

**Экологическая безопасность
автотракторных дизелей**

Альферович В.В.

Белорусский национальный технический университет

Автотракторные ДВС загрязняют окружающую среду (ОС) вредными веществами (ВВ) выбрасываемыми с отработавшими газами (ОГ), картерными газами и топливными испарениями.

Работа ДВС по разомкнутому термодинамическому циклу предопределяет выброс ОГ сложного состава (до 1200 компонентов), на долю которых приходится до 95 % всех токсичных компонентов, выделяемых современными дизелями. Таким образом, экологическую безопасность ДВС в основном определяют ВВ, выбрасываемые в ОС с ОГ.

Снижение выброса ВВ с ОГ можно достичь за счет воздействия на рабочий процесс ДВС и воздействия на ОГ (нейтрализация ОГ). В свою очередь воздействие на рабочий процесс можно осуществить как за счет проведения конструктивных, так и эксплуатационных мероприятий. К конструктивным мероприятиям, в состав которых включены и регулировочные, можно отнести:

- систему рециркуляции ОГ, эффективно снижающую выбросы оксидов азота;
- систему вентиляции картера закрытого типа;
- организацию подачи дополнительного воздуха к выпускным клапанам, что обеспечивает нейтрализацию ОГ за счет их догорания в выпускном трубопроводе;
- геометрию камеры сгорания. При объемном смесеобразовании наблюдается наименьшее количество выбросов продуктов неполного сгорания, при пленочном – наименьшие выбросы оксидов азота, а объемно-пленочный занимает промежуточное положение;
- геометрию распылителя форсунки;
- геометрию боковой поверхности поршня;
- количество клапанов на один цилиндр. Их увеличение приводит к уменьшению выбросов продуктов неполного сгорания и увеличению выбросов оксидов азота;

- уменьшение мертвого кольцевого объема в КС и надпоршневого пространства;
- геометрию впускных каналов и клапанов;
- максимальное давление впрыска топлива. При его увеличении возрастает мелкость распыливания топлива, что улучшает смесеобразование и приводит к более полному сгоранию. В результате происходит снижение сажеобразования и увеличение эмиссии оксидов азота;
- угол опережения впрыска топлива, который существенно влияет на эмиссию оксидов азота.

Топливные системы (ТС) оказывают определяющее влияние на выбросы ВВ с ОГ. ТС с механическим управлением не способны обеспечить нормативы выше Евро-2, хотя по давлению впрыска могут быть форсированы примерно до 180 МПа (Евро-1 – 80 МПа, Евро-2 – 120 МПа, Евро-3 – 150 МПа). Основными недостатками являются нестабильность регулирования по цилиндрам, как цикловой подачи топлива, так и угла опережения впрыска [1].

Более совершенные конструкции представляют собой индивидуальные насос-форсунки. Каждый такой блок снабжен интегральным электромагнитным клапаном и представляет собой одноплунжерный электроуправляемый ТНВД, обеспечивающий давление впрыска до 160...180 МПа.

Американская компания Caterpillar усовершенствовала ТС с насос-форсунками. Эта система «HEUI» получает все большее распространение. Полное название можно представить как электронно-гидравлическое устройство впрыска. Суть предложения сводится к замене механического привода плунжера насос-форсунки от кулачкового вала к гидравлическому приводу. В ДВС используется специальный масляный насос, подающий к насос-форсунке масло из системы под давлением 25 МПа. Развивается давление впрыска превышающее 160 МПа. Все рабочие процессы контролируются электронным блоком управления. Дизель с ТС этого типа обеспечивает выполнение норм Евро-3 и Евро-4.

Перспективной ТС является и система Common Rail, основанная на принципе разделения узла создающего давление (ТНВД) и узла впрыска (электромагнитная форсунка). Ее особенность - использование аккумуляторного узла (резервуара),

линий подачи топлива и электромагнитных форсунок. ТС дает возможность повысить точность управления процессами впрыска и выполнить нормы Евро-3 и Евро-4. Следует отметить, что выполнение норм Евро-3 и Евро-4 связывается с обязательным применением каталитических нейтрализаторов ОГ для всех типов ДВС. Такие методы нейтрализации ОГ как пламенная, жидкостная, термокаталитическая не могут быть отнесены к перспективным.

С 1 января 2005 г. в Европе вступили в силу новые более жесткие нормы (Евро-4) на выброс ВВ. Ниже приведены существенные основные изменения, произошедшие в сфере нормирования выбросов ВВ в странах Европейского Экономического Сообщества (ЕЭС).

Правила ЕЭК ООН №49 [2].

Правила распространяются на АТС категории М₁ полной массой 3,5 т, категорий М₂, М₃, N₁, N₂, N₃ с дизелями и газовыми двигателями. Правила с поправкой серии 03 устанавливают требования Евро-3 (2000 г), Евро-4 (2005 г) и Евро-5 (2008 г). Поправка 04 (Правила №49-04) не предусматривает новых нормативных требований, по сравнению с предыдущей 03 серией поправок, а лишь уточняет редакцию ряда положений и вводит значительное количество технических дополнений по процедурам испытаний. Принципиальным отличием поправок серии 04 от 03 является введение требований и процедур в отношении дизелей, работающих на этаноле (этиловый спирт).

Процедура испытаний действующих в настоящее время Евро-4 включает три различных цикла: ESC и ETC, предназначенных для определения газообразных ВВ и твердых частиц, и ELR – для определения дымности ОГ (оптической плотности).

Цикл ESC по принципу построения близок к старому 13-ти ступенчатому европейскому циклу ECE. Отличие цикла ESC от старого в основном сводится к тому, что Технической Службе, осуществляющей сертификацию АТС, дано право проверять содержание оксидов азота в трех дополнительных «случайных» точках, лежащих в области заданных режимов работы ДВС.

Цикл ETC представляет собой динамический цикл с непрерывным (посекундным) измерением нагрузки и частоты вращения двигателя. Он состоит из трех фаз, имитирующих движение АТС в условиях города, пригорода и автострады.

Цикл ELR предназначен для определения дымности ОГ и представляет собой цикл динамического нагружения. Испытания проводятся на тех же скоростных режимах, что и в цикле ESC, а также на одном дополнительном (случайном) режиме.

Применение испытательных циклов следующее:

- при испытании «обычных» дизелей, включая ДВС с электронным управлением топливоподачей, системой рециркуляции ОГ, окислительными нейтрализаторами, применяются циклы ESC и ELR;

- при испытании двигателей, оснащенных такими средствами уменьшения выбросов ВВ, как, например, восстановительные нейтрализаторы оксидов азота и сажевые фильтры, применяются все указанные циклы – ESC, ETC и ELR;

- газовые двигатели испытываются только по циклу ETC.

В части усовершенствования Правил № 49, в настоящее время проводятся работы:

- по созданию «всемирных» испытательных циклов, которые будут основой унифицированной всемирной процедуры испытаний грузовых автомобилей;

- разрабатываются требования в отношении бортовой диагностики для грузовых автомобилей и двигателей;

- проводятся исследования по совершенствованию контроля за «внецикловыми выбросами».

Литература

1. Выбор топливной системы современных высокофорсированных дизелей / Г.М.Кухаренок, О.С. Руктешель, Н.В. Путеев // Вестник БНТУ. – 2004. – С. 42 - 46.

2. Правила ЕЭК ООН №49 (ГОСТ Р41.49-2003) Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения двигателей с воспламенением от сжатия и двигателей, работающих на природном газе, а также двигателей с принудительным зажиганием, работающих на сжиженном нефтяном газе (СНГ), и транспортных средств, оснащенных двигателями с воспламенением от сжатия, двигателями, работающими на природном газе, и двигателями с принудительным зажиганием, работающими на СНГ, в отношении выделяемых ими загрязняющих веществ.