



Промышленно- транспортная ЭКОЛОГИЯ

СКИФ



Кафедра «Эксплуатация транспортных
систем и логистика»

Лекционный курс

Автор

Курень С. Г.

Ростов-на-Дону,
2018

Аннотация

Лекционный курс предназначен для студентов всех форм обучения по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Автор

Курень С.Г. –

к.т.н., доцент кафедры «Эксплуатация транспортных систем и логистика»

Сфера научных интересов – автомобильные конструкционные и эксплуатационные материалы

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ.....	4
2. АВИАЦИЯ И РАКЕТОНОСИТЕЛИ	5
3. РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ ПОДВИЖНЫХ ИСТОЧНИКОВ	13
4. РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УЧАСТКОВ	24
5. РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ (АЗС)	57
6. РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН	59
7. РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ АВТОПОГРУЗЧИКОВ	63
8. РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ ПОСТОВ КОНТРОЛЯ ТОКСИЧНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ АВТОМОБИЛЕЙ	65

Введение

Наибольшее загрязнение атмосферного воздуха поступают от энергетических установок, работающих на углеводородном топливе (бензин, керосин, дизельное топливо, мазут, уголь, природный газ и другие). Количество загрязнения определяется составом, объемом сжигаемого топлива и организацией процесса сгорания.

Основными источниками загрязнения атмосферы являются транспортные средства с двигателями внутреннего сгорания (ДВС). Доля загрязнения атмосферы от газотурбинных двигательных установок (ГТДУ) и ракетных двигателей (РД) пока незначительна, поскольку их применение в городах и промышленных центрах ограничено. В местах активного использования ГТДУ и РД (аэродромы, испытательные станции, стартовые площадки) загрязнения, поступающие в атмосферу от этих источников сопоставимы с загрязнениями от ДВС и ТЭС, обслуживающих эти объекты.

Основные компоненты, выбрасываемые в атмосферу при сжигании различных видов топлива в двигателях всех видов, - нетоксичные диоксид углерода CO_2 и водяной пар H_2O . Однако кроме них в атмосферу выбрасываются и вредные вещества, такие как оксид углерода, оксиды серы, азота, соединения свинца, сажа, углеводороды, в том числе канцерогенный бензапирен $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$, несгоревшие частицы топлива и т.п.

1. НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

Автотранспорт является источником загрязнения атмосферы, количество автомашин непрерывно растет, особенно в крупных городах; а вместе с этим растет валовой выброс вредных продуктов в атмосферу.

Токсическими выбросами ДВС являются отработавшие и картерные газы, пары топлива из карбюратора и топливного бака. Основная доля токсических примесей поступает в атмосферу с отработавшими газами ДВС. С картерными газами и парами топлива в атмосферу поступает ~45% C_nH_m от их общего выброса. Исследования состава отработавших газов ДВС показывают, что в них содержится несколько десятков компонентов. И оксид серы образуется в отработавших газах в том случае, когда сера содержится в исходном топливе (дизельное топливо). Анализ данных показывает, что наибольшей токсичностью обладает выхлоп карбюраторных ДВС за счет большего выброса CO , NO_x , C_nH_m и др. Дизельные ДВС выбрасывают в больших количествах сажу, которая в чистом виде не токсична. Однако частицы сажи несут на своей поверхности частицы токсичных веществ, в том числе и канцерогенных. Саж может длительное время находиться во взвешенном состоянии в воздухе, увеличивая тем самым время воздействия токсических веществ на человека. Количество вредных веществ, поступающих в атмосферу, поступающих в атмосферу в составе отработавших газов, зависит от общего технического состояния автомобилей и особенно от двигателя – источника наибольшего

Промышленно-транспортная экология

загрязнения. Так, при нарушении регулировки карбюратора выбросы CO увеличиваются в 4 – 5 раз. Применение этилированного бензина, имеющего в своем составе соединения свинца, вызывает загрязнение атмосферного воздуха весьма токсичными соединениями свинца. Около 70% свинца, добавленного к бензину с этиловой жидкостью, попадает в атмосферу с отработавшими газами, из них 30% оседает на земле сразу, а 40% остается в атмосфере. Один грузовой автомобиль редней грузоподъемности выделяет 2,5 – 3 кг свинца в год. Концентрация свинца в воздухе зависит от одержания свинца в бензине:

Содержание свинца в бензине, г/л.....0,15 0,20 0,25 0,50
 Концентрация свинца в воздухе, мкг/м3.....0,40 0,50 0,55 1,00.

Исключить поступление высокотоксичных соединений свинца в атмосферу можно заменой этилированного бензина на неэтилированный, что давно практикуется в крупных городах ряда стран Западной Европы. Мировым парком автомобилей с ДВС ежегодно выбрасывается, млн. т:

оксида углерода – 260
 летучих углеводородов – 40
 оксидов азота – 20.

Доля участия автомобильного транспорта в загрязнении атмосферного воздуха крупных городов мира составляет, %:

Мегаполис	Оксид углерода	Оксиды азота	Углеводороды
Москва	96,3	32,6	64,4
Санкт-Петербург	88,1	31,7	79
Токио	99	33	95
Нью-Йорк	97	31	63

В некоторых городах концентрация CO в течение коротких периодов достигает 200 мг/м3 и более, при нормативных значениях максимально допустимых разовых концентраций 40 мг/м3 (США) и 10 мг/м3 (Россия).

2. АВИАЦИЯ И РАКЕТОНОСИТЕЛИ

Применение газотурбинных двигательных установок в авиации и ракетостроении поистине огромно. Все ракетоносители и все самолеты (кроме пропеллерных на которых стоят ДВС) используют тягу этих установок. Выхлопные газы газотурбинных двигательных установок (ГТДУ) содержат такие токсичные компоненты, как CO, NO_x, углеводороды, сажу, альдегиды и др. Исследования состава продуктов сгорания двигателей, установленных на самолетах «Боинг-747», показали, что содержание токсичных составляющих в продуктах сгорания существенно зависит от режима работы двигателя. Высокие концентрации CO и C_nH_m (n – номинальное число оборотов двигателя) характерны для ГТДУ на пониженных режимах (холостой ход, руление, приближение к аэропорту, заход на посадку), тогда как содержание оксидов азота NO_x (NO, NO₂, N₂O₅) существенно возрастает при работе на режимах близких к номинальному (взлет, набор высоты, полетный режим).

Промышленно-транспортная экология

Суммарный выброс токсичных веществ самолетами с ГТДУ непрерывно растет, что обусловлено повышением расхода топлива до 20 – 30 т/ч и неуклонным ростом числа эксплуатируемых самолетов. Наибольшее влияние на условия обитания выбросы ГТДУ оказывают в аэропортах и зонах, примыкающих к испытательным станциям. Сравнительные данные по выбросам вредных веществ в аэропортах показывают, что поступления от ГТДУ в приземный слой атмосферы составляют:

Оксиды углерода	–	55%
Оксиды азота	–	77%
Углеводороды	–	93%
Аэрозоль	–	97%

остальные выбросы выделяют наземные транспортные средства с ДВС. Загрязнение воздушной среды транспортом с ракетными двигательными установками происходит главным образом при их работе перед стартом, при взлете и посадке, при наземных испытаниях в процессе их производства и после ремонта, при хранении и транспортировке топлива, а так же при заправке топливом летательных аппаратов. Работа жидкостного ракетного двигателя сопровождается выбросом продуктов полного и неполного сгорания топлива, состоящих из O , NO_x , OH и др. При сгорании твердого топлива из камеры сгорания выбрасываются H_2O , CO_2 , HCl , CO , NO , Cl , а также твердые частицы Al_2O_3 со средним размером 0,1 мкм (иногда до 10 мкм). В двигателях космического корабля «Шатл» сжигается как жидкое так и твердое топливо. Продукты сгорания топлива по мере удаления корабля от Земли проникают в различные слои атмосферы, но большей частью в тропосферу.

В условиях запуска у пусковой системы образуется облако продуктов сгорания, водяного пара от системы шумоглушения, песка и пыли. Объем продуктов сгорания можно определить по времени (обычно 20 с) работы установки на стартовой площадке и в приземном слое. После запуска высоко температурное облако поднимается на высоту до 3 км и перемещается под действием ветра на расстояние 30 – 60 км, оно может рассеяться, но может стать и причиной кислотных дождей. При старте и возвращении на Землю Ракетные двигатели неблагоприятно воздействуют не только на приземный слой атмосферы, но и на космическое пространство, разрушая озоновый слой Земли. Масштабы разрушения озонового слоя определяются числом запусков ракетных систем и интенсивностью полетов сверхзвуковых самолетов. За 40 лет существования космонавтики в СССР и позднее России произведено свыше 1800 запусков ракет-носителей. По прогнозам фирмы Aerospace в XXI в. для транспортировки грузов на орбиту будет осуществляться до 10 запусков ракет в сутки, при этом выброс продуктов сгорания каждой ракеты будет превышать 1,5 т/с. Согласно ГОСТ 17.2.1.01 – 76 выбросы в атмосферу классифицируют: 1) по агрегатному состоянию вредных веществ в выбросах, это – газообразные и парообразные (SO_2 , CO , NO_x углеводороды и др.); жидкие (кислоты, щелочи, органические соединения, растворы солей и

Промышленно-транспортная экология

жидких металлов); твердые (свинец и его соединения, органическая и неорганическая пыль, сажа, смолистые вещества и др.);
2) по массовому выбросу, выделяя шесть групп, т/сут:
1) менее 0,01 вкл.;
2) свыше 0,01 до 0,1 вкл.;
3) свыше 0,1 до 1,0 вкл.;
4) свыше 1,0 до 10 вкл.;
5) свыше 10 до 100 вкл.;
6) свыше 100.

В связи с развитием авиации и ракетной техники, а также интенсивным использованием авиационных и ракетных двигателей в других отраслях народного хозяйства существенно возрос их общий выброс вредных примесей в атмосферу. Однако на долю этих двигателей приходится пока не более 5% токсичных веществ, поступающих в атмосферу от транспортных средств всех типов.

Нельзя сказать, что вопросу загрязнения транспортом не уделяется никакого внимания. Все больше обычные поезда заменяются электровозами, разрабатываются и уже выпускаются автомобили на аккумуляторных батареях, при современных темпах прогресса можно надеяться на то что вскоре появятся и экологически чистые авиационные и ракетные двигатели. Правительства принимают решения против загрязнения планеты. За примером далеко ходить не надо. Инспекторы ГИБДД уже наказывают водителей, чьи машины выбрасывают в атмосферу токсичных веществ больше нормы. Охрана природы - задача нашего века, проблема, ставшая социальной. Снова и снова мы слышим об опасности, грозящей окружающей среде, но до сих пор многие из нас считают их неприятным, но неизбежным порождением цивилизации и полагают, что мы ещё успеем справиться со всеми выявившимися затруднениями. Однако воздействие человека на окружающую среду приняло угрожающие масштабы. Чтобы в корне улучшить положение, понадобятся целенаправленные и продуманные действия. Ответственная и действенная политика по отношению к окружающей среде будет возможна лишь в том случае, если мы накопим надёжные данные о современном состоянии среды, обоснованные знания о взаимодействии важных экологических факторов, если разработает новые методы уменьшения и предотвращения вреда, наносимого Природе Человеком.

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА РОССИИ

Проблемы экологической безопасности автомобильного транспорта являются составной частью экологической безопасности страны. Значимость и острота этой проблемы растет с каждым годом /1/. В инфраструктуре транспортной отрасли России насчитывается около 4 тыс. крупных и средних автотранспортных предприятий, занятых пассажирскими и грузовыми перевозками. С развитием рыночных отношений появились в большом количестве коммерческие транспортные подразделения небольшой мощности. В 2000 году в РФ функционировало свыше 400 тыс. субъектов транспортного рынка различных

Промышленно-транспортная экология

форм собственности. Рост автопарка, изменение форм собственности и видов деятельности существенно не повлияли на характер воздействия автотранспорта на окружающую природную среду. Вызывает тревогу тот факт, что несмотря на проводимую работы, выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от автотранспортных средств увеличивается в год в среднем на 3,1%. В результате величина ежегодного экологического ущерба от функционирования транспортного комплекса России составляет более 3,5 млрд. долл. США и продолжает расти. Автомобильный парк России в 2000 году составлял 27,06 млн. шт., в том числе 20,12 млн. легковых автомобилей, 4. 57 млн. грузовиков, 650 тыс. автобусов и 1,72 млн. прицепов и полуприцепов. Средний возраст автотранспортных средств остается значительным и составляет 10 лет, в том числе 10% парка эксплуатируется свыше 13 лет, полностью изношены и подлежат списанию.

Один автомобиль ежегодно поглощает из атмосферы в среднем более 4 т кислорода, выбрасывая при этом с отработанными газами примерно 800 кг угарного газа, 40 кг оксидов азота и почти 200 кг различных углеродов. В результате по России от автотранспорта за год в атмосферу поступает огромное количество только канцерогенных веществ: 27 тыс. т бензола, 17,5 тыс. т формальдегида, 1,5 т бенз(а)пирена и 5 тыс. т свинца. В целом, общее количество вредных веществ, ежегодно выбрасываемых автомобилями, превышает цифру в 20 млн. т.

Необходимо отметить, что с точки зрения наносимого экологического ущерба, автотранспорт лидирует во всех видах негативного воздействия: загрязнение воздуха – 95%, шум – 49,5%, воздействие на климат – 68%.

Экологические проблемы, связанные с использованием традиционного моторного топлива в двигателях транспортных средств, актуальны не только для России, но и для всех стране мира. Во многих странах мира приняты жесткие требования по экологизации автотранспорта. В результате с 1993 года по 1999 год количество вредных веществ в отработанных газах автомобилей за рубежом снизилось примерно в 2 раза, а всего за последние 40 лет содержание токсичных компонентов уменьшилось на 70% /2/. В настоящее время многие зарубежные моторостроительные фирмы взяли курс на решение задачи достижения нулевой (Zero) токсичности отработанных газов. Их многолетний опыт показывает, что добиться этого можно только в случае использования альтернативных (не нефтяных) видов моторного топлива. Именно поэтому, практически все перспективные экологически чистые автомобили, проектируются под альтернативные виды топлива.

Безусловно, значительные материальные затраты на создание экологически чистых машин, связаны не с благородством и альтруизмом западных моторостроительных компаний, а определяются давлением государственных законов. Косвенно эти законы коснулись и Россию - в нам хлынул поток зарубежных автомобилей, которые в развитых странах были признаны экологически не безопасными, тем самым пополнив отечественный автопарк автомобилей, наносящих колоссальный ущерб экологии наших городов. Справедливости ради необходимо признать, что производимые в России автомобили отстают на 8-10 лет по всем показателям (в том числе и по экологии)

Промышленно-транспортная экология

от автомобилей, выпускаемых в настоящее время в промышленно развитых странах. Так, только со следующего года «Автоваз» собирается выпустить новый легковой автомобиль, работающий на альтернативном топливе, нормы выбросов токсичных компонентов в выхлопных газах которого, будут соответствовать «Евро-2». Но эти нормы в Европе уже отмечены три года назад и введены новые более жесткие нормы «Евро-3».

Роль государства в вопросах экологизации автотранспорта особенно красноречива видна на примере США. За последнее десятилетие в США принято ряд законодательных актов, в которых самое пристальное внимание уделяется проблеме улучшения экологической обстановки в городах и населенных пунктах. В их числе: Закон «Об альтернативном моторном топливе», Закон «О чистом воздухе», Закон «Об энергетической политике». На основе этих законов Министерство энергетики США значительно расширило научно-исследовательские работы в секторе потребления энергоресурсов в автотранспорте и разрабатывает новые программы по ускоренному широкомасштабному использованию альтернативных видов топлив.

Как и во всем мире, в США в вопросе «экологизации» автотранспорта основной упор делается на замещение нефтяного топлива природным газом. Это отчетливо видно по динамике изменения применения альтернативных моторных топлив в прогнозах на следующие 10 лет.

В таблице №1 приведены экспертные оценки по строительству заправочных станций и переводу транспорта на альтернативные виды топлива в США до 2010 года.

Таблица №1

Альтернативные моторные топлива 1994 г. 2010 г.

1. Структура автопарка по видам альтернативного моторного топлива, %

электричество		0		2
метанол-этанол		8		10
природный	газ		13	57
пропан	79 31			

2. Автозаправочные станции по видам топлива, %

метанол		2		4
этанол		0		1
природный	газ		32	59
пропан	66 36			

Широкое применение природного газа как наиболее чистого альтернативного моторного топлива возведено в ранг государственной политики. Ни для кого не секрет, что именно с этой целью все свое президентство Билл Клинтон ездил на автомобиле, работавшем на природном газе.

Приоритетность природного газа, как наиболее перспективного экологически чистого моторного топлива, очевидна для многих стран мира. В Канаде, Новой Зеландии, Аргентине, Италии, Голландии, Франции и других

Промышленно-транспортная экология

странах успешно действуют национальные программы перевода автотранспорта, в первую очередь городского, на газомоторное топливо. Для этого разработана соответствующая нормативно-законодательная база: ценовая, налоговая, тарифная, кредитная. В результате налицо явный прогресс. В Нидерландах более 50% всего автотранспорта используют в качестве топлива газ, в Италии – более 20%. 95% автобусного парка Вены и 87% парка Дании работают на газе. В странах Западной Европы для стимулирования газификации автотранспорта предусматривается существенное уменьшение налогов на автомобили, использующие газовое топливо. В среднем, эта разница составляет 1,5-2 раза, кроме того, автовладельцы после конверсии автомобиля освобождаются от налоговых выплат на 3 года. С 1996 года в Великобритании и Франции существенно уменьшены налоги на автомобили, использующие газовое топливо. В Германии эта разница составляет 1,5 раза, в Нидерландах – 1,7 раза /3/.

В начале 90-х годов прошлого столетия Правительство РФ также стало принимать определенные меры по решению проблем экологизации автотранспорта. Постановлениями Правительства РФ от 15 января 1993 года № 31 «О неотложных мерах по расширению замещения моторных топлив природным газом» и от 2 ноября 1995 года № 1087 «О неотложных мерах по энергосбережению», в частности, предусмотрено осуществить замену дефицитных нефтяных видов топлива альтернативными, а также сократить объем потребления бензина за счет увеличения выпуска автотранспортных средств, работающих на газообразном топливе. В связи с этим перевод автомобильного транспорта на природный газ становится важнейшей государственной задачей для России.

Однако в последние годы вопросы экологизации автотранспорта и широкого использования природного газа в качестве моторного топлива явно стали буксовать на федеральном уровне. С 1999 года по коридорам власти гуляет проект Закона «Об использовании природного газа в качестве моторного топлива», не ясна судьба и другого, не менее важного для России, закона «Об обеспечении экологической безопасности автотранспорта», разработанного Комитетом Государственной Думы по экологии. Хотелось бы надеяться, что приоритеты здоровья нации будут выше, чем чьи-то ведомственные интересы.

Введение на территории России с 1 января 2001 года нормы «Евро-2» пока является чисто декларативным актом, поскольку, нерациональная структура отечественной нефтепереработки (недостаточны мощности вторичных процессов) определяет низкое качество производимых бензинов и дизельного топлива, не соответствующих современным требованиям. С другой стороны, качество отечественных автомобильных двигателей оставляет желать лучшего. Российские двигатели в большинстве уступают зарубежным по таким показателям, как удельная мощность, экономичность, шумность, эксплуатационная технологичность, экологичность и ремонтпригодность. Согласно постановления Правительства Российской Федерации от 15 марта 1999 года № 286 «Основные направления развития автомобильной промышленности России на период до 2005 года» и проекта Федеральной целевой программы «Развитие автомобильной промышленности России на период до 2005 года» выпуск отечественных автомобильных двигателей, отвечающих современным требованиям по

Промышленно-транспортная экология

сохранению окружающей среды, следует ожидать не ранее 2010 года. Поэтому, в настоящее время единственным путем повышения экологичности автотранспорта является его перевод на природный газ, что обеспечит сокращение вредных выбросов в окружающую среду двигателями автомобилей до уровня, отвечающего жестким европейским нормам (см. таблицу №2).

Таблица № 2

Нормы токсичности выхлопа автомобилей для развитых европейских стран

Наименования стандартов	Год введения	Содержание в выхлопе, г/квт*ч			
		NO _x	CO	C _x H _y	Твердые частицы
Евро – 0	1988	14,4	11,2	2,5	
Евро – 1	1993	8,0	4,5	1,1	0,36
Евро – 2	1996	7,0	4,0	1,1	0,15
Евро – 3	1999	5,0	2,0	0,6	0,10
Евро – 4	2005	3,5	1,5	-----	0,02
Евро – 5	2008	2,0	1,5	-----	0,02

Проблема перевода автотранспорта на природный газ представляет собой решение комплекса сложных задач, среди которых наиболее значимыми являются: серийное производство газобаллонных автомобилей; создание инфраструктуры (сети) заправочных комплексов; разработка и производство надежного газобаллонного оборудования; создание сервисной сети для переоборудования автотранспортных средств; подготовка кадров; правовое и рекламно-информационное обеспечение и т.д. В связи с чем, программы газификации автотранспорта и улучшения экологической обстановки могут быть реализованы не только по указу сверху, но и при поддержке и непосредственным участие региональных властей /4/.

Наиболее ощутимые результаты по экологизации дорожного транспорта и применению газовых моторных топлив достигнуты в г. Москве. Московская Программа газификации транспорта основана на совместном Постановлении Правительства Москвы и Правления РАО «Газпром» от 26.11.96 №943/134 и Постановлении Правительства Москвы от 5 июня 2001 года №510-ПП «О дополнительных мерах по расширению использования газа метана в качестве моторного топлива». Стратегической целью этой Программы является изменение структуры действующего в Москве автопарка, за счет переводу автобусов городского пассажирского транспорта, муниципального грузового и ведомственного транспорта на природный газ, с тем чтобы к 2005 году не менее 40% эксплуатирующейся муниципальной автотехники использовало в качестве моторного топлива природный газ и по экологическим характеристикам отвечало нормам выбросов «Евро-2».

Промышленно-транспортная экология

Для реализации принятой Программы созданы Рабочая группа при Правительстве Москвы и «Фонд экологизации транспорта Мосэкотранс». «Фонд экологизации транспорта Мосэкотранс» осуществляет финансирование мероприятий по улучшению экологической обстановки в городе и контроль за целевым использованием средств, выделяемых на их реализацию. В настоящее время проделана огромная организационная работа, к участию в Программе привлечено более 100 предприятий и коммерческих структур, среди которых ОАО «НК Лукойл», ОАО «Газпром», РАО «ЕЭС», ОАО «НК Роснефть», КБ «Автобанк», КБ «Русский Банк Развития», Тюменская нефтяная компания и др.

Серьезность намерений Правительства Москвы сделать окружающий городской воздух чище и заставить водителей автотранспортных средств выполнять требования «Евро-2» подтверждается и созданием экологической милиции. Москва пока единственный город в России, где функционирует «Управление милиции по предупреждению экологических правонарушений», созданное на основании Постановления столичного правительства №849 «Об Управлении по борьбе с правонарушениями в области охраны окружающей среды ГУВД г. Москвы». В функции этой милиции входит проверка у автомобилей нормы токсичности отработанных газов и штрафование водителей за их превышение.

И хотя можно спорить о правовой обоснованности такой милиции, однако это реальный шаг к цивилизованному обществу. Цивилизация это не только демократия, горячая вода и свет, но и право каждого человека дышать свежим, а главное, чистым воздухом в месте, где он живет. Чистый воздух не купишь в магазине, его надо просто не пачкать.

Следует отметить, что проблемы газификации автомобильного транспорта с успехом могут быть решены не только в Москве, но и на местном уровне в любом регионе России. Именно местные власти могут широко использовать предоставленные им законодательством налоговые и тарифные стимулы для расширения использования газомоторного топлива на транспорте. Положительные примеры такого подхода в Российской Федерации уже имеются. В Республике Татарстан, Алтайском крае, Белгородской, Брянской, Воронежской, Оренбургской, Самарской и ряде других областей утверждены региональные программы для реализации этих вопросов. Завершается подготовка программ в Вологодской, Костромской, Ленинградской, Саратовской и Тамбовской областях. В Кабардино-Балкарской Республике, Владимирской, Липецкой, Пензенской областях задачи по газификации автотранспортных средств определены правительственными постановлениями. Томской областной Думой принят закон «Об использовании природного газа в качестве моторного топлива».

Газификация автотранспорта – это не только решение экологических проблем, но и экономия бюджетных средств (моторное топливо из природного газа стоит наполовину дешевле нефтяного). Так, на московском автокомбинате №41 несколько лет назад полностью перешли на газ /5/. На сегодняшний день автопарк комбината насчитывает 150 автомобилей, работающих на сжатом природном газе. Эксплуатация этих газомоторных автомобилей позволяет в месяц экономить на топливе свыше 300 тыс. руб. Исследования выполненные компанией «Ленавтогаз» показывают, что предприятия, которые перевели свой автопарк на природный газ, уже через год ощутили конкретный экономический

Промышленно-транспортная экология

эффект. В таблице №3 приведены данные экономической выгоды конвертации автомобильного транспорта на газовое моторное топливо.

Таблица №3

Конвертация автомобильного транспорта на газовое моторное топливо

Параметры	Бензин	Дизтопливо	Природный газ	СУГ (пропан)
Объем двигателя, литров	2,0	2,0	2,0	2,0
Выброс вредных веществ, г/км	2,4	2,7	1,3	1,8
Расход топлива на 100 км пробега (при расчете 10л – 100%)	100%	90%	110%	115-120%
Стоимость топлива, руб/л	9,2	7,1	3,6	4,3
Итоговая стоимость топлива при пробеге 100 км, руб	92	63,9	39,6	49,4
Экономическая выгода по отношению к бензину на 100 км пробега, руб.	0,0	28,1	52,4	42,6

Таким образом, массовый перевод отечественных автомобилей на природный газ является наиболее рациональным, ресурсообеспеченным и экологически приемлемым путем повышения эффективности и экологизации автомобильного транспорта России.

3. РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ ПОДВИЖНЫХ ИСТОЧНИКОВ

В расчете рассматривается пять загрязняющих веществ: оксид углерода (CO), углеводороды (CH), оксиды азота (в пересчете на диоксид азота NO₂), сажа (C) и соединения свинца (Pb), диоксиды серы (SO₂). Для автомобилей с карбюраторными двигателями рассчитывается выброс CO, CH, NO₂ и Pb, для автомобилей с дизельными двигателями - CO, CH, NO₂ и C [1].

Выброс i-го вещества одним автомобилем K-й группы в день при выезде с территории АТП M_{ик}['] и возврате M_{ик}^{''} рассчитывают соответственно по формулам:

$$M_{ик}^{\prime} = m_{ПРик} \cdot t_{ПР} + m_{Lик} \cdot L_1 + m_{ХХик} \cdot t_{ХХ1}, \text{ г} \quad (3.1)$$

$$M_{ик}^{\prime\prime} = m_{Lик} \cdot L_2 + m_{ХХик} \cdot t_{ХХ2}, \text{ г} \quad (3.2)$$

Промышленно-транспортная экология

где $m_{\text{ПРiк}}$ - удельный выброс i -го вещества при прогреве двигателя автомобиля K -й группы, г/мин;

$m_{\text{Лiк}}$ - пробеговый выброс i -го вещества при движении автомобиля по территории АТП с относительно постоянной скоростью, г/км;

$m_{\text{ХХiк}}$ - удельный выброс i -го компонента при работе двигателя на холостом ходу, г/мин;

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

L_1, L_2 - пробег по территории АТП одного автомобиля в день при выезде (возврате), км;

$t_{\text{ХХ1}}, t_{\text{ХХ2}}$ - время работы двигателя на холостом ходу при выезде (возврате) на территорию АТП, мин.

Массовый выброс продуктов неполного сгорания при прогреве двигателя в данном случае величина непостоянная, по мере прогрева двигателя выбросы CO , CH и C уменьшаются; $m_{\text{ПРiк}}$ должен отражать интегральную оценку выброса за время $t_{\text{пр}}$. Выбросы NO_2 на этом режиме незначительны.

Скорость движения автомобилей по территории АТП составляет 10-20 км/ч, нагрузка практически отсутствует, поэтому основную часть выброса также составляют продукты неполного сгорания (CO , CH , C).

Значения $m_{\text{ПРiк}}$, $m_{\text{Лiк}}$ и $m_{\text{ХХiк}}$ для различных групп автомобилей приведены в табл. 3.1 - 3.5. Приведенные в таблицах значения отражают категорию автомобилей, структуру парка по грузоподъемности и пассажироместности, тип двигателя и используемое топливо, организацию контроля содержания вредных веществ в отработавших газах, период года.

Периоды года (холодный, теплый, переходный) условно определяются по величине среднемесячной температуры. Месяцы, в которых среднемесячная температура ниже -5°C относятся к холодному периоду, месяцы со среднемесячной температурой выше $+5^\circ\text{C}$ - к теплому периоду, а с температурой от -5°C до $+5^\circ\text{C}$ - к переходному. Для АТП, находящихся в разных климатических зонах, продолжительность условных периодов будет разной. Влияние периода года учитывается только для выезжающих автомобилей.

Пробег автомобиля K -ой группы по территории АТП в день определяется путем замера пути (L_1), проходимого автомобилем от центра площадки, выделенной для стоянки данной группы автомобилей, до выездных ворот (при выезде) и от въездных ворот до центра стоянки (L_2) при въезде.

Таблица 3.1

Удельные выбросы загрязняющих веществ легковыми автомобилями при хранении на закрытых стоянках

Вид выброса	Обозначение выбросов	Загрязняющее вещество		
		CO	CH	NO ₂
Удельный выброс при прогреве ДВС, г/мин	$m_{\text{ПРiк}}$	5,0	0,7	0,05
Удельный выброс при работе ДВС на холостом ходу, г/мин.	$m_{\text{ХХiк}}$	4,5	0,4	0,05
Пробеговый выброс при движении со скоростью 10-20 км/ч, г/км	$m_{\text{Лiк}}$	17,0	1,7	0,4
Пробеговый выброс при движении по пандусу (спуск), г/км	$m_{\text{Пiк}}$	4,5	0,4	0,05

Промышленно-транспортная экология

Пробеговый выброс при движении по пандусу (подъем), г/км	$m_{\text{Лік}}$	20,0	1,5	3,0
--	------------------	------	-----	-----

Таблица 3.2

Удельные выбросы загрязняющих веществ легковыми автомобилями при хранении на открытых стоянках

Вид выброса	Обозначение выбросов	Загрязняющее вещество					
		СО		СН		NO _x	
		Теп. период	Хол. период	Теп. период	Хол. период	Теп. период	Хол. период
Удельный выброс при прогреве ДВС, г/мин	$m_{\text{ПРік}}$	5,0	9,1	0,4	1,0	0,05	0,1
Удельный выброс при работе ДВС на холостом ходу, г/мин	$m_{\text{ХХік}}$	4,54	4,5	0,4	0,4	0,05	0,05
Пробеговый выброс при движении со скоростью 10-20 км/ч, г/км	$m_{\text{Лік}}$	17,0	21,3	1,7	2,5	0,4	0,3

Таблица 3.3

Пробеговый выброс загрязняющих веществ грузовыми автомобилями

Грузоподъемность, кг	Тип двигателя	Пробеговый выброс загрязняющего вещества, г/мин							
		СО		СН		NO ₂		С	
		Тепл.	Хол.	Тепл.	Хол.	Тепл.	Хол.	Тепл.	Хол.
$q \leq 1000$	Карбюр.	19,6	24,3	3,5	4,2	0,4	0,3	-	-
$1000 \leq q \leq 3000$	Карбюр.	27,6	34,4	4,9	6,0	0,6	0,5	-	-
	Дизель.	3,2	3,9	0,5	0,7	2,5	2,3	0,2	0,3
$3000 \leq q \leq 6000$	Карбюр.	47,4	59,3	8,5	10,3	1,0	0,8	-	-
	Дизель.	4,1	5,0	0,7	0,9	3,0	2,4	0,2	0,3
$q \geq 6000$	Карбюр.	55,3	68,8	9,9	11,9	1,2	0,9	-	-
	Дизель.	5,1	6,2	0,9	1,1	3,5	2,7	0,2	0,3
Автопоезда	Карбюр.	79,0	98,8	10,2	12,4	1,8	1,4	-	-
	Дизель.	7,5	9,3	1,1	1,3	4,5	3,5	0,3	0,4
$q \geq 10000$									

Примечание:

1). Для газобаллонных автомобилей пробеговые выбросы СО, СН должны умножаться на коэффициенты 0,51 и 0,59 соответственно.

2). В переходный период значения выбросов СО, СН и С должны умножаться на коэффициент 0,9 от значений холодного периода. Выбросы NO_x равны выбросам в холодный период.

Таблица 3.4

Удельные выбросы загрязняющих веществ грузовыми автомобилями в процессе прогрева двигателя

Грузоподъемность, кг	Тип двигателя	Удельный выброс загрязняющего вещества, г/мин							
		СО		СН		NO ₂		С	
		Тепл.	Хол.	Тепл.	Хол.	Тепл.	Хол.	Тепл.	Хол.

Промышленно-транспортная экология

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$q \leq 1000$	Карбюр.	4,5	9,1	0,4	1,0	0,05	0,1	-	-
			6,2		0,65		0,05		
$1000 \leq q \leq 3000$	Карбюр.	8,1	21,8	1,6	3,6	0,1	0,2	-	-
			14,2		2,4		0,1		
	Дизель.	1,54	2,36	0,2	0,5	0,45	0,65	0,01	0,08
			1,91		0,32		0,45		
$3000 \leq q \leq 6000$	Карбюр.	18,1	44,5	2,9	8,7	0,2	0,3	-	-
			26,1		5,4		0,2		
	Дизель.	2,8	4,37	0,3	0,8	0,62	0,84	0,03	0,21
			3,6		0,54		0,62		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$Q \geq 6000$	Карбюр.	23,4	57,2	3,3	9,1	0,2	0,3	-	-
			33,8		6,3		0,2		
	Дизель.	2,9	8,18	0,4	1,1	1,0	2,0	0,04	0,35
Автопоезда	Карбюр.	18,1	44,5	2,9	8,7	0,2	0,3	-	-
			26,1		5,4		0,2		
	Дизель.	2,9	8,18	0,4	1,1	1,0	2,0	0,04	0,35
			5,3		0,7		1,0		
$q \geq 10000$	Карбюр.	18,1	44,5	2,9	8,7	0,2	0,3	-	-
			26,1		5,4		0,2		
	Дизель.	2,9	8,18	0,4	1,1	1,0	2,0	0,04	0,35
			5,3		0,7		1,0		0,18

Примечание:

1). Для холодного периода года вверху ячейки приведены данные для автомобилей, хранящихся на открытых площадках без средств подогрева, а внизу – при наличии средств подогрева.

2). В переходный период значения выбросов CO, CH и C должны умножаться на коэффициент 0,9 от значений холодного периода. Выбросы NO₂ равны выбросам в холодный период.

3). Для газобаллонных автомобилей пробеговые выбросы CO, CH должны умножаться на коэффициенты 0,51 и 0,59 соответственно.

Таблица 3.5

Удельные выбросы загрязняющих веществ при работе двигателя грузового автомобиля на холостом ходу

Грузоподъемность грузового автомобиля	Тип ДВС	Удельный выброс загрязняющего вещества, г/мин			
		CO	Н	NO ₂	С
$q \leq 1000$	Карбюр.	4,5	0,4	0,0	-

Промышленно-транспортная экология

1000 ≤ q ≤ 3000	Кар бюр.	8,1	1, 6	0,1	-
	Диз ель.	1,5 4	0, 2	0,4 5	0,0 1
3000 ≤ q ≤ 6000	Кар бюр.	18, 1	2, 9	0,2	-
	Диз ель.	2,8 3	0, 3	0,6 2	0,0 3
q ≥ 6000	Кар бюр.	23, 4	3, 3	0,2	-
	Диз ель.	2,9 3	0, 3	1,0	0,0 4
Автопоезд q ≥ 10000	Кар бюр.	18, 1	2, 9	0,2	-
	Диз ель.	2,9 3	0, 3	1,0	0,0 4

Выброс загрязняющих веществ при движении по пандусу учитывается только при хранении автомобилей в многоэтажных гаражах. Значения M_i и M''_i в этом случае увеличиваются на величину $M_{\text{пик}} \cdot L_{\text{п}}$, где $L_{\text{п}}$ - длина пандуса, км.

Выбросы загрязняющих веществ при прогреве и работе двигателя на холостом ходу автомобилями с бензиновыми и дизельными двигателями (табл. 3.1, 3.3, 3.5) соответствуют ситуации, когда на АТП не проводится работа по контролю токсичности ОГ в соответствии с ГОСТ 17.2.2.03-87 и ГОСТ 21393-75. При проведении контроля удельный выброс CO, CH и C снижается, поэтому значения $m_{\text{ПРiк}}$ и $m_{\text{ХХiк}}$ (табл. 3.1, 3.4) должны пересчитываться по формулам:

$$m'_{\text{ПРiк}} = m_{\text{ПРiк}} \cdot K_i, \text{ г/мин} \quad (3.3)$$

$$m'_{\text{ХХiк}} = m_{\text{ХХiк}} \cdot K_i, \text{ г/мин} \quad (3.4)$$

где K_i - коэффициент, учитывающий снижение выброса CO, CH, C (табл. 3.6).

Таблица 3.6

Значения коэффициентов, учитывающих снижение выброса CO, CH, C при контроле содержания загрязняющих веществ в отработавших газах автомобилей с дизельными двигателями

Вид контроля	Значения коэффициентов (K_i)				
	CO		C	CH	
	Бензи новые	Дизел ьные	Дизельные	Бензиновые	Дизельные
Контроль при ТО2	0,88	0,83	0,87	0,86	0,79
Контроль при выпуске на линию	0,72	-	-	0,7	-

Контроль токсичности отработавших газов автомобилей при выпуске (возврате) на линию на специальных контрольно-регулирующих пунктах (КРП)

Промышленно-транспортная экология

позволяет добиться более существенного снижения выброса CO и CH при работе двигателя на холостом ходу, чем только при ТО2. Проверке при этом подлежит не менее 3-5% автомобилей, выпускаемых на линию ежедневно, т.е. каждый автомобиль проверяется не реже 1 раза в месяц.

Валовый выброс *i*-го вещества автомобилями рассчитывается отдельно для каждого периода года по формуле:

$$M_i^j = \sum_{K=1}^P \alpha_v (M_{ik}' + M_{ik}'') N_K D_p 10^{-3}, \text{ кг} \quad (3.5)$$

где α_v - коэффициент выпуска на линию;

N_K - количество автомобилей *K*-ой группы в хозяйстве;

D_p - количество рабочих дней в расчетном периоде (холодном, теплом, переходном);

j - период года (теплый - Т, холодный - Х, переходный – П).

Количество рабочих дней в расчетном периоде (D_p) зависит от режима работы АТП и длительности периодов со средней температурой ниже -5°C , от -5°C до 5°C , выше 5°C . Для холодного периода расчет проводится для каждого месяца.

Для определения общего валового выброса валовые выбросы одноименных веществ по периодам года суммируются:

$$M_i^O = M_i^T + M_i^X + M_i^P, \text{ кг} \quad (3.6)$$

Максимальный разовый выброс *i*-го вещества (G_i') определяется по формуле:

$$G_i' = \frac{\sum_{K=1}^P (m_{ПРik} t_{ПР} + m_{Lik} L_1 + m_{XXik} t_{XX}) \alpha_v N_K}{60 t_p}, \text{ кг} \quad (3.7)$$

где t_p – время разъезда автомобилей, (90 мин).

Максимально разовый выброс рассчитывается для месяца с наиболее низкой среднемесячной температурой.

Величина $t_{ПР}$ практически одинакова для различных типов автомобилей, но существенно изменяется в зависимости от температуры воздуха (табл. 3.7). Продолжительность работы двигателя на холостом ходу при выезде на линию (возврате) автомобиля (t_{XX1} , t_{XX2}) в среднем составляют 1 минуту.

Таблица 3.7

Среднее время работы при прогреве двигателя

Температура воздуха	Выше 5°C	$5^\circ\text{C} - (-5^\circ\text{C})$	$-5^\circ\text{C} - (-10^\circ\text{C})$	$-10^\circ\text{C} - (-15^\circ\text{C})$	$-15^\circ\text{C} - (-20^\circ\text{C})$	$-20^\circ\text{C} - (-25^\circ\text{C})$	Ниже -25°C
Время прогрева, мин	4	6	12	20	28	36	45

Примечание:

при хранении в помещении $t_{ПР} = 0,5$ мин;

Промышленно-транспортная экология

для маршрутных автобусов при температуре ниже – 5⁰С t_{ПР} = 8 мин. (периодический прогрев 2-3 раза);

при наличии средств прогрева при температуре ниже – 5⁰С t_{ПР}=6мин.;

в неучтенных ситуациях t_{ПР} может приниматься по фактическим замерам.

При работе автомобильных двигателей на этилированном бензине тетраэтилсвинец разрушается, образуя токсичные соединения свинца. Эти соединения выбрасываются с отработавшими газами в виде аэрозолей.

Выброс соединения свинца одним автомобилем К-ой группы при выезде с территории АТП и возврате:

$$M'_{ck} = 0,7d_c (q_{ПРк} t_{ПР} K_{ХХ} + q_{Lk} L_1 + q_{ХХк} t_{ХХ1} K_{ХХ}), \text{ г} \quad (3.8)$$

$$M''_{ck} = 0,7d_c (q_{Lk} L_2 + q_{ХХк} t_{ХХ2} K_{ХХ}), \text{ г} \quad (3.9)$$

где d_c – содержание свинца в одном литре бензина (АИ-93 – 0,37 г/л, А-76 - 0,17 г/л);

q_{ПРк}, q_{ХХк} - расход бензина при прогреве и работе двигателя на холостом ходу, л/мин;

q_{Lk} - расход топлива при движении автомобиля по территории АТП, л/км;

K_{ХХ} - коэффициент, учитывающий изменение расхода топлива.

Данные о расходе бензина автомобилями в разные периоды года приведены в табл. 3.8.

Данные по расходу бензина при прогреве и работе двигателя на холостом ходу, приведенные в табл. 3.8, соответствуют ситуации, когда на АТП проводится работа по контролю токсичности ОГ в соответствии с ГОСТ 17.2.2.03-87 (K_{ХХ} = 1).

При проведении контроля q_{ПР} и q_{ХХ} снижаются, что учитывается K_{ХХ}. При проведении контроля на токсичность отработавших газов только при ТО2 K_{ХХ} = 0,87, при организации контроля при выпуске на линию K_{ХХ} = 0,79.

Валовый выброс соединений свинца рассчитывается отдельно для каждого периода года:

$$M_C^j = \sum_{K=1}^P \alpha_g (M'_{ck} + M''_{ck}) N_K D_P 10^{-3}, \text{ кг} \quad (3.10)$$

Полученные результаты затем суммируются:

$$M_C^O = M_C^T + M_C^X + M_C^П, \text{ кг} \quad (3.11)$$

Максимальный разовый выброс (G_c) соединений свинца

$$G_c = \frac{\sum_{K=1}^P (q_{ПРк} t_{ПР} K_{ХХ} + q_{Lk} L_1 + q_{ХХк} t_{ХХ1} K_{ХХ}) \alpha_g N_K 0,7d_c}{60t_p}, \text{ г/с} \quad (3.12)$$

Промышленно-транспортная экология

Максимальный разовый выброс рассчитывается для месяца с наиболее низкой среднемесячной температурой.

При хранении грузовых автомобилей и автобусов на закрытых стоянках расчет выбросов выполняется как для теплого периода года.

Таблица 3.8
Удельный расход топлива автомобилями

Категория автомобиля	Удельный расход топлива					
	q _{ПРк} , л/мин			q _{ХХк} , л/мин		
	Периоды года					
	Теплый	Переходный	Холодный	Теплый	Переходный	Холодный
Легковые автомобили	0,023	0,025	0,028	0,131	0,140	0,164
Грузовые автомобили грузоподъемностью:						
До 1000 кг	0,023	0,025	0,028	0,152	0,171	0,190
От 1000 до 3000 кг	0,047	0,052	0,058	0,199	0,224	0,249
От 3000 до 6000 кг	0,063	0,070	0,078	0,290	0,327	0,364
Свыше 6000 кг	0,063	0,070	0,078	0,342	0,385	0,428
Автопоезд	0,063	0,070	0,078	0,364	0,410	0,456
Автобусы:						
Особо малый	0,023	0,025	0,028	0,136	0,153	0,171
Малый	0,054	0,06	0,069	0,222	0,250	0,278
Средний	0,063	0,070	0,078	0,350	0,394	0,439
Большой	0,063	0,070	0,078	0,390	0,439	0,489

Примечание:

- 1). Расход топлива q_{ХХк} равен q_{ПРк} в теплый период года.

Валовый выброс диоксидов серы (SO₂) одним автомобилем К-й группы в день при выезде с территории АТП M'_{SO_{2к}} и возврате M''_{SO_{2к}} рассчитывается по формулам:

$$M'_{SO_{2к}} = m_{ПРSO_2} \cdot t_{ПР} + m_{LSO_{2к}} \cdot L_1 + m_{ХХSO_{2к}} \cdot t_{ХХ1}, \text{ г} \quad (3.13)$$

$$M''_{SO_{2к}} = m_{LSO_{2к}} \cdot L_2 + m_{ХХSO_{2к}} \cdot t_{ХХ2}, \text{ г} \quad (3.14)$$

где m_{ПРSO_{2к}} - удельный выброс SO₂ при прогреве двигателя автомобиля К-й группы, г/мин (табл. 3.9);

m_{LSO_{2к}} - пробеговый выброс SO₂ при движении автомобиля по территории АТП с относительно постоянной скоростью, г/км (табл. 3.9.);

m_{ХХSO_{2к}} - удельный выброс SO₂ при работе двигателя на холостом ходу, г/мин (табл. 3.9.);

t_{ПР} - время прогрева двигателя, мин;

L₁ , L₂ - пробег по территории АТП одного автомобиля в день при выезде (возврате), км;

Промышленно-транспортная экология

t_{xx1} , t_{xx2} - время работы двигателя на холостом ходу на территории АТП при выезде и возврате, мин.

Таблица 3.9

Выбросы SO₂ при прогреве, движении по территории и при работе двигателя на холостом ходу

Категория автомобиля	Вид топлива	Удельный выброс загрязняющих веществ, г/мин (m_{PPSO_2k})		Пробеговой выброс загрязняющих веществ, г/км (m_{LSO_2k})		Удельный выброс при работе на холостом ходу, г/мин (m_{XXSO_2k})
		Холодный	Теплый	Холодный	Теплый	
1	2	3	4	5	6	7
Легковые автомоб.	Б	0,015/0,013	0,012	0,090	0,070	0,012
Грузовые автомобили грузоподъемность:						
до 1000 кг	Б	0,015/0,013	0,012	0,100	0,080	0,012
от 1000 до 3000 кг	Б	0,020/0,018	0,016	0,130	0,100	0,016
	Д	0,043/0,039	0,035	0,350	0,280	0,035

Промышленно-транспортная экология

1	2	3	4	5	6	7
от 3000 до 6000 кг	Б	0,036/0,032	0,039	0,220	0,180	0,029
	Д	0,074/0,067	0,060	0,560	0,450	0,060
свыше 6000 кг	Б	0,013/0,039	0,035	0,280	0,240	0,035
	Д	0,123/0,110	0,100	0,850	0,680	0,100
Автопоезда	Б	0,0,6/0,032	0,029	0,350	0,280	0,029
	Д	0,123/0,110	0,100	0,970	0,780	0,100
Автобусы (класс автобуса):						
Особо малый	Б	0,015/0,013	0,012	0,090	0,070	-
Малый	Б	0,020/0,018	0,016	0,140	0,110	0,016
Большой	Б	0,043/0,039	0,035	0,330	0,260	0,035
	Д	0,123/0,110	0,100	0,850	0,680	0,100
Особо большой	Д	0,123/0,110	0,100	0,970	0,780	0,100

Примечание:

1). Вид топлива: Б - бензин; Д – дизельное топливо;

2). В переходный период m_{PPSO_2} и m_{LSO_2} должны умножаться на коэффициент 0,9 от значений для холодного периода;

3). Для холодного периода года в числителе приведены данные для автомобилей, хранящихся на открытых площадках без средств подогрева, в знаменателе – при наличии средств подогрева;

4). Для газобаллонных автомобилей (сжатый газ) выбросы SO_2 при прогреве, движении по территории АТП и при работе двигателя на холостом ходу определяется произведением соответствующих выбросов автомобиля с бензиновым двигателем на коэффициент 0,9.

Удельные выбросы SO_2 при прогреве двигателя и движении автомобиля по территории АТП зависят от категории автомобиля, вида используемого топлива и периода года. Периоды года (переходный, теплый) условно определяются по величине среднемесячной температуры. Месяцы, в которых среднемесячная температура ниже -5°C , относятся к холодному периоду, месяцы с температурой от -5°C до $+5^\circ\text{C}$ - к переходному и с температурой выше $+5^\circ\text{C}$ - к теплomu. Влияние периода года учитывается только для выезжающих автомобилей. Выбросы SO_2 при прогреве и работе двигателя на холостом ходу автомобилями с бензиновыми и дизельными двигателями (табл. 3.1) соответствуют ситуации, когда на АТП не проводится работа по контролю токсичности отработавших газов в соответствии с ГОСТ 17.2.2.03-87 в ГОСТ 21393-75. При проведении контроля удельный выброс SO_2 снижается, поэтому значения m_{PPSO_2} и m_{XSO_2} должны пересчитываться по формулам:

$$m'_{\text{PPSO}_2\kappa} = m_{\text{PPSO}_2\kappa} \cdot K_{\text{SO}_2}, \text{ г/мин} \quad (3.15)$$

$$m'_{\text{PPSO}_2\kappa} = m_{\text{PPSO}_2\kappa} \cdot K_{\text{SO}_2}, \text{ г/мин} \quad (3.16)$$

Значения корректирующего коэффициента K_{SO_2} приведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10

Значения K_{SO_2} , при организации контроля токсичности отработавших газов

Промышленно-транспортная экология

Вид контроля	Значения K_{SO_2}	
	Бензиновые	Дизельные
Контроль при ТО2	0,87	0,95
Контроль при выпуске на линию	0,79	-

Примечание:

1). Если на предприятии проводятся оба вида контроля токсичности, то значения K_{SO_2} принимаются как для контроля при выпуске на линию.

Данные коэффициенты получены экспериментально совместно НИИАТ и НАМИ.

Величина $t_{пр}$ зависит от среднемесячной температуры воздуха (табл.3.11). Продолжительность работы двигателя на холостом ходу и выезде на линию (возврате) автомобиля ($t_{хх1}$, $t_{хх2}$) составляет 1 мин.

Таблица 3.11

Среднее время работы двигателя при прогреве

Температура воздуха, °С	Выше 5 °С	5 °С (-5 °С)	(-5 °С) (-10 °С)	(-10 °С) (-15 °С)	(-15 °С) (-20 °С)	(-20 °С) (-25 °С)	Ниже -25 °С
Время прогрева, мин	2	6	12	20	28	36	45

Примечание:

1). При хранении в помещении $t_{пр} = 0,5$ мин.;

2). Для маршрутных автобусов во время отстоя на открытых стоянках без средств подогрева при t наружного воздуха ниже $-5^{\circ}C$ проводится периодический прогрев двигателя. В этом случае при выезде из АТП $t_{пр} = 12$ мин. Суммарное время прогрева за отстой ($t_{прдоп}$) принимается из условий работы АТП, при этом для холодного периода формула расчета валового выброса i -го загрязняющего вещества одним автомобилем имеет вид:

$$M'_{ik} = m_{ПРik} \cdot t_{ПР} + m_{ПРдоп} \cdot t_{ПРдоп}, \text{ г} \quad (3.17)$$

3). При наличии средств подогрева при температуре ниже $-5^{\circ}C$ $t_{пр} = 6$ мин.

В неучтенных ситуациях $t_{пр}$ может приниматься по фактическим значениям, полученным по результатам хронометрирования.

Валовый выброс SO_2 автомобилями рассчитывается отдельно для каждого периода года по формуле:

$$M_{SO_2} = \sum_{K=1}^P \alpha_K (M'_{SO_2} + M''_{SO_2}) \cdot N_K \cdot D_P \cdot 10^{-6}, \text{ т/год} \quad (3.18)$$

где α_K - коэффициент выпуска;

N_K - количество автомобилей K -ой группы;

D_P - количество рабочих дней в расчетном периоде (холодном, теплом, переходном);

Промышленно-транспортная экология

Длительность расчетных периодов для каждого региона и среднемесячная температура принимается по «Справочнику по климату России». Для холодного периода расчет проводится для каждого месяца отдельно, а затем валовые выбросы суммируются ($M^0_{SO_2}$). Для определения общего валового выброса валовые выбросы одноименных веществ по периодам года суммируются:

$$M^o_{SO_2} = M^T_{SO_2} + M^X_{SO_2} + M^H_{SO_2}, \text{ т/год} \quad (3.19)$$

Максимально разовый выброс SO_2 определяется по формуле:

$$G_{SO_2} = \frac{\sum_{K=1}^P (m_{IPSO_2K} \cdot t_{IP} + m_{LSO_2K} \cdot L + m_{XSO_2K} \cdot t_{XX1}) \cdot \alpha_g \cdot N_K}{t_p \cdot 60}, \text{ г/с} \quad (3.20)$$

где t_p - время разъезда автомобилей, мин.

Максимально разовый выброс рассчитывается для месяца с наиболее низкой среднемесячной температурой.

При хранении автомобилей и автобусов на закрытых стоянках расчет выбросов выполняется как для теплого периода года.

4. РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УЧАСТКОВ

4.1. Общие положения

В автотранспортных предприятиях наряду с передвижными источниками загрязнения атмосферного воздуха имеются и стационарные. Выбросы от стационарных источников загрязнения могут быть организованными и неорганизованными.

К организованным выбросам относятся те, которые поступают в атмосферу через специально сооруженные устройства: вытяжные трубы, газоходы, воздухопроводы и др., что позволяет применять для их очистки специальные фильтры и др. устройства. К неорганизованным выбросам относятся те, которые в виде ненаправленных потоков поступают в атмосферу из-за отсутствия или неудовлетворительной работы по отсосу загрязняющих веществ от места их выделения.

Перед началом проведения инвентаризации выбросов необходимо:

ознакомиться со всеми технологическими процессами, выполняемыми в АТП;
определить вид загрязняющих атмосферу веществ;

определить наличие газопылеочистных устройств на вытяжных (дымовых) трубах;

Промышленно-транспортная экология

ознакомиться с проектной документацией, имеющейся на предприятии, а также с паспортами очистных сооружений и актами испытаний вентиляционных систем.

Если АТП имеет две и более территории, то инвентаризацию следует проводить по каждой территории отдельно.

При инвентаризации, наряду с определением общего валового выброса загрязняющих веществ, необходимо определять и количество загрязняющих веществ, улавливаемых имеющимися установками очистки выбросов.

При наличии на производственном участке двух и более вытяжных труб общее количество валовых и максимальных разовых выбросов загрязняющих веществ распределяется между ними следующим образом:

при наличии вытяжных труб без принудительной вентиляции - пропорционально диаметрам этих труб;

при наличии труб с принудительной вентиляцией - пропорционально производительности этих систем.

4.2. Расчет выбросов загрязняющих веществ от участков технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей

В автотранспортных предприятиях на участках технического обслуживания (ТО) и текущего ремонта (ТР) источниками выделения загрязняющих веществ являются автомобили, перемещающиеся по помещению с помощью собственного двигателя. Загрязняющие вещества удаляются из помещения вытяжной вентиляцией.

Учитываемыми загрязняющими веществами, выделяющимися с отработавшими газами являются: оксид углерода, углеводороды, сажа, оксиды азота, оксид свинца. Для расчета выброса загрязняющих веществ участками ТО и ТР необходимо иметь следующие данные:

расстояние, проходимое автомобилем по помещению ТО и ТР;

количество проведенных ТО и ТР за год по группам автомобилей;

количество поточных линий;

удельный выброс *i*-го вещества при движении по помещению ТО и ТР.

Расстояние, проходимое одним автомобилем по помещению ТО при поточном методе определяется путем замера расстояния от въездных ворот помещения до выездных.

При проведении ТО и ТР на тупиковых постах это расстояние определяется следующим образом. Вначале определяется расстояние, проходимое автомобилем от въездных ворот до ближайшего поста (S_1) и от этого поста до выездных ворот (S_2). Затем определяется путь, пройденный автомобилем от въездных ворот в помещении ТО и ТР до наиболее удаленного поста (S_3) и от этого поста до выездных ворот (S_4) [1].

Среднее расстояние будет равно среднеарифметическому значению

$$S_{CP} = \frac{S_1 + S_2 + S_3 + S_4}{4}, \text{ км} \quad (4.1)$$

Количество ТО и ТР, проведенных за год по группам автомобилей определяются по отчетным данным.

Удельные выбросы *i*-го вещества при движении по помещению ТО и ТР принимаются по таблицам 3.1-3.3.

Валовый выброс загрязняющих веществ рассчитывается по нижеследующим формулам:

для помещения с тупиковыми постами:

$$M_i = \sum_{K=1} (m_{L_{ik}} S_{CP} n + m_{PP_{ik}} t_{PP} n) 10^{-3} \quad , \text{ кг/год} \quad (4.2)$$

где $m_{L_{ik}}$ - пробеговый выброс *i*-го вещества автомобилем *K*-ой группы при движении по помещению, г/км;

$m_{PP_{ik}}$ - удельный выброс *i*-го вещества автомобилем *K*-ой группы при прогреве, г/мин;

t_{PP} - время прогрева двигателя, (принимаем 0,5 мин);

S_{CP} – среднее расстояние, пройденное автомобилем от въездных ворот до поста и обратно, км;

n – количество ТО и ТР, проведенных для каждого типа автомобилей за год;

для помещения с поточной линией:

$$M_i^n = \sum_{K=1} (m_{L_{ik}} S n + m_{PP_{ik}} t_{PP} n) 10^{-3} \quad , \text{ кг/год} \quad (4.3)$$

где S – расстояние от въездных ворот до выездных, км;

Если ТО и ТР проводятся в отдельных помещениях, то расчет по формулам 4.1, 4.2 и 4.3 проводится для каждого помещения отдельно.

Общий валовый выброс одноименных веществ определяется их суммированием.

Максимально разовый выброс *i*-го вещества определяется для тупиковых постов:

$$G_i^{TOt} = \frac{PS_{CP} m_{L_{ik}}}{1200} \quad , \text{ г/с} \quad (4.4)$$

где P - количество постов;

S_{CP} - среднее расстояние проходимое автомобилем, км;

$m_{L_{ik}}$ - пробеговый выброс *i*-го вещества при движении по помещению ТО и ТР (табл. 3.1, 3.2), г/км;

для поточного метода обслуживания:

$$G_i^{TON} = \frac{Km_{PP_{ik}} t + m_{L_{ik}} S}{1200} B \quad , \text{ г/с} \quad (4.5)$$

Промышленно-транспортная экология

где K - количество автомобилей, одновременно находящихся на одной поточной линии;

$m_{\text{ПРiк}}$ - удельный выброс i -го вещества при прогреве (табл. 3.1, 3.2), г/мин;

t - время прогрева (0,5 минут) при этом $m_{\text{ПРiк}}$ и $m_{\text{Лiк}}$ берутся для автомобилей наибольшей грузоподъемности из проходящих ТО и ТР, мин.

S - расстояние от въездных ворот до выездных в помещении ТО, км;

B - количество поточных линий в помещении.

В случае нахождения в одном помещении нескольких поточных и тупиковых постов общий максимально разовый выброс одноименных веществ определяется их суммированием:

$$G_i^{TO} = G_i^{TOt} + G_i^{TOн}, \text{ г/с} \quad (4.6)$$

4.3 Расчет выбросов диоксидов серы и соединений свинца от участков технического

обслуживания и текущего ремонта автомобилей

Валовый выброс диоксидов серы (SO_2) для помещений с тупиковыми постами рассчитывается по формуле [2]:

$$M^T_{\text{SO}_2} = \sum_{K=1}^P (m_{\text{LSO}_2K} \cdot S_{\text{CP}} \cdot n_K + m_{\text{ПPSO}_2K} \cdot t_{\text{ПР}} \cdot n_K) \cdot 10^{-6}, \text{ т/год} \quad (4.7)$$

где m_{LSO_2K} - пробеговый выброс SO_2 автомобилем K -ой группы при движении по зоне ТО и ТР, г/км (табл. 3.9);

$m_{\text{ПPSO}_2K}$ - удельный выброс SO_2 при прогреве, г/мин (табл. 3.9);

S_{CP} - среднее расстояние, пройденное автомобилем от въездных ворот до поста и обратно, км;

n_K - количество проведенных ТО и ТР для каждого типа автомобилей в год;

$t_{\text{ПР}}$ - время прогрева, $t_{\text{ПР}} = 0,5$ мин.

Значения m_{LSO_2K} и $m_{\text{ПPSO}_2K}$ принимаются для теплого периода года.

Величина S_{CP} определяется по формуле:

$$S_{\text{CP}} = (S_1 + S_2 + S_3 + S_4)/2, \text{ км} \quad (4.8)$$

где S_1 , S_2 - расстояние от въездных ворот в помещение ТО и ТР до ближайшего поста и от этого поста до выездных ворот, км;

S_3 , S_4 - расстояние от въездных ворот в помещение ТО и ТР до наиболее удаленного поста и от этого поста до выездных ворот, км.

Для помещений с поточными линиями валовый выброс SO_2 составляет:

$$M^П_{\text{SO}_2} = \sum_{K=1}^P (m_{\text{LSO}_2K} \cdot S \cdot n_K + m_{\text{ПPSO}_2K} \cdot t_{\text{ПР}} \cdot n_K) \cdot 10^{-6}, \text{ т/год} \quad (4.9)$$

Промышленно-транспортная экология

где S - расстояние от въездных ворот до выездных, км.

При проведении ТО и ТР в отдельных помещениях расчет валового выброса SO_2 выполняется для каждого помещения отдельно. Общий валовый выброс SO_2 определяется суммированием.

Максимально разовый выброс SO_2 для тупиковых постов (G_{SO_2}) определяют по формуле:

$$G_{SO_2}^T = \frac{P \cdot S_{CP} \cdot m_{LSO_2K}}{1200}, \text{ г/с} \quad (4.10)$$

где P - количество постов;
для поточных линий

$$G_{SO_2}^П = \frac{N_K \cdot m_{ПPSO_2K} \cdot t_{ПП} + m_{LSO_2K} \cdot S \cdot B}{1200}, \text{ г/с} \quad (4.11)$$

где N_K - количество автомобилей, одновременно находящихся на поточной линии;

B - количество поточных линий.

Значения удельных выбросов SO_2 принимаются для автомобилей с наибольшим удельным выбросом, проходивших ТО и ТР.

В случае нахождения в одном помещении поточных и тупиковых постов общий максимально разовый выброс SO_2 определяется суммированием.

Валовый выброс соединений свинца для помещений с тупиковыми постами рассчитывается по формуле:

$$M^T_C = \sum_{K=1}^P 0,7d_C (q_{LK} \cdot S_{CP} \cdot n_K + q_{ППК} \cdot t_{ПП} \cdot n_K) \cdot 10^{-6}, \text{ т/год} \quad (4.12)$$

где d_C - содержание свинца в одном литре бензина (АИ-93 - 0,037 г/л, А-76 - 0,17 г/л);

q_{LK} - расход топлива автомобилем K -ой группы при движении по зоне ТО и ТР, л/км (табл. 4.1);

$q_{ППК}$ - расход топлива при прогреве, л/мин (табл.4.1);

для помещений с поточными линиями -

$$M^П_C = \sum_{K=1}^P 0,7d_C (q_{LK} \cdot S \cdot n_K + q_{ППК} \cdot t_{ПП} \cdot n_K) \cdot 10^{-6}, \text{ т/год.} \quad (4.13)$$

При проведении ТО и ТР в отдельных помещениях расчет валового выброса соединений свинца выполняется для каждого помещения отдельно. Общий валовой выброс соединений свинца определяется суммированием.

Максимально разовый выброс соединений свинца для тупиковых постов G_C определяется по формуле:

$$G_C^T = \frac{0,7d_C \cdot P \cdot S_{CP} \cdot q_{Lk}}{1200}, \text{ г/с} \quad (4.14)$$

для поточных линий -

$$G_C^H = \frac{0,7d_C (N_K \cdot q_{ПРк} \cdot t_{ПР} + q_{Lk} \cdot S) B}{1200}, \text{ г/с} \quad (4.15)$$

где B - количество поточных линий.

Значения q_{Lk} и $q_{ПРк}$ принимаются для автомобилей с бензиновыми двигателями наибольшей грузоподъемности или пассажироместимости, имеющих в АТП (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Удельный расход топлива автомобилями

Категория автомобилей	Удельный расход топлива	
	$q_{ПРк}$, л/мин	q_{Lk} , л/км
Легковые автомобили	0,023	0,131
Грузовые автомобили грузоподъемностью:		
до 1000 кг	0,023	0,152
от 1000 до 3000 кг	0,047	0,199
от 3000 до 6000 кг	0,063	0,290
Свыше 6000 кг	0,063	0,342
Автопоезда	0,063	0,364
Автобусы (класс автобуса):		
Особо малый	0,023	0,136
малый	0,054	0,222
средний	0,063	0,350
большой	0,063	0,390

В случае нахождения в одном помещении поточных и тупиковых постов общий максимально разовый выброс соединений свинца определяется суммированием.

4.4. Расчет выбросов загрязняющих веществ от окрасочного участка

В автотранспортных предприятиях на окрасочных участках, как правило, из оборудования применяется только пневматический пистолет, кроме того, используется ручной инструмент: кисти, шпатель [1].

Отдельные детали в АТП, как правило, не окрашиваются, хотя подкраска отдельных мест кузова (кабины, салона) проводится.

На окрасочных участках в АТП и АОП проводится приготовление краски и подготовка поверхностей автомобиля к окраске, нанесение краски и сушка. Окраска и сушка осуществляется как в специальных камерах, так и просто в помещении окрасочного участка. В процессе выполнения этих работ выделяются загрязняющие вещества как в виде паров растворителей, так и аэрозоля краски.

Промышленно-транспортная экология

Количество выделяемых загрязняющих веществ зависит от применяемых окрасочных материалов, методов окраски и эффективности работы очистных устройств (гидрофилтра).

Так как нанесение шпатлевки осуществляется вручную, практически в атмосферный воздух аэрозоль не выделяется. Наличие растворителей в шпатлевке настолько незначительно, что учитывать это отдельно нецелесообразно. Но в расчет расхода растворителя при окраске к сушке входит и это количество.

Для расчета загрязняющих веществ, выделяющихся на окрасочном участке, необходимо знать нижеследующие данные:

годовой расход краски и их марки;

годовой расход растворителей и их марки;

процентное выделение аэрозолей краски и растворителя при различных методах окраски и при сушке (табл. 4.2);

процент летучей части компонентов, содержащихся в красках и растворителях (табл. 4.3);

наличие и эффективность гидрофилтров (по паспортным данным или по табл. 4.3.).

Расчет выделения загрязняющих веществ на окрасочном участке следует вести раздельно для пигмента краски и для растворителей.

Вначале определяют валовый выброс неиспаряющейся части краски (M_k), в зависимости от марки при окраске различными способами:

$$M_k = mf_1j_k 10^{-4}, \text{ кг/год} \quad (4.16)$$

где m - количество израсходованной краски в год, в кг.;

f_1 - количество неиспаряющейся части краски, в % (табл.4.3);

j_k – доля краски, потерянной в виде аэрозоля при различных способах окраски, в % (табл. 4.2).

Валовый выброс паров растворителей M_p^i , если окраска и сушка проводится в одном помещении, рассчитывается по формуле:

$$M_p^i = (m_1f_{p1p} + mf_2f_{pik} 10^{-2})10^{-2}, \text{ кг/год} \quad (4.17)$$

где m_1 - количество растворителей израсходованных за год, кг;

f_2 - количество испаряющейся части краски, в % (табл. 4.3)

f_{p1p} - количество различных летучих загрязняющих веществ в растворителях, в % (табл. 4.3);

f_{pik} - количество различных летучих загрязняющих веществ, входящих в состав краски (грунтовки, шпатлевки), в % (табл. 4.3).

При применении различных красок и растворителей допускается осуществлять расчет по одному из них, в котором содержится наибольшее количество загрязняющих веществ.

Промышленно-транспортная экология

Валовый выброс загрязняющего вещества, содержащегося в данном растворителе (краске), следует рассчитывать по данной формуле для каждого вещества отдельно.

При проведении окраски и сушки в разных помещениях валовые выбросы подсчитываются по формулам:

для окрасочного помещения

$$M_{PX}^{iook} = M_P^i J_P^i 10^{-2}, \text{ кг/год}, \quad (4.18)$$

для помещения сушки -

$$M_{PX}^{iccy} = M_P^i J_P^i 10^{-2}, \text{ кг/год}. \quad (4.19)$$

Общая сумма валового выброса однотипных компонентов определяется по формуле:

$$M_{OB}^i = M_{PX}^{iccy} + M_{PX}^{iook} + \dots, \text{ кг/год}. \quad (4.20)$$

Максимально разовое количество загрязняющих веществ (G_{OK}^i), выброшенных в атмосферу, определяется в граммах за секунду в наиболее напряженное время работы, когда расходуется наибольшее количество окрасочных материалов (например, в дни подготовки к годовому осмотру). Такой расчет производится для каждого компонента отдельно по формуле:

$$G_{OK}^i = \frac{P^i 10^3}{3600nt}, \text{ г/с} \quad (4.21)$$

где t - число рабочих часов в день в наиболее напряженный месяц, час;

n - число дней работы участка в этом месяце;

P^i - валовой выброс аэрозоля краски и отдельных компонентов растворителей за месяц, выделившихся при окраске и сушке, рассчитывают по формулам (4.16, 4.17, 4.18, 4.19, 4.20). При этом принимается m - масса краски и m' - масса растворителя, израсходованных за самый напряженный месяц.

При наличии работающих устройств для улавливания загрязняющих веществ, выделяющихся при окраске и сушке, масса уловленных загрязняющих веществ в кг определяется по формуле:

$$I^i = \frac{M^i A \eta_T}{100}, \text{ кг/год} \quad (4.22)$$

где M^i - масса выделившегося i -го загрязняющего компонента в ходе производства (окраски, сушки), т.е. рассчитанная по формулам 4.16, 4.17, 4.18, 4.19 за год;

A - коэффициент, учитывающий исправную работу очистных устройств;

Промышленно-транспортная экология

η_T - эффективность данной очистной установки по паспортным данным в %.
Коэффициент А рассчитывают по формуле:

$$A = N/N_1, \quad (4.23)$$

где N – количество дней исправной работы очистных сооружений за год;

N_1 – количество дней работы окрасочного участка за год.

Валовый выброс загрязняющих веществ, попадающих в атмосферу при наличии очистных устройств, будет определяться при окраске и сушке по каждому компоненту отдельно по формуле:

$$M_{Xi}^{Oci} = M^i - I^i, \text{ кг/год.} \quad (4.24)$$

Максимальный разовый выброс загрязняющих веществ при наличии очистных устройств определяется по формуле:

$$G_{Okl}^i = \frac{(P' - B')10^3}{3600nt}, \text{ г/с;} \quad (4.25)$$

при этом

$$B' = P' \cdot A \cdot \eta \cdot 10^{-2}, \text{ кг/месяц,} \quad (4.26)$$

где P' – определяют по формулам (4.16, 4.17, 4.18, 4.19) для каждого компонента отдельно. При этом принимаются m - масса краски и m' - масса растворителя, израсходованных за самый напряженный месяц.

Таблица 4.2

Доля выделения загрязняющих воздух веществ (%) при окраске и сушке

Способ окраски	Выделение вредных компонентов		
	Доля краски (%), потерянной в виде аэрозоля (j_k)	Доля растворителя (%), выделяющегося при окраске (j'_p)	Доля растворителя (%), выделяющегося при сушке (j''_p)
пневматическое	30	25	75
безвоздушное	2,5	23	77
пневмоэлектростатическое	3,5	20	80
электростатическое	0,3	50	50

Таблица 4.3

Количество летучей части отдельных компонентов наиболее распространенных лакокрасочных материалов

Марка лакокрасочных материалов	Компоненты, входящие в состав летучей части лакокрасочных материалов и растворителей, % (f_p)												Летучая часть, f_2	Сухой остаток, % f_1
	Ацетон	Бутиловый спирт	Бутил ацетат	Ксилол	Уайт спирит	Толуол	Этиловый спирт	Этил целозоль	Этил ацетат	Сольвент	Изобутиловый спирт	Бензин		
Растворитель 646	7	15	10	-	-	50	10	8	-	-	-	-	100	-
Растворитель 648	-	20	50	-	-	20	10	-	-	-	-	-	100	-

Промышленно-транспортная экология

Растворитель Р-4	26	-	12	-	-	62	-	-	-	-	-	-	100	-
Эмаль МС-17	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	60	40
Эмаль МЛ-12	-	10	-	-	90	-	-	-	-	-	-	-	65	35
Эмаль МЛ-152	-	21	-	40	13	-	-	-	-	14	9,5	2,7	62	38
Грунтовка:														
ФЛ-ОЗК	-	-	-	50	50	-	-	-	-	-	-	-	30	70
ВЛ-02	-	25	-	-	-	-	75	-	-	-	-	-	79	21
МЛ-029	-	43	-	54	-	-	-	-	-	-	-	-	74	26
ГФ-017	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	61	39
Шпатлевка:														
ПФ-002	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	25	75
ЭП-001	-	-	-	-	-	55	45	-	-	-	-	-	15	85

4.5. Расчет выбросов загрязнявших веществ от кузнечного участка

В АТП и АОП на кузнечных участках выполняются как кузнечные, так и термические работы. Основным оборудованием кузнечных участков является: кузнечные горны (нагревательные печи), кузнечные молоты, закалочные ванны.

Кузнечный горн (нагревательная печь) может работать на твердом топливе (уголь), жидком (мазуте), газе и электричестве. В закалочных ваннах применяются масла.

В результате выполняемых на кузнечном участке работ в воздух помещения и далее в атмосферу выделяются: оксид углерода, оксиды азота, сернистый ангидрид (диоксид серы), пары и аэрозоли масел.

Для расчета выбросов загрязняющих веществ кузнечным участком необходимо иметь нижеследующие данные:

вид топлива, применяемого в горне (печи);

количество потребляемого топлива за год (по отчетным данным предприятия);

количество закалочных ванн;

применяемая для закалки и отпуска жидкость.

Для расчета берется «чистое» время работы ванны за смену и определяется суммой отрезков времени нахождения отдельных деталей в ванне. «Чистое» время работы закалочной ванны - это время, когда из ванны выделяются пары и аэрозоли, т.е. с момента опускания раскаленного металла в ванну и до его охлаждения, когда из ванны уже не выделяется пар.

Для расчетов валовых выбросов при сгорании различных видов топлива в горне данные по удельным величинам выделяющихся вредных веществ приведены в табл. 4.4 [1].

Таблица 4.4

Характеристика топлива при нормальных условиях (q_T – зольность топлива; S^r – содержание серы в топливе; Q_i^r – низшая теплота сгорания натурального топлива)

Наименование топлива	$q_T, \%$	$S^r, \%$	$Q_i^r, \text{МДж/кг}$
1	2	3	4
Угли			
Донецкий бассейн	28,0	3,5	18,50
Днепровский бассейн	31,0	4,4	6,45

Промышленно-транспортная экология

Подмосковный бассейн	39,0	4,2	9,88
Печерский бассейн	31,0	3,2	17,54
Кизеловский бассейн	31,0	6,1	19,65
Челябинский бассейн	29,9	1,0	14,19
Южноуральский бассейн	6,6	0,7	9,11
Карагандинский бассейн	27,6	0,8	21,12
Экибастузский бассейн	32,6	0,7	18,94
Тургайский бассейн	11,3	7,6	13,18
Кузнецкий бассейн	13,2	0,4	22,93
Горловский бассейн	11,7	0,4	26,12
Кузнецкий (открытая добыча)	11,0	0,4	21,46
Канско-Ачинский бассейн	6,7	0,2	15,54
Минусинский бассейн	17,2	0,5	20,16
Иркутский бассейн	27,0	1,0	17,93
Бурятский бассейн	16,9	0,7	16,88
Партизанский (Сучанский)	34,0	0,5	20,81
Раздольненский	32,0	0,4	19,64
Сахалинский	22,0	0,4	17,84
Горючие сланцы			
Эстонсланец	50,0	1,6	11,34
Ленинградсланец	54,2	1,6	9,50
Торф			
Росторф в целом	12,5	0,3	8,12
Другие виды топлива			
Дрова	0,6	-	10,24
Мазут малосернистый	0,1	0,5	40,30
Мазут сернистый	0,1	1,9	39,85
Мазут высокосернистый	0,1	4,1	38,89
Дизельное топливо	0,025	0,3	42,75
Соляровое масло	0,02	0,3	42,46

1	2	3	4
Природный газ из газопроводов			
Саратов-Москва	-	-	35,80
Саратов-Нижний Новгород	-	-	36,13
Ставрополь-Москва	-	-	36,00
Серпухов-Санкт-Петербург	-	-	37,43
Брянск-Москва	-	-	37,30
Промысловка-Астрахань	-	-	35,04
Ставрополь-Невиномыск-Грозный	-	-	35,63
Уренгой-Помары-Ужгород	-	-	41,75

Валовые выделения для горна или печи рассчитываются для каждого вещества отдельно.

Валовый выброс твердых частиц в дымовых газах определяют по формуле:

$$M_T = q_T \cdot m \chi \left(1 - \frac{\eta_T}{100}\right), \quad \text{т/год} \quad (4.27)$$

где q_T – зольность топлива, % (табл. 4.4.);

m – количество израсходованного топлива за год, т;

Промышленно-транспортная экология

χ – безразмерный коэффициент (табл. 4.5);

η_T – эффективность золоулавливателей, %, (табл. 4.6).

Таблица 4.5

Значение коэффициента χ в зависимости от типа топки и топлива

Тип топки	Топливо	χ
С неподвижной решеткой и ручным забросом	Бурые и каменные угли	0,0023
	Антрациты:	
	АС и АМ	0,0030
	АРШ	0,0078
С пневмомеханическими забрасывателями и неподвижной решеткой	Бурые и каменные угли	0,0026
	Антрациты АРШ	0,0088
С цепной решеткой прямого хода	Антрацит АС и АМ	0,0020
С забрасывателями и цепной решеткой	Бурые и каменные угли	0,0035
Шахтная	Твердое топливо	0,0019
Шахтно-цепная	Торф кусковой	0,0019
Наклонно-переталкивающая	Эстонские сланцы	0,0025
Слоевые топки бытовых теплоагрегатов	Дрова	0,0050
	Бурые угли	0,0011
	Каменные угли	0,0011
	Антрацит, тощие угли	0,0011
Камерные топки: паровые и водогрейные котлы	Мазут	0,010
бытовые теплогенераторы	Газ природный, попутный и коксовый	-
	Газ природный	-
	Легкое жидкое (печное) топливо	0,010

Таблица 4.6

Средние эксплуатационные эффективности аппаратов газоочистки и пылеулавливания

Аппарат, установка	Эффективность улавливания, η_T , %	
	твердых и жидких частиц	газообразных и парообразных компонентов
Отходящие газы котельных		
Батарейные циклоны типа БЦ-2	85	-
Батарейные циклоны на базе секции СЭЦ-24	93	-
Батарейные циклоны типа БЦР-150У	93-93	-
Электрофильтры	97-99	-
Центробежные скрубберы ЦС-ВТИ	88-90	-
Мокропрутковые золоуловители ВТИ	90-92	-
Жалюзийные золоуловители	75-85	-
Групповые циклоны ЦН-15	85-90	-
Дымосос-пылеуловитель ДП-10	90	-
Аспирационный воздух от оборудования механической обработки материалов		
а) Аппараты и установки сухой очистки		
Пылеосадочные камеры	45-55	-
Циклоны ЦН-15	80-85	-
Циклоны ЦН-11	81-87	-
Циклоны СДК-ЦН-33, СК-ЦН-34	85-93	-
Конические циклоны СИОТ	60-70	-
Циклоны ВЦНИИОТ с обратным конусом	60-70	-

Промышленно-транспортная экология

Циклоны Клайпедского ОЭКДМ, Гидродревпрома	60-90	-
Групповые циклоны	85-90	-
Батарейные циклоны БЦ	82-90	-
Рукавные фильтры	99 и выше	-
Сетчатые фильтры (для волокнистой пыли)	93-96	-
Индивидуальные агрегаты типа ЗИЛ-900, АЭ212, ПА212 и др.	95	-
Циклоны ЛИОТ	70-80	-
б) Аппараты и установки мокрой очистки		
Циклоны с водяной пленкой ЦВП и СИОТ	80-90	-
Полые скрубберы	70-89	-
Пенные аппараты	75-90	-
Центробежный скруббер ЦС-ВТИ	88-93	-
Низконапорные пылеуловители КМП	92-96	-
Пылеуловители вентиляционные мокрые типа ПВМ, ПВ-2	97-99	-
Грубы Вентури типа ГВПВ	90-94	-
Вентиляционные выбросы при окраске изделий		
Гидрофильтры:		
форсуночные	86-92	-
каскадные	90-92	20-30
барботажно-вихревые	94-97	40-50
Установки рекуперации растворителей (адсорбция твердыми поглотителями)	-	92-95
Установки термического окисления паров растворителей	-	92-97
Установки каталитического окисления паров растворителей	-	95-99

Валовый выброс оксида углерода рассчитывают по формуле:

$$M_{co} = C_{co} \cdot m \left(1 - \frac{q_1}{100}\right) \cdot 10^{-3}, \quad \text{т/год} \quad (4.28)$$

где C_{co} – выход окиси углерода при сжигании топлива, кг/т; кг/тыс. м³;

q_1 – потери теплоты вследствие механической неполноты сгорания, % (табл. 4.7);

m – количество израсходованного топлива, т/год, тыс. м³/год.

$$C_{co} = q_2 \cdot R \cdot Q_f^f, \quad (4.29)$$

где q_2 – потери теплоты вследствие химической неполноты сгорания топлива, % (табл. 4.7);

R – коэффициент, учитывающий долю потери теплоты вследствие химической неполноты сгорания топлива:

$R=1$ – для твердого топлива,

$R=0,5$ – для газа,

$R=0,65$ – для мазута;

Q_f^f – низшая теплота сгорания натурального топлива (см. табл. 4.4).

Таблица 4.7

Характеристика топок котлов малой мощности

Тип топки и котла	Топливо	q_2	q_1
Топка с цепной решеткой	Донецкий антрацит	0,5	13,5/10
Шахтно-цепная топка	Горф кусковой	1,0	2,0

Промышленно-транспортная экология

Топка с пневмомеханическими забрасывателями и цепной решеткой прямого хода	Угли типа кузнецкий	0,5-1	5,5/3
	Угли типа донецкий	0,5-1	6/3,5
	Бурые угли	0,5-1	5,5/4
Топка с пневмомеханическими забрасывателями и цепной решеткой обратного хода	Каменистые угли	0,5-1	5,5/3
	Бурые угли	0,5-1	6,5/4,5
Топка с пневмомеханическими забрасывателями и неподвижной решеткой	Донецкий антрацит	0,5-1	13,5-10
	Бурые угли типа подмосковных	0,5-1	9/7,5
	Бурые угли типа бородинских	0,5-1	6/3
	Угли типа кузнецких	0,5-1	5,5/3
Шахтная топка с наклонной решеткой	Дрова, дробленые отходы, опилки, торф кусковой	2	2
Топка скоростного горения	Дрова, щепа, опилки	1	4/2
Слоевая топка котла парапроизводительностью более 2 т/ч	Эстонские сланцы	3	3
Камерная топка с твердым шлакоудалением	Каменные угли	0,5	5/3
	Бурые угли	0,5	3/1,5
	Фрезерный торф	0,5	3/1,5
Камерная топка	Мазут	0,5	0,5
	Газ (природный, попутный)	0,5	0,5
	Доменный газ	1,5	0,5

Примечание:

1). В колонке 4 большие значения – при отсутствии средств уменьшения уноса, меньшие – при остром дутье и наличии возврата уноса, а также для котлов производительностью 25-35 т/ч.

Валовые выбросы оксидов азота

$$M_{NO_2} = g \cdot V \cdot 10^{-3}, \text{ т/год} \quad (4.30)$$

где g – количество оксидов азота, выделяющихся при сжигании топлива (кг/т, кг/1000м³), табл. 4.8;

V – количество сжигаемого топлива в кузнечном горне в год (т, м³).

Максимально разовый выброс (NO₂) определяется по формуле:

$$G_{NO_2} = \frac{M_{NO_2} \cdot 10^6}{n \cdot 3600t}, \text{ г/с} \quad (4.31)$$

где n – количество дней работы горна в год;

t – время работы горна в день (ч).

Таблица 4.8

Удельные выделения оксидов азота (g) при сжигании различного вида топлива

Вид топлива	Удельные выделения оксида азота кг/т, кг/1000м ³ , g	Вид топлива	Удельные выделения оксида азота кг/т, кг/1000м ³ , g
Угли:		Иркутский	1,81
Донецкий	2,21	Бурятский	1,45
Днепровский	2,06	Сахалинский	1,89
Подмосковный	0,95	Торф	1,25
Печерский	2,17	Другие виды топлива:	
Кизеловский	1,87	Дрова	0,78

Промышленно-транспортная экология

Челябинский	1,27	Мазут:	
Карагандинский	1,97	малосернистый	2,57
Кузнецкий	2,23	высокосернистый	2,46
Канско-ачинский	1,21	Природный газ	2,15

Валовый выброс оксидов серы определяется только для твердого и жидкого топлива по формуле:

$$M_{SO_2} = 0,02m \cdot S^r (1 - \eta'_{SO_2})(1 - \eta''_{SO_2}), \text{ т/год} \quad (4.32)$$

где S^r – содержание серы в топливе, % (см. табл. 4.4);

η'_{SO_2} – доля оксидов серы в топливе, связываемых летучей золой топлива.

Для эстонских или ленинградских сланцев – 0,5; углей Канско-Ачинского бассейна – 0,2 (Березовских - 0,5); экибастузских углей – 0,02, прочих углей – 0,1; мазута – 0,2; торфа – 0,15.

η''_{SO_2} – доля оксидов серы, улавливаемых в золоуловителе. Для сухих золоуловителей принимается равной 0.

Максимально разовый выброс SO_2 определяется по формуле:

$$G_{SO_2} = \frac{0,02m \cdot S^r (1 - \eta'_{SO_2})(1 - \eta''_{SO_2}) \cdot 10^6}{n \cdot 24 \cdot 3600}, \text{ г/с} \quad (4.33)$$

где n – количество дней в самом холодном месяце этого года.

«Чистое» время определяется руководителем участка, о чем составляется акт.

Максимально разовое выделение загрязняющих веществ рассчитывается для каждого горна в отдельности по формуле:

$$G_i^z = \frac{M_i 10^3}{3600nt}, \text{ г/с} \quad (4.34)$$

где t - время работы горна в день, час;

n - количество рабочих дней кузнечного участка за год;

M_i - валовые выделения i -го вещества, кг/год.

Валовые выделения от ванн при закалке или отпуске определяют по формуле:

$$M^B = g_i^B \cdot m \cdot t \cdot n \cdot 10^{-3}, \text{ кг/год.} \quad (4.35)$$

Максимально разовый выброс

$$G_i^a = \frac{g_i^a m}{3600}, \text{ г/с} \quad (4.36)$$

Промышленно-транспортная экология

где g^b_i - количество загрязняющего вещества, выделяющегося из одной ванны, г/час. Принимаем, что для каждой масляной ванны выделение аэрозолей и паров масел составляет 10 г/час;

m - количество ванн на кузнечном участке;

t - "чистое" время работы ванн за день, час;

n - количество рабочих дней кузнечного участка за год.

4.6. Расчет выбросов загрязняющих веществ от сварки и резки металлов

На производственных участках АТП, АОП и др. используется газовая сварка и резка металла, а также электродуговая сварка штучными электродами.

В связи с тем, что "чистое" время проведения электросварочных работ трудно определить, количество загрязняющих веществ, выделяющихся при электросварке, удобнее подсчитывать по удельным показателям, отнесенным к расходу сварочных материалов [1].

В таблице 4.9 приводятся удельные показатели выделения загрязняющих веществ при электросварке сталей штучными электродами.

Валовый выброс загрязняющих веществ при ручной электродуговой сварке определяется по формуле:

$$M^c_i = g^c \cdot B \cdot 10^{-3}, \text{ кг/год} \quad (4.37)$$

где g^c - удельный показатель выделяемого загрязняющего вещества в г/кг сварочного материала (табл.4.9)

B - масса расходуемых за год электродов, кг.

При газовой сварке стали ацетилено-кислородным пламенем выделяются оксиды азота в количестве 22 г на 1 кг ацетилена.

При газовой сварке стали с использованием пропан-бутановой смеси выделяются оксиды азота в количестве 15 г на 1 кг смеси. Расчет валового выброса загрязняющих веществ при газовой сварке ведется по той же формуле, что и для электродуговой сварки, только вместо массы расходуемых электродов берется масса расходуемого газа.

Максимально разовый выброс определяется по формуле:

$$G^c_i = \frac{g^c_i b}{3600t}, \text{ г/с} \quad (4.38)$$

где b - максимальное количество электродов (газа), расходуемого в течение рабочего дня, кг (m^3);

t - время, затрачиваемое на сварку в течение рабочего дня, час.

Таблица 4.9

Удельные выделения загрязняющих веществ при электросварке (g^c_i)

Промышленно-транспортная экология

Марка электродов	Количество выделяющихся загрязняющих веществ (g ^с) в г/кг израсходованных электродов						
	Твердые частицы сварочного аэрозоля				Газообразные вещества		
	Общее количество твердых частиц (пыли)	В том числе			Фтористый водород	Оксиды азота	Оксид углерода
		Марганец и его оксиды	Оксиды хрома	Фториды			
1	2	3	4	5	6	7	8
УОНИ 13/45	18,0	0,90	1,40	3,45	0,75	1,50	13,3
УОНИ 13/55	16,0	1,10	1,00	1,00	-	2,70	13,3
УОНИ 13/65	7,5	1,41	0,80	0,80	1,16	-	-
УОНИ 13/80	11,2	0,78	1,05	1,05	1,14	-	-
УОНИ 13/85	12,1	0,69	1,30	1,30	1,10	-	-
АНО-1	9,6	0,43	-	-	2,13	-	-
АНО-3	17,0	2,20	-	-	-	-	-
АНО-4	17,8	1,05	0,41	-	-	-	-
АНО-5	10,7	1,44	-	-	-	-	-
АНО-6	16,3	1,54	-	-	-	-	-
ОЗС-3	15,2	0,41	-	-	-	-	-
1	2	3	4	5	6	7	8
ОЗС-4	9,9	1,37	-	-	-	-	-
ОЗС-6	11,4	0,86	-	-	1,53	-	-
ЭА-606/11	10,25	0,68	0,30	1,90	0,004	1,3	1,4
ЭА-395/9	18,5	1,20	0,32	-	0,9	-	0,5
ЭА-98/15	10,3	0,74	0,81	-	0,8	-	-
ЭА-400/10у	7,2	0,48	0,85	0,02	-	0,99	-
ЭА-903/12	25,0	2,80	-	-	-	-	-
ЭА-48А/2	17,8	0,45	0,91	0,33	1,68	0,9	1,9
ЭА48М/22	10,6	1,00	0,85	1,70	0,003	0,7	-
МР-3	10,6	1,56	-	-	0,40	-	-
МР-4	10,8	1,08	-	-	1,53	-	-

Примечание:

1). В таблице приведены усредненные данные по основным показателям, которые в зависимости от толщины электродов и режимов сварки могут корректироваться.

Для определения количества загрязняющих веществ, выделяющихся при резке металла, используются удельные показатели (г/час), приведенные в табл. 4.5.

Валовый выброс при газовой резке определяют по формуле:

$$M^p_i = g_i^p t_p n \cdot 10^{-3}, \text{ кг/год} \quad (4.39)$$

где g_i^p - удельный выброс загрязняющих веществ в г/час (см. табл. 4.10);

t_p - "чистое" время газовой резки металла в день, (час)

n - количество дней работы участка в году.

Таблица 4.10

Удельные показатели количества загрязняющих веществ, выделяющихся при резке металла

Вид разрезаемого	Толщина	Выделение загрязняющих веществ (g ⁱ ^p) в г/час
------------------	---------	---

Промышленно-транспортная экология

металла	разрезаемых листов, мм	Сварочный аэрозоль, г/час	Окислы марганца	Окислы хрома	Оксид углерода	Оксиды азота
Сталь углеродистая низколегированная	5	74,0	2,31	-	49,5	39,0
	10	131,0	3,79	-	63,4	64,1
Сталь качественная, легированная	5	82,5	-	3,96	42,9	33,6
	10	145,5	-	6,68	55,2	43,4

Максимально разовый выброс при газовой резке определяется по формуле:

$$G = \frac{g_i^p}{3600}, \text{ г/с} \quad (4.40)$$

Для подсчета общих валовых и максимально разовых выбросов от сварочного участка выбросы одинаковых загрязняющих веществ суммируются.

4.7. Расчет выбросов загрязняющих веществ от аккумуляторного участка

При зарядке аккумуляторных батарей максимальное количество загрязняющих веществ выделяется в конце заряда.

Для расчета выбросов серной кислоты на аккумуляторном участке используется удельное выделение аэрозоля серной кислоты, которое для свинцовых аккумуляторов принято равным 1 мг/А.ч.

Валовый выброс серной кислоты подсчитывается по формуле:

$$M^A_i = 0,9g(Q_{1a_1} + Q_{2a_2} + \dots + Q_{na_n})10^{-6}, \text{ кг/год} \quad (4.41)$$

где g - удельное выделение серной кислоты, принятое равным 1 мг/А.ч. [1];
 Q_{1-n} - номинальная емкость каждого типа аккумуляторных батарей, имеющихся в АТП, А.ч.;

a_{1-n} - количество проведенных зарядок батарей соответствующей емкости за год (по данным учета в АТП).

Расчет максимально разового выброса серной кислоты производится исходя из условий, что мощность зарядных устройств используется с максимальной нагрузкой. При этом сначала определяется валовый выброс за сутки:

$$M^A_{сут} = 0,9g(Qn') 10^{-6}, \text{ кг/год} \quad (4.42)$$

где Q - номинальная емкость наиболее емких аккумуляторных батарей, имеющихся в АТП;

n' - количество вышеуказанных батарей, которые можно одновременно подсоединить к зарядному устройству.

Максимально разовый выброс серной кислоты определяется по формуле:

$$G^A_{раз} = \frac{M^A_{сут} 10^3}{3600m}, \text{ г/с} \quad (4.43)$$

Промышленно-транспортная экология

где m – цикл проведения зарядки за день. Принимаем $m = 10$ час.

Кроме того, при разборке и сборке аккумуляторных батарей используют битумную мастику, при разогреве которой выделяется аэрозоль масла. При отливке свинцовых клемм и межэлементных соединений выделяется свинец.

Валовый выброс масляного тумана и свинца определяется по формуле:

$$M^A_i = m_i \cdot t \cdot n \cdot S \cdot 10^{-3}, \text{ кг/год} \quad (4.44)$$

где m_i - удельный выброс i -го вещества на единицу площади зеркала тигля, г/см^2 (табл.4.11);

n - количество разогревов тигля в год;

S - площадь зеркала тигля, в котором плавится свинец (битумная мастика), м^2 ;

t - время нахождения свинца (мастики) в расплавленном виде в тигле при одном разогреве.

Максимально разовый выброс рассчитывают по формуле:

$$G^A_i = m_i \cdot S, \text{ г/с.} \quad (4.45)$$

Таблица 4.11

Удельные показатели m_i выделения загрязняющих веществ при ремонте аккумуляторных батарей (на единицу площади зеркала тигля, г/с.м^2)

Наименование технологического процесса	Применяемые материалы	Температура, °С	Выделяемое загрязняющее вещество	
			Наименование	Удельные количества, г/с.м^2
Восстановление, отливка межэлементных перемычек и клеммных выводов	расплав свинца	300-500	свинец	0,0013
Приготовление битумной мастики для ремонта корпусов аккумуляторов	расплав мастики	100-150	масло минеральное нефтяное (масляный туман)	0,003

4.8. Расчет выбросов загрязняющих веществ от шиноремонтного участка

При ремонте резинотехнических изделий (камеры, покрышки и т.п.) выделяются загрязняющие вещества.

При обработке местных повреждений выделяется резиновая пыль. При приготовлении клея, промазке клеем и сушке выделяются пары бензина. При вулканизации выделяется сернистый ангидрид, дивинил, изопрен.

Для расчета выбросов загрязняющих веществ участком ремонта резинотехнических изделий необходимо иметь следующие исходные данные:

удельные выделения загрязняющих веществ при ремонте камер и покрышек; количество расходуемых за год материалов (клей, резина для ремонта камер и покрышек);

время работы шероховальных станков в день.

Удельные выделения берутся из табл. 4.12, 4.13 [1].

Таблица 4.12

Удельное выделение q_n пыли при шероховке

Наименование операции	Наименование выделяемых загрязняющих веществ	Агрегатное состояние	Удельное выделение при работе единицы оборудования g_n за сек (г)
Шероховка мест повреждения камер	пыль	а	0,0226
Шероховка мест повреждения покрышек	пыль	а	0,051

Примечание: данные получены на основании испытаний, проведенных в НИИАТ.

Таблица 4.13

Удельные выделения загрязняющих веществ g_i в процессе ремонта резинотехнических изделий

(п – пыль, а – агрегатное состояние)

Операция технологического процесса	Применяемые вещества и материалы	Выделяемые вредные вещества		
		Наименование	Агрегатное состояние, п,а, п+а	Удельное количество, g^B_i , г/кг
Приготовление, нанесение и сушка клея	технический каучук, бензин	бензин	п	900
Вулканизация покрышек	невулканизированная протекторная и прослоечная резина	сернистый ангидрид	п	0,0054
		дивинил	п	0,213
		изопрен	п	0,0162
Вулканизация камер	вулканизированная камерная резина	сернистый ангидрид	п	0,0054

Валовые выделения пыли рассчитывают по формуле:

$$M^p_i = g_i^p \cdot t \cdot n \cdot 3600 \cdot 10^{-3}, \text{ кг/год} \quad (4.46)$$

где g_i^p - удельный показатель выделения пыли при работе единицы оборудования (табл. 4.12) в течение 1 сек (г);

n - число дней работы участка в году;

t - среднее "чистое" время работы шероховального станка в часах в день.

Такой расчет производится отдельно для камер и покрышек, а полученные результаты суммируются.

Валовые выбросы остальных загрязняющих веществ определяют по формуле:

$$M^B_i = g^B_i \cdot V \cdot 10^{-3}, \text{ кг/год} \quad (4.47)$$

где g^B_i – удельный показатель выделяемого загрязняющего вещества, г/кг ремонтных материалов, клея в процессе его нанесения с последующей сушкой и вулканизацией (табл. 4.13);

Промышленно-транспортная экология

B – количество израсходованных ремонтных материалов, в кг в год (клей, резина, бензин).

Максимально разовый выброс пыли при шероховке берется из табл. 4.12.

Максимально разовый выброс бензина определяют по формуле:

$$G = \frac{g_i^e B'}{3600t}, \text{ г/с} \quad (4.48)$$

где B' – количество израсходованного бензина в день, кг;

t – время, затрачиваемое на приготовление, нанесение и сушку клея в день, час.

Максимально разовый выброс остальных веществ определяют по формуле:

$$G = \frac{M_i^e \cdot 10^3 \cdot a}{3600 \cdot n \cdot t}, \text{ г/с} \quad (4.49)$$

где t – время вулканизации на одном станке в день, час;

n – количество дней работы участка в год;

a – количество вулканизационных станков на участке.

4.9. Расчет выбросов загрязняющих веществ от деревообрабатывающего участка

В процессе механической обработки древесины выделяется древесная пыль. Количество выделяемой пыли зависит от технологического процесса механической обработки древесины (пиление, фрезерование, строгание, сверление), типа используемого оборудования и количества переработанной древесины.

На предприятиях могут встречаться такие образцы оборудования, которые уже не выпускаются, данных о количестве отходов при обработке древесины на них не имеется, поэтому их следует принимать по аналогичным образцам современного оборудования.

Расчет количества выделяемой пыли ведется по удельным показателям в зависимости от времени работы каждой единицы оборудования.

Количество отходов и пыли, образующихся при механической обработке древесины, приведены в таблице 4.14 [1].

Таблица 4.14

Удельные выделения твердых отходов и пыли

Наименование станков	Модель, марка станков	Количество отходов, образующихся при обработке древесины при работе единицы оборудования в течение 1с (г)	
		общие отходы	Древесная пыль размером менее 200 мкм (г)
Круглопильные	Ц-2М, Ц-3, Ц-5, Ц-6, Ц6-2	9,31	1,83
	ЦКБ-4, ЦУ-2	14,00	1,39

Промышленно-транспортная экология

	ЦР-2, ЦР-3, ЦР-4	14,00	1,19
	УН, УН-1, УС-2М	7,03	1,31
	ПАРК-8	17,00	0,69
Строгальные и фуговальные	СФГ	13,00	0,81
	СФБ-Г	24,39	1,00
	СФ25-1	12,00	0,69
	СФ-2, СФ-3, СФ-4	9,72	2,31

«Чистое» время работы на том или ином станке в день определяется руководителем участка, о чем составляется акт.

Валовый выброс пыли при каждой операции определяют по формуле:

$$M^g = g \cdot t \cdot n \cdot 3600 \cdot 10^{-3} \cdot k, \text{ кг/год} \quad (4.50)$$

где g - удельный показатель количества пыли в отходах при работе единицы оборудования в секунду (г), таблица 4.14;

t - время работы станка в день, час;

n - количество станков данного типа;

k - число дней работы участка в году.

Максимально разовый выброс берется из таблицы 4.14.

При наличии на участке очистных устройств расчет выбросов осуществляется следующим образом: определяем массу улавливаемой пыли в зависимости от типа устройств по формуле:

$$J_y^g = \frac{M^g \cdot A \cdot \eta_T}{100}, \text{ кг/год}, \quad (4.51)$$

где M^g - валовый выброс пыли за год;

A - коэффициент, учитывающий исправную работу очистного устройства;

η_T - эффективность очистки данного устройства представлена в табл. 4.6.

Коэффициент A рассчитывают по формуле:

$$A = N/N_1, \quad (4.52)$$

где N – количество дней исправной работы очистных сооружений за год;

N_1 – количество дней работы деревообрабатывающего участка.

Масса пыли, попадающей в атмосферу (валовой выброс) при наличии очистных устройств, определяется по формуле:

$$M_o^g = M^g - J_y^g, \text{ кг/год}. \quad (4.53)$$

Максимально разовый выброс при наличии очистных устройств

$$G_p^g = g \cdot \left(1 - \frac{\eta_T \cdot A}{100} \right), \text{ г/с}. \quad (4.54)$$

Промышленно-транспортная экология

Для определения общих валовых и максимально разовых выбросов от деревообрабатывающего участка выбросы пыли от разного деревообрабатывающего оборудования суммируются.

4.10. Расчет выбросов загрязняющих веществ от участка металлообработки

На участке металлообработки для ремонта, изготовления различных деталей, изделий используется, в основном, следующее оборудование: токарные, фрезерные, заточные и сверлильные станки. В отдельных предприятиях кроме этих станков используются шлифовальные, строгальные и др.

Характерной особенностью процессов механической обработки металлов холодным способом является выделение твердых частиц (пыли), а при применении смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) - аэрозоли. В качестве СОЖ применяют нефтяные минеральные масла, различные эмульсии.

Механической обработке подвергаются металлы (сталь, чугун, сплавы цветных металлов), а также неметаллические материалы. Металлообработка осуществляется в специально оборудованных цехах или участках автотранспортных предприятий. Кроме того, отдельные металлообрабатывающие станки могут быть установлены в цехах и на участках технического обслуживания и ремонта топливной аппаратуры, электрооборудования и т.д.

Для расчета выбросов загрязняющих веществ при металлообработке необходимы следующие исходные данные:

характеристика металлообрабатывающего оборудования;

время работы единицы станочного оборудования;

номенклатура материалов, подвергающихся обработке;

удельное количество пыли, аэрозолей, выделяющихся при работе на металлообрабатывающем оборудовании.

Характеристика металлообрабатывающего оборудования: тип, мощность и другие показатели, необходимые для расчета, устанавливаются по данным службы отдела главного механика (ОГМ) предприятия.

«Чистое» время работы единицы станочного оборудования в день – это время, которое идет собственно на изготовление детали без учета времени на ее установку и снятие. «Чистое» время работы единицы станочного оборудования в день определяется руководителем участка, о чем составляется акт.

Удельное количество пыли и аэрозолей, выделяющихся при работе на металлообрабатывающем оборудовании, берется из таблиц 4.15 и 4.16 [1].

Таблица 4.15

Удельное выделение пыли (г/с) основным технологическим оборудованием при механической обработке металла без охлаждения

Оборудование	Определяющая характеристика оборудования	Вещество	Количество (г ^с), г/с
Круглошлифовальные станки	диаметр шлифовального круга, мм	абразивная и металлическая пыль	
	150		0,0325
	300		0,043

Промышленно-транспортная экология

	350		0,047
	400		0,05
	600		0,065
	750		0,075
	900		0,086
Плоскошлифовальные станки	175	То же	0,036
	250		0,042
	350		0,05
	400		0,055
	450		0,059
	500		0,0625
Бесцентрошлифовальные станки	30-100	То же	0,0126
	395-500		0,019
	480-600		0,025
Заточные станки	диаметр абразильного круга, мм	То же	
	100		0,0097
	150		0,01
	200		0,02
	250		0,037
	300		0,034
	350		0,041
	400		0,0475
	450		0,054
	500		0,06
	550		0,067

Валовый выброс каждого загрязняющего вещества на участке металлообработки определяется отдельно для каждого станка по формуле:

$$M_i^c = g_i^c \cdot t_i \cdot n \cdot 3600 \cdot 10^{-3}, \text{ кг/год} \quad (4.55)$$

где g_i^c - удельное выделение загрязняющего вещества при работе единицы оборудования (станка) в течение 1 секунды, г;

t_i - время работы одной единицы оборудования в день, час;

n - количество дней работы участка в году.

При наличии устройств, улавливающих загрязняющие вещества, количество уловленных загрязняющих веществ рассчитывают по формуле:

$$M_i^o = \frac{M_i^c \cdot A \cdot \eta_T}{100}, \text{ кг/год} \quad (4.56)$$

Коэффициент A определяют по формуле (4.23), а η_T – берется из паспорта улавливающего устройства.

В этом случае валовый выброс загрязняющих веществ будет определяться (для каждого вещества отдельно) по формуле:

$$M_i^M = M_i^c - M_i^o, \text{ кг/год} \quad (4.57)$$

Максимально разовый выброс берется из табл. 4.15, 4.16.

При работе на станках с применением охлаждающих жидкостей (СОЖ) образуется мелкодисперсная аэрозоль (туман). Количество выделяющегося

Промышленно-транспортная экология

аэрозоля зависит от ряда факторов (в том числе от энергетических затрат на резание металла), в связи с чем принято относить выделение аэрозоля к 1 кВт мощности электродвигателя станка.

Валовый выброс аэрозоля при использовании СОЖ рассчитывается отдельно для каждого станка по формуле:

$$M^{a_{\text{сож}}} = g^{c_{\text{сож}}} \cdot N \cdot t \cdot n \cdot 10^{-3}, \text{ кг/год} \quad (4.58)$$

где $g^{c_{\text{сож}}}$ - удельное выделение загрязняющих веществ при обработке металла с применением СОЖ, г/ч · кВт;

N – мощность электродвигателя станка, кВт.

Применение: СОЖ уменьшает выделение пыли на 85-90%, что следует учесть при расчете валовых и максимально разовых выбросов.

Таблица 4.16

Удельное выделение пыли (г/с) при механической обработке чугуна, цветных металлов и неметаллических материалов на станках без охлаждения (г/с)

Вид обработки, оборудование	Выделяемое вещество	Количество (g^c_i), г/с
Обработка чугуна резанием		
Токарные станки	Пыль чугунная	0,008
Фрезерные станки		0,006
Сверлильные станки		0,001
Расточные станки		0,002
Обработка резанием бронзы и других хрупких цветных металлов		
Токарные станки	Пыль цветных металлов	0,0025
Фрезерные станки		0,002
Сверлильные станки		0,004
Расточные станки		0,007
Обработка изделий из пресспорошков (в том числе тормозных накладок)		
Сверлильные станки	Пыль пресспорошков	0,0011
Токарные станки		0,0024

Таблица 4.17

Удельное выделение загрязняющих веществ при механической обработке металла на станках с применением СОЖ (на единицу мощности оборудования)

Наименование оборудования	Удельное количество загрязняющих веществ в г/ч на 1 кВт мощности ($g^{c_{\text{сож}}}$)	
	Эмульсол	Масляный туман
Металлорежущие станки, кроме шлифовальных	0,0063	0,2
Шлифовальные станки	0,1650	30

Максимально разовый выброс аэрозоли при применении СОЖ определяют по формуле:

$$G^{a_{\text{сож}}} = \frac{g^{c_{\text{сож}}} \cdot N}{3600}, \text{ г/с} \quad (4.59)$$

где $g^{c_{\text{сож}}}$ – удельное количество загрязняющих веществ в г/ч на 1 кВт мощности (см. табл. 4.17);

N – мощность электродвигателя станка, кВт.

Промышленно-транспортная экология

Для определения общих валовых и максимально разовых выбросов, при наличии нескольких станков на участке, выбросы одинаковых загрязняющих веществ суммируются.

4.11. Расчет выбросов загрязняющих веществ от медницкого участка

При проведении медницких работ (пайки) в АТП, АОП и др. используют, главным образом, мягкие припои, плавящиеся при температуре 180-230°C. Эти припои содержат свинец и олово, поэтому при пайке в воздух выделяются аэрозоли свинца и олова [1].

Расчет валовых выбросов проводится отдельно по свинцу и олову по формуле:

$$M^n_i = g_i \cdot m \cdot 10^{-3}, \text{ кг/год} \tag{4.60}$$

где g_i - удельные выделения свинца и олова (табл. 4.18);
 m - количество израсходованного припоя за год, кг.

Таблица 4.18

Удельные выделения загрязняющих веществ при пайке (г/кг)

Вид выполняемых работ	Применяемые вещества и материалы	Выделяемое загрязняющее вещество	
		Наименование	Удельное количество, (g_i), г/кг
Пайка паяльниками	Оловянно-свинцовые припои	Свинец	0,51
	ПОС-30, 40, 60, 70	Оксиды олова	0,28

Максимально разовый выброс

$$G_i^n = \frac{M_i^n \cdot 10^3}{n \cdot t \cdot 3600}, \text{ г/с} \tag{4.61}$$

где n - количество дней работы участка в год;
 t – время чистой пайки в день, час.

4.12. Расчет выбросов загрязняющих веществ от участка обкатки и испытания двигателей после ремонта

Участок по обкатке и испытанию двигателей оборудуют специальными стендами, на которые устанавливается двигатель для проведения этих работ. При работе двигателя выделяются токсичные вещества: оксид углерода, оксиды азота, углеводорода, сернистый ангидрид, сажа, соединения свинца [1].

Обкатка двигателей проводится как без нагрузки (холостой ход), так и с нагрузкой. При этом расчет выбросов загрязняющих веществ различен.

На режиме холостого хода выброс загрязняющих веществ определяются в зависимости от рабочего объема испытываемого двигателя. При обкатке под

Промышленно-транспортная экология

нагрузкой выброс загрязняющих веществ зависит от средней мощности, используемой при обкатке.

Максимально разовый выброс загрязняющих веществ (G_i), определяют только на нагрузочном режиме, т.к. при этом происходит небольшое выделение загрязняющих веществ. Расчет производится по формуле:

$$G_i = g_{ик} \cdot N_{срк} \cdot A_k + g_{ид} \cdot N_{срд} \cdot A_d, \text{ г/с} \quad (4.62)$$

где $g_{ик}$, $g_{ид}$ – удельный выброс i -го загрязняющего вещества карбюраторным или дизельным двигателем, г/л.с. сек (табл. 4.18);

$N_{срк}$, $N_{срд}$ – средняя мощность, развиваемая при обкатке наиболее мощного карбюраторного или дизельного двигателя, л.с., (табл. 4.19);

A_k , A_d – количество испытательных стендов.

Валовый выброс i -го загрязняющего вещества (M_i) определяется по формуле:

$$M_i = M_{ихх} + M_{ин}, \text{ кг/год} \quad (4.63)$$

где $M_{ихх}$ - валовый выброс i -го загрязняющего вещества при обкатке на холостом ходу, кг/год;

$M_{ин}$ - валовые выбросы i -го загрязняющего вещества при обкатке на нагрузочном режиме, кг/год.

$$M_{ихх} = \sum_{n=1}^S P_{ихх} \cdot t_{ххn} \cdot n_n \cdot 6 \cdot 10^{-2}, \text{ кг/год} \quad (4.64)$$

где $P_{ихх}$ - выброс i -го загрязняющего вещества при обкатке двигателя n -ной модели на холостом ходу, г/с;

$t_{ххn}$ - время обкатки двигателя n -ной модели на холостом ходу, мин;

n_n - количество обкатанных двигателей.

$$P_{ихх} = g_{иххR} \cdot V_{hn}, \text{ г/с} \quad (4.65)$$

где $g_{иххR}$ - удельный выброс i -го загрязняющего вещества карбюраторным или дизельным двигателем n -ной модели на единицу рабочего объема, г/литр;

V_{hn} - рабочий объем двигателя n -ной модели, л.

$$M_{ин} = \sum_{n=1}^S P_{ин} \cdot t_{ин} \cdot n_n \cdot 6 \cdot 10^{-2}, \text{ кг/год} \quad (4.66)$$

где $P_{ин}$ - выброс i -го загрязняющего вещества а при обкатке двигателя n -ной модели под нагрузкой, г/с;

$t_{ин}$ - время работы при обкатке под нагрузкой двигателя n -ной модели, мин.

Промышленно-транспортная экология

$$P_{инн} = g_{инн} \cdot N_{срп}, \text{ г/с} \quad (4.67)$$

где $g_{инн}$ - удельный выброс i -го загрязняющего вещества карбюраторным или дизельным двигателем n -ной модели на единицу мощности, г/л.с.сек;

$N_{срп}$ - средняя мощность, развиваемая при обкатке под нагрузкой двигателей n -ной модели, л.с.

Значения $g_{ихлR}$ и $g_{инн}$ приведены в таблице 4.18, V_{hn} , $t_{хпн}$, $t_{пн}$, $N_{срп}$ - в таблице 4.19.

При применении этилированного бензина на участке обкатки выделяется дополнительный свинец.

Расчет валового выброса свинца при обкатке двигателей на этилированном бензине проводится по формуле:

$$M_c = 0,7 \cdot g_c \cdot m \cdot 10^{-3}, \text{ кг/год} \quad (4.68)$$

где g_c - удельное содержание свинца в одном литре бензина (АИ-93 – 0,37 г/л, АИ-76 – 0,17 г/л);

m – количество израсходованного этилированного бензина на обкатку и испытания за год, л.

Таблица 4.19

Удельные выделения загрязняющих веществ при обкатке двигателей после ремонта на стендах (составлена по данным НАМИ)

Тип двигателя	Вид обкатки	Единицы измерения	Загрязняющие вещества				
			CO	NO _x	CH	SO ₂	сажа (C)
Двигатели карбюраторные	без нагрузки на холостом ходу ($g_{ихл}$)	в г/литр рабочего объема двигателя в сек	$7,3 \times 10^{-2}$	-	$3,0 \times 10^{-2}$	$8,0 \times 10^{-5}$	-
	с нагрузкой ($g_{инв}$)	г/л.с.сек.	$3,0 \times 10^{-2}$	$2,0 \times 10^{-3}$	$5,0 \times 10^{-3}$	$4,0 \times 10^{-5}$	-
Двигатели дизельные	без нагрузки на холостом ходу ($g_{ихл}$)	в г/литр раб. объема дв-ля в сек	$4,5 \times 10^{-3}$	$1,5 \times 10^{-3}$	$7,0 \times 10^{-4}$	$1,5 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-4}$
	с нагрузкой ($g_{инв}$)	г/л.с.сек.	$1,6 \times 10^{-3}$	$3,5 \times 10^{-3}$	$5,0 \times 10^{-4}$	$1,7 \times 10^{-4}$	$2,3 \times 10^{-4}$

Таблица 4.20

Справочная таблица рабочих объемов двигателей, условной средней мощности обкатки и времени обкатки

Модель двигателя	Рабочий объем, л (V_n)	Средняя мощность обкатки л.с. ($N_{ср}$)	Время обкатки (t)		Вид топлива
			на хол. ходу	под нагрузкой	
408Э	1,36	10	30	35	А-76
412Э	1,48	10	30	35	АИ-93
ГАЗ-69	2,12	18,22	30	45	А-72
ГАЗ-69Б, УАЗ-450,	2,43	18,22	30	45	А-72
977, 2203, 451, 451М, 451ДМ, 414.10, ЗМЗ-24Д, ЗМЗ-24-01, ЗМЗ-24-07	2,445	18,22	30	45	А-76 АИ-93
ГАЗ-52-01, ГАЗ-52-04, ГАЗ-52-07, ГАЗ-52-08	3,48	13,0	35	45	А-72
ЗМЗ-53, 53-11, ЗМЗ-66, ЗМЗ-66-03, ЗМЗ-672, 672-11	4,25	23,00	20	50	А-76
ЗИЛ-157Д	5,38	41,63	15	40	А-72
ЗИЛ-157К, ЗИЛ-157КВ, ЗИЛ-	5,55	33,00	20	50	А-72

Промышленно-транспортная экология

157М					
ЗИЛ-130, ЗИЛ-130Я2, ЗИЛ-138, ЗИЛ-131	6,0	33,0	20	50	А-76
ЗИЛ-130Я5, ЗИЛ-375, ЗИЛ-375Я4, ЗИЛ-375Я5, ЗИЛ-375Я7	7,0	33,0	20	50	А-76 АИ-93
ЯМЗ-236М	11,15	89,0	20	50	Дизельное
ЯМЗ-238М	14,86	119,0	20	50	то же
ЯМЗ-238ФМ	14,86	148,0	20	50	дизельное
ЯМЗ-238ПМ	14,86	145,0	20	50	-/-
ЯМЗ-240М	22,2	181,54	10	130	-/-
ЯМЗ-240ПМ	22,2	188,46	10	130	-/-
КамАЗ-740, 7401	10,85	80,25	10	40	-/-
С21	2,12	24,44	30	45	А-76
4УД 12,5/10SRL	3,9	24,71	45	255	дизельное
АУД 14,5/12-ISRW	6,56	65,73	5	30	-/-
Д 2156	10,694	84,1	90	90	-/-
Д 2356	10,694	96,67	90	90	-/-
Ш-706РТ	11,78	39,75	60	60	-/-
Шкода М634	11,94	85,67	10	120	-/-

Примечание: в случае использования при обкатке и испытаниях газового топлива нагрузку, указанную в таблице, допускается снижать на 30% без изменения остальных параметров приработки.

Расчет выбросов загрязняющих веществ ведется отдельно для карбюраторных и дизельных двигателей. Одноименные загрязняющие вещества суммируются.

4.13. Расчет выбросов загрязняющих веществ от участка мойки деталей, узлов и агрегатов

При мойке деталей и агрегатов применяют различные моющие средства (лабомиды, МС-6,8,101,102 и др.), основу которых составляет кальцинированная сода. Применяются растворы на основе каустической соды.

Таблица 4.21

Удельные выделения загрязняющих веществ при операциях мойки [1]

Вид выполняемых работ	Применяемое вещество			Выделяющееся загрязняющее вещество	
	наименование	концентрация, г/л	температура, °С	наименование	удельное кол-во, g_i , г/с·м ²
Мойка деталей в растворах СМС, содержащих кальцинированную соду (40-50 %)	лабомид, МС-6, МС-8 и т.д.	10-20	75-90	натрия карбонат (сода кальцинированная)	0,0016
Мойка деталей в каустической соде	каустическая сода	60-80	90	натрия гидроокись	0,055

Валовый выброс загрязняющих веществ определяется по формуле:

$$M_i^M = g_i \cdot F \cdot t \cdot n \cdot 3600 \cdot 10^{-3}, \text{ кг/год} \quad (4.69)$$

Максимально разовый выброс определяется по формуле:

$$G_i^M = g_i \cdot F, \text{ г/с} \quad (4.70)$$

где g_i – удельный выброс загрязняющего вещества, г/с·м² (табл.4.21);
 F – площадь зеркала ванны, м²;
 t – время мойки в день, час;
 n – число дней работы участка в году.

4.14. Расчет выбросов загрязняющих веществ при мойке автомобилей

В расчете рассматриваются шесть загрязняющих веществ: оксид углерода (CO), углеводороды (CH), оксиды азота (в пересчете на диоксид азота NO₂), сажа (C), диоксид серы (SO₂) и соединения свинца (в пересчете на свинец Pb).

Валовый выброс CO, CH, NO₂, C и SO₂ рассчитывается формулам: [2]
 для помещения мойки с тупиковыми постами

$$M_i^T = \sum_{K=1}^P (2m_{L_{ik}} \cdot S_M \cdot n_k + m_{PP_{ik}} \cdot t_{PP} \cdot n_k) \cdot 10^{-6}, \text{ т/год} \quad (4.71)$$

где $m_{L_{ik}}$ - удельный выброс i -го компонента автомобилем K -ой группы при движении по помещению мойки, г/км (табл. 4.22);

$m_{PP_{ik}}$ - удельный выброс i -го компонента автомобилем K -ой группы при прогреве, г/мин (табл. 4.22);

S_M - расстояние от ворот помещения до моечной установки, км;

n_M - количество автомобилей K -ой группы, обслуживаемых мойкой в течение года;

t_{PP} - время прогрева, $t_{PP} = 0,5$ мин.

Для помещений мойки с поточной линией при перемещении автомобиля самоходом:

$$M_i^H = \sum_{K=1}^P (m_{L_{ik}} \cdot S'_M \cdot n_k + m_{PP_{ik}} \cdot t_{PP} \cdot n_k \cdot \nu) \cdot 10^{-6}, \text{ т/год} \quad (4.72)$$

где S'_M - расстояние от въездных ворот помещения мойки до выездных ворот, км;

ν - среднее число пусков двигателя одного автомобиля в помещении мойки.

Удельные выбросы CO, CH, SO₂, NO₂ и C при прогреве принимаются равными удельным выбросам при работе двигателя на холостом ходу.

Таблица 4.22

Выбросы загрязняющих веществ при прогреве двигателя и движении по помещению мойки [2]

Категория автомобиля	Вид топлива	Удельный выброс загрязняющих веществ при прогреве, (q_{PPK}) г/мин					Пробеговой выброс загрязняющих веществ, (q_{LK}) г/км				
		CO	CH	NO ₂	C	SO ₂	CO	CH	NO ₂	C	SO ₂
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Промышленно-транспортная экология

Легковые автомобили	Б	4,5	0,4	0,06	-	0,012	17,0	1,7	0,4	-	0,07
Грузовые автомобили грузоподъемностью:											
до 1000 кг	Б	4,5	0,4	0,06	-	0,012	19,6	3,5	0,4	-	0,08
от 1000 до 3000 кг	Б	8,1	1,6	0,1	-	0,016	27,6	4,9	0,6	-	0,10
	Д	1,54	0,2	0,45	0,01	0,035	3,2	0,6	2,5	0,2	0,28
от 3000 до 6000 кг	Б	18,1	2,9	0,2	-	0,029	47,4	8,5	1,0	-	0,18
	Д	2,8	0,3	0,62	0,03	0,060	4,1	0,7	3,0	0,2	0,45
свыше 6000 кг	Б	23,4	3,3	0,2	-	0,035	55,3	9,9	1,2	-	0,24
	Д	2,9	0,4	1,0	0,04	0,100	5,1	0,9	3,5	0,2	0,68
Автопоезд	Б	18,1	2,9	0,2	-	0,029	79,0	10,2	1,8	-	0,28
	Д	2,9	0,4	1,0	0,04	0,100	7,5	1,1	4,5	0,3	0,78
Автобусы (класс автобуса):											
особо малый	Б	4,5	0,4	0,05	-	0,012	19,5	3,5	0,4	-	0,07
малый	Б	8,1	1,6	0,1	-	0,016	27,6	4,9	0,6	-	0,11
средний	Б	18,1	2,9	0,2	-	0,029	47,4	8,5	1,0	-	0,21
большой ЛАЗ, ЛиАЗ	Б	23,4	3,3	0,2	-	0,035	55,3	9,9	1,2	-	0,26
	Д	2,9	0,4	1,0	0,04	0,100	5,1	0,9	3,5	0,2	0,68
Икарус-250	Д	4,6	0,5	0,61	0,03	0,100	5,1	0,9	3,5	0,2	0,68
особо большой	Д	4,6	0,5	0,61	0,03	0,100	7,5	1,1	4,5	0,3	0,78

Примечание: вид топлива: Б – бензин; Д – дизельное топливо.

Для газобаллонных автомобилей (сжатый газ) выбросы CO и CH определяют произведением соответствующих выбросов автомобилями с бензиновыми двигателями на коэффициенты 0,51 и 0,59 соответственно, выбросы NO₂ – 1,0; SO₂ – 0,9.

При перемещении автомобиля с помощью конвейера

$$M_{2i}^{II} = \sum_{K=1}^P (m_{Lик} (S_1 + S_2) n_k + m_{ПРик} \cdot t_{ПР} \cdot n_k \cdot \epsilon) \cdot 10^{-6}, \text{ т/год} \quad (4.73)$$

где S₁, S₂ - расстояние от въездных ворот до конвейера и от конвейера до выездных ворот, км.

Максимально разовый выброс CO, CH, NO₂, C, SO₂ определяют по формулам:

для тупиковых постов

$$G_i^T = \frac{2m_{Lик} \cdot S_M \cdot n' + m_{ПРик} \cdot t_{ПР} \cdot n'}{1200}, \text{ г/с} \quad (4.74)$$

где n' - максимальное количество автомобилей наибольшей грузоподъемности или пассажироместности, обслуживаемых мойкой в течение 1200 с;

для поточных линий:

при перемещении автомобиля самоходом

$$G_i^П = \frac{m_{Lик} \cdot S_M \cdot n' + m_{ПРик} \cdot t_{ПР} \cdot n' \cdot \epsilon}{1200}, \text{ г/с;} \quad (4.75)$$

при перемещении автомобиля с помощью конвейера -

Промышленно-транспортная экология

$$G_i^{II} = \frac{m_{Lk}(S_1 + S_2) \cdot n' + m_{ППк} \cdot t_{ПП} \cdot n' \cdot \vartheta}{1200}, \text{ г/с.} \quad (4.76)$$

Валовый выброс соединений свинца рассчитывается по формулам:
для помещений с тупиковыми постами

$$M_C^T = \sum_{K=1}^P 0,7d_C (2q_{Lk} \cdot S_M \cdot n_k + q_{ППк} \cdot t_{ПП} \cdot n_k) \cdot 10^{-6}, \text{ т/год} \quad (4.77)$$

где d_c - содержание свинца в одном литре бензина (АИ-93 – 0,37 г/л; А-76 – 0,17 г/л);

q_{Lk} - расход топлива автомобилем К-ой группы при движении по помещению мойки, л/мин (табл. 4.22).

$q_{ППк}$ - расход топлива при прогреве, л/мин (табл. 4.22).

Для помещения мойки с поточными линиями перемещения автомобилей самоходом

$$M_{1C}^{II} = \sum_{K=1}^P 0,7d_C (q_{Lk} \cdot S'_M \cdot n_k + q_{ППк} \cdot t_{ПП} \cdot n_k \cdot \vartheta) \cdot 10^{-6}, \text{ т/год;} \quad (4.78)$$

перемещение автомобиля с помощью конвейера -

$$M_{2C}^{II} = \sum_{K=1}^P 0,7d_C (q_{Lk} (S_1 + S_2) \cdot n_k + q_{ППк} \cdot t_{ПП} \cdot n_k \cdot \vartheta) \cdot 10^{-6}, \text{ т/год.} \quad (4.79)$$

Максимально разовый выброс соединений свинца определяется по формулам:

для тупиковых постов:

$$G_C^T = \frac{0,7d_C (2q_{Lk} \cdot S_M \cdot n' + q_{ППк} \cdot t_{ПП} \cdot n')}{1200}, \text{ г/с;} \quad (4.80)$$

для поточных линий:

при перемещении автомобилей самоходом

$$G_{1C}^{II} = \frac{0,7d_C (q_{Lk} \cdot S_M \cdot n' + q_{ППк} \cdot t_{ПП} \cdot n' \cdot \vartheta)}{1200}, \text{ г/с;} \quad (4.81)$$

при перемещении автомобиля с помощью конвейера -

$$G_{2C}^{II} = \frac{0,7d_C (q_{Lk} (S_1 + S_2) \cdot n' + q_{ППк} \cdot t_{ПП} \cdot n' \cdot \vartheta)}{1200}, \text{ г/с} \quad (4.82)$$

Промышленно-транспортная экология

Значения $q_{Lк}$ и $q_{ПРк}$ принимаются для автомобилей с бензиновыми двигателями наибольшей грузоподъемности или пассажироместимости, имеющимися в АТП (табл. 4.23).

Таблица 4.23

Удельный расход топлива автомобиля q_{xx}

Категория автомобилей	Удельный расход топлива	
	$q_{ПРк}$, л/мин	$q_{Lк}$, л/км
Легковые автомобили	0,023	0,131
Грузовые автомобили грузоподъемностью:		
до 1000 кг	0,023	0,152
от 1000 до 3000 кг	0,047	0,199
от 3000 до 6000 кг	0,063	0,290
свыше 6000 кг	0,063	0,342
Автопоезд	0,063	0,364
Автобусы (класс автобуса):		
особо малый	0,023	0,136
малый	0,054	0,222
средний	0,063	0,350
большой	0,063	0,390

При проведении контроля токсичности отработавших газов значения $m_{ПРiк}$ и $q_{ПРк}$, должны корректироваться коэффициентами, учитывающими снижение выброса CO, CH, C, SO₂ и Pb.

4.15. Расчет выбросов загрязняющих веществ от участка испытания и ремонта топливной аппаратуры

На участке ремонта и испытания топливной аппаратуры автомобилей проводится ряд работ, которые сопровождаются выделением загрязняющих веществ. Удельные выделения загрязняющих веществ в процессе мойки, испытания и регулировки топливной аппаратуры приведены в табл. 4.24 и 4.25 [1].

Таблица 4.24

Удельные выделения загрязняющих веществ при мойке деталей топливной аппаратуры

Вид выполняемых работ	Применяемое вещество			Выделяющееся загрязняющее вещество	
	наименование	концентрация, г/л	температура, °C	наименование	удельное кол-во, g_i , г/с·м ²
Мойка деталей топливной аппаратуры	керосин	100	20	углеводороды	0,0433

Валовый и максимально разовый выбросы загрязняющих веществ при мойке определяются по формулам (4.69) и (4.70).

Таблица 4.25

Удельные выделения загрязняющих веществ в процессах испытания и регулировки дизельной топливной аппаратуры (на единицу массы дизельного топлива, расходуемого на компенсацию потерь при испытаниях)

Вид выполняемых работ	Применяемые вещества	Выделяемое загрязняющее вещество
-----------------------	----------------------	----------------------------------

Промышленно-транспортная экология

	и материалы	наименование	удельное количество, g_i , г/кг
Испытание дизельной топливной аппаратуры	дизельное топливо	углеводороды	317
Проверка форсунок	дизельное топливо	углеводороды	788

Валовый выброс загрязняющего вещества при испытаниях дизельной аппаратуры определяют по формуле:

$$M_i = g_i \cdot B \cdot 10^{-3}, \text{ кг/год} \quad (4.83)$$

где B – расход дизельного топлива за год на проведение испытаний, кг;
 g_i – удельный выброс загрязняющего вещества (табл.4.25).

Максимально разовый выброс определяется по формуле:

$$G_i^T = \frac{B' \cdot g_i}{t \cdot 3600}, \text{ г/с} \quad (4.76)$$

где t – «чистое» время испытания и проверки в день, час;
 B' – расход дизельного топлива за день, кг.

5. РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ (АЗС)

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются резервуары с нефтепродуктами при их заполнении и топливные баки автомобилей при их заправке [1].

Валовый выброс углеводородов M_{CH} определяют по формуле:

$$M_{CH} = (n'_1 m'_1 + n''_1 m''_1 + n'_5 m'_5 + n''_5 m''_5) \cdot 10^{-3}, \text{ т/год} \quad (5.1)$$

где n'_1, n''_1 - нормы естественной убыли нефтепродуктов первой группы при приемке, хранении и отпуске в осенне-зимний и весенне-летний периоды, кг/т;

m'_1, m''_1 - количество нефтепродуктов первой группы, реализуемых в каждый период, т;

n'_5, n''_5 - нормы естественной убыли нефтепродуктов пятой группы при приемке, хранении и отпуске в осенне-зимний и весенне-летний периоды, кг/т;

m'_5, m''_5 - количество нефтепродуктов пятой группы, реализуемых в каждый период, т.

Максимально разовый выброс углеводородов G_{CH} определяют только в весенне-летний период при сливе нефтепродуктов 1-ой группы из автоцистерны в резервуар по формуле:

Промышленно-транспортная экология

$$G_{CH} = \frac{C_1 V}{t_{слR}}, \text{ г/с} \quad (5.2)$$

где C_1 - концентрация углеводородов в выбросах газовой смеси при заполнении резервуара в весенне-летний период нефтепродуктами первой группы, $C_1 = 200 \text{ г/м}^3$;

V - количество топлива, м^3 ;

$t_{слR}$ - время слива, с.

Слив с помощью насоса - $t_{сл1}$, слив самотеком - $t_{сл2}$.

Значения V и $t_{сл1,2}$ для автомобилей-цистерн (АЦТСВ) и прицепа-цистерны (ПЦ), предназначенных для перевозки нефтепродуктов:

АЦ - 4.2 - 53А – $V=4,2\text{м}^3$	$t_{сл1}=600$	$t_{сл2}=1020$ с;
	с,	
АЦ - 4.2 - 130 – $V=4,2\text{м}^3$	$t_{сл1}=600$	$t_{сл2}=1020$ с;
	с,	
ТСВ-6 – $V=6,5\text{м}^3$	$t_{сл1}=900$	$t_{сл2}=1560$ с;
	с,	
ПЦ - 5.6 - 817 – $V=5,6\text{м}^3$		$t_{сл2}=1020$ с.

Распределение нефтепродуктов по группам, распределение территории стран СНГ по климатическим зонам и нормы естественной убыли нефтепродуктов при приемке, хранении и отпуске на АЗС и пунктах заправки приведены в табл. 5.1, 5.2, 5.3 [1].

Таблица 5.1

Распределение нефтепродуктов по группам

Группа	Наименование нефтепродуктов
1	Бензин автомобильный, ГОСТ 2084-77
	Бензин автомобильный АИ-96 «Экстра», ОСТ 38019-75
5	Масло АМГ-10 (МГ-15В) ГОСТ 6794-75
	Топливо дизельное кроме «Зимнего» и «Арктического» ГОСТ 305-83
	Топливо моторное для среднеоборотных и малооборотных дизелей, ГОСТ 1667-68
	Топливо нефтяное для газотурбинных установок, ГОСТ 10433-75
	Топливо печное бытовое ТПБ, ТУ 38 101656-76
	Топливо дизельное экспортное, ТУ 38 001162-73

Таблица 5.2

Распределение территории РФ по климатическим зонам для применения норм естественной убыли

Климатическая зона	Край, автономный округ, область, входящие в климатическую зону
1	Автономные республики: Бурятская, Карельская, Коми (г. Воркута, г. Инта, г. Печора), Якутская
	Края: Красноярский (кроме Хакаской автономной республики)
	Автономные округа: Ненецкий, Таймырский (Долгано-Ненецкий), Ханты-Мансийский, Чукотский, Эвенский, Ямало-Ненецкий
	Области: Амурская, Иркутская, Мурманская, Томская
2	Автономные республики: Башкирская, Коми (кроме г. Воркуты, г. Инты, г. Печоры), Марийская, Татарская, Тувинская, Удмуртская, Чувашская
	Края: Алтайский, Приморский, Хабаровский

Промышленно-транспортная экология

	Автономные области: Горно-Алтайская, Еврейская, Хакасская
	Области: Архангельская, Белгородская, Брянская, Владимирская, Вологодская, Воронежская, Горьковская, Ивановская, Калининская, Калининградская, Калужская, Камчатская, Кемеровская, Кировская, Костромская, Куйбышевская, Курганская, Курская, Ленинградская, Липецкая, Магаданская, Московская, Новгородская, Омская, Оренбургская, Орловская, Пензенская, Пермская, Псковская, Рязанская, Саратовская, Сахалинская, Смоленская, Тамбовская, Тульская, Тюменская, Ульяновская, Челябинская, Читинская, Ярославская
3	Автономные республики: Дагестанская, Кабардино-Балкарская, Калмыцкая, Чечено-Ингушская
	Края: Краснодарский, Ставропольский
	Области: Астраханская, Волгоградская, Ростовская

Таблица 5.3

Нормы естественной убыли нефтепродуктов при приемке, хранении, отпуске на автозаправочных станциях и пунктах заправки, кг на 1 т принятого количества

Тип резервуара	Группа нефтепродуктов	Климатическая зона					
		1		2		3	
		осенне-зимний период	весенне-летний период	осенне-зимний период	весенне-летний период	осенне-зимний период	весенне-летний период
Наземный	1	0,38	0,6	0,54	0,99	0,72	1,0
стальной	5	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
Наземный стальной с понтоном	1	0,15	0,3	0,27	0,4	0,4	0,50
Заглубленный	1	0,23	0,3	0,36	0,4	0,48	0,56
	5	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02

Примечание: календарный план делится на два периода: осенне-зимний (с 1 октября по 31 марта включительно) и весенне-летний (с 1 апреля по 30 сентября включительно).

6. РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Дорожно-строительные (ДМ) и сельскохозяйственные (СХМ) машины представлены широкой номенклатурой колесной и гусеничной техники, оснащенной в основном дизельными силовыми установками [2].

Расчет выбросов проводится по основным загрязняющим веществам, содержащимся в отработанных газах дизелей и пусковых карбюраторных двигателей: оксиду углерода (CO), углеводородам (CH), оксидам азота (в пересчете на диоксид азота NO₂), саже (C), диоксиду серы (SO₂), соединений свинца (в пересчете на свинец Pb).

Вся рассматриваемая в данном разделе дорожная и сельскохозяйственная техника условно разбита на категории в зависимости от номинальной мощности установленного дизеля. Запуск дизелей, установленных на ДМ и СХМ (кроме 1-ой

Промышленно-транспортная экология

категории), часто производится с помощью пусковых двухтактных бензиновых двигателей или пусковых установок с 4-х-тактными бензиновыми двигателями. На их долю приходится значительная часть суммарных вредных выбросов за период запуска, прогрева и выезда машин с территорий предприятия.

Выброс i -го вещества одной машиной K -ой категории в день при выезде с территории предприятия M'_{ik} и возврате M''_{ik} рассчитывают по формулам:

$$M'_{ik} = m_{Пик} \cdot t_{П} + m_{ПРик} \cdot t_{ПР} + m_{ДВик} \cdot t_{ДВ1} + m_{ХХик} \cdot t_{ХХ1}, \text{ г} \quad (6.1)$$

$$M''_{ik} = m_{ДВик} \cdot t_{ДВ2} + m_{ХХик} \cdot t_{ХХ2}, \text{ г} \quad (6.2)$$

где $m_{Пик}$ - удельный выброс i -го вещества пусковым двигателем, г/мин;

$m_{ПРик}$ - удельный выброс i -го вещества при прогреве двигателя машины K -ой группы, г/мин;

$m_{ДВик}$ удельный выброс i -го вещества при движении машины K -ой группы по территории с условно постоянной скоростью, г/мин;

$m_{ХХик}$ - удельный выброс i -го компонента при работе двигателя на холостом ходу, г/мин;

$t_{П}$ и $t_{ПР}$ - время работы пускового двигателя и прогрева двигателя, мин;

$t_{ДВ1}$ и $t_{ДВ2}$ - время движения машины по территории при выезде и возврате, мин.;

$t_{ХХ1}$ и $t_{ХХ2}$ - время работы машины па холостом ходу при выезде и возврате равно 1 мин.

При расчете выбросов от ДМ, имеющих двигатель с запуском от электростартерной установки, член $m_{Пик} \cdot t_{П}$ из формулы (6.1) исключается.

Так как по мере прогрева двигателя выбросы CO , CH и C уменьшаются, величина $m_{ПРик}$ представляет собой оценку среднего удельного выброса за время прогрева $t_{ПР}$.

Значения $m_{Пик}$, $m_{ПРик}$, $m_{ДВик}$ и $m_{ХХик}$ приведены в таблицах 6.1 - 6.4. Приведенные в таблицах данные получены на основе статистической обработки результатов фактических измерений выбросов двигателей внутреннего сгорания и отражают категорию двигателя по мощности, а также учитывают температурные условия, характеризующие различные времена года.

Периоды года (холодный, теплый, переходный) условно определяются по величине среднемесячной температуры. Месяцы, в которых среднемесячная температура ниже $-5^{\circ}C$, относятся к холодному периоду, месяцы со среднемесячной температурой выше $+5^{\circ}C$ – к теплому периоду и с температурой от $-5^{\circ}C$ до $+5^{\circ}C$ - к переходному. Для предприятий, находящихся в разных климатических зонах, продолжительность условных периодов будет разной. Влияние периода года учитывается только для выезжающей техники, хранящейся при температуре окружающей среды.

Расчет выбросов для ДМ, хранящихся на закрытых отапливаемых стоянках, производится по показателям, характеризующим теплое время года для всего расчетного периода.

Промышленно-транспортная экология

Время пуска дизеля с помощью пусковых двигателей и установок t_n также зависит от температуры окружающей среды и принимаются по таблице 6.5.

Таблица 6.1

Удельные выбросы загрязняющих веществ пусковыми двигателями и установками при пуске дизелей, установленных на ДМ ($m_{гик}$)

Категория машин	Номинальная мощность двигателя, кВт	Удельные выбросы загрязняющих веществ, г/мин				
		СО	СН	NO ₂	SO ₂	Pb*
1**	до 20	-	-	-	-	-
2	21-35	18,3	4,7	0,7	0,023	0,0064
3	36-60	23,3	5,8	1,2	0,029	0,0082
4	61-100	25,0	2,1	1,7	0,042	0,0120
5	101-160	35,0	2,9	3,4	0,058	0,0160
6	161-260	57,0	4,7	4,5	0,095	0,0270
7	свыше 260	90,0	7,5	7,0	0,150	0,0420

Примечание:

- 1). * - расчет выбросов соединений свинца приводится только в случае использования этилированного бензина;
- 2). ** - 1 категория машин осуществляет пуск дизеля электростартером, который не дает никаких выбросов.

Таблица 6.2

Удельные выбросы загрязняющих веществ ДМ в процессе прогрева ($m_{прик}$)

Категория машин	Номинальная мощность двигателя, кВт	Удельные выбросы загрязняющих веществ, г/мин									
		СО		СН		NO ₂		С		SO ₂	
		Периоды года									
		Теп.	Хол.	Теп.	Хол.	Теп.	Хол.	Теп.	Хол.	Теп.	Хол.
1	до 20	0,5	1,0	0,06	0,16	0,09	0,14	0,01	0,06	0,018	0,022
2	21-35	0,6	1,6	0,11	0,29	0,17	0,26	0,02	0,12	0,034	0,042
3	36-60	1,4	2,6	0,18	0,47	0,29	0,44	0,04	0,24	0,058	0,072
4	61-100	2,4	4,8	0,30	0,78	0,48	0,72	0,06	0,36	0,097	0,120
5	101-160	3,9	7,8	0,49	1,27	0,78	1,17	0,10	0,60	0,16	0,200
6	161-260	6,3	12,6	0,79	2,05	1,27	1,91	0,17	1,02	0,25	0,310
7	свыше 260	9,9	18,8	1,24	3,22	2,00	3,00	0,26	1,56	0,26	0,320

Примечание: в переходный период значения выбросов СО, СН, С, SO₂ должны умножаться на коэффициент 0,9 от значений для холодного периода. Выбросы NO₂ равны выбросам в холодный период.

Таблица 6.3

Удельные выбросы загрязняющих веществ ДМ с дизелями во время движения по территории предприятия ($m_{двик}$)

Категория машин	Номинальная мощность двигателя, кВт	Удельные выбросы загрязняющих веществ, г/мин									
		СО		СН		NO ₂		С		SO ₂	
		Периоды года									
		Теп.	Хол.	Теп.	Хол.	Теп.	Хол.	Теп.	Хол.	Теп.	Хол.

Промышленно-транспортная экология

1	до 20	0,24	0,29	0,08	0,10	0,47	0,47	0,05	0,07	0,036	0,044
2	21-35	0,45	0,55	0,15	0,18	0,87	0,87	0,10	0,15	0,068	0,084
3	36-60	0,77	0,94	0,26	0,31	1,49	1,49	1,65	2,48	0,120	0,150
4	61-100	1,29	1,57	0,43	0,51	2,47	2,47	2,74	4,11	0,190	0,230
5	101-160	2,09	2,55	0,71	0,85	4,01	4,01	4,45	6,68	0,310	0,380
6	161-260	3,37	4,11	1,14	1,37	6,47	6,47	7,19	10,79	0,510	0,630
7	свыше 260	5,30	6,47	1,79	2,15	10,16	10,16	11,30	16,95	0,800	0,980

Примечание: в переходный период значения выбросов CO, CH, C, SO₂ должны умножаться на коэффициент 0,9 от значений для холодного периода. Выбросы NO₂ равны выбросам в холодный период.

Таблица 6.4

Удельные выбросы загрязняющих веществ при работе дизеля на холостом ходу (m_{xxik})

Категория машин	Номинальная мощность двигателя, кВт	Удельные выбросы загрязняющих веществ, г/мин				
		CO	CH	NO ₂	C	SO ₂
1	до 20	0,45	0,06	0,09	0,01	0,018
2	21-35	0,84	0,11	0,17	0,02	0,034
3	36-60	1,44	0,18	0,29	0,04	0,058
4	61-100	2,40	0,30	0,48	0,06	0,097
5	101-160	3,91	0,49	0,78	0,10	0,160
6	161-260	6,31	0,79	1,27	0,17	0,250
7	свыше 260	9,92	1,24	1,99	0,26	0,390

Таблица 6.5

Средняя продолжительность пуска дизелей с помощью пусковых двигателей и установок, t_p

Период года	Теплый	Переходный	Холодный
Продолжительность пуска, мин.	1	2	4

Время, затрачиваемое ДМ при движении по территории предприятия t_{дв}, определяется путем деления пути, проходимого машиной от центра площадки, выделенной для стоянки данной группы машин, до выездных ворот (при выезде) и от въездных ворот до центра стоянки (при возврате) на среднюю скорость движения по территории предприятия. Средние скорости при въезде и выезде приведены в таблице 6.6.

Таблица 6.6

Средние скорости движения техники по территории предприятия

Тип машин	Средняя скорость движения, км/ч
Колесные тракторы массой до 5 тс	10
Гусеничные тракторы и тяжелая колесная техника (скреперы и т.п.)	5

Валовой годовой выброс i-го вещества ДМ рассчитывают отдельно для каждого периода года по формуле:

$$M_i = \sum_{K=1}^P \alpha_{\epsilon} (M'_{ik} + M''_{ik}) \cdot N_K \cdot D_P \cdot 10^{-6} \quad , \text{ т/год} \quad (6.3)$$

где α_в - коэффициент выпуска;

Промышленно-транспортная экология

N_k - количество автомобилей К-ой группы в хозяйстве;

D_p - количество рабочих дней в расчетном периоде (холодном, теплом, переходном);

Количество рабочих дней в расчетном периоде (D_p) зависит от режима работы предприятий и длительности периодов со средней температурой ниже -5°C , от -5°C до $+5^\circ\text{C}$, выше 5°C . Длительность расчетных периодов для каждого региона и среднемесячная температура принимаются по «Справочнику по климату России». Для холодного периода расчет проводится для каждого месяца.

Для определения общего валового выброса M_i^o валовые выбросы одноименных веществ по периодам года суммируются:

$$M_i^o = M_i^T + M_i^X + M_i^H, \text{ т/год.} \quad (6.4)$$

Максимально разовый выброс i -го вещества определяют по формуле:

$$G_i = \frac{\sum_{k=1}^P (m_{\text{Пик}} \cdot t_{\text{П}} + m_{\text{ПРик}} \cdot t_{\text{ПР}} + m_{\text{ДВик}} \cdot t_{\text{ДВ}} + m_{\text{ХХик}} \cdot t_{\text{ХХ1}}) \alpha_6 \cdot N_k}{60 \cdot t_p}, \text{ г/с} \quad (6.6)$$

где t_p - среднее время разезда ДМ с территории предприятия, мин.

Максимально разовый выброс рассчитывается для месяца с наиболее низкой среднемесячной температурой.

Величина $t_{\text{ПР}}$ практически одинакова для различных категорий машин, но существенно изменяется в зависимости от температуры воздуха (таблица 6.7.).

Таблица 6.7

Среднее время работы двигателя при прогреве

Температура воздуха, °С	Выше 5 °С	5 °С – (-5 °С)	(-5 °С) – (-10 °С)	(-10 °С) - (-15 °С)	(-15 °С) - (-20 °С)	(-20 °С) - (-25 °С)	Ниже -25 °С
Время прогрева, мин	2	6	12	20	28	36	45

Продолжительность работы двигателя на холостом ходу при выезде и возврате ($t_{\text{ХХ}}$) в среднем составляет 1 мин.

7. РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ АВТОПОГРУЗЧИКОВ

В настоящее время при производстве погрузочно-доставочных работ используется широкая гамма отечественных и зарубежных автопогрузчиков, оборудованных карбюраторными и дизельными двигателями.

Настоящая методика позволяет произвести расчет выбросов для автопогрузчиков, работающих на территории предприятий. Для автопогрузчиков с карбюраторными двигателями рассчитывается выброс оксида углерода (СО), углеводородов (СН), оксидов азота (в пересчете на диоксид азота NO_2),

Промышленно-транспортная экология

соединения свинца (Pb), диоксида серы (SO₂). Для автопогрузчиков с дизелями – CO, CH, NO₂, сажа (C) и диоксид серы (SO₂) [2].

Выброс i-го вещества одним автопогрузчиком K-ой марки в день M_{ик} составит:

$$M_{ik} = K_i \cdot Q_K \cdot \rho \cdot t_{CM}, \text{ г} \quad (7.1)$$

где K_i - удельный выброс i-го вещества на 1 килограмм израсходованного топлива, г/кг;

Q_K - средний часовой расход топлива (нормативный или расчетный) автопогрузчиком K-ой марки, л/час;

ρ - плотность топлива (ρ = 0,74 кг/дм³ для бензина, ρ = 0,84 кг/дм³ для дизельного топлива);

t_{CM} - средняя продолжительность работы автопогрузчиков K-ой марки за день, час.

Однотипность применяемых двигателей и близость нагрузочных циклов автопогрузчиков позволяет применить обобщенные удельные выбросы вредных веществ для каждого типа двигателей (табл.7.1). Удельные выбросы получены на основе анализа результатов режимометрирования работы автопогрузчиков на типовых операциях, измерения токсичности отработавших газов во время работы погрузчиков по условному нагрузочному циклу, а также данных статистической обработки большого количества токсических характеристик карбюраторных и дизельных двигателей.

Выброс соединений свинца рассчитывают только в случае работы автопогрузчиков на этилированном бензине, содержащем тетраэтилсвинец, который при сгорании образует токсичные соединения.

Таблица 7.1

Удельные выбросы загрязняющих веществ автопогрузчиками [2]

Наименование выброса	Удельный выброс загрязняющих веществ, K _i г/кг	
	Карбюраторные двигатели	Дизельные двигатели
Оксид углерода, CO	200,0	30,0
Углеводороды, CH	11,0	6,0
Оксиды азота, NO ₂	25,0	42,0
Сажа, C	-	6,0
Диоксид серы, SO ₂	0,5	3,0
Соединения свинца, Pb:		
АИ-93	0,49	-
А-76	0,23	-

Валовый выброс i-го вещества автопогрузчиками в год рассчитывают по формуле:

$$M_i = \sum_{K=1}^P M_{ik} \cdot N_K \cdot D_{PK} \cdot 10^{-6}, \text{ т/год} \quad (7.2)$$

где D_{PK} - среднее количество дней работы автопогрузчиков K-ой марки в год;
N_K - количество автопогрузчиков K-ой марки.

Промышленно-транспортная экология

В случае отсутствия нормативов часового эксплуатационного расхода топлива автопогрузчика допускается использование эмпирической формулы для определения Q_k :

$$Q_k = K_j \cdot N_{НОМк}, \text{ л/час} \quad (7.3)$$

где K_j - показатель, зависящий от типа установленного двигателя, $K = 0,11$ - для бензиновых двигателей, $K = 0,07$ - для дизельных двигателей, л/кВт.ч;

$N_{НОМк}$ - номинальная мощность установленного двигателя, кВт.

Данный норматив можно использовать только для расчета вредных выбросов. Использование его для планирования потребности и списания топлива не допускается.

Максимально разовый выброс i -го загрязняющего вещества определяют по формуле:

$$G_i = \frac{\sum_{K=1}^P M_{ик} \cdot N'_K}{3600 \cdot t_{СМк}}, \text{ г/с} \quad (7.4)$$

где N'_k - количество одновременного работающих автопогрузчиков K -ой модели.

При использовании на автопогрузчиках средств снижения токсичности (нейтрализаторы, сажевые фильтры и т.п.), выброс загрязняющих веществ (табл. 7.1.) снижается на величину коэффициента эффективности, указанную в паспорте примененного средства снижения токсичности:

$$M'_{ик} = M_{ик} (1 - 0,01K_э), \text{ т/год} \quad (7.5)$$

где $K_э$ - коэффициент эффективности улавливания, %.

8. РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ ПОСТОВ КОНТРОЛЯ ТОКСИЧНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ АВТОМОБИЛЕЙ

8.1. Автомобили и автобусы с бензиновыми двигателями

Валовый выброс CO , CH , NO_2 и SO_2 при контроле токсичности отработавших газов определяется по формуле [2]:

$$M_i^K = \sum_{\kappa=1}^P n_{\kappa} (m_{npik} \cdot t_{np} + m_{xxik} \cdot t_{uc_1} + m_{xxik} \cdot A \cdot t_{uc_2}) 10^{-6}, \text{ т/год} \quad (8.1)$$

Промышленно-транспортная экология

где n_k - количество проверок данного типа автомобилей в год;

m_{npik} , m_{xxik} - удельный выброс i -го вещества автомобилей K -ой группы при прогреве и работе на холостом ходу, г/мин (табл. 4.22);

t_{np} - время прогрева автомобиля на посту контроля (зависит от условий работы от 0,5 до 3 мин.);

t_{nc1} - среднее время работы двигателя на малых оборотах холостого хода при проверке и регулировке (принимается равным 4 мин.);

A – коэффициент, учитывающий увеличение удельного выброса i -го вещества автомобилем K -ой группы при работе двигателя на повышенных оборотах холостого хода (принимается равным 1,8);

t_{nc2} - среднее время работы двигателя на повышенных оборотах холостого хода (принимается равным 0,5 мин.).

Максимально разовый выброс i -го вещества определяют по формуле:

$$G_i = \frac{n'_k (m_{npik} \cdot t_{np} + m_{xxik} \cdot t_{nc1} + m_{xxik} \cdot A \cdot t_{nc2})}{t \cdot 3600}, \text{ г/с} \quad (8.2)$$

где n'_k – максимальное количество автомобилей, проверяемое в день на посту;

t – «чистое» время контроля токсичности в день, час; принимается для автомобилей наибольшей грузоподъемности среди тех, которые имеются на данном предприятии.

Примечание:

1). Значения m_{npik} приведены в табл. 4.22 $m_{npik} = m_{xxik}$, т.к. измерения производятся при температуре охлаждающей жидкости не ниже 60°C;

2). «Чистое» время – время, затрачиваемое на проведение измерения, включая t_{np} .

Валовый выброс соединений свинца $M_{св}$ (только при использовании этилированного бензина):

$$M_{св} = \sum_{k=1}^p 0,7 d_c \cdot n_k (q_{npk} \cdot t_{np} + q_{xxk} \cdot t_{uc1} + q_{xxk} \cdot A \cdot t_{uc2}) 10^{-6}, \text{ т/год} \quad (8.3)$$

где d_c – содержание свинца в одном литре бензина (АИ-93 – 0,37 г/л, А-76 – 0,17 г/л);

q_{np} , q_{xxk} – расход топлива автомобилем K -ой группы при прогреве и работе на холостом ходу, л/мин (табл. 2.8).

Максимально разовый выброс соединений свинца

$$G_c = \frac{0,7 d_c \cdot n'_k (q_{npk} \cdot t_{np} + q_{xxk} \cdot t_{nc1} + q_{xxk} \cdot A \cdot t_{nc2})}{t \cdot 3600}, \text{ г/с.} \quad (8.4)$$

8.2. Автомобили и автобусы с дизельными двигателями

Промышленно-транспортная экология

Валовый выброс загрязняющих веществ (CO, CH, SO₂, NO₂, C) при контроле дымности отработавших газов определяют по формуле:

$$M_i = \sum_{k=1}^p n_k (m_{npik} \cdot t_{np} + m_{испik} \cdot t_{исп}) 10^{-6}, \text{ т/год} \quad (8.5)$$

где n_k – количество проверок в год автомобилей К-ой группы;

m_{npik} - удельный выброс i-го вещества при работе двигателя К-ой группы на холостом ходу, г/мин. (табл. 4.22);

m_{испik} - удельный выброс i-го вещества при проведении испытаний на двух режимах измерения дымности, г/мин. (табл. 8.1);

t_{np} – время подготовки к проведению измерений, t_{np} = 3 мин;

t_{исп} – время испытаний, t_{исп} = 2,5 мин.

Максимально разовый выброс i-го вещества определяется по формуле:

$$G_i = \frac{n'_k (m_{npik} \cdot t_{np} + m_{испik} \cdot t_{исп})}{t \cdot 3600}, \text{ г/с} \quad (8.6)$$

Таблица 8.1

Удельный выброс загрязняющих веществ при проведении испытаний на двух режимах измерения дымности

Категория автомобиля	Удельный выброс загрязняющих веществ, г/мин				
	CO	CH	NO ₂	SO ₂	C
Грузовые автомобили грузоподъемностью до 3000 кг	2,5	0,8	1,0	0,05	0,15
от 3000 кг до 6000 кг	4,5	1,3	14	0,09	0,036
свыше 6000 кг	8,1	4,1	2,2	0,15	0,55
автопоезда	8,1	4,1	2,2	0,15	0,55
Автобусы (класс автобуса)					
большой (ЛиАЗ, ЛАЗ)	8,1	4,1	2,2	0,15	0,55
(Икарус-250)	9,0	4,5	1,6	0,15	0,30
Особо большой (Икарус-280)	9,0	4,5	1,6	0,15	0,30

При одновременном контроле на нескольких постах автомобилей с бензиновыми и дизельными двигателями валовый и максимально разовый выбросы суммируются.

Название подтемы, если есть

Для хранения и передачи информации в Internet основные функции распределены между специальными службами, называемыми сервисами.

Особенность службы www – вся информация хранится на www-серверах в виде документов, разработанных на языке HTML (язык гипертекстовой разметки). Эти документы содержат информацию различных типов: тексты, рисунки, аудио, видео.

Гиперссылка в HTML – документах может указывать как на другую часть этого документа, так и на любой другой документ.

