

УДК 629.1

ОЦЕНКА ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ И АВТОБУСОВ В ЭКСПЛУАТАЦИИ. МИРОВОЙ ОПЫТ

Б. В. Кисуленко, д. т. н. / С. А. Анিকেев, магистр
ФГУП «НАМИ»

Колёсные транспортные средства являются источниками негативного воздействия на окружающую среду и здоровье человека. Степень потенциальной экологической опасности транспортного средства закладывается при его проектировании, реализуется при его изготовлении и может существенно повышаться в процессе его эксплуатации. Изнашивание элементов конструкции транспортных средств в процессе эксплуатации является одной из причин повышения уровня выбросов вредных (загрязняющих) веществ. Следствием роста потребления топлива и выбросов вредных (загрязняющих) веществ является постоянно увеличивающийся социальный и экономический ущерб. Транспортные средства, в особенности грузовые автомобили и автобусы низких экологических классов, по экологическому ущербу являются лидирующими во всех видах негативных воздействий на окружающую среду.

Российская Федерация как страна — участница Женевского соглашения 1958 года, Глобального соглашения 1958 года и Венского соглашения 1997 года для целей нормирования экологических показателей автомобильной техники в национальном законодательстве применяет Правила ООН, Глобальные технические правила ООН и Предписания ООН, которые являлись основой прекративших своё действие 31 декабря 2014 года национальных технических регламентов «О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации, вредных (загрязняющих) веществ», «О безопасности колёсных транспортных средств» и вступившего в силу с 1 января 2015 года технического регламента Таможенного союза «О безопасности колёсных транспортных средств», заменившего собой национальные технические регламенты государств — членов Евразийского экономического союза.

Правила ООН, устанавливающие требования к выбросам вредных (загрязняющих) веществ транспортными средствами на стадии оценки соответствия в форме одобрения типа транспортного средства, дополнительно предъявляют требования к сохраняемости заложенных на этапе проектирования показателей экологической безопасности в течение эксплуатации, а в последних поправках к Правилам ООН дополнительно введены процедуры оценки выбросов транспортных

средств, находящихся в эксплуатации, которые касаются современных конструкций транспортных средств.

В Евразийском экономическом союзе техническое состояние транспортных средств, находящихся в эксплуатации, оценивается в соответствии с приложением № 8 к вышеупомянутому техническому регламенту Таможенного союза. Требования установлены в отношении тормозных систем, рулевого управления, устройств освещения и световой сигнализации, обзорности, шин и колёс, сцепных устройств, удерживающих систем пассивной безопасности, задних и боковых защитных устройств, двигателей и их систем и прочих элементов конструкции.

При этом оценка экологической безопасности происходит на соответствие требованиям к содержанию оксида углерода (CO) в отработавших газах транспортных средств с бензиновыми и газовыми двигателями в режиме холостого хода на минимальной и повышенной частотах вращения коленчатого вала двигателя. Значения оксида углерода не должны превышать значений, установленных изготовителем для целей оценки соответствия типа транспортного средства перед его выпуском в обращение, а при отсутствии таких данных не должны превышать значений, указанных в табл. 1.

Кроме того, для транспортных средств с дизелями проводится контроль дымности отработавших газов, которая в режиме свободного ускорения не должна превышать значений коэффициента поглощения света, указанного в документах, удостоверяющих соответствие транспортного средства Правилам ООН № 24–03, либо значений, указанных на знаке официального утверждения, нанесённом на двигатель или транспортное средство, либо установленных изготовителем транспортного средства в эксплуатационной документации. При отсутствии вышеуказанных сведений дымность отработавших газов не должна превышать значений $2,5... 3,0 \text{ м}^{-1}$ (для двигателей экологического класса 3 и ниже, в зависимости от наличия наддува) или $1,5 \text{ м}^{-1}$ (для двигателей экологического класса 4 и выше).

Дополнительно проводится контроль технического состояния устройств снижения токсичности.

Однако приведённые требования призваны оценить техническое состояние транспортного средства и не могут быть использованы для оценки его экологической

Таблица 1. Требования к содержанию CO в отработавших газах

Категории и комплектация транспортных средств	Частота вращения коленчатого вала двигателя	CO, объёмная доля, %
М и N, не оснащённые системами нейтрализации отработавших газов	Минимальная	3,5
	Повышенная	2,0
М и N экологического класса 2 и ниже, оснащённые системами нейтрализации отработавших газов	Минимальная	0,5
	Повышенная	0,3
М и N экологического класса 3 и выше, оснащённые системами нейтрализации отработавших газов	Минимальная	0,3
	Повышенная	0,2
L, не оснащённые системами нейтрализации отработавших газов	Минимальная	4,5

опасности, так как указанные показатели выбросов CO измеряются на холостом ходу двигателя без нагрузки, что не отражает реальных условий эксплуатации транспортных средств.

Помимо этого, в Российской Федерации в части установления требований и методов испытаний при оценке вредных выбросов действуют национальные стандарты ГОСТ группы 17 «Охрана природы», которые в силу статьи 12 Федерального закона № 184-ФЗ «О техническом регулировании» могут применяться только на добровольной основе.

В отношении автомобильной техники и её двигателей в указанной группе стандартов принят ГОСТ 17.2.2.01–84 «Охрана природы. Атмосфера. Дизели автомобильные. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерений». Указанный стандарт содержит методики измерения дымности автомобильных дизелей при испытаниях на стенде в режиме внешней скоростной характеристики и в режиме свободного ускорения. В соответствии с областью применения указанного стандарта его действие не распространяется на дизели, находящиеся в эксплуатации.

Проблема оценки выбросов большегрузной техники и автобусов успешно решается на международном уровне — в рамках Глобального соглашения 1998 года, Женевского соглашения 1958 года и Венского соглашения 1997 года, администрируемых Всемирным форумом по согласованию требований к транспортным средствам ЕЭК ООН, а также на региональном уровне — в США и Европейском союзе.

Предписаниями № 1, являющимися приложением к Венскому соглашению 1997 года, предусмотрена оценка выбросов транспортных средств замером выбросов CO на холостом ходу для транспортных средств, оснащённых двигателями с принудительным зажиганием, или контролем дымности транспортных средств с двигателями с воспламенением от сжатия в режиме свободного ускорения (без нагрузки от холостого хода до граничной скорости) при рычаге переключения передач в нейтральном положении и включённом сцеплении.

Руководствуясь указанными требованиями, в техническом регламенте Таможенного союза «О безопасности колёсных транспортных средств» установили выше-

указанные требования к автотранспортным средствам в части выбросов.

В рамках Глобального соглашения 1998 года для целей оценки выбросов вредных веществ большегрузной автомобильной техникой и автобусами приняты Глобальные технические правила № 4, которые устанавливают только требования к методике проведения испытаний двигателей с воспламенением от сжатия и двигателей с принудительным зажиганием, работающих на природном газе (ПГ) или сжиженном нефтяном газе (СНГ), в отношении выделяемых ими загрязняющих веществ, и призваны облегчить процедуру взаимопризнания результатов испытаний, проведённых в странах — участницах Глобального соглашения 1998 года.

Однако процедуры испытаний двигателей транспортных средств, установленные ГТП № 4, предусматривают демонтаж двигателя и установку его на испытательный стенд, состоящий из сложного оборудования, требующего достаточно высокой квалификации работающего с ним персонала, поэтому использование описанных процедур для оценки выбросов транспортных средств в эксплуатации не представляется возможным.

В данном аспекте заслуживают внимания Глобальные технические правила № 10, которые охватывают выбросы вне цикла испытаний высоконагруженных двигателей и транспортных средств большой грузоподъёмности в пределах широкого диапазона режимов работы двигателей и условий окружающей среды, которые встречаются в обычных условиях эксплуатации транспортных средств.

Глобальные технические правила № 10, касающиеся выбросов вне цикла испытания (ВВЦ), включают два компонента. Первый содержит положения, которые запрещают использование неэффективных функций. Второй предусматривает методологию ограничения выбросов вне цикла испытаний под названием «всемирно согласованная методология неперевышения» (ВМНП). Эта методология включает согласованные коэффициенты выбросов вне цикла испытаний, которые применяются в широком диапазоне режимов работы двигателя и окружающих условий эксплуатации.

Подход, предусмотренный в ГТП № 10 по ВВЦ, даёт возможность снизить уровень зависимости от результа-

тов анализа конструктивных элементов в каждом конкретном случае, предусматривая соблюдение предельных значений выбросов в широком диапазоне режимов работы вне цикла испытаний. Положения ГПП № 10 дополняют запрет на использование неэффективных функций и могут обеспечить более эффективное и объективное средство оценки выбросов на основе эксплуатационных характеристик.

При этом, помимо положений о возможности проведения испытаний в лабораторных условиях, Глобальными техническими правилами № 10 предусмотрена возможность для государств — членов Глобального соглашения 1998 года выбрать проведение испытаний транспортных средств в условиях эксплуатации. В данном случае ГПП определяют, что двигатель должен работать в фактических условиях эксплуатации.

Для проверки соответствия предельных значений выбросов (NO_x , HC, CO, PM) должны использоваться результаты испытаний из всей совокупности данных, полученных в соответствующих условиях окружающей среды и эксплуатации, при работе двигателя в контрольной области ВМНП. При этом предполагается, что выбросы, произведённые во время некоторых циклов, могут не соответствовать предельным значениям выбросов ВМНП.

Похожий подход используется в законодательстве США — Федеральный закон CFR Title 40 («Защита окружающей среды»), часть 86 («Контроль выбросов новых и находящихся в эксплуатации транспортных средств»), подраздел Т («Программа испытаний мощных дизельных двигателей в эксплуатации»).

Согласно вышеуказанному закону изготовители дизелей для транспортных средств полной массой более 8 500 фунтов (3 825 кг) должны проводить оценку их ответственности в эксплуатации.

В соответствии с указанным подразделом Т при испытаниях измеряются THC, NMHC, CO, NO_x и CO_2 , а также производят измерение и определение O_2 в выбросах с использованием надлежащего измерительного оборудования.

Кроме того, указанным законом устанавливаются критерии выборки транспортных средств для проведения испытаний, в частности:

- двигатель должен быть репрезентативным для данного семейства;
- эксплуатация транспортного средства должна быть репрезентативной для обычной эксплуатации транспортного средства, в частности по назначению;
- транспортные средства должны поступить по меньшей мере из двух независимых источников;
- основные системы автомобиля/двигателя (например, силовая установка, трансмиссия, системы контроля выбросов) должны быть в надлежащем порядке и использоваться;

- двигатели не подвергались изменениям, переоборудованию или капитальному ремонту с целью воздействия на показатели выбросов;

- двигатели не должны были эксплуатироваться на непредписанном топливе. Для примера: двигатель может рассматриваться в качестве работавшего на непредписанном топливе, если он работал на биотопливе, которое не было указано в качестве разрешённого в инструкции по эксплуатации;

- двигатели не должны иметь горящего индикатора неисправности двигателя (MIL) или хранящейся в системе бортовой диагностики кода ошибки. При несоблюдении указанного условия двигатель должен быть отклонён в соответствии с программой испытаний;

- транспортное средство должно работать по меньшей мере на три часа (исключая холостой ход) дольше полной дневной смены;

- транспортные средства не должны превышать соответствующий срок эксплуатации как в милях, так и в годах;

- транспортное средство должно иметь достаточно свободного места для безопасного размещения оборудования портативной системы измерения выбросов.

После выборки осуществляют испытания транспортных средств в две фазы. Испытания в фазе 1 проводят в условиях нормальной работы и эксплуатации транспортного средства, при которых двигатель работает в режимах так называемой не превышающей процедуры испытаний (NTE). Под условиями нормальной работы и эксплуатации понимаются обычный маршрут и нагрузка транспортного средства (включая вспомогательные нагрузки, такие как кондиционирование воздуха в кабине), нормальные внешние условия и водитель.

Испытания в фазе 2 проводятся в соответствии со специальными указаниями Федерального агентства по охране окружающей среды США (EPA).

Предусмотренные в Глобальных технических правилах № 10, а также применяемые в законодательстве США процедуры оценки выбросов вредных веществ в эксплуатации не устанавливают каких-либо критериев ездового испытательного цикла, используя в качестве такового типичные условия эксплуатации транспортного средства.

Однако типичные условия эксплуатации для различных транспортных средств будут значительно отличаться, как, например, отличаются условия эксплуатации магистральных тягачей и городских автобусов.

Применяя при оценке соответствия типичные условия эксплуатации, законодательство США, в частности, делает упор на достаточно значительную выборку транспортных средств, используя в качестве критерия возможность охвата максимально возможных типичных условий эксплуатации.

Таблица 2. Соотношение участков движения с общим пробегом транспортного средства

Категория ТС	Этапы движения		
	Городской	Сельский	Магистральный
M ₂ и M ₃	45 %	25 %	30 %
M ₂ и M ₃ , относящиеся к классу I, II или классу A	70 %	30 %	—
N ₂	45 %	25 %	30 %
N ₃	20 %	25 %	55 %

В связи с этим такой подход также не может быть использован для разработки методики оценки выбросов транспортных средств большой грузоподъемности в эксплуатации.

Отдельного рассмотрения требуют Правила ООН № 49–06 и Правила ЕС 582/2011, которые практически полностью совпадают с Правилами ООН № 49–06.

В рамках поправок 06 к Правилам ООН № 49 были установлены требования к транспортным средствам категорий N₂, N₃, M₂, M₃ в эксплуатации. Согласно данным требованиям, соответствие находящихся в эксплуатации транспортных средств или двигателей подтверждается посредством проведения испытаний транспортных средств на дороге, в обычных режимах управления, условиях и при обычной нагрузке. Испытание на соответствие эксплуатационным требованиям должно быть репрезентативным для тех транспортных средств, которые эксплуатируются на дорогах в реальной ситуации, в условиях нормальной нагрузки и профессиональным водителем, который обычно управляет данным транспортным средством.

Пробег должен состоять из этапа движения в городских условиях с последующими этапами движения в сельской местности и на автомагистрали в пропорции, указанной в табл. 2, в зависимости от категории транспортного средства.

В качестве руководства для оценки пробега используется следующее распределение характерной продолжительности этапов:

- ускорение — 26,9 % времени;
- замедление — 22,6 % времени;
- постоянная скорость — 38,1 % времени;
- остановка (скорость транспортного средства = 0) — 12,4 % времени.

Минимальная продолжительность испытания должна быть достаточно длительной, для того чтобы за это время можно было выполнить пятикратную работу, выполняемую в режиме WHTC (всемирный гармонизированный переменный цикл), или, в случае применимости, высвободить пятикратную контрольную массу CO₂ в кг/цикл в режиме WHTC.

В качестве методики оценки выбросов транспортных средств большой грузоподъемности в эксплуатации

целесообразно использовать методику, изложенную в приложении № 8 к Правилам ООН № 49–06, однако данная методика призвана имитировать на двигателе испытательные нагрузки переменного цикла WHTC, поэтому данный цикл предъявляет требования к наличию в режимах движения режимов ускорения и режимов замедления, которые в совокупности составляют до 50 % времени испытаний.

Однако данный режим было бы некорректно применять к транспортным средствам низких экологических классов (3 и ниже), поскольку в соответствии с сертификационными требованиями Правил ООН № 49 двигатели данных транспортных средств проходили испытания только в стационарных режимах европейского стационарного цикла ESC.

Таким образом, анализ мирового опыта оценки экологической безопасности транспортных средств позволяет сделать вывод о необходимости разработки специальной методики оценки выбросов вредных (загрязняющих) веществ транспортными средствами низких экологических классов (3 и ниже) в эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности колёсных транспортных средств» (ТР ТС 018/2011), утверждён Решением комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 877.
2. Предписания № 1 «Единообразные предписания, касающиеся периодических технических осмотров колёсных транспортных средств, в отношении охраны окружающей среды».
3. Федеральный закон США CFR Title 40 («Защита окружающей среды»). — Ч. 86 («Контроль выбросов новых и находящихся в эксплуатации транспортных средств»). — Подраздел Т («Программа испытаний мощных дизельных двигателей в эксплуатации»).
4. Правила ООН № 49 «Единообразные предписания, касающиеся подлежащих принятию мер по ограничению выбросов загрязняющих газообразных веществ и твёрдых частиц из двигателей с воспламенением от сжатия, предназначенных для использования на транспортных средствах, а также выбросов загрязняющих газообразных веществ из двигателей с принудительным зажиганием, работающих на природном газе или сжиженном нефтяном газе и предназначенных для использования на транспортных средствах».
5. Глобальные технические правила № 4 «Процедура испытания двигателей с воспламенением от сжатия и двигателей с принудительным зажиганием, работающих на природном газе (ПГ) или сжиженном нефтяном газе (СНГ), в отношении выделяемых ими загрязняющих веществ».
6. Глобальные технические правила № 10 «Выбросы вне цикла испытаний (ВВЦ)».
7. EU Regulations № 582/2011 «Implementing and amending Regulation (EC) № 595/2009 of the European Parliament and of the Council with respect to emissions from heavy duty vehicles (Euro VI) and amending Annexes I and III to Directive 2007/46/EC of the European Parliament and of the Council».