

ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 621.436:629.113

ВВЕДЕНИЕ СТАНДАРТОВ НА ВЫБРОСЫ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКОЙ – ОДНО ИЗ ГЛАВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ КОНСТРУКЦИИ И УЛУЧШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ

А.Н. КАРТАШЕВИЧ, В.А. БЕЛОУСОВ, А.А. СТРОГИН, А.В. КРАВЕЦ
(Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Горки)

Представлен анализ наиболее экологически опасной проблемы конца XX века. Приведены нормы ЕРА, регламентирующие выбросы дизелей средней и большой мощности, а также нормы выбросов вредных веществ дизельными двигателями, используемые в Европейском Союзе. Представлены циклы испытаний различных стран мира. Приведены исторические справки по введению государственных стандартов. Произведен анализ экологической ситуации в Республике Беларусь и действующих в настоящий момент стандартов по нормированию выбросов вредных веществ дизельными двигателями.

Загрязнение воздуха вредными выбросами двигателей внутреннего сгорания (ДВС) в конце XX века стало одной из глобальных экологических проблем. В мировое воздушное пространство ежегодно выбрасывается свыше 300 млн. т окиси углерода, более 150 млн. т сернистого ангидрида, свыше 100 млн. т твердых частиц, более 50 млн. т окислов азота и многих других веществ, при этом на автотранспорт приходится более 60 % всех выбросов [1]. Особую опасность для жизнедеятельности человека представляют отработавшие газы (ОГ), содержащие твердые частицы, являющиеся канцерогенными. Канцерогенные свойства твердых частиц обусловлены не углеродом, а присутствием адсорбированных поверхностью канцерогенных активных веществ, таких как бенз(α)пирен (в $3 \cdot 10^6$ раз токсичнее окиси углерода). Наибольшее количество твердых частиц и NO_x выбрасывается в атмосферу с ОГ дизельных ДВС, устанавливаемых на автотракторной технике.

Цель работы – улучшение экологической ситуации в Республике Беларусь путем введения стандартов нормирующих выбросы вредных веществ атмосферу с анализом имеющегося передового опыта в данной области.

В настоящее время одним из главных направлений по снижению выбросов токсичных компонентов в атмосферу является разработка стандартов на дымность и токсичность ОГ с целью установления предельно допустимых норм концентраций токсичных веществ (удельных выбросов токсичных веществ). Разработка этих стандартов на уровне правительств, законодательно ведется с 70-х годов прошлого века. Развитие этого направления дало свои результаты. Введение норм и правил, а также постоянное их ужесточение позволило снизить выбросы вредных веществ транспортными средствами. Современные автомобили ведущих фирм Европы и США выбрасывают в атмосферу в 15 раз меньше вредных веществ, чем те, которые выпускались 15...20 лет назад.

Впервые нормирование токсичности ОГ и картерных газов, ограничивающее выбросы CO и C_nH_m бензиновых двигателей, было введено в 1959 г. в штате Калифорния США. В 1968 г. данный стандарт был утвержден как государственный (федеральный стандарт). Затем был введен стандарт ЕРА (Агентство по охране окружающей среды США) 1988 года на выбросы твердых частиц (не более 0,8 г/кВт·ч), который производители ДВС восприняли как возможный конец дизеля и как «непреодолимую стену».

Однако многие часы стендовых испытаний и тысячи километров пробеговых испытаний показали ошибочность этого мнения. Последовавшие стандарты ЕРА 1990, 1991, 1994 годов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Нормы ЕРА выбросов дизелей средней и большой мощности (г/кВт·ч)

Год	CO	C_nH_m	NO_x	Твердые частицы
1990	21,0	1,8	8,1	0,81
1991	21,0	1,8	6,8	0,34
1994	21,0	1,8	6,8	0,14

Аналогичным образом и европейские страны вели разработку таких стандартов. В 1970 г. Европейской Экономической комиссией ООН были рекомендованы единые для государств Европы Правила

оценки токсичности ОГ и картерных газов (Правила № 15 и № 49). Затем были введены европейские нормы на выбросы токсичных веществ и дымность ОГ «Европейские директивы 70/220/ЕЕС, 88/77/ЕЕС, 93/59/ЕЕС, 98/69/ЕЕС, 1999/96/ЕЕС» с перспективой до 2010 года [3], которые регламентировали выбросы токсичных компонентов различных типов транспортных средств: легковых автомобилей, легких коммерческих грузовиков и т.д.

Европейские стандарты Euro 1...5, регламентирующие выбросы токсичных компонентов ОГ тяжелых грузовиков и городских автобусов, приведены в табл. 2. Стандарты принимаются Евросоюзом заранее и определяются с учетом достигнутого совершенства конструкции двигателя, технических возможностей эксплуатационных служб и с учетом экономической целесообразности. Постоянное ужесточение норм на токсичность и дымность ОГ является одним из главных факторов, стимулирующих производителей двигателей улучшать их экологические показатели.

Таблица 2

Нормы выбросов вредных веществ дизельными двигателями

Стандарт	Год и категория	Цикл тестирования	Уровень выбросов, г/кВт·ч				Дымность, м ⁻¹	
			СО	NO _x	C _n H _m	Твердые частицы		
Euro 1	1992, менее 85 кВт	ECE R-49	4,5	8,0	1,1	0,612		
	1992, более 85 кВт		4,5	8,0	1,1	0,36		
Euro 2	1996, 10		4,0	7,0	1,1	0,25		
	1998, 10		4,0	7,0	1,1	0,15		
Euro 3	1999, 10, только EEV		ESC & ELR	1,5	2,0	0,25	0,02	0,15
	2000, 10			2,1	5,0	0,66	0,13	0,8
Euro 4	2005, 10		1,5	3,5	0,46	0,02	0,5	
Euro 5	2008, 10		1,5	2,0	0,46	0,02	0,5	

Стандарты кроме предельно допустимых норм содержат также цикл, по которому проходит испытание двигатель или транспортное средство (он должен максимально учитывать условия эксплуатации); аналитические зависимости, по которым проводится подсчет результатов. Испытательные циклы регламентируют скоростные и нагрузочные параметры, при которых будет определяться концентрация токсичных веществ в ОГ. В зависимости от характера изменения нагрузки и скорости циклы могут быть разделены на постоянные и переменные. Постоянные задаются неизменной скоростью и нагрузкой. Опыты проводятся несколько раз, а затем определяется среднее значение. В переменных циклах изменяется как скорость, так и нагрузка. Результат получают либо путём сбора проб в пластиковые ёмкости с последующим их анализом, либо с помощью электронных приборов, позволяющих быстро определять концентрацию токсичных веществ в ОГ непосредственно на испытательном стенде. Предельные нормы выброса токсичных веществ измеряются в граммах на единицу пути (г/км) или на единицу мощности (г/кВт). Испытательные циклы, используемые в некоторых странах, представлены в табл. 3 [3].

Из вышеизложенного следует, что развитые западные страны широко используют данное направление для снижения выбросов вредных веществ в атмосферу. И это направление находит все большее применение во всем мире.

В Беларуси в 2001 году в атмосферу выброшено 927 тыс. т вредных веществ, при этом доля передвижных источников составляет 70 % от общего объёма. Объясняется это тем, что Беларусь обладает развитой транспортной сетью. Протяженность ее автомобильных дорог превышает 180 тыс. км, а их площадь приблизительно равна 207,6 км². По объёму транспортных перевозок республика занимает пятое место в Европе, и по данным [4] количество твердых частиц, выбрасываемое с ОГ дизельных транзитных автопоездов, следующих только по автомагистрали М-1, составляет более 1750 кг/км·год. Среднегодовое содержание бенз(а)пирена, рассчитанное по 12 городам республики, превышает ПДК в 2,5...3 раза; разовые концентрации пыли, оксидов углерода, фенола, аммиака превышали ПДК в 1,5...2,5 раза, а оксидов азота – в 4...6 раз.

При этом в настоящее время в Республике Беларусь не разработаны нормы на токсичность и дымность ОГ, которые отражали бы современное состояние вопроса экологической ситуации в республике. Примером тому служат некоторые государственные стандарты: ГОСТ 17.2.2.02-98 и ГОСТ 17.2.2.05-97, регламентирующие выбросы на внедорожной технике (табл. 4). Недостаток данных стандартов не в том, что они менее жесткие, чем Европейские директивы и стандарты США, а в том, что можно ли вообще проводить это сравнение. Как видно из табл. 3, каждое государство имеет свои циклы испытаний и регламентирует выбросы в соответствии с этими циклами.

Беларусь также пошла по этому пути, взяв циклы испытаний из стандартов бывшего СССР, которые значительно устарели и вызывают ряд нареканий в объективности оценки экологической опасности дизеля. Поэтому отечественным автотракторным производителям приходится руководствоваться либо жесткими нормами «Европейских директив», не учитывающих современное экономическое состояние страны, либо требованиями на токсичность и дымность ОГ бывшего СССР.

Таблица 3

Испытательные циклы для ДВС

Испытательный цикл	Описание	Примечания
США		
FTP Transient	Переменный испытательный цикл проводится на беговом барабане. Повторяет движение как по городу, так и по шоссе. Используется для сертификации тяжелых дизельных двигателей в США	Изменяется скорость и нагрузка
Nonroad Transient Cycle (NRTC)	Переменный испытательный цикл проводится на беговом барабане. Используется для внедорожных транспортных средств	Изменяется скорость и нагрузка
Евросоюз		
ECE + EUDC	Комбинированный испытательный цикл. Проводится на беговом барабане, используется для определения выбросов транспортными средствами и сертификации в Европе. Состоит из четырех ECE Urban Driving Cycles и одного Extra Urban Driving Cycle (EUDC), повторяющего движение по шоссе	Изменяется скорость
ECE R-49	Постоянный цикл. Включает 13 уровней испытаний на барабанном стенде. Использовался для сертификации тяжелых грузовиков до 2000 года	
ESC (OICA)	Новый постоянный цикл. Используется для сертификации грузовиков и автобусов	
ELR	Используется с 2000 года для определения дымности и сертификации тяжелых дизельных двигателей	
ETS (FIGE Transient)	Новый переменный цикл, используется совместно с ESC для сертификации грузовиков и автобусов	Изменяется скорость и нагрузка
Япония		
10-15 Mode cycle	Переменный испытательный цикл. Проводится в условиях городского движения, используется для определения выбросов вредных веществ легкими транспортными средствами и сертификации в Японии	Изменяется скорость
6-Mode cycle	Два 6-mode cycles использовались в Японии для тяжелых транспортных средств весом более 2,5 т и перевозящих более 10 человек. Один цикл для дизельных двигателей, один – для бензиновых. Результаты цикла выражались ppm	
13-Mode cycle	Новейший цикл для тяжелых транспортных средств, заменивший 6-mode cycles. Результаты цикла выражаются в г/кВт	
Международный		
ISO 8178	Испытательный цикл состоит из нескольких уровней барабанных испытаний. Используется для некоторых внедорожных двигателей, представленных в Европе и США	

Таблица 4

Выбросы загрязняющих веществ дизельных двигателей, используемых на внедорожной технике, г/кВт·ч

Мощность двигателя	Время введения	CO	C _n H _m	NO _x	PM
130...560 кВт	1999.01	5,0	1,3	9,2	0,54
75...130 кВт	1999.01	5,0	1,3	9,2	0,70
37...75 кВт	1999.04	6,5	1,3	9,2	0,85

В сложившейся ситуации возможный путь решения данной проблемы – принятие в Белоруссии Европейских испытательных циклов совместно с менее жесткими уровнями выбросов вредных веществ, учитывающих экономическую ситуацию в республике, что позволит в дальнейшем легко довести имеющиеся стандарты до уровня Европейских при соответствующем росте и развитии экономики республики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаенко А.В. Улучшение топливно-энергетических и экологических показателей автотракторных двигателей: Учеб. пособие / Ленинградский с.-х. ин-т. – Л., 1990. – 47 с.
2. Американские дизелестроители и нормы EPA на 1991 – 1994 гг. // Автомобильная промышленность США. – 1990. – № 4. – С. 17 – 197.
3. <http://www.DieselNet.com>
4. Карташевич А.Н., Белоусов В.А., Сушнев А.А. Загрязнение почв тяжелыми металлами вдоль автомагистралей Республики Беларусь // Природные ресурсы. – 1998. – № 1. – С. 114 – 119.