

СНИЖЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСЛЕ РЕМОНТА

Шержуков И.Г., к.т.н., доцент, Сыромятников П.С., доцент,

Сыромятников Г.П., магистр

*(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
имени Петра Василенка)*

Рассмотрены вопросы процесса образования вредных веществ сгорания топлива в процессе работы дизельных двигателей и пути решения этих вопросов по их снижению, которые обеспечивают стандарт ЕВРО 4-5.

Конструкторы заводов и фирм, занимающихся производством дизелей, большое внимание уделяют борьбе за снижение токсичности отработавших газов [1]. Этому способствует систематическое ужесточение требований к продаваемым автомобилям со стороны законодательства стран, в которых они продаются. Однако в процессе эксплуатации и, особенно при их ремонте, возможно существенное увеличение содержания токсичных компонентов в отработавших газах. Даже незначительное отклонение регулировочных или конструктивных параметров дизеля может приводить к существенному загрязнению окружающей среды [2]. В связи с этим, крайне важно, чтобы ремонтники понимали механизм образования токсичных компонентов и сажи в двигателях, научились контролировать и управлять этими процессами.

Общие сведения. При сгорании дизельного топлива образуются вещества различного типа и вида [3]. Работа непрогретого двигателя обычно сопровождается выбросами белого или сизого дыма, образуемого каплями несгоревших или частично окисленных углеводородов, и выбросами альдегидов, присутствие которых в отработавших газах легко распознается по их характерному запаху.

На выпуске дизеля присутствуют не только газообразные вещества, но и твердые образования, размеры которых соизмеримы с размерами частиц пыли. Эти образования, получившие общее название "частицы" (Partikel), считаются вредными для здоровья людей и загрязняющими среду обитания.

Так, например, концерн Volkswagen следует определенной стратегии в отношении выбросов вредных веществ с отработавшими газами дизелей, которая направлена как на снижение выбросов сажевых частиц, так и других вредных компонентов, как углеводороды и оксиды азота. В течение многих лет концерн интенсивно проводит работы по оптимизации рабочих процессов дизеля с целью снижения образования сажи при сгорании топлива в нем. Большим достижением в этой области следует считать выпуск в 1999 году автомобиля Volkswagen Lupo 31. TDI, который был первым серийным автомобилем, выполняющим жесткие нормы Евро 4.

Проведенные концерном работы способствовали созданию малотоксичных дизелей, что свидетельствует о его ответственном отношении к защите среды обитания. В этой связи следует упомянуть разработку мощных, экономичных и малозумных дизелей типа TDI и систем впрыска с насосфорсунками. Концерн намерен также в дальнейшем уделять особое внимание работам по совершенствованию процессов сгорания с целью снижения расхода топлива и уменьшение образования вредных веществ.

Дополнительно к этому предполагается шаг за шагом оснащать автомобили сажевыми фильтрами.

Нормы выброса вредных веществ с отработавшими газами. В течение последних лет в ФРГ, Европе и других странах мира были разработаны различные нормативы и законы, которые должны ограничить выброс вредных веществ в атмосферу (рис.1). Известны европейские нормы Евро 1-5. Они предписывают предельное содержание вредных веществ в отработавших газах автомобилей новых моделей, представляемых автомобильными фирмами для типовых испытаний.

Евро 3. Нормы Евро 3 распространяются на новые автомобили, допущенные к эксплуатации с 2000 года. Она отличается от норм Евро 2 более жесткими условиями испытаний автомобиля на роликовом стенде и сниженным предельным содержанием вредных веществ в отработавших газах.

Евро 4. Нормы Евро 4 введены в действие с 2005 года вместо норм Евро3. С их вводом произведено дальнейшее ужесточение значений предельных выбросов вредных веществ с отработанными газами. Уже сегодня этим нормам соответствуют 65 процентов всех новых автомобилей Volkswagen с дизелями, допущенных к эксплуатации в Германии.

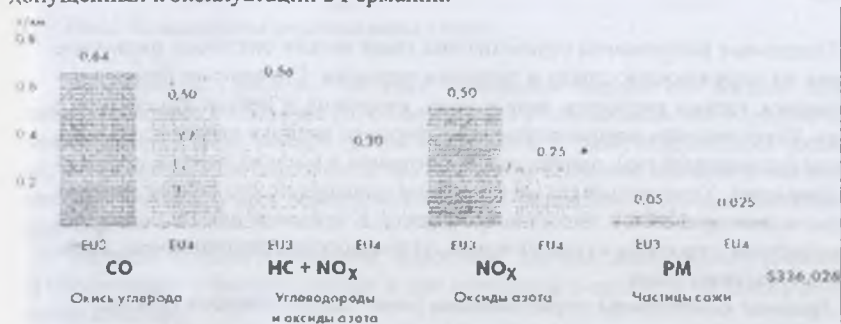


Рис.1 Предельные выбросы вредных веществ автомобилей с дизелями

Евро 5. Предельные значения выбросов для стандарта Евро 5 ужесточены. В том числе снижены значения предельных выбросов частиц сажи легковыми автомобилями с дизелями. Поэтому предполагается оснащать эти автомобили сажевыми фильтрами.

Образование вредных веществ у процессе сгорания топлива. Интенсивность образования вредных веществ и в особенности сажи в значительной степени зависит от параметров процесса сгорания топлива в цилиндрах дизеля. На

протекающие процессы сгорания влияют как конструктивные параметры двигателя, его состав и атмосферные условия. На рисунке 2 приведены все исходные компоненты топливовоздушной смеси и получаемые в результате ее сгорания компоненты отработавших газов дизеля.

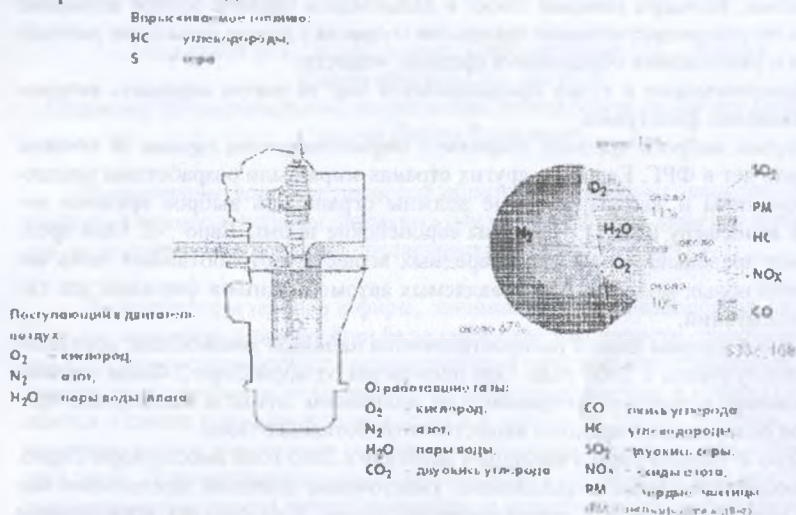


Рис. 2 Исходные компоненты топливовоздушной смеси: результаты ее сгорания

Отдельные компоненты отработавших газов дизеля оказывают различное действие на окружающую среду и здоровье человека. Совершенно безвредными являются только кислород, азот и вода, входящие в состав атмосферного воздуха. Естественным компонентом атмосферного воздуха является двуокись углерода (углекислый газ), однако ее концентрация в воздухе близка к предельным значениям. Углекислый газ не ядовит, но повышение его количества в атмосфере может привести к тепличному эффекту. К вредным для здоровья человека веществам относятся оксид углерода, углеводороды, двуокись серы, оксиды азота и частицы сажи.

Вредные компоненты отработавших газов. Оксид углерода (CO) или угарный газ возникает при неполном сгорании содержащего углерод топлива из-за недостатка кислорода. Это бесцветный газ, не имеющий запаха и вкуса.

Под понятием "углеводороды" подразумеваются многочисленные соединения различного типа (например, C₆H₆ или C₈H₁₈), которые образуются при неполном сгорании топлива.

Диоксид серы образуется при сгорании содержащего серу топлива. Это бесцветный газ с резким запахом. В настоящее время стремятся снизить содержание серы в топливе.

Оксиды азота (например, NO , NO_2 , ...) образуются при сгорании топлива в двигателе в условиях высоких давлений и температур, а также избытка кислорода.

Сажа образуется в результате неполного сгорания топлива при местном недостатке кислорода.

На рис.3 представлены основные компоненты отработавших газов.

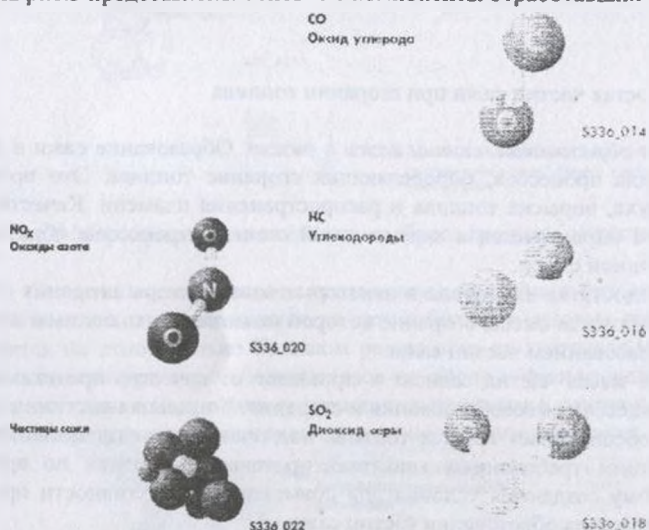


Рис.3 Компоненты отработавших газов

Частицы. Под понятие "частицы" подпадают твердые или жидкие образования, имеющие небольшие размеры. Они могут образовываться в результате износа деталей, измельчения и эрозии материалов, а также конденсации жидкостей. В частности они образуются при неполном сгорании топлива и масла. В названных выше случаях образуются частицы различной формы, величины и структуры.

Частицы относят к вредным веществам, так как ввиду малых размеров они перемещаются вместе с газами и при попадании в организм человека могут нанести вред ему.

Частицы сажи. При сгорании топлива в дизеле образуются частицы сажи. Это микроскопические углеродистые частицы диаметром приблизительно 0,05 мкм. Ядро частицы состоит из чистого углерода, а на нем адсорбируются различные углеводородные соединения, оксиды металлов и сера. Предполагается, что некоторые углеводородные соединения опасны для здоровья человека. Конкретный состав частиц сажи (рис.4) зависит от применяемого в двигателе рабочего процесса, режимов его работы и состава топлива.



Рис.4 Состав частиц сажи при сгорании топлива

Процесс образования частиц сажи в дизеле. Образование сажи в дизеле зависит от ряда процессов, определяющих сгорание топлива. Это процессы подвода воздуха, впрыска топлива и распространения пламени. Качество сгорания топлива определяется в значительной степени процессом образования топливовоздушной смеси.

Из-за недостатка кислорода в некоторых зонах камеры сгорания образуется слишком богатая смесь, сгорание которой не может быть полным и сопровождается образованием частиц сажи.

Число и масса частиц зависят в принципе от качества протекающих в двигателе процессов смесеобразования и сгорания. Топливная система с насос-форсунками обеспечивает впрыск топлива под очень высоким давлением и с соответствующим требованиям двигателя протеканием подачи по времени. Благодаря этому создаются условия для повышения эффективности процесса сгорания и снижения образования частиц сажи.

Однако высокое давления впрыска и соответствующая им повышенная мелкость распыливания топлива не могут обеспечить достаточное измельчение частиц сажи.

Измерения размеров этих частиц показали, что их распределение по величине практически не зависит от способа смесеобразования, т. е. оно очень близко у двигателей с вихревой камерой сгорания и у двигателей с непосредственным впрыском посредством системы Common Rail или насос-форсунок.

Мероприятия по снижению выброса частиц сажи. Снизить выброс вредных веществ можно введением мероприятий, связанных с изменением конструкции самого двигателя (рис.5). Удачная оптимизация рабочего процесса может привести к существенному снижению образования вредных веществ.

Очистка отработавших газов. Выбросы в атмосферу образовавшихся при сгорании топлива частиц сажи могут быть снижены проведением мероприятий по очистке отработавших газов после их выпуска из цилиндров двигателя. При этом имеется в виду прежде всего систему фильтрации, способную задерживать частицы сажи.

Различают два вида регенерации сажевых фильтров: с применением присадок к дизельному топливу и с применением каталитического покрытия фильтрующего элемента. Ниже приведено описание устройства и принципа действия сажевого фильтра с каталитическим покрытием.

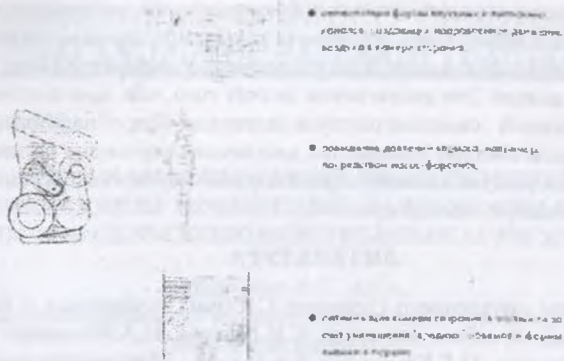


Рис.5 Мероприятия по снижению выброса вредных веществ дизелем.

Система очистки газов с применением присадок к дизельному топливу.

Эта система находит применение на автомобилях, у которых сажевый фильтр находится на относительно большом расстоянии от двигателя (рис.6). В этом случае температура отработавших газов на входе в фильтр недостаточна для выжигания сажи в нем, поэтому применяют присадки к топливу, которые снижают температуру воспламенения сажи до необходимого уровня.

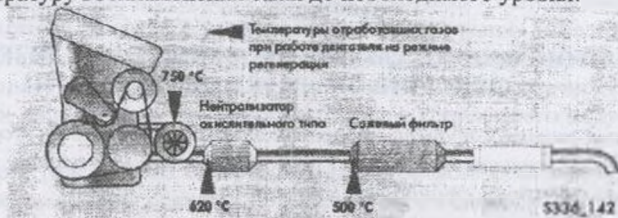


Рис.6 Удаление сажи при помощи присадок

Система очистки газов с сажевым фильтром, имеющим каталитическое покрытие. Эта система применяется на автомобилях с сажевым фильтром, расположенным близко от двигателя. В этом случае температура газов на коротком пути до фильтра остается достаточно высокой для сжигания сажи (рис.7).

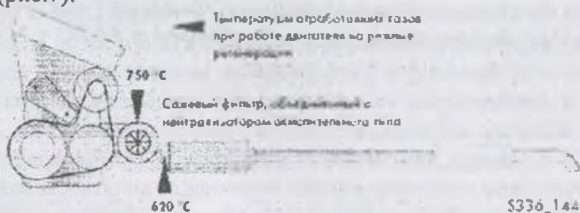


Рис.7 Удаление сажи методом выжигания отработавшими газами

Как видно из приведенных выше материалов, низкая токсичность отработавших газов может быть достигнута только при строгом сохранении первоначальных конструктивных и регулировочных параметров всех компонентов и систем дизеля. Это достигается за счёт того, что они постоянно контролируются системой самодиагностики двигателя. При обнаружении какой-либо неисправности система управления двигателем переходит на запасную программу, допускающую движение транспортного средства с ограниченной скоростью в ремонтную мастерскую.

ЛИТЕРАТУРА

1. Двигатели внутреннего сгорания: Системы поршневых и комбинированных двигателей. Учебник для вузов./С.И.Ефимов, Н.А.Иващенко и др.; Под общ. ред. А.С.Орлина, М.Г.Круглова.- 3-е изд.-М.: Машиностроение, 1985. – 456с, ил.
2. Морозов К. А. Токсичность автомобильных двигателей: М.: Легіон – Автодата, 2001. – 80 с.: ил.
3. Теоретические основы технологии ремонта машин. Учебник в 3-х томах / Сидашенко А.И., Науменко А.А., Скоблю Т.С. и др./Под ред. А.И. Сидашенко, А.А. Науменко. (Теория и технология производственных процессов ремонта машин). Харьков: ХНТУСХ, 2005. -Т.1. – 590 с.

Аногація

ЗНИЖЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ ПІСЛЯ РЕМОНТУ

Розглянуті питання процесу утворення шкідливих продуктів згорання палива при роботі дизельних двигунів та шляхи вирішення цих питань по їх зниженню, які забезпечують стандарт ЕВРО 4-5.

Abstract

DECLINE OF TOXICNESS OF WORKINGS GASES OF ENGINES OF DIESELS AFTER REPAIR

The questions of process of formation of harmful matters of combustion of fuel are considered in the process of work of engines of diesels and way of decision of these questions on their decline, which provide the standard of EURO 4-5.