

## Общие проблемы двигателестроения

ЦИАМ разработку малоэмиссионной камеры сгорания с факельной стабилизацией горения для ГТУ нового поколения, освещенные В.В. Кулалаевым (ХАИ) тенденции развития газодинамических теплогенераторов для систем оптического подавления электронных комплексов самонаведения.

Большой интерес представили работы ФГУП ОКБ "Факел" (г. Калининград), ГKB "Южное" (г. Днепропетровск) и ХАИ в области электрореактивных двигателей.

На секции "Испытания" наибольший интерес вызвали сообщения авторов из АО "Ленинградский Металлический завод", посвященное экспериментальному определению вибрационного состояния рабочих лопаток турбомашин, и совместные работы ФГУП "Салют" (г. Москва) и НТЦ "Термоконтроль" (г. Харьков) по использованию тепловизионного метода активного неразрушающего контроля охлаж-

даемых лопаток турбин.

Благодаря относительно невысокой стоимости пребывания на Конгрессе возможность участвовать в нем получило большое число молодых исследователей, которым организаторы предоставили преимущественное право выступлений на заседаниях секций.

Весьма полезным и приятным было общение участников Конгресса с видными учеными и специалистами. Не претендуя на полноту списка, можно назвать их имена: Н.В. Белан, Б.Д. Билека, Ю.С. Воробьев, Л.Б. Гецов, С.А. Дмитриев, В.Г. Дьяченко, А.П. Зиньковский, С.Р. Игнатович, А.Я. Качан, П.П. Лепихин, А.П. Марченко, А.Н. Петухов, В.А. Рыбков, Н.Н. Салов, Д.Ф. Симбирский, А.П. Строков, Ю.А. Трубников, А.П. Тунаков, А.В. Фишгойт, Е.Ф. Фурмаков, Н.Д. Чайнов и другие.

УДК 621.436.068

*И.В. Парсаданов, канд. техн. наук*

## НОРМИРОВАНИЕ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ДИЗЕЛЕЙ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН В УКРАИНЕ

Одним из основных направлений повышения технического уровня ДВС в последние десятилетия является снижение выбросов вредных веществ (ВВ) с отработавшими газами. Это связано с активизацией деятельности по сохранению динамического равновесия биосферы нашей планеты, новыми данными о влиянии токсичных выбросов на организм человека и окружающую среду и значительным увеличением выпуска различных машин с ДВС.

Снижение выбросов ВВ с отработавшими газами осуществляется введением законодательных ограничений и внедрением мероприятий, обеспечивающих эти ограничения. Нормирование токсичных выбросов ДВС производится как с позиций эффективности защиты окружающей среды, так и с учетом состояния экономики конкретной страны, уровня ее промышленного развития, условий организации эксплуатации и технического обслуживания.

Законодательные ограничения на регламентируемые ВВ устанавливаются нормативной документацией (национальными и международными стандартами), в которых также приводятся требования и положения, относящиеся к условиям проведения испытаний, области применения и сроку действия стандарта, средствам измерений, правилам обработки результатов испытаний и характеристике применяемого топлива.

Рассмотрим особенности нормативной доку-

ментации, предназначенной для дизелей грузового автотранспорта и сельскохозяйственных машин, причем ограничимся стандартами, действующими в Украине и разработанными ЕЭК ООН, вероятность введения в действие которых в Украине в ближайшее время весьма велика. Нормы выбросов ВВ и основные сведения о нормативной документации для указанных дизелей приведены в табл. 1.

К нормируемым токсичным компонентам дизелей грузовых автомобилей и сельскохозяйственных машин в соответствии с действующей в Украине документацией, относятся оксид углерода (СО), суммарные углеводороды ( $C_nH_m$ ), оксиды азота ( $NO_x$ ). Кроме этих компонентов Правила ЕЭК ООН регламентируют выбросы твердых частиц (PM). Другим существенным отличием Правил ЕЭК ООН от стандартов, действующих в Украине, являются более жесткие нормативы на выбросы ВВ. Для введения в Украине европейских норм необходимо комплексное решение ряда проблем, связанных с повышением технического уровня двигателей и их комплектующих, улучшением характеристик дизельного топлива и смазочных масел, обеспечением необходимым измерительным оборудованием и др.

Нормы токсичных компонентов устанавливаются в удельных значениях массового выброса каждого ВВ за цикл испытаний, отнесенного к приведенной мощности в единицу времени. Измерение

концентрации газообразных ВВ в отработавших газах, согласно нормативной документации, проводят с помощью быстродействующих газоанализаторов непрерывного действия. Результаты измерений фиксируются в  $\text{млн}^{-1}$  или в %. Масса твердых частиц

определяется на каждом режиме или за цикл испытаний в полнопоточных или неполнопоточных туннелях с последующим взвешиванием специальных фильтров.

Таблица 1. Нормы выбросов и основные сведения о нормативной документации по методам определения вредных веществ с отработавшими газами дизелей грузовых автомобилей и сельскохозяйственных машин

№ № п/п	Обозначение и наименование документа	Цикл испытаний	Удельные выбросы вредных веществ, г/(кВт·ч)				Год введения в действие
			NO <sub>x</sub>	CO	C <sub>n</sub> H <sub>m</sub>	PM	
1	<b>ОСТ-37.001.234-81.</b> Дизели автомобильные. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Нормы и методы измерений.	13- режимный цикл	18,35	9,5	3,4	–	1982
2	<b>ГОСТ 17.2.2.05-97.</b> Нормы и методы определения выбросов вредных веществ с отработавшими газами дизелей, тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин.	13- режимный цикл ECE – R49	18,0	10,0	3,0	–	1999
3	<b>Правила ЕЭК ООН № 49-02.</b> Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения двигателей с воспламенением от сжатия и автотранспортных средств, оснащенных двигателями с воспламенением от сжатия в отношении выделения ими загрязняющих веществ	13-режимный цикл ECE–R49	7,0	4,0	1,1	0,15	1996-EURO II
		13- режимный цикл ESC	5,0	2,1	0,66	0,1	2000-EURO III 2005-EURO IV 2008-EURO V
			3,5	1,5	0,46	0,02	
			2,0	1,5	0,25	0,02	
4	<b>Правила ЕЭК ООН № 96.</b> Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения двигателей с воспламенением от сжатия мощностью $\geq 130$ кВт для установки на сельскохозяйственных и лесных тракторах в отношении выброса загрязняющих веществ этими двигателями	8-режимный цикл ISO-8178-4	9,2	5,0	1,3	0,54	1998
			6,0	3,5	1,0	0,2	2000

Дизели грузовых автомобилей и сельскохозяйственных машин при оценке выбросов ВВ испытываются на стенде, оборудованном нагружающим устройством и средствами измерений для контроля испытаний и сбора данных, необходимых для обработки результатов испытаний. Выбросы определяют при последовательной работе дизеля на установившихся режимах. Каждому режиму соответствует свой коэффициент весоности, который характеризует вклад данного режима в загрязнение окружающей среды при эксплуатации дизеля.

На рис. 1 показаны режимы и соответствующие им коэффициенты весоности (в процентах) для испытательных циклов дизелей грузовых автомобилей и сельскохозяйственных машин.

Определение удельных выбросов ВВ для дизелей сельскохозяйственных машин по ГОСТ 17.2.2.05-97 проводится в полном соответствии с Правилами ЕЭК ООН № 49.02, которые применяются для дизелей грузового автотранспорта. Оба этих

нормативных документа предусматривают испытания дизеля по тринадцатирежимному циклу на одинаковых режимах при равных коэффициентах весоности для каждого режима.

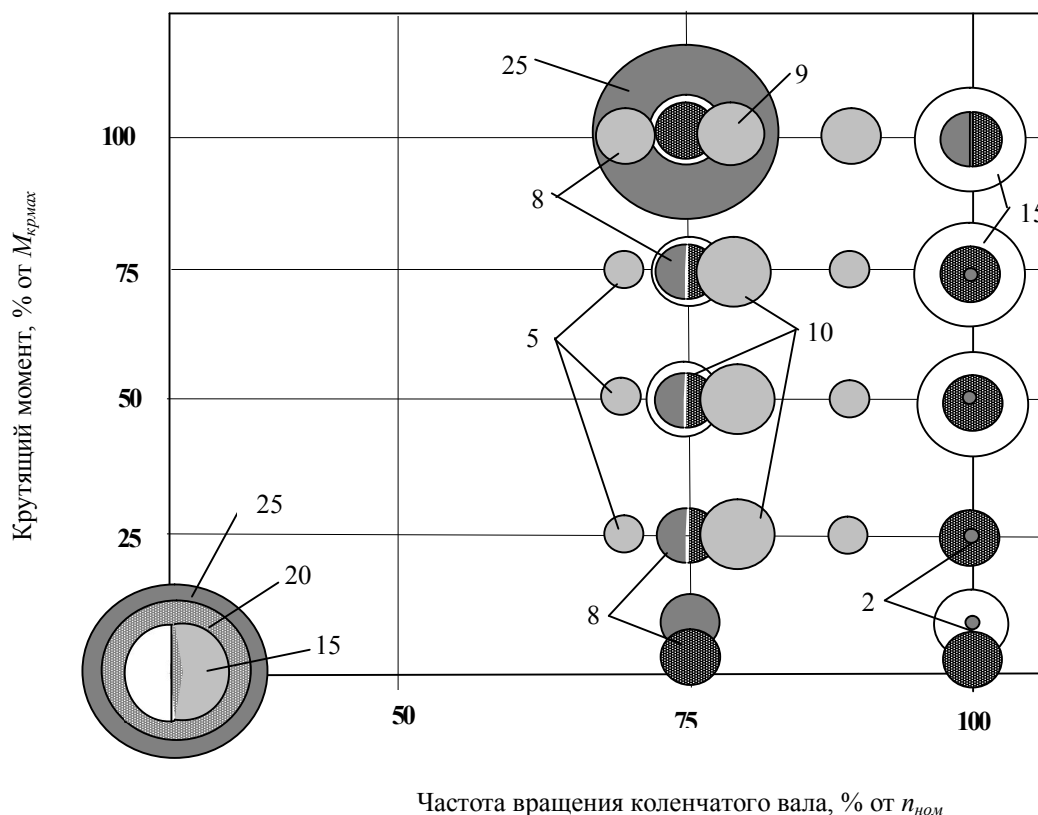
В свою очередь для дизелей сельскохозяйственных машин Правилами ЕЭК ООН № 96 предусмотрены испытания по восьмیرهжимному циклу, в котором режимы испытаний и коэффициенты весоности каждого режима устанавливаются в соответствии со стандартом ISO-8174-4.

ОСТ 37.001.234-81 предусматривает определение выбросов ВВ отработавшими газами дизеля по тринадцатирежимному циклу, однако отличается режимами испытаний и коэффициентами весоности режимов. Кроме этого в указанном ОСТе имеются особенности в методе расчета удельных выбросов ВВ.

С 2000 года для оценки выбросов ВВ дизелей грузовых автомобилей введен испытательный цикл ESC (европейский стационарный испытательный

цикл). Цикл ESC в большей степени учитывает реальные условия эксплуатации дизелей грузовых автомобилей. Цикл включает двенадцать режимов работы дизеля с нагрузкой и режим холостого хода при минимальной частоте вращения коленчатого вала. С нагрузкой дизель испытывается при четырех уровнях крутящего момента и при трех уровнях – с частотами вращения коленчатого вала, смещенными в сто-

рону более низких частот вращения. В сравнении с ранее действующим циклом по Правилам ЕЭК ООН № 49 изменены и коэффициенты весомости. Циклом ESC предусматриваются также испытания дизеля на трех дополнительных контрольных режимах, которые не принимаются во внимание при расчете удельных выбросов ВВ.



● – Правила 49.02, ГОСТ 17.2.2.05-    ● – Правила 49 ESC;    ○ – Правила 96;    ● – ОСТ 37.001.234-81.

Рис. 1. Режимы испытаний и соответствующие им значения коэффициентов весомости для испытательных циклов дизелей грузовых автомобилей и сельскохозяйственных машин

В связи с имеющимися различиями между нормативными документами в выборе режимов испытаний и их количества, коэффициентов весомости режимов и в методах расчета концентрации ВВ представляет интерес оценка влияния этих различий на показатели дизеля. На приведенной диаграмме (рис. 2) показано как изменяются относительные значения удельных выбросов вредных веществ для дизеля СМД-31 (6ЧН12/14) при испытаниях и расчетах по различным методикам. Сравнения удельных выбросов проведено относительно значений, определенных по Правилам ЕЭК ООН № 49.02 и ГОСТ 17.2.2.05-97.

Наиболее существенными являются значения удельных выбросов оксида углерода и суммарных

углеводородов, определенные по методике ОСТ 37.001.234-81. Это объясняется различием в выборе коэффициентов весомости, что существенно снижает приведенную мощность дизеля, и в коэффициентах приведения, что, в свою очередь, приводит к некоторому увеличению значений массового выброса этих вредных веществ на каждом из режимов.

Важное значение при оценке показателей дизелей грузовых автомобилей на соответствие европейским нормам имеет сравнение циклов испытаний по Правилам 49 и ESC. Из диаграммы видим, что при испытании дизеля по циклу ESC возрастает почти на 10% удельный выброс оксидов азота за счет включения в цикл режимов работы дизеля с полной нагрузкой при частоте вращения коленчатого вала

ниже 0,75 номинального значения. В тоже время удельные выбросы твердых частиц, определенные при испытании по циклу ESC, ниже почти на 30%, в основном, за счет снижения коэффициента весоности на режиме максимального крутящего момента.

Удельные выбросы ВВ, определенные по ме-

тодике ГОСТ 17.2.2.05-97 Правил ЕЭК ООН № 96, близки к значениям, определенным по методике Правил ЕЭК ООН № 96 за исключением выброса оксида углерода, приведенный выброс которого снижается свыше 20 за счет более высокого коэффициента весоности режима холостого хода.

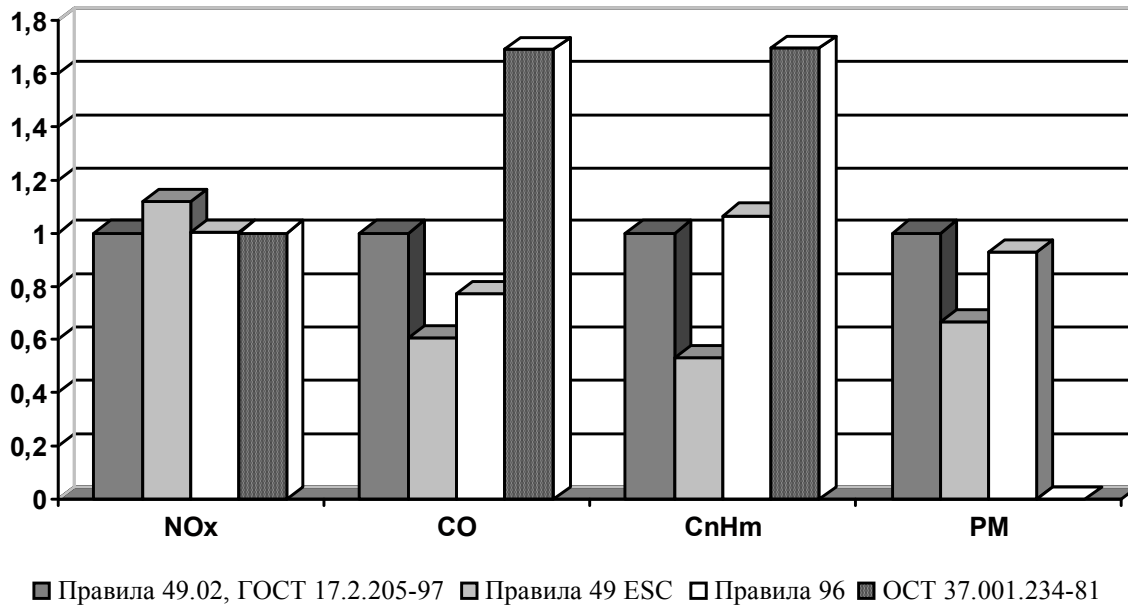


Рис. 2. Диаграмма относительного изменения значений удельных выбросов вредных веществ, определенных по различным методам

Проведенный анализ показывает, что удельные выбросы вредных веществ дизелей грузовых автомобилей и сельскохозяйственных машин, определенные по Правилам ЕЭК ООН и стандартам, действующим в Украине, имеют отличия, что является дополнительным фактором, не позволяющим проводить объективную оценку уровня токсичности отечественных и зарубежных дизелей.

В настоящее время специалистами обсуждается проблема применения в Украине Правил ЕЭК ООН или разработке на их основе ДСТУ. Это направление представляется рациональным, однако, для установления конкретных норм и динамики их ужесточения необходим всесторонний учет всех технических и экономических факторов.