружающую среду;
- разработке проектной документации на строительство, реконструкцию, расширение, техническое перевооружение, модернизацию, изменение профиля производства, ликвидацию объектов и комплексов;
- инвентаризации выбросов вредных веществ в атмосферный воздух;
- нормировании выбросов вредных веществ в атмосферный воздух;
- определении объемов разрешенных (лимитируемых) выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- контроле за соблюдением установленных норм выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- ведении первичного учета воздействий на атмосферный воздух;
- ведении отчетности о выбросах загрязняющих веществ;
- исчислении и уплате экологического налога;
- выполнении иных мероприятий по охране атмосферного воздуха.

Под *стоянкой автомобилей* понимается территория или помещение, предназначенные для хранения автомобилей в течение определенного периода времени. Автомобили могут размещаться:

- на обособленных открытых стоянках или в отдельно стоящих зданиях и сооружениях (закрытые стоянки), имеющих непосредственный въезд и вы-

езд на дороги общего пользования;

- на открытых стоянках или в зданиях и сооружениях, не имеющих непосредственного въезда и выезда на дороги общего пользования и расположенных в границах объекта, для которого выполняется расчет.

Для автомобилей с карбюраторными двигателями на бензине, на сжатом и сжиженном газе рассчитывается выброс CO [углерода оксид], CH [углеводороды предельные C₁-C₁₀], NO₂ [азота диоксид], SO₂ [серы диоксид]; с дизельными двигателями – CO, CH, NO₂, C [углерод черный (сажа)], SO₂.

Расчет выбросов загрязняющих веществ от автостоянок. Выбросы *i*-го вещества в граммах одним автомобилем *k*-й группы в сутки при выезде с территории или помещения стоянки (Z_{1ik}) и возврате (Z_{2ik}) рассчитывается по формулам

$$Z_{1ik} = m_{\text{пр}ik} t_{\text{пр}} + m_{L_{ik}} L_1 + m_{\text{хх}ik} t_{\text{хх}1}; \quad (1)$$

$$Z_{2ik} = m_{L_{ik}} L_2 + m_{\text{хх}ik} t_{\text{хх}2}, \quad (2)$$

где $m_{\text{пр}ik}$ – удельный выброс *i*-го загрязняющего вещества при прогреве двигателя автомобиля *k*-й группы;

$m_{L_{ik}}$ – пробеговый выброс *i*-го загрязняющего вещества автомобилем *k*-й группы при движении со скоростью 10–20 км/ч, г/км;

$m_{\text{хх}ik}$ – удельный выброс *i*-го загрязняющего вещества при работе двигателя автомобиля *k*-й группы на холостом ходу, г/мин;

$t_{\text{пр}}$ – время прогрева двигателя, мин;

L_1, L_2 – пробег автомобиля по территории стоянки, км;

$t_{\text{хх}1}, t_{\text{хх}2}$ – время работы двигателя на холостом ходу при выезде с территории стоянки и возврате на нее, мин.

Значения удельных выбросов загрязняющих веществ $m_{\text{пр}ik}, m_{L_{ik}}, m_{\text{хх}ik}$ для различных типов транспортных средств представлены в Приложении В. Значения выбросов CO, CH, C, SO₂ в переходной период должны умножаться на коэффициент 0,9 от значений холодного периода. Выбросы NO₂ равны выбросам в холодный период.

При использовании на автотранспортных средствах (АТС) двигателей, работающих по газодизельному циклу, удельные выбросы принимаются равными выбросам при работе на дизельном топливе.

При проведении регулярного экологического контроля и регулировки ДВС, технического обслуживания ТС удельные выбросы загрязняющих веществ в граммах в минуту снижаются, и тогда $m_{\text{пр}ik}$ и $m_{\text{хх}ik}$ должны рассчитываться по формулам

$$m_{\text{пр}ik} = m_{\text{пр}ik} k_{\text{сни}}; \quad (3)$$

$$m_{\text{хх}ik} = m_{\text{хх}ik} k_{\text{сни}}, \quad (4)$$

где $k_{\text{сни}}$ – коэффициент, учитывающий снижение выброса *i*-го загрязняющего вещества при проведении экологического контроля (определяется по таблице 1).

Таблица 1 – Значения коэффициентов снижения удельных выбросов [7]

Тип двигателя	Значения $k_{\text{сни}}$				
	СО	СН	NO ₂	С	SO ₂
Б	0,80	0,90	1,00	–	0,95
Д	0,90	0,90	1,00	0,80	0,95

Периоды года (холодный, теплый, переходный) условно определяются по величине среднемесячной температуры. месяцы со среднемесячной температурой ниже $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ относятся к холодному, со среднемесячной температурой выше $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ – к тепловому, с температурой от $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ – к переходному периодам. Длительность расчетных периодов и среднемесячные температуры определяются по СНБ 2.04.02–2000 «Строительная климатология» [8].

Время прогрева двигателя $t_{\text{пр}}$ в минутах зависит от температуры воздуха и определяется по таблице 2.

Таблица 2 – Время прогрева двигателя в зависимости от температуры воздуха

В минутах

Категория АТС	Время прогрева $t_{\text{пр}}$						
	выше 5°	от 5 до -5°	от -5 до -10°	от -10 до -15°	от -15 до -20°	от -20 до -25°	ниже -25°
Легковые	3	4	10	15	15	20	20
Грузовые и автобусы	4	6	12	20	25	30	30

Необходимо учесть, что:

- 1) при хранении автомобилей на теплых закрытых стоянках принимают значения $t_{\text{пр}} = 1,5$ мин;
- 2) при хранении грузовых автомобилей и автобусов на открытых стоянках, оборудованных средствами подогрева, при температуре воздуха ниже $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_{\text{пр}} = 6$ мин, при хранении легковых автомобилей $t_{\text{пр}} = 4$ мин;
- 3) в иных ситуациях $t_{\text{пр}}$ может приниматься по фактическим замерам.

Средний пробег автомобилей в километрах по территории или помещению стоянки при выезде (L_1 , км) и при возврате (L_2 , км)

$$L_1 = \frac{L_{1Б} + L_{1Д}}{2}; \quad (5)$$

$$L_2 = \frac{L_{2Б} + L_{2Д}}{2}. \quad (6)$$

где $L_{1Б}$, $L_{1Д}$ – пробег автомобиля от ближайшего к выезду и наиболее удаленного от выезда места стоянки до выезда со стоянки, км;

$L_{2Б}$, $L_{2Д}$ – пробег автомобиля от ближайшего к въезду и наиболее удаленного от въезда места стоянки до въезда на стоянку, км.

Валовой (годовой) выброс i -го вещества автомобилями для каждого периода года, т/год,

$$M_i^j = \alpha_b Z_{1ik} + Z_{2ik} N_k D_p \cdot 10^{-6}, \quad (7)$$

где α_b – коэффициент выпуска (выезда);

N_k – количество автомобилей k -й группы находящиеся на территории или в помещении стоянки за расчетный период;

D_p – количество дней работы в расчетном периоде (холодном, теплом, переходном);

j – период года: Т – теплый, П – переходный, Х – холодный.

Общий валовой выброс, т/год, рассчитывают путем суммирования валовых выбросов одноименных веществ по периодам года:

$$M_i = M_i^T + M_i^П + M_i^X. \quad (8)$$

Максимальный выброс i -го загрязняющего веществ, г/с, рассчитывается для каждого периода по формуле

$$G_i = \frac{Z_{1ik} N_k^{\dot{}}}{3600}, \quad (9)$$

где $N_k^{\dot{}}$ – количество автомобилей k -й группы, выезжающих со стоянки за один час, характеризующейся максимальной интенсивностью выезда автомобилей.

Из полученных значений G_i выбирается максимальное.

2 Порядок выполнения работы

1 На основании исходных данных, приведенных в таблицах 3, 4, рассчитать годовой (M , т/год) и максимальный (G , г/с) выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стоянок автотранспортных средств. Учесть, что в АТП производится регулярный контроль и регулировка двигателей АТС.

Таблица 3 – Исходные данные для расчета выбросов загрязняющих веществ от автостоянок

Первая цифра № варианта	Тип стоянки	$L_{1б}$, км	$L_{1д}$, км	$L_{2б}$, км	$L_{2д}$, км	α_b	$N_k^{\dot{}}$
0	БП	0,03	0,3	0,03	0,3	0,8	10
1	БП	0,04	0,4	0,04	0,4	0,9	12
2	ТЗ	0,02	0,2	0,02	0,2	0,8	9
3	ТЗ	0,05	0,4	0,05	0,4	0,7	8

Примечание – БП – открытая или закрытая неотапливаемая стоянка без средств подогрева; ТЗ – теплая закрытая стоянка.

Расчеты выполнять в соответствии с методикой, приведенной выше. При определении исходных данных использовать номер варианта, назначенный преподавателем.

2 Результаты расчетов выбросов от автостоянок привести в виде таблицы 5. При формировании таблицы учесть результаты расчета, выполненные другими студентами группы.

3 Сделать вывод о влиянии типа транспортного средства, вида используемого топлива на количественный и качественный состав выбросов.

Таблица 4 – Дополнительные исходные данные для расчета выбросов загрязняющих веществ от автостоянок

Характеристики АТС	Вторая цифра номера варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Марка ТС	КамАЗ-5320 (Д)*	МАЗ-103 (Д)	VW Polo (Б)	МАЗ-5551 (Д)	Toyota corolla (Б)	МАЗ-5516 (Д)	МАЗ-103 (Д)	BMW (Б)	МАЗ-241 (Д)	МАЗ-4371 (Д)
Грузоподъемность, т	8	–	–	9,2	–	15	–		–	4,5
Длина автобуса, м	–	10	–	–	–	–	12	–	7	–
Объем двигателя, л	–	–	1,6	–	2	–	–	4,4	–	–
N, шт.	75	178	50	93	75	155	124	30	142	82
t _{хх} , мин	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0
D _р ^т , дн.	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153
D _р ^д , дн.	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121
D _р ^х , дн.	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91
<i>Примечание</i> – В скобках приведен вид топлива для данного АТС: Д – дизельное топливо; Б – бензин.										

Таблица 5 – Результаты расчета выбросов загрязняющих веществ

АТС	Вид топлива	Наименование загрязняющего вещества	Выбросы	
			валовой, т/год	максимальный, г/с

Контрольные вопросы

1 В какой период года, значения удельных выбросов загрязняющих веществ являются максимальными?

2 Перечислите загрязняющие вещества, поступающие в атмосферный воздух с отработавшими газами дизельных и бензиновых двигателей.

3 Поясните, почему валовые выбросы (т/год), рассчитанные по периодам (теплый, холодный, переходный), суммируются, а максимальный выброс (г/с) выбирается как наибольшее значение из трех периодов.

КОНТРОЛЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ГАЗООЧИСТНЫХ УСТАНОВОК НА АВТОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Цель работы: рассмотреть методы и способы очистки выбросов от технологических процессов АТП, изучить порядок оценки эффективности работы газоочистных установок.

1 Краткие теоретические сведения

Газоочистная установка (ГОУ) – сооружение и (или) оборудование, предназначенные для очистки газов, отходящих от источника выделения, посредством физических, химических, биологических и других методов улавливания, нейтрализации, обезвреживания ЗВ. Она состоит из одного или нескольких аппаратов очистки газа, вспомогательного оборудования и коммуникаций (рисунок 1).

Аппарат очистки газа – основной элемент ГОУ, в котором непосредственно осуществляется избирательный процесс извлечения из потока газа ЗВ или их обезвреживание.

Владельцы установок очистки газа обязаны:

- определить и назначить приказом (распоряжением) руководителя лиц, ответственных за эксплуатацию, обслуживание и ремонт ГОУ;
- разработать и утвердить инструкцию по эксплуатации и обслуживанию ГОУ. Основные требования из инструкции должны быть размещены на рабочем месте, в непосредственной близости от установки;
- назначить приказом комиссию по оценке технического состояния ГОУ;
- своевременно проводить техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонты;
- организовать техническую учебу и проверку знаний лиц, ответственных за эксплуатацию, обслуживание и ремонт ГОУ;
- обеспечить лицам, осуществляющим контроль соблюдения Правил эксплуатации ГОУ, допуск к газоочистным установкам и сопровождение лицом, ответственным за эксплуатацию, обслуживание и ремонт установок (или лицом, назначенным руководителем); предоставление технической документации о работе ГОУ, а в необходимых случаях – спецодежды, средств связи, безопасности и транспорта.

Пуско-наладочные работы ГОУ выполняются при полной загрузке технологического оборудования и включают:

- наладку и отработку режимов функционирования отдельных агрегатов и ГОУ в целом;
- установление оптимальных режимов работы ГОУ в условиях длительной эксплуатации;

– достижение проектной степени очистки газа, объема очищаемого газа и концентрации ЗВ на выходе из установки, обеспечивающей соблюдение требований по выбросам ЗВ в атмосферный воздух.

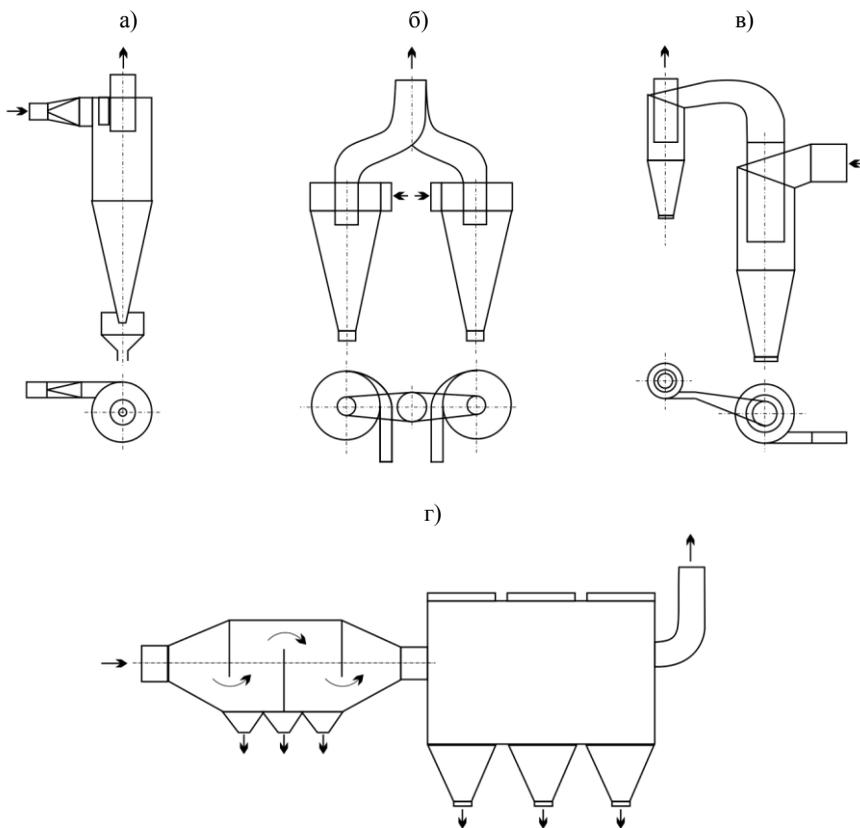


Рисунок 1 – Схемы включения ГОУ:

- a* – одиночный цилиндрический циклон ЦН-15; *б* – группа конических параллельно работающих циклонов конструкции СИОТ;
- в* – группа цилиндрических последовательно работающих циклонов конструкции НИИОГАЗа СДК-ЦН-33; *г* – две ступени очистки из пылеосадительной камеры и рукавного фильтра

Газоочистные установки принимаются в эксплуатацию рабочей комиссией с обязательным участием лица, ответственного за эксплуатацию и техническое обслуживание ГОУ. Результаты работы комиссии по приемке ГОУ в эксплуатацию оформляются актом на соответствие установки требованиям технических нормативных документов.

Контроль эффективности работы ГОУ включает измерение на входе и выходе устройства следующих параметров:

- температуры газа;
- объемного расхода газовой смеси (ГВС);
- средней концентрации ЗВ;
- полного давления (или разрежения) газа; при равенстве площадей сечений до и после установки ее гидравлическое сопротивление можно определить как разность статических давлений до и после ГОУ;
- полного давления, развиваемого вентилятором;
- влагосодержания очищаемого газа.

Эффективность работы ГОУ, или ее *коэффициент очистки* η , %, характеризуется долей уловленного загрязняющего вещества:

$$\eta = \frac{G_1 - G_2}{G_1} \cdot 100, \quad (1)$$

где G_1 и G_2 – выброс ЗВ до и после ГОУ, г/с.

Исходя из измеренных концентраций ЗВ и объемного расхода ГВС

$$\eta = \frac{C_1 V_1 - C_2 V_2}{C_1 V_1} \cdot 100 = 1 - \frac{C_2 V_2}{C_1 V_1} \cdot 100, \quad (2)$$

где C_1 и C_2 – измеренные концентрации ЗВ до и после ГОУ, мг/м³;

V_1 и V_2 – объемный расход ГВС до и после ГОУ, м³/с.

С санитарно-гигиенической точки зрения более важным показателем является не коэффициент очистки ГОУ η , а доля пропущенного загрязняющего вещества – *коэффициент проскока* E .

$$E = 1 - \eta. \quad (3)$$

При сравнении двух газоочистных установок, одна из которых задерживает 85 % примеси, а другая – 95 %, неправильно считать вторую на 10 % эффективнее первой. В действительности, вторая ГОУ пропускает ЗВ в три раза меньше, и поэтому в санитарно-гигиеническом отношении она втрое эффективнее.

Установки для очистки газа от пыли (твердых частиц) принято называть **пылеуловительными установками (ПГУ)**. Как правило, это газоочистные установки сухой механической очистки. Для полной оценки пылезадерживающей способности ГОУ, а тем более для сравнительной оценки ее с другими установками, нужно иметь данные об эффективности улавливания в ней частиц различных фракций, то есть фракционном коэффициенте очистки. Обычно *фракционный коэффициент очистки* определяют индивидуально для каждой фракции по формуле

$$\eta_j^m = \frac{G_{j1} - G_{j2}}{G_{j1}}, \quad (4)$$

где G_{j1} и G_{j2} – количество вредного вещества j -й фракции соответственно до и после ГОУ, г/с.

В некоторых случаях важнее знать другие показатели фракционной эффективности ГОУ:

$$\eta_j^1 = \frac{G_{j1} - G_{j2}}{G_1 - G_2}, \quad (5)$$

или

$$\eta_{0j} = \frac{k_1 G_{j1} - k_1 G_{j2}}{G_1}, \quad (6)$$

где k – количество фракций, по которым выполняется оценка эффективности.

Для иллюстрации рассмотренных показателей в таблице 1 приведены значения различных фракционных коэффициентов очистки для циклона с водяной пленкой. По значениям фракционной эффективности ГОУ и фракционному составу выделяющейся пыли можно достаточно точно определить возможный эффект пылезадержания каждой фракции и общий коэффициент очистки установки. В таблице 2 приведены значения фракционных коэффициентов очистки для некоторых пылеуловителей.

Таблица 1 – Фракционная эффективность циклона с водяной пленкой

В процентах

Параметр	Размер частиц, мкм				По всем фракциям
	от 0 до 10	от 10 до 20	от 20 до 50	св. 50	
η_j^m	92,1	98,8	99,6	100	–
η_j^1	13,8	10,6	23,1	52,5	100
Размер частиц, мкм					
	от 0 до 10	от 0 до 20	от 0 до 50	все фракции	
η_{0j}	13,7	24,3	47,0	98,6	

Таблица 2 – Эффективность пылезадержания газоочистных установок

В процентах

Тип установки	Размер частиц, мкм					
	от 0 до 5	от 5 до 10	от 10 до 20	от 20 до 40	от 40 до 60	св. 60
Циклон НИИОГАЗа	24,0	79,0	93,5	98,5	99,2	99,4
Инерционный пылеуловитель	74,0	82,0	93,0	98,0	100	97,0
Центробежный уловитель с мокрой пленкой	89,5	95,0	98,0	100	100	100
Рукавный фильтр	96,5	98,9	98,9	99,6	99,9	100

Общая степень очистки пыли, %, в ГОУ, состоящей из нескольких ступеней (см. рисунок 1 б, з),

$$\eta_{\text{общ}} = 1 - 1 - \eta_1 \quad 1 - \eta_2 \quad \dots \quad 1 - \eta_n \cdot 100, \quad (7)$$

или

$$\eta_{\text{общ}} = 1 - E_1 E_2 \dots E_n \cdot 100, \quad (8)$$

где η_1, \dots, η_n – соответственно коэффициент очистки от пыли в каждой из последовательных ступеней;

E_1, \dots, E_n – соответственно коэффициент проскока пыли в каждой из последовательных ступеней.

При параллельном расположении ГОУ (см. рисунок 1 в)

$$\eta_{\text{общ}} = 1 - \frac{G_3}{G_1 + G_2} \cdot 100, \quad (9)$$

где G_1, G_2 – выброс вещества на входе в параллельно соединенные ГОУ, г/с;

G_3 – выброс вещества на выходе из ГОУ (в атмосферу), г/с.

ГОУ должны подвергаться инструментальному контролю показателей работы *не менее одного раза в год*, за исключением установок:

– электрической фильтрации, термokatалитической и химической очистки и (или) с содержанием в очищаемом газе загрязняющих веществ второго класса опасности, контроль которых проводится *не реже двух раз в год*;

– с содержанием в очищаемом газе загрязняющих веществ первого класса опасности, контроль которых проводится *не реже четырёх раз в год*;

– эксплуатируемых менее 500 ч/год, контроль которых проводится *не реже одного раза в два года*.

В случаях, если установка признана неэффективной, проводится наладка оборудования и испытания на соответствие фактических параметров работы ГОУ проектным в соответствии с требованиями Правил эксплуатации газоочистных установок.

Как правило, *при оценке эффективности работы ГОУ анализируют три основных показателя*:

1) соответствие эксплуатационного (фактического) коэффициента очистки ГОУ паспортным данным. Под паспортными данными понимают минимально допустимые значения общего коэффициента очистки, приведенного в технической литературе для данного типа аппарата газоочистки;

2) герметичность газоочистной установки. Герметичной принято считать установку, у которой величина подсосов или утечки воздуха не превышает 5 % количества очищаемого воздуха, то есть минимальное значение объемного расхода ГВС не должно отличаться от максимального значения объемного расхода ГВС не более чем на 5 %. При этом оценивают величину V , м³/с, на входе и выходе из аппарата газоочистки;

3) соответствие концентрации загрязняющих веществ на выходе из ГОУ

существующим нормативным требованиям. Согласно СНБ 4.02.01-03 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» для веществ твердого агрегатного состояния должно соблюдаться условие $C_{\text{вых}} \leq 50 \text{ мг/м}^3$ [9].

Определение максимального выброса загрязняющего вещества G , г/с, включает измерение объемного расхода газозвушной смеси (ГВС) V , м³/с, и максимальной концентрации C_m примеси в ГВС, мг/м³:

$$M = VC_m \cdot 10^{-3}, \quad (10)$$

где V – объемный расход ГВС, м³/с;

$$V = Sv, \quad (11)$$

C_m – максимальная концентрация загрязняющего вещества в сечении газоочистной установки, мг/м³.

S – площадь сечения, м²;

v – скорость ГВС, м/с.

Исходные данные

Таблица 3 – Характеристика газоочистной установки

Параметр	Первая цифра номера варианта					
	0	1	2	3	4	5
Схема установки (см. рисунок 1)	в	г	б	а	в	г
Температура газов на входе в ГОУ, °С	50	45	20	25	30	35
Код улавливаемой примеси*	2917	2908	2936	0328	0123	0184
Продолжительность работы, ч/год	440	2100	3200	4300	5000	3400
* В соответствии с СТБ 17.08.02-01-2009 [10] (см. приложение Д).						

Таблица 4 – Результаты инструментальных измерений

Параметр	Вторая цифра номера варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Концентрация примеси, мг/м ³ : сечение 1	186	210	215	105	188	204	166	198	154	139
” 2	165	170	155	90	147	148	124	101	117	120
” 3	46	81	60	47	71	78	37	81	69	59
Скорость газа, м/с: сечение 1	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5
” 2	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
” 3	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,4	6,9	7,4	7,9
Снижение температуры газа в ГОУ, %	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Размеры*, дм: сечение 1	4×2	4×3	3×3	4×4	5×3	4×3	4×2	3×2	4×2	4×3
” 2	3	3,2	3,5	3,8	4	4,5	3,5	3,8	3,5	3,4
” 3	3,5	4,5	5,5	3	4	5	3,2	3,8	3,5	3,6
* При круглом газоходе задан диаметр сечения.										

2 Порядок выполнения работы

1 Схематически начертить ГОУ в соответствии с рисунком 1 и обозначить измерительные сечения; стрелками нанести направления движения газовой смеси в каждом сечении, указать наименования ГОУ и способ соединения (последовательный, параллельный).

2 Заполнить протокол измерений по форме, приведенной в таблице 5, и определить общий коэффициент очистки ГОУ. Все необходимые расчеты привести под таблицей.

Таблица 5 – Протокол измерения эффективности газоочистной установки

№ сечения	Место отбора пробы	Диаметр или размеры сечения, м	v , м/с	V , м ³ /с	$T_{г}$, °С	Загрязняющее вещество		Концентрация вещества C , мг/м ³	Выброс вещества G , г/с	Коэффициент очистки η , %
						код	наименование			
	До ГОУ									
	До/после ГОУ									
	До/после ГОУ									

3 Сделать заключение об эффективности работы обследованной ГОУ в соответствии с тремя основными критериями. Паспортные данные очистных установок приведены в приложении Г.

Контрольные вопросы

- 1 Перечислите методы и способы очистки газовой смеси.
- 2 Какие методы газоочистки позволяют улавливать газообразные примеси?
- 3 Назовите три основных критерия, по которым оценивают эффективность ГОУ.
- 4 Что такое коэффициент проскока?

Лабораторная работа № 7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В СТОЧНЫХ ВОДАХ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Цель работы: изучить методику определения предельно допустимого содержания загрязняющих веществ в сточных водах; изучить порядок оценки эффективности очистных сооружений.

1 Краткие теоретические сведения

Система водоснабжения представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных инженерных устройств и сооружений, обеспечивающих потребителей водой в требуемом количестве и заданного качества. Она включает в

себя устройства и сооружения для забора воды из источника водоснабжения, ее транспортирования, обработки, хранения, регулирования подачи и распределения между потребителями.

Водоотведением называют совокупность мер, инженерных сетей и сооружений, назначением которых является сбор сточных вод, в том числе атмосферных, отвод их за пределы жилых территорий, железнодорожных станций и промышленных предприятий для очистки и обезвреживания с целью повторного использования в техническом водоснабжении или, как исключение, для сброса в водные объекты (реки, озера, водохранилища) без нарушения их нормальной деятельности.

Сточные воды – воды, содержащие загрязняющие вещества, отводимые от жилых, общественных и производственных зданий, а также образующиеся при выпадении атмосферных осадков, таянии снега, поливомоечных работах на территории населенных пунктов, промышленных предприятий, строительных площадок и других объектов.

Сточные воды от населенных мест и промышленных предприятий могут быть *классифицированы по трем признакам*:

- 1) месту образования (бытовые, производственные, поверхностные);
- 2) виду содержащихся в стоках веществ (минеральные, органические, биологические);
- 3) фазово-дисперсному состоянию загрязнений (растворенные, коллоидные, нерастворенные).

Сточные воды содержат обычно множество неорганических и органических компонентов, причем точный состав их, даже в качественном отношении, не всегда можно заранее предвидеть. Последнее особенно справедливо в отношении сточных вод, прошедших через химическую и биохимическую очистку. Даже при простом смешении стоков от разных участков предприятия происходят химические реакции между компонентами этих стоков, приводящие к образованию новых веществ. При хлорировании стоков появляются продукты окисления неорганических и органических веществ и их хлоропроизводные. Биохимической очистке подвергают промышленные сточные воды, смешанные с хозяйственно-бытовыми водами, и тогда в очищенных водах можно обнаружить самые неожиданные органические соединения. Поэтому при появлении нового вида сточных вод, возникающих не только при создании новых производств, но и при внедрении нового технологического процесса и даже при любом существенном изменении в технологическом процессе, требуется предварительное исследование.

Концентрацией загрязнений сточных вод называется количество загрязнений того или иного вида, содержащееся в единице объема сточных вод, мг/дм³ или г/м³.

Результаты анализа сточной воды будут правильными только в том случае, если проба для анализа отобрана верно. Ошибки, возникающие в результате неправильного отбора проб, в дальнейшем исправить нельзя. По-

этому отбор проб должны производить квалифицированные сотрудники, лучше всего те, которые несут ответственность за проводимый анализ и оценку его результатов. Способ отбора пробы сточной воды зависит от цели, которая ставится перед исследователем в каждом отдельном случае. Надо всегда следить за тем, чтобы отбираемая проба сточной воды не оказалась случайной. В зависимости от цели и объекта исследования разрабатывается программа исследований (СТБ ГОСТ Р 51592–2001). Состав и содержание программы в зависимости от исследуемого объекта должны соответствовать ряду нормативных документов [13–17].

Состав сточных вод обычно сильно колеблется и напрямую зависит от технологического процесса производства. Поэтому необходимо перед отбором пробы подробно изучить этот процесс и брать средние пробы в течение суток или нескольких суток, в зависимости от условий спуска сточных вод, так как некоторые участки сбрасывают сточные воды не ежедневно и нерегулярно.

Если расход сбрасываемой воды более или менее постоянен, можно ограничиться только средними пробами. Средняя проба должна быть составлена из равных количеств жидкости, взятой через одинаковые промежутки времени.

При проверке эффективности работы очистной установки необходимо следить за тем, чтобы отбираемые пробы исходной (поступающей на очистные сооружения) и очищенной воды были по возможности из одного и того же потока. Для этого надо учитывать время прохождения сточной воды через очистные сооружения.

При сбросе сточных вод в водоемы нельзя ограничиваться исследованием только самих стоков, надо анализировать также и воду в водоеме выше и ниже выпуска; результаты таких анализов покажут, насколько водный объект загрязняется сточными водами.

Под *нормативами допустимых сбросов* (НДС) загрязняющих веществ в составе сточных вод, отводимых в водный объект, понимают максимально допустимую массу загрязняющих веществ в составе отводимых вод в водный объект и допустимую концентрацию загрязняющих веществ при установленном режиме водоотведения, при сбросе которой обеспечиваются нормативы качества воды водного объекта в контрольном створе. НДС устанавливается с учетом предельно допустимых концентраций (ПДК) веществ в местах водопользования, ассимилирующей способности водного объекта и оптимального распределения массы сбрасываемых веществ между водопользователями, сбрасывающими сточные воды.

Норматив допустимого сброса i -го загрязняющего вещества в составе сточных вод в водный объект G_i , г/ч (за исключением поверхностных сточных вод дождевой канализации), в соответствии с техническим кодексом установившейся практики [17] рассчитывается по формуле

$$G_i = qC_i, \quad (1)$$

где q – максимальный часовой расход сточных вод, м³/ч;

C_i – допустимая концентрация загрязняющего вещества в сточных водах, мг/дм³.

Согласно ТКП [17], допустимая концентрация i -го загрязняющего вещества в сточных водах без учета неконсервативности вещества C_i , мг/дм³, с учетом ассимилирующей способности водного объекта, рассчитывается по формуле

$$C_i = n - 1 C_{\text{ПДК}} - C_{\text{ф}} + C_{\text{ПДК}}, \quad (2)$$

где n – кратность разбавления отводимых сточных вод в водотоке, служащем приемником сточных вод;

$C_{\text{ПДК}i}$ – норматив предельно допустимой концентрации i -го загрязняющего вещества в воде поверхностного водного объекта, мг/дм³;

$C_{\text{ф}i}$ – фоновая концентрация того же загрязняющего вещества в воде водотока выше выпуска сточных вод, мг/дм³.

Кратность разбавления сточных вод в воде водотока n рассчитывается по формуле

$$n = \frac{q + k_{\text{см}}Q}{q}, \quad (3)$$

где q – расход отводимых сточных вод;

$k_{\text{см}}$ – коэффициент смешения сточных вод с водой водотока;

Q – расход воды в водотоке, служащем приемником сточных вод, м³/с.

Для загрязняющих веществ, НДС которых устанавливается по приращению к фоновым концентрациям, допустимая концентрация i -го загрязняющего вещества в сточных водах, мг/дм³, рассчитывается по формуле

$$C_i \leq \Delta C_i \left(1 + k_{\text{см}} \frac{Q}{q} \right) + C_{\text{ф}}, \quad (4)$$

где ΔC_i – допустимое увеличение содержания i -го загрязняющего вещества в воде водотока после сброса i -го загрязняющего вещества в составе сточных вод, мг/дм³.

Следует помнить, что расчет коэффициента разбавления n выполняется при соблюдении неравенства

$$10 \leq \frac{Q}{q} \leq 400. \quad (5)$$

В случае, если величина отношения расхода отводимых вод к расходу водотока более 400, то кратность разбавления равна $400q$. В случае, если величина отношения расхода отводимых вод к расходу водотока менее 10, расчет кратности разбавления не производится, и нормативы допустимых сбросов загрязняющих веществ устанавливаются, исходя из значений ПДК.

Если концентрация ЗВ (показатель качества) в фоновом створе водного

объекта превышает установленный норматив качества воды водного объекта, то НДС по этому ЗВ (показателю качества) устанавливается исходя из применения к отводимым водам норматива качества воды водного объекта.

На ремонтно-транспортных предприятиях особое внимание следует обращать на определение нефтепродуктов и взвешенных веществ как основных загрязнителей сточных вод. *Нефтепродукты* – неполярные и малополярные углеводороды (алифатические, ароматические, алициклические), составляющие главную и наиболее характерную часть нефти и продуктов ее переработки [12]. *Взвешенные вещества (грубодисперсные примеси)* – частицы минерального и органического происхождения, имеющие большие размеры, чем коллоидные частицы, и находящиеся в воде во взвешенном состоянии. В зависимости от степени дисперсности (размеров отдельных частиц) и их плотности взвешенные вещества могут выпадать в виде осадка, всплывать на поверхность воды или оставаться во взвешенном состоянии.

При выпуске производственных сточных вод в коммунальные сети хозяйственно-фекальной канализации города к ним предъявляются требования местных органов государственной власти (таблица 1).

Таблица 1 – Допустимые показатели качества производственных сточных вод автотранспортных и железнодорожных предприятий при сбросе в коммунальную хозяйственно-фекальную канализацию города Гомеля [18]

В миллиграммах на кубический дециметр

Загрязняющее вещество (показатель)	Допустимая концентрация	Загрязняющее вещество (показатель)	Допустимая концентрация	Загрязняющее вещество (показатель)	Допустимая концентрация
Водородный показатель, рН	6,5–9 единиц	Хлориды	100	Цинк	0,5
БПК 5	100 мг О ₂ /дм ³	Сульфаты	150	ХПК	250
Взвешенные вещества	150	Фенол	0,12	Железо общее	2
		СПАВ	2,5	Окраска	1:20
Азот аммонийный	10	Нефтепродукты	2	Свинец	0,1
Фосфаты	10	Медь	0,8	Алюминий	1
Сухой остаток	430	Никель	0,1	Марганец	0,3

При оборотном использовании воды на предприятиях транспорта пополнение оборотных систем должно осуществляться водой со следующими показателями качества, мг/дм³ [19]:

Взвешенные вещества.....	30	Железо.....	5,0
Нефтепродукты.....	15	pH.....	6,5–8,5

При известных (измеренных) концентрациях i -го ЗВ фактический коэффициент очистки сточных вод

$$\eta_i = \frac{C_{1i} - C_{2i}}{C_{1i}} \cdot 100, \quad (6)$$

где C_{1i}, C_{2i} – концентрация i -го загрязняющего вещества в сточной воде соответственно до и после очистки, мг/дм³.

Исходные данные

Сточные воды АТП поступают на локальные очистные сооружения от различных технологических процессов. Основными показателями загрязненной сточной воды являются нефтепродукты, взвешенные вещества и оксид железа.

Таблица 2 – Величина загрязнений сточной воды на очистных сооружениях
В миллиграммах на дециметр кубический

Загрязняющее вещество	Место отбора проб	Вторая цифра номера варианта									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Взвешенные вещества	До очистки	624	58	103	189	206	256	456	615	385	100
	После очистки	74,6	2	5,6	72,5	10	118	21,4	33,4	1,8	5,0
Нефтепродукты	До очистки	440	75,1	391	224	102	426	279	166	486	107
	После очистки	25,2	11,2	79,2	9,8	13,7	34,5	22,4	18,5	57,9	4,0
Железо общее	До очистки	3,05	2,05	1,28	2,52	1,85	4,0	2,14	4,5	6,84	3,50
	После очистки	0,25	0,15	0,18	0,35	0,83	0,95	1,08	2,1	1,0	0,45

Таблица 3 – Условия сброса сточных вод в водный объект

Параметр	Первая цифра номера варианта						
	0	1	2	3	4	5	
Наименьшая среднемесячная скорость воды в реке, м/с	0,3	0,5	0,6	0,8	0,2	0,4	
Категория водного объекта	1*	2**	1*	2**	1*	2**	
Содержание в водотоке до сброса сточных вод, мг/дм ³ :							
	взвешенных веществ	5,0	12,0	8,0	10,0	7,0	15,0
	нефтепродуктов	0,03	0,04	0,12	0,016	0,22	0,044
железа общего	0,27	0,17	0,11	0,2	0,35	0,015	
* Поверхностные водные объекты, используемые для размножения, нагула, зимовки, миграции видов рыб отрядов лососеобразных и осетрообразных.							
** Иные поверхностные водные объекты.							

Таблица 4 – Дополнительные характеристики сброса сточных вод и водного объекта [18]

Параметр	Вторая цифра номера варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Наименование водного объекта	Сож	Оболь	Днепр	Случь	Щара	Буг	Ипуть	Виляя	Проня	Птичь
Коэффициент смешения сточных вод с водой водотока	0,07	0,05	0,01	0,09	0,009	0,03	0,04	0,02	0,06	0,08
Расчетный расход сточных вод, м ³ /ч	10	12	18	25	13,5	20	1,8	35	16	22
Расход воды водного объекта, м ³ /с	219	19,4	1600	20,3	31	110	83,4	182	50	49,7

2 Порядок выполнения работы

1 В соответствии с полученными результатами химического анализа, приведенными в таблице 2, рассчитать для эксплуатирующихся очистных сооружений коэффициент очистки по каждому ингредиенту по формуле (6).

2 Для водного объекта (реки) рассчитать максимальное допустимое значение концентрации загрязняющих веществ в сточных водах. Нормативы качества воды определить по приложению Е.

3 Оценить, какой вариант сброса сточных вод предприятия из двух предложенных является более рациональным. Указать, можно ли использовать сточную воду предприятия в водооборотной системе. Обосновать свой вывод, используя сведения, приведенные в приложении Е и результаты выполненных расчетов.

4 Рассчитать для всех загрязняющих веществ норматив допустимого сброса в водный объект G , кг/ч. При определении допустимых концентраций следует проверить соблюдение неравенства (5). Результаты привести в виде таблицы 5.

Таблица 5 – Нормативы допустимого сброса (НДС) загрязняющих веществ в водный объект

Загрязняющее вещество	$C_{плк}$	C_i	q_i , м ³ /ч	НДС	
	мг/дм ³			г/ч	т/год
Взвешенные вещества					
Нефтепродукты					
Железо общее					

Контрольные вопросы

1 В каком случае нормативное ограничение по размещению контрольного створа водотока должно устанавливаться от прибрежного объекта, а в каком – от места сброса сточных вод?

2 Почему в одних случаях расстояние до расчетного створа должно устанавли-

ваться по принципу «не более ... м», а в других – по принципу «не менее ... м»?

3 По какому варианту (см. таблицы 2, 3) в водный объект можно отводить со сточной водой максимальное количество общего железа?

4 Если при прочих равных условиях расход воды в реке Q увеличится в 2 раза, во сколько раз предприятию можно будет увеличить НДС загрязняющего вещества, если нормирование для данного водопользователя осуществляется с учетом ассимилирующей способности водного объекта?

5 До какого значения увеличится концентрация никеля в реке с $Q = 199 \text{ м}^3/\text{ч}$ и фоновым загрязнением $0,1 \text{ мг}/\text{м}^3$, если в нее сбрасывается $1 \text{ м}^3/\text{ч}$ сточных вод с концентрацией никеля $20,1 \text{ мг}/\text{м}^3$?

6 Можно ли осуществлять выпуск сточных вод в водоток с $Q = 399 \text{ м}^3/\text{ч}$ и фоновым загрязнением по меди $0,9 \text{ мг}/\text{м}^3$, если объемный расход сточных вод составляет $0,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ с концентрацией меди $30,9 \text{ мг}/\text{м}^3$?

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

НОРМИРОВАНИЕ ВЫБРОСОВ ПРИ ДВИЖЕНИИ АТС

Таблица А.1 – Удельные выбросы веществ группы 1 и потребление топлива в зависимости от скорости движения транспортно-портного потока, г/авт.км

Расчетная модель	Наименование вещества и потребление топлива	Скорость, км/ч											
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
ЛБ	СО	28,97	15,49	11,11	8,70	7,09	5,93	5,23	4,77	4,50	4,40	4,50	4,7
	NOx	1,14	1,24	1,36	1,49	1,62	1,77	1,93	2,10	2,28	2,47	2,68	2,89
	ЛОС	3,52	2,17	1,63	1,34	1,14	0,93	0,81	0,73	0,68	0,65	0,66	0,68
	СН4	0,14	0,11	0,08	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04
	Потребление топлива	124,6	83,95	68,37	59,40	53,60	50,66	49,44	49,43	50,57	52,79	56,13	60,72
ЛД	СО	1,13	0,76	0,60	0,51	0,45	0,40	0,37	0,34	0,32	0,30	0,28	0,270
	NOx	1,09	0,80	0,66	0,58	0,53	0,51	0,51	0,52	0,56	0,61	0,68	0,79
	ЛОС	0,47	0,24	0,17	0,13	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05
	СН4	0,006	0,005	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,01	0,01	0,01	0,010	0,013
	PM	0,23	0,19	0,16	0,13	0,11	0,11	0,11	0,12	0,13	0,16	0,20	0,24
	Потребление топлива	90,66	70,00	58,31	50,98	46,40	43,72	42,70	43,11	44,88	48,00	52,53	58,66
ГАБ	СО	31,51	23,00	16,08	10,75	7,01	4,85	4,29	5,32	7,94	12,15	17,95	25,33
	NOx	1,92	2,09	2,25	2,41	2,57	2,73	2,89	3,05	3,22	3,38	3,54	3,70
	ЛОС	3,56	2,77	2,09	1,53	1,07	0,72	0,49	0,36	0,35	0,44	0,65	0,96
	СН4	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09
	Потребление топлива	167,27	141,05	118,91	100,85	86,87	76,97	71,16	69,42	71,77	78,20	88,71	103,30

Окончание таблицы А.1

Расчетная модель	Наименование вещества и потребление топлива	Скорость, км/ч											
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
ГАД	СО	1,28	1,12	1,00	0,90	0,84	0,81	0,82	0,85	0,92	1,02	1,15	1,32
	NOx	3,96	3,03	2,26	1,65	1,20	0,91	0,79	0,82	1,02	1,37	1,89	2,57
	ЛОС	0,17	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,11	0,12	0,13	0,14
	СН4	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
	PM	0,24	0,22	0,20	0,19	0,18	0,19	0,20	0,22	0,25	0,28	0,33	0,38
	Потребление топлива	112,10	93,54	78,84	68,00	61,01	57,88	58,61	63,20	71,65	83,95	100,12	120,14
ГД	СО	5,85	3,62	2,73	2,24	1,91	1,69	1,52	1,38	1,27	1,18		
	NOx	15,37	10,10	7,90	6,64	5,80	5,19	4,73	4,36	4,06	3,81		
	ЛОС	4,66	2,54	1,78	1,38	1,13	0,97	0,84	0,75	0,68	0,62		
	СН4	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11		
	PM	1,54	0,94	0,71	0,58	0,49	0,43	0,39	0,35	0,32	0,30		
	Потребление топлива	342,23	246,32	203,22	177,30	159,49	145,22	143,96	147,59	156,10	169,50		
АГ	СО	8,14	3,74	2,76	2,23	1,89	1,65						
	NOx	25,68	17,92	14,53	12,51	11,15	10,14						
	ЛОС	3,67	1,80	1,18	0,88	0,70	0,58						
	СН4	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12						
	PM	0,89	0,53	0,40	0,32	0,27	0,24						
	Потребление топлива	413,48	306,53	257,29	227,24	206,37	190,74						

AM	CO	7,90	4,41	3,14	2,47	2,05	1,76	1,54	1,38	1,25	1,14	1,06	0,98
	NOx	26,15	16,60	12,72	10,53	9,10	7,78	7,49	7,38	7,47	7,75	8,21	8,86
	ЛОС	4,78	2,58	1,80	1,40	1,15	0,97	0,85	0,76	0,68	0,62	0,57	0,53
	CH4	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
	PM	1,36	0,82	0,61	0,49	0,42	0,36	0,32	0,29	0,27	0,25	0,23	0,22
	Потребление топлива	461,29	317,35	254,99	218,32	193,56	178,70	168,20	165,14	169,53	181,37	200,64	227,37
M	CO	7,01	12,48	16,70	19,65	21,35	21,39	22,17	22,74	23,10	29,10	23,21	
	NOx	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,13	
	ЛОС	4,94	3,48	2,39	1,66	1,30	1,21	1,35	1,71	2,31	3,13	4,18	
	CH4	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	
	Потребление топлива	25,44	25,47	25,69	26,12	26,76	27,27	28,58	29,72	30,68	31,47	32,08	

Таблица А.2 – Удельные выбросы загрязняющих веществ при остановке (торможении-разгоне) транспортных средств, г/ост.

Расчетная модель	СО	NOx	ЛОС	PM	Топливо
М	1,2	0,2	0,2	–	12
ЛБ	3,4	0,5	0,7	–	28
ЛД	1	0,25	0,35	0,1	25
ГАБ	18	4	1,3	–	40
ГАД	2,4	2,6	0,6	0,2	35
ГД	3,3	3,6	0,8	0,25	70
АГ	3,6	3,9	1,5	0,3	80
АМ	3,5	3,7	1,5	0,3	75

Таблица А.3 – Поправочные коэффициенты, учитывающие зависимость выбросов веществ при остановке МТС от скорости движения транспортного потока

	Изменение скорости движения при торможении-разгоне, км/ч									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Поправочный коэффициент	0,21	0,43	0,64	0,85	1,06	1,28	1,49	1,7	1,91	2,13

Таблица А.4 – Удельные выбросы загрязняющих веществ при задержке движения (работе на холостом ходу), г/мин

Расчетная модель	СО	NOx	ЛОС	PM	Топливо
М	4,2	0,02	0,35	-	14
ЛБ	2,8	0,05	0,85	-	28
ЛД	1,2	0,3	0,25	0,01	20
ГАБ	4,5	0,05	2,3	-	35
ГАД	1,5	0,45	0,12	0,01	30
ГД	2,9	0,93	0,3	0,035	60
АГ	4,6	0,6	0,5	0,03	70
АМ	4,6	0,6	0,5	0,03	70

Таблица А.5 – Коэффициенты коррекции средней расчетной интенсивности движения при расчете максимальных выбросов

Средняя расчетная интенсивность, авт./ч	До 50 вкл	50–100	100–300	300–400	400–500	500–600	600–700	700–800	800–900	900–1000	1000–1100	1100–1200	1200–1300	1300–1400	1400–1500	Св.1500
Коэффициент коррекции	1,37	1,29	1,21	1,17	1,14	1,12	1,11	1,09	1,08	1,07	1,06	1,06	1,05	1,04	1,04	1,03

Таблица А.6 – Выбросы ЛОС при испарении из топливной системы МТС

Источник испарения	Янв.	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Нояб.	Дек.	Среднее за год
Испарение из бака из-за суточного колебания температур, г/(сут. авт.)	1,4	1,4	1,86	2,48	3,3	4,4	4,4	4,4	3,3	2,48	1,4	1,4	2,96
Испарение после движения, г/(сут. авт.)	13,4	13,4	19,4	24,9	29,7	31,3	31,3	31,3	29,7	22,6	16,4	13,4	24,9
Испарение при движении, г/(авт. км)	0,005	0,005	0,013	0,03	0,08	0,19	0,19	0,19	0,08	0,03	0,005	0,005	0,083

Таблица А.7 – Поправочные коэффициенты, учитывающие зависимость выбросов и потребление топлива от наличия в потоке легковых автомобилей с не разогретыми (холодными) двигателями

Расчетная модель	Наименование вещества и потребление топлива	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Среднее за год
ЛБ	СО	2,13	1,9	1,69	1,37	1,26	1,21	1,21	1,13	1,34	1,51	1,69	1,9	1,45
	NOx	1,06	1,05	1,03	1,01	1,01	1	1	1	1,01	1,02	1,03	1,05	1,02
	ЛОС	1,75	1,6	1,46	1,25	1,17	1,14	1,14	1,09	1,23	1,34	1,46	1,6	1,3
	CH4	1,75	1,6	1,46	1,25	1,17	1,14	1,14	1,09	1,23	1,34	1,46	1,6	1,3
	Потребление топлива	1,18	1,16	1,13	1,09	1,07	1,07	1,07	1,06	1,09	1,11	1,13	1,16	1,1
ЛД	СО	1,38	1,3	1,23	1,12	1,09	1,07	1,07	1,04	1,11	1,17	1,23	1,3	1,15
	NOx	1,38	1,1	1,07	1,03	1,02	1,01	1,01	1	1,03	1,05	1,07	1,1	1,04
	ЛОС	1,91	1,7	1,51	1,22	1,12	1,07	1,07	1,01	1,19	1,34	1,51	1,7	1,29
	CH4	1,91	1,7	1,51	1,22	1,12	1,07	1,07	1,01	1,19	1,34	1,51	1,7	1,29
	PM	1,93	1,7	1,49	1,18	1,07	1,02	1,02	0,96	1,15	1,31	1,49	1,7	1,26
	Потребление топлива	1,14	1,11	1,09	1,06	1,05	1,04	1,04	1,03	1,06	1,07	1,09	1,11	1,07

Таблица А.8 – Поправочные коэффициенты, учитывающие зависимость выбросов от продольного уклона проезжей части

Вещества	Продольный уклон проезжей части, %										
	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
NOx	0,64	0,70	0,74	0,80	0,88	1,00	1,18	1,43	1,77	2,21	2,78
Другие вещества группы 1 и потребление топлива	0,83	0,84	0,85	0,88	0,93	1,00	1,09	1,21	1,35	1,52	1,74

Таблица А.9 – Удельное содержание веществ группы 2 в продуктах сгорания топлива

Наименование вещества	Топливо	Удельное содержание, г/кг
Углерода диоксид CO ₂	Бензин, газ	3170
	ДТ	3130
Серы диоксид SO ₂	Бензин, газ	1
	ДТ	0,7

Таблица А.10 – Значения поправочного коэффициента на отклонение атмосферного давления

$P_{\text{атм}}$, кПа	Поправочный коэффициент K_p	$P_{\text{атм}}$, кПа	Поправочный коэффициент K_p	$P_{\text{атм}}$, кПа	Поправочный коэффициент K_p
86,66	1,21	93,99	1,11	100,66	1,01
87,33	1,20	94,66	1,10	101,32	1,00
87,99	1,19	95,33	1,09	101,99	0,99
88,66	1,18	95,99	1,08	102,66	0,98
89,33	1,17	96,66	1,07	103,32	0,97
89,99	1,16	97,33	1,06	103,99	0,96
90,66	1,15	97,99	1,05	104,66	0,95
91,33	1,14	98,66	1,04	105,32	0,94
91,99	1,14	99,32	1,03	105,99	0,93
92,66	1,13	99,99	1,02	106,66	0,92
93,33	1,12				

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)

НОРМИРОВАНИЕ ШУМА

Протокол измерения шумовой характеристики транспортного потока

Место проведения измерения _____
 Дата и время проведения измерения _____
 Метеоусловия (температура воздуха, скорость ветра, наличие осадков) _____
 Продолжительность проведения измерения _____
 Измерительное оборудование _____

Экспериментальные данные состава и интенсивности транспортного потока

Направление движения	ЛБ, ЛД		ГАБ, ГАД, ГД		АГ, АМ		М		Суммарное число ТС	Интенсивность движения, ед./ч
	число	доля, %	число	доля, %	число	доля, %	число	доля, %		
А-Б										
Б-А										
В обоих направлениях										
<p><i>Примечания</i></p> <p>1 Долю ТС данного вида следует рассчитывать от суммарного числа транспортных средств.</p> <p>2 Интенсивность движения следует определять перемножением суммарного числа ТС на коэффициент $60/T_{из}$, где $T_{из}$ – продолжительность измерения, мин.</p>										

Экспериментальные данные измерения шумовой характеристики транспортного потока

Характер шума	Измеренные уровни звука, дБА			Допустимые уровни звука, дБА		Заключение
	$L_{мин}$	$L_{макс}$	$L_{эв}$	$L_{эв}^{доп}$	$L_{макс}^{доп}$	

Тип и состояние покрытия проезжей части улицы _____

Ф.И.О. и подпись проводившего измерения _____

Таблица Б.1 – Допустимые уровни эквивалентного и максимального уровней звука на территории жилой застройки [6]

Назначение помещений или территорий	Время суток, ч	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные по энергии уровни звука непостоянного шума, дБА	Максимальные уровни звука, дБА
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
Палаты больничных организаций и санаториев, операционные больницы	С 7 до 23	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
	С 23 до 7	69	51	39	31	24	20	17	14	13	25	40
Кабинеты специалистов поликлиник, амбулаторий, диспансеров, больничных организаций, санаториев		76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
Кабинеты, лаборатории, мастерские и иные учебные объекты в учреждениях образования, конференц-залы, читальные залы библиотек		79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
Жилые комнаты квартир, жилые помещения домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, спальные помещения в учреждениях дошкольного и специального образования	С 7 до 23	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
	С 23 до 7	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45
Номера гостиниц и жилые комнаты общежитий	С 7 до 23	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60
	С 23 до 7	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
Залы кафе, ресторанов, столовых		90	75	66	59	54	50	47	45	44	55	70
Торговые залы магазинов, пассажирские залы аэропортов и вокзалов, приемные пункты предприятий бытового обслуживания		93	79	70	63	59	55	53	51	49	60	75

Территории, непосредственно прилегающие к зданиям больничных организаций и санаториев	С 7 до 23	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60
	С 23 до 7	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
Территории, непосредственно прилегающие к жилым домам, зданиям поликлиник, амбулаторий, диспансеров, домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, учреждений образования, библиотек	С 7 до 23	90	75	66	59	54	50	47	45	43	55	70
	С 23 до 7	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60
Территории, непосредственно прилегающие к зданиям гостиниц и общежитий	С 7 до 23	93	79	70	63	59	55	53	51	49	60	75
	С 23 до 7	86	71	61	54	49	45	42	40	39	50	65
Площадки отдыха на территории микрорайонов и групп жилых домов, домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, площадки учреждений образования		83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60

Таблица Б.2 – Предельно допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот и уровни звука постоянного шума, а также эквивалентные по энергии уровни звука непостоянного шума для некоторых видов трудовой деятельности и рабочих мест

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные по энергии уровни звука непостоянного шума, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, обучение и воспитание, медицинская деятельность. Рабочие места проектно-конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, для приема пациентов в здравпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Подвижной состав железнодорожного и городского рельсового транспорта										
Рабочие места в кабинах машинистов тепловозов, электровозов, поездов метрополитена, дизель-поездов и автомотрис	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
Рабочие места в кабинах машинистов поездов дальнего следования и пригородных электропоездов, в кабинах водителей и обслуживающего персонала пассажирских помещений трамваев	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
Автобусы, троллейбусы, грузовые, легковые и специальные автомобили, а также грузопассажирские автомобили и другой автомобильный транспорт, предназначенный для перевозки пассажиров										
Рабочие места водителей и обслуживающего персонала грузовых автомобилей	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
Рабочие места водителей и обслуживающего персонала троллейбусов, а также грузопассажирских автомобилей и другого автомобильного транспорта, предназначенного для перевозки пассажиров	100	87	79	72	68	65	63	61	59	70
Пассажирские и транспортные самолеты и вертолеты										
Рабочие места в кабинах и салонах самолетов и вертолетов	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(справочное)

НОРМИРОВАНИЕ ВЫБРОСОВ ПРИ СТОЯНКЕ АТС

Таблица В.1 – Удельные выбросы загрязняющих веществ при прогреве двигателей легковых автомобилей производства стран СНГ

Рабочий объем двигателя, л	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ (m_{npik}), г/мин											
		СО			СН			NO ₂			SO ₂		
		Т	Х		Т	Х		Т	Х		Т	Х	
			БП	СП		БП	СП		БП	СП		БП	СП
До 1,2	Б	2,6	5,1	3,4	0,26	0,4	0,32	0,02	0,03	0,02	0,008	0,01	0,009
От 1,2 до 1,8	Б	4,0	7,1	4,8	0,38	0,6	0,48	0,03	0,04	0,03	0,01	0,013	0,011
” 1,8 ” 3,5	Б	5,0	9,1	6,2	0,65	1,0	0,8	0,05	0,07	0,05	0,013	0,016	0,014
Свыше 3,5	Б	9,5	19,0	12,4	1,15	1,73	1,38	0,07	0,09	0,07	0,018	0,021	0,019

Таблица В.2 – Пробеговые выбросы загрязняющих веществ легковых автомобилей производства стран СНГ

Рабочий объем двигателя, л	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ($m_{Лик}$), г/км							
		СО		СН		NO ₂		SO ₂	
		Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х
До 1,2	Б	13,8	17,3	1,3	1,9	0,23	0,23	0,04	0,05
От 1,2 до 1,8	Б	15,8	19,8	1,6	2,3	0,28	0,28	0,06	0,07
” 1,8 ” 3,5	Б	17,0	21,3	1,7	2,5	0,4	0,4	0,07	0,09
Свыше 3,5	Б	24,0	30,0	2,4	3,6	0,56	0,56	0,105	0,13

Таблица В.3 – Удельные выбросы загрязняющих веществ на холостом ходу легковыми автомобилями производства стран СНГ

Рабочий объем двигателя, л	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ($m_{\text{хик}}$), г/мин			
		CO	CH	NO ₂	SO ₂
До 1,2	Б	2,5	0,2	0,02	0,008
От 1,2 до 1,8	Б	3,5	0,3	0,03	0,01
” 1,8 ” 3,5	Б	4,5	0,4	0,05	0,012
Свыше 3,5	Б	7,0	0,8	0,08	0,016

Таблица В.4 – Удельные выбросы загрязняющих веществ при прогреве двигателей современных легковых автомобилей с улучшенными экологическими характеристиками

Рабочий объем двигателя, л	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ($m_{\text{прлк}}$), г/мин														
		CO			CH			NO _x			C			SO ₂		
		Т	X		Т	X		Т	X		Т	X		Т	X	
			БП	СП		БП	СП		БП	СП		БП	СП		БП	СП
До 1,2	Б	2,3	4,5	2,9	0,18	0,27	0,22	0,01	0,02	0,01	–	–	–	0,008	0,009	0,008
	Д	0,14	0,21	0,1	0,06	0,07	0,06	0,06	0,09	0,07	0,002	0,004	0,003	0,032	0,038	0,034
От 1,2 до 1,8	Б	3,0	6,0	3,9	0,31	0,47	0,38	0,02	0,03	0,02	–	–	–	0,010	0,012	0,011
	Д	0,19	0,29	0,23	0,08	0,10	0,09	0,08	0,12	0,09	0,003	0,006	0,004	0,040	0,048	0,043
” 1,8 ” 3,5	Б	4,5	8,8	5,7	0,44	0,66	0,53	0,03	0,04	0,03	–	–	–	0,012	0,014	0,013
	Д	0,35	0,53	0,42	0,14	0,17	0,15	0,13	0,20	0,16	0,005	0,010	0,007	0,048	0,058	0,052
Свыше 3,5	Б	9,0	18,0	11,7	0,88	1,30	1,04	0,05	0,06	0,05	–	–	–	0,016	0,019	0,017
	Д	0,60	0,75	0,49	0,24	0,29	0,26	0,23	0,35	0,28	0,009	0,018	0,012	0,065	0,078	0,070

Таблица В.5 – Пробеговые выбросы современных легковых автомобилей с улучшенными экологическими характеристиками

Рабочий объем двигателя, л	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ($m_{лик}$), г/км									
		СО		СН		NO ₂		С		SO ₂	
		Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х
До 1,2	Б	7,5	9,3	1,0	1,5	0,14	0,14	–	–	0,036	0,045
	Д	0,8	0,9	0,1	0,2	0,8	0,8	0,04	0,06	0,143	0,178
От 1,2 до 1,8	Б	9,4	11,8	1,2	1,8	0,17	0,17	–	–	0,054	0,068
	Д	1,0	1,2	0,2	0,3	1,1	1,1	0,06	0,09	0,214	0,268
” 1,8 ” 3,5	Б	13,2	16,5	1,7	2,5	0,24	0,24	–	–	0,063	0,079
	Д	1,8	2,2	0,4	0,5	1,9	1,9	0,1	0,15	0,25	0,313
Свыше 3,5	Б	18,8	23,5	2,4	3,6	0,34	0,34	–	–	0,097	0,121
	Д	3,1	3,7	0,7	0,8	2,4	2,4	0,15	0,23	0,35	0,481

Таблица В.6 – Удельные выбросы загрязняющих веществ на холостом ходу современными легковыми автомобилями с улучшенными экологическими характеристиками

Рабочий объем двигателя, л	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ($m_{ххик}$), г/мин				
		СО	СН	NO ₂	С	SO ₂
До 1,2	Б	1,5	0,15	0,01	–	0,007
	Д	0,1	0,04	0,05	0,002	0,032
От 1,2 до 1,8	Б	2,0	0,25	0,02	–	0,009
	Д	0,1	0,06	0,07	0,003	0,04
” 1,8 ” 3,5	Б	3,5	0,35	0,03	–	0,011
	Д	0,2	0,1	0,12	0,005	0,048
Свыше 3,5	Б	6,0	0,7	0,05	–	0,015
	Д	0,4	0,17	0,21	0,008	0,065

Таблица В.7 – Удельные выбросы загрязняющих веществ при прогреве двигателей грузовых автомобилей, произведенных в странах СНГ

Грузоподъемность, т	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ($m_{прпк}$), г/мин														
		СО			СН			NO ₂			С			SO ₂		
		Т	Х		Т	Х		Т	Х		Т	Х		Т	Х	
			БП	СП		БП	СП		БП	СП		БП	СП		БП	СП
До 2	Б	5,0	9,1	6,2	0,65	1,0	0,8	0,05	0,07	0,05	–	–	–	0,013	0,016	0,014
	Д	1,5	2,4	1,9	0,2	0,5	0,3	0,4	0,6	0,4	0,01	0,04	0,026	0,054	0,065	0,059
От 2 до 5	Б	15,0	28,1	18,3	1,5	3,8	2,5	0,2	0,3	0,2	–	–	–	0,02	0,025	0,022
	Д	7,6	14,3	9,3	0,89	2,2	1,5	0,2	0,3	0,2	–	–	–	0,018	0,023	0,02
" 5 " 8	Б	18,0	33,2	19,5	2,6	6,6	4,1	0,2	0,3	0,2	–	–	–	0,026	0,036	0,032
	Г	9,2	16,9	10,0	1,53	3,9	2,4	0,2	0,3	0,2	–	–	–	0,026	0,033	0,029
	Д	2,8	4,4	3,6	0,38	0,8	0,5	0,6	0,8	0,6	0,03	0,12	0,06	0,09	0,108	0,097
Свыше 8	Б	18,0	33,2	19,5	2,6	6,6	4,1	0,2	0,3	0,2	–	–	–	0,028	0,036	0,032
	Д	3,0	8,2	5,3	0,4	1,1	0,7	1,0	2,0	1,0	0,04	0,16	0,08	0,113	0,136	0,122

Таблица В.8 – Пробеговые выбросы загрязняющих веществ грузовыми автомобилями, произведенными в странах СНГ

Грузоподъемность, т	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ($m_{пк}$), г/км											
		СО		СН		NO ₂		С		SO ₂			
		Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х		
До 2	Б	22,7	28,5	2,8	3,5	0,6	0,6	–	–	0,09	0,11		
	Д	2,3	2,8	0,6	0,7	2,2	2,2	0,15	0,2	0,33	0,41		
От 2 до 5	Б	29,7	37,3	5,5	6,9	0,8	0,8	–	–	0,15	0,19		
	Г	15,2	19,0	3,3	4,1	0,8	0,8	–	–	0,14	0,17		
	Д	3,5	4,3	0,7	0,8	2,6	2,6	0,2	0,3	0,39	0,49		
" 5 " 8	Б	47,4	59,3	8,7	10,3	1,0	1,0	–	–	0,18	0,22		
	Г	24,2	30,2	5,1	6,1	1,0	1,0	–	–	0,16	0,2		
	Д	5,1	6,2	0,9	1,1	3,5	3,5	0,25	0,35	0,45	0,56		
Свыше 8	Б	79,0	98,8	10,2	12,4	1,8	1,8	–	–	0,24	0,28		
	Д	6,1	7,4	1,0	1,2	4,0	4,30	0,3	0,4	0,54	0,67		

Таблица В.9 – Удельные выбросы загрязняющих веществ на холостом ходу грузовыми автомобилями, произведенными в странах СНГ

Грузоподъемность, т	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ($m_{\text{ххл}}$), г/мин				
		СО	СН	NO ₂	С	SO ₂
До 2	Б	4,5	0,4	0,05	–	0,012
	Д	0,8	0,2	0,16	0,015	0,054
От 2 до 5	Б	10,2	1,7	0,2	–	0,02
	Г	5,2	1,0	0,2	–	0,018
	Д	1,5	0,25	0,5	0,02	0,072
” 5 ” 8	Б	13,5	2,2	0,2	–	0,029
	Г	6,9	1,3	0,2	–	0,026
	Д	2,8	0,35	0,6	0,03	0,09
Свыше 8	Б	13,5	2,9	0,2	–	0,029
	Д	2,9	0,45	1,0	0,04	0,1

Таблица В.10 – Удельные выбросы загрязняющих веществ при прогреве двигателей автобусов, произведенными в странах СНГ

Габаритная длина, м	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ($m_{\text{прк}}$), г/мин														
		СО			СН			NO ₂			С			SO ₂		
		Т	Х		Т	Х		Т	Х		Т	Х		Т	Х	
			БП	СП		БП	СП		БП	СП		БП	СП		БП	СП
До 5,5	Б	5,0	9,1	6,2	0,65	1,00	0,80	0,05	0,07	0,05	–	–	–	–	–	–
	Д	1,5	2,4	1,9	0,20	0,50	0,30	0,40	0,60	0,40	0,010	0,040	0,026	0,054	0,065	0,059
От 6 до 7,5	Б	15,0	28,1	18,3	1,50	3,80	2,50	0,20	0,30	0,20	–	–	–	0,020	0,025	0,022
	Д	1,9	3,1	2,5	0,30	0,60	0,40	0,50	0,70	0,50	0,020	0,080	0,040	–	0,086	0,077
” 8 ” 10	Б	18,0	33,2	19,5	2,60	6,60	4,10	0,20	0,30	0,20	–	–	–	–	0,036	0,032
	Д	2,8	4,4	3,6	0,40	0,80	0,50	0,60	0,80	0,60	0,030	0,120	0,068	–	0,108	0,097
”10,5 ”12	Б	22,8	42,0	24,8	3,10	7,70	5,00	0,20	0,30	0,20	–	–	–	0,033	0,043	0,039
	Д	4,6	8,2	5,3	0,45	1,10	0,70	1,00	2,00	1,00	0,040	0,160	0,080	0,113	0,136	0,122

Таблица В.11 – Пробеговые выбросы загрязняющих веществ автобусами, произведенными в странах СНГ

Габаритная длина, м	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ($m_{L_{ik}}$), г/км									
		СО		СН		NO ₂		С		SO ₂	
		Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х
До 5,5	Б	22,7	28,5	2,8	3,5	0,6	0,6	–	–	0,09	0,11
	Д	2,3	2,8	0,6	0,7	2,0	2,2	0,15	0,20	0,33	0,41
От 6 до 7,5	Б	29,7	37,3	5,5	6,9	0,8	0,8	–	–	0,15	0,19
	Д	3,5	4,3	0,7	0,8	2,6	2,6	0,20	0,30	0,39	0,49
” 8 ” 10	Б	47,4	59,3	8,7	10,3	1,0	1,0	–	–	0,18	0,22
	Д	5,1	6,2	0,9	1,1	3,5	3,5	0,20	0,30	0,45	0,56
”10,5 ”12	Б	55,3	68,8	9,9	11,9	1,2	1,2	–	–	0,22	0,26
	Д	5,1	6,2	0,9	1,1	3,5	3,5	0,25	0,35	0,45	0,56

Таблица В.12 – Удельные выбросы загрязняющих веществ на холостом ходу автобусами, произведенными в странах СНГ

Габаритная длина, м	Тип двигателя	Удельные выбросы загрязняющих веществ ($m_{ххик}$), г/мин				
		СО	СН	NO ₂	С	SO ₂
До 5,5	Б	4,5	0,40	0,05	–	0,012
	Д	0,8	0,20	0,16	0,01	0,054
От 6 до 7,5	Б	10,2	1,70	0,20	–	0,020
	Д	1,5	0,25	0,50	0,02	0,072
” 8 ” 10	Б	13,5	2,20	0,25	–	0,029
	Д	2,8	0,30	0,60	0,03	0,090
”10,5 ”12	Б	17,2	2,80	0,30	–	0,029
	Д	3,5	0,40	0,80	0,04	0,100

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(справочное)

**СВЕДЕНИЯ ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ АППАРАТОВ ОЧИСТКИ ВЫБРОСОВ
В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Таблица Г.1 – Средняя эксплуатационная эффективность аппаратов газоочистки [11,12]

В процентах

Аппарат, установка	Эффективность улавливания η	
	твёрдых и жидких частиц	газов
Отходящие газы котельных		
Батарейный циклон БЦ-2	85	–
Батарейный циклон на базе секции СЭЦ-24	93	–
Дымосос–пылеулавливатель ДП-10	90	–
Батарейный циклон ЦБР-1507	93–95	–
Электрофильтр	97–99	–
Центробежный скруббер ЦС-ВТИ	88–90	–
Мокропрутковый золоуловитель ВТИ	90–92	–
Жалюзийный золоуловитель	75–85	–
Групповой циклон ЦН-15	85–90	–
Аспирационный воздух от оборудования механической обработки материалов		
<i>Аппараты и установки сухой чистки</i>		
Пылеосадительная камера	45–55	–
Инерционный пылеуловитель	60–80	–
Циклон ЦН-15	80–85	–
Циклон ЦН-11	85–90	–
Циклоны СДК-ЦН-33	90–95	–
Циклоны СК-ЦН-34	92–96	–
Конический циклон СИОТ	60–70	–
Циклон ЛИОТ	70–80	–
Циклон ВЦНИИОТ с обратным конусом	60–70	–
Циклоны Клайпедского завода ОЭКДМ	80–90	–
Циклоны Гипродревпрома Ц	76–87	–
Батарейный циклон БЦ	82–90	–
Электрофильтры типа ЕФО	96–98	–
Пылеуловитель типа ПУМА	98	–
Пылеуловитель типа ПУ	98	–
Пылеуловитель типа СовПлим	94-98	–
Рукавные фильтры типа ФРМ, ФРО, ФРОТ, ФЭИ, ФРИ	99,0–99,9	–
Индивидуальные агрегаты ЗИЛ-900, ПА212 и др.	95,0–99,5	–
<i>Аппараты и установки мокрой очистки</i>		
Циклоны с водяной пленкой ЦВП и СИОТ	80–90	–
Центробежный скруббер ЦС-ВТИ	88–93	–

Окончание таблицы Г.1

Аппарат, установка	Эффективность улавливания η	
	твердых и жидких частиц	газов
Низконапорный пылеуловитель КМП	92–96	–
Мокрые пылеуловители с внутренней циркуляцией ПВМ, ПВ-2	97–99	–
Труба Вентури типа ГВПВ	90–94	–
Вентиляционные выбросы при химической и электрохимической обработке металлов		
<i>Очистка от аэрозоля хромового ангидрида</i>		
Волокнистый фильтр ФВГ-Т	96–99	–
Гидрофильтр ГПИ "Сантехпроект"	87–90	–
Турбулентно-контактный адсорбер ТКА	80–90	–
Жалюзийный сепаратор	85–90	–
<i>Очистка от паров кислот и щелочей</i>		
Абсорбционный фильтрующий скруббер НИИОГАЗа	95–98	50–60
Форсуночно-насадочный скруббер	–	55–60
Электрофильтр типа ЕФО	75–98	–
Двухступенчатый абсорбционный аппарат:		
пары соляной кислоты	–	93–95
пары аммиака	–	20–30
пары хлора	–	12–15
Вентиляционные выбросы при окраске изделий		
Гидрофильтры:		
форсуночный	86–92	–
каскадный	90–92	20–30
барботажно-вихревой	94–97	40–50
Установка рекуперации растворителей (твердый адсорбер)	–	92–95
Установка термического окисления паров растворителей	–	92–97
Установка каталитического окисления паров растворителей	–	95–99

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(справочное)

**САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕЩЕСТВ,
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ**

Таблица Д.1 – Краткий перечень и коды веществ по СТБ 17.08. 02-01-2009 [10]

Код	Наименование вещества	КО*	АС**
0010	Твердые частицы фракции РМ 2,5	3	Тв
0101	Алюминий оксид (в пересчете на алюминий)	2	Тв
0106	Барий оксид (в пересчете на барий)	–	Тв
0108	Барий сульфат (в пересчете на барий)	–	Тв
0110	диВанадий пентоксид (пыль) (ванадия пятиокись)	1	Тв
0113	Вольфрам триоксид	3	Тв
0118	Титан диоксид	–	Тв
0123	Железо (II) оксид (в пересчете на железо)	3	Тв
0128	Кальций оксид (известь негашеная)	–	Тв
0133	Кадмий оксид (в пересчете на кадмий)	1	Тв
0134	Кобальт (кобальт металлический)	2	Тв
0138	Магний оксид	3	Тв
0143	Марганец и его соединения	2	Тв
0146	Медь (II) оксид (в пересчете на медь)	2	Тв
0150	Натрий гидроксид (натр едкий, сода каустическая)	–	Тв
0155	диНатрий карбонат (сода кальцинированная)	–	Тв
0164	Никель оксид (в пересчете на никель)	2	Тв
0166	Никель (II) сульфат (в пересчете на никель)	1	Тв
0168	Олово оксид (олово (II) оксид) (в пересчете на олово)	3	Тв
0183	Ртуть	1	Ж
0184	Свинец и его неорганические соединения	1	Тв
0192	Тетраэтилсвинец	–	Тв
0203	Хром (VI)	1	Тв
0207	Цинк оксид (в пересчете на цинк)	3	Тв
0210	Калий гидроксид	4	Тв
0214	Кальций гидроксид	3	Тв
0228	Хром трехвалентные соединения (в пересчете на Cr ³⁺)	–	Тв
0232	Барий пероксид (в пересчете на барий)	–	Тв
0260	Кобальт оксид (в пересчете на кобальт)	2	Тв
0266	Молибден и его неорганические соединения	3	Тв
0287	Цинк карбонат (в пересчете на цинк)	4	Тв
0301	Азот (IV) оксид (азота диоксид)	2	Газ
0302	Азотная кислота	2	Ж
0303	Аммиак	4	Газ
0304	Азот (II) оксид (азота оксид)	3	Газ

Окончание таблицы Д.1

Код	Наименование вещества	КО*	АС**
0322	Серная кислота	2	Ж
0325	Мышьяк, неорганические соединения	2	Тв
0326	Озон	1	Газ
0328	Углерод черный (сажа)	3	Тв
0330	Сера диоксид (ангидрид сернистый)	3	Газ
0333	Сероводород	2	Газ
0337	Углерод оксид (окись углерода, угарный газ)	4	Газ
0342	Фтористые газообразные соединения	2	Газ
0349	Хлор	2	Газ
0401	Углеводороды предельные алифатического ряда C ₁ -C ₁₀ (алканы)	4	Ж/Газ
0402	Бутан	4	Газ
0410	Метан	4	Газ
0417	Пропан	4	Газ
0501	Пентилены (амилены – смесь изомеров)	4	Ж
0550	Углеводороды непредельные (алкены)	4	Ж/Газ
0551	Углеводороды алициклические (нафтены)	4	Ж/Газ
0602	Бензол	2	Ж
0616	Диметилбензол (ксилол) (смесь изомеров о-, м-, п-)	3	Ж
0621	Метилбензол (толуол)	3	Ж
0627	Этилбензол	3	Ж
0655	Углеводороды ароматические – производные бензола	2	Ж/Газ
0703	Бенз/а/пирен	1	Тв
0882	Тетрахлорэтилен (перхлорэтилен)	2	Ж/Газ
1034	Пропан-1,2-диол (пропиленгликоль)	–	Ж
1048	2-Метилпропан-1-ол (изобутиловый спирт)	4	Ж
1051	Пропан-2-ол (изопропиловый спирт)	3	Ж
1061	Этанол (этиловый спирт)	4	Ж
1071	Фенол (гидроксibenзол)	2	Тв
1555	Уксусная кислота	3	Ж
2735	Масло минеральное нефтяное	3	Ж/Газ
2754	Углеводороды предельные C ₁₁ -C ₁₉	4	Ж/Газ
2902	Твердые частицы суммарно	3	Тв
2904	Мазутная зола теплоэлектростанций (в пересчете на ванадий)	2	Тв
2908	Пыль неорганическая, содержащая SiO ₂ менее 70 %	3	Тв
2917	Пыль хлопковая	3	Тв
2921	Пыль поливинилхлорида	–	Тв
2922	Пыль полипропилена	–	Тв
2936	Пыль древесная	3	Тв
* КО – класс опасности.			
** АС – агрегатное состояние (Тв – твердое, Ж – жидкое, Газ – газообразное).			

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(справочное)

**САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕЩЕСТВ,
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ**

Таблица Е.1 – Показатели качества воды поверхностных водных объектов [13]

Показатель	Для поверхностных водных объектов, используемых для размножения, нагула, зимовки, миграции видов рыб отрядов лососеобразных и осетрообразных	Для иных поверхностных водных объектов
1 Физические показатели		
1.1 Взвешенные вещества, мг/дм ³ :	Не более 0,25	
	При сбросе сточных вод, производстве работ на поверхностном водном объекте и в прибрежной полосе содержание взвешенных веществ в контрольном створе не должно увеличиваться по сравнению с фоновым створом более чем на:	
	5,0	5,0
1.2 Плавающие примеси (вещества)	На поверхности воды не должны обнаруживаться пленки нефтепродуктов, масел, жиров и скопления других примесей	
1.3 Температура	При сбросе сточных вод температура воды в контрольном створе не должна превышать естественную температуру поверхностного водного объекта более чем на:	
	1,5 °С	3 °С
	с общим повышением температуры не более чем до:	
	20 °С летом и 5 °С зимой	28 °С летом и 8 °С зимой
2 Химические показатели		
2.1 Водородный показатель (рН)	Не должен выходить за пределы от 6,5 до 8,5	
2.2 Минерализация воды, мг/дм ³ , не более	1000	
2.3 Растворенный кислород, мг/дм ³	В подледный период должен быть не менее:	
	6,0	4,0
	В открытый период должен быть не менее:	
8,0	6,0	

2.4 Биохимическое потребление кислорода БПК ₅ , мг/дм ³ , не более	3,0	6,0
2.5 Химическое потребление кислорода, ХПК _{Cr}	25,0	30,0

Таблица Е.2 – Предельно допустимые концентрации (ПДК) некоторых химических веществ в воде поверхностных водных объектов [13]

Наименование вещества	ПДК, мг/дм ³
Азот общий	5,0
Аммиак	0,025
Ацетон	0,05
Бензол	0,05
Ванадий	0,001
Железо двухвалентное	0,005
Железо (общее)	–*
Кадмий	0,005
Калий	50,0
Кальций	180,0
Магний	40,0
Мышьяк	0,05
Натрий	120,0
Нефть и нефтепродукты в растворенном и эмульгированном состоянии	0,05
Никель	34,0
Олово	0,112
Пероксид водорода (перекись водорода)	0,01
Ртуть и ее соединения	0,07
Свинец	14
Сероуглерод	1,0
Сульфиды и сероводород	0,02
Толуол	0,5
Трихлорэтилен	0,01
Уксусная кислота	0,01
Фенол (карболовая кислота, гидроксibenзол)	0,001
Формальдегид	0,01
Фосфат – ион (включая гидро- и дигидроформы) в пересчете на P	0,066
Фосфор общий	0,2
Хром	0,005
Хром шестивалентный	0,001
Цезий	1,0
Цианид – ион (цианид свободный)	0,035
Цинк	–*
Этиловый спирт (этанол)	0,01
* Принимать по природному фону согласно таблице Е.3.	

Таблица Е.3 – Предельно допустимые концентрации железа общего, марганца, меди и цинка в воде поверхностных водных объектов [13]

Поверхностный водный объект	Природное фоновое содержание металлов в воде, мг/дм ³	
	железо общее	цинк
Водотоки:		
в бассейне реки Днепр:		
для рек Днепр, Березина, Беседь, Вихра, Ипать, Проня, Свислочь, Сож	0,270	0,016
для иных водотоков	0,250	0,014
в бассейне реки Западный Буг:		
для рек Западный Буг, Мухавец, Лесная	0,335	0,014
для иных водотоков	0,315	0,012
в бассейне реки Западная Двина:		
для рек Западная Двина, Дисна, Каспля, Оболь, Улла, Усвяча, Ушача	0,280	0,014
для иных водотоков	0,260	0,012
в бассейне реки Неман:		
для рек Неман, Березина, Вилия, Зельвянка, Котра, Нарочь, Ошмянка, Свислочь, Черная Ганьча, Щара	0,195	0,014
для иных водотоков	0,175	0,012
в бассейне реки Припять:		
для рек Припять, Бобрик, Горынь, Льва, Морочь, Ореса, Пина, Птичь, Случь, Ствига, Стырь, Уборть, Цна, Ясельда, канала Днепровско-Бугского	0,515	0,015
для иных водотоков	0,485	0,013
Водоёмы	0,135	0,010

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Правила расчета выбросов механическими транспортными средствами в населенных пунктах : ТКП 17.08-03-2006 (02120). – Введ. 2006-09-01. – Минск. : М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ.Беларусь. 2006. – 23 с.
- 2 ГОСТ 31286-2005. Транспорт дорожный. Основные термины и определения. Классификация. – Введ. 2006-09-01. – Минск : Госстандарт, 2005. – 24 с.
- 3 СТБ 2170-2011. Транспортные средства, оснащенные двигателями с принудительным зажиганием. Выбросы загрязняющих веществ в отработавших газах. Нормы и методы измерения. – Введ. 2012-01-01. – Минск : Госстандарт, 2011. – 8 с.
- 4 СТБ 2169-2011 Транспортные средства, оснащенные двигателями с воспламенением от сжатия. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерения. – Введ. 2012-01-01. – Минск : Госстандарт, 2011. – 8 с.
- 5 ГОСТ 20444-2014 Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики. – Введ. 2017-04-01. – Минск : Госстандарт, 2014. – 20 с.
- 6 Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки : Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы. – Введ. 2012-01-01. – Минск : Минздрав Респ. Беларусь, 2012. – 9 с.
- 7 Об утверждении руководящих документов по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух : постановление М-ва природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь от 28 мая 2002 г. №10 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2001. – №106, 5/9342. – С.2–157.
- 8 Строительная климатология : СНБ 2.04.02-2000. – Введ. 2001-07-01. – Минск : М-во архит. и стр-ва Респ. Беларусь, 2001. – 35 с.
- 9 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха : СНБ 4.02.01-2003. – Введ. 2005-01-01. – Минск : М-во архит. и стр-ва Респ. Беларусь, 2005. – 82 с.
- 10 СТБ 17.08.02-01-2009. Вещества, загрязняющие атмосферный воздух. Коды и перечень. – Введ. 2009-07-01. – Минск : Госстандарт, 2009. – 176 с.
- 11 **Завьялов, С.В.** Газоочистное и пылеулавливающее оборудование, выпускаемое заводами-изготовителями Российской Федерации : сб. справ.-информ. материалов / С.В. Завьялов, Д.Н. Абрамович; М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь. – Минск : РУП «БелНИЦ «Экология», 2006. – 176 с.
- 12 **Тимонин, А.С.** Инженерно-экологический справочник : в 3 т. / А.С. Тимонин. – Калуга : Изд-во Н. Бочкаревой, 2003. – Т.1. – 914 с.
- 13 СТБ ГОСТ Р 51592-2001. Вода. Общие требования к отбору проб. – Введ. 2002-11-01. – Минск : Госстандарт, 2002. – 34 с.

14 СТБ 17.06.03-01-2008. Охрана окружающей среды и природопользование. Гидросфера. Охрана поверхностных вод от загрязнения. Общие требования. – Введ. 2008-09-12. – Минск : Госстандарт, 2008. – 24 с.

15 Гигиенические требования к охране поверхностных вод от загрязнения : Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы. – Введ. 2005-11-28. – Минск : Минздрав, 2005. – 24 с.

16 Об установлении нормативов качества воды поверхностных водных объектов : постановление М-ва природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь от 30.03.2015 № 13 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2015. – № 8/29808. – С. 2–28.

17 Порядок установления нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод. ТКП 17.06-08-2012 (02120). – Введ. 2013-01-01. – Минск : М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь. 2012. – 82 с.

18 Решение Гомельского городского исполнительного комитета № 615 от 18 июня 2008 «Об условиях приема сточных вод в коммунальную и хозяйственно-фекальную канализацию города Гомеля» // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь от 11.01.2007 № 9/6006. – С. 5–178.

19 РД 3107938-0176-91. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта. – Введ. 1992-01-01. – М. : Гипроавтотранс, 1991. – 92 с.

Учебное издание

*ЕВМИНОВА Ирина Михайловна
ГОРЕЛАЯ Олеся Николаевна*

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
НА АВТОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Учебно-методическое пособие

Редактор И. И. Эвентов
Технический редактор В. Н. Кучерова

Подписано в печать 15.06.2017 Г. Формат 60×84^{1/16}
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 4,41. Уч.-изд. л. 4,48. Тираж 100 экз.
Зак. № 1989. Изд. № 8.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский государственный университет транспорта.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/361 от 13.06.2014.
№ 2/104 от 01.04.2014.
Ул. Кирова, 34, 246653, Гомель