

Выявлено, что снижение угара ММ изменяет основные направления его старения. Интенсифицируется смолообразование и термоокислительная деструкция углеводородов, растет концентрация грубодисперсных и падает содержание мелкодисперсных примесей в масле, наблюдается его карбонизация. При увеличении угара более 3 г/(кВт·ч) усиливается коллоидное загрязнение масла нерастворимыми продуктами (НРП), в нем образуется больше кислородосодержащих и кислых продуктов окисления.

Исследование влияния угара на состояние дизеля показало, что в области $g_y = 1,2-2$ г/(кВт·ч) его изнашивание протекает с наименьшей интенсивностью. Объясняется это лучшим состоянием масла, т.е. самыми благоприятными условиями для торможения его старения. Увеличение угара выше 2 г/(кВт·ч) приводит к интенсификации озоления ММ, росту концентрации в нем НРП и увеличению массы механических примесей, циркулирующих через трибосопряжения ЦПГ.

Длительными испытаниями на судах доказана возможность надежной ресурсосберегающей эксплуатации тронковых форсированных дизелей при сжигании низкосортных топлив и работе на унифицированных маслах высокого функционального уровня с угаром 1,2–2 г/(кВт·ч). Разработаны мероприятия по стабилизации g_y на низком уровне в течение 8–12 тыс.ч работы ДВС за счет подбора ММ, отвечающих требованиям системы ДЭТМО, и использования комбинированных маслоочистительных комплексов.

В результате проведенных исследований осуществлено комплексное повышение эффективности СС судовых тронковых дизелей средней и повышенной частоты вращения, что дает возможность:

- сохранить или увеличить не менее чем на 15 % ресурсные показатели двигателей при конвертировании их на низкосортные топлива;
- затормозить за счет высокоэффективных многофункциональных присадок старение ММ на уровне, позволяющем продлить его срок службы в 2–3 раза;
- сократить улучшением уплотнительного и маслосъемного действия поршневых колец угар масла в среднем на 30 %;
- уменьшить применением высокоэффективных КМОК в 1,3–2,4 раза интенсивность изнашивания основных деталей ДВС и на 30–70 % нагаро- и лакообразование в ЦПГ;
- стабилизировать присадками и эффективной очисткой основные эксплуатационные показатели ММ на уровне, обеспечивающем при угаре 1,2–2,5 г/(кВт·ч) перевод унифицированных масел в разряд долгорботающих.

ЕВРО 4, ЕВРО 5 – КОНСТРУКЦИЯ ДИЗЕЛЕЙ И ТРЕБОВАНИЯ К МАСЛАМ

А.Н. Тиняков

(ООО «Московский филиал Лубризол Гез.м.б.х»)

Европейский рынок моторных масел переживает период драматических изменений. Новые требования по ограничению вредных выбросов привели к изменению конструкции двигателей и систем доочистки выхлопных газов, расположенных в выпускном тракте, что потребовало разработки нового поколения масел, способных удовлетворять требованиям будущего.

В то же время, с момента введения требований по выбросам Евро 3 в 2000 го-

ду, имеют место возрастающие требования по увеличению сроков смены масла и обеспечению топливной экономичности.

Внедрение требований Евро 4 с октября 2006 года, привело к снижению от 20 до 50%, в зависимости от типа транспортного средства, уровня окиси углерода, углеводородов, окислов азота и частиц. Установленные пределы вредных выбросов стимулировали массовое внедрение новых систем доочистки выхлопных газов, таких как фильтры для улавливания частиц и селективные каталитические фильтры, что привело к кардинальным изменениям основных принципов создания моторных масел, и потребовало разработки новых компонентов, которые бы соответствовали по своим эксплуатационным характеристикам требованиям, предъявляемым конструкцией двигателя и в минимальной степени снижали бы эффективность устройств доочистки выхлопных газов, что получило выражение в ограничении таких параметров масла как сульфатная зольность, содержание серы и фосфора.

Изменения, произошедшие в течение последнего десятилетия, явились результатом трёх основных тенденций, ориентированных на охрану окружающей среды:

- Увеличения срока смены масла и долговечности двигателя
- Улучшения топливной экономичности
- Снижения вредных выбросов

Увеличенный срок смены масла и долговечность двигателя

С 1995 года сроки смены масла в двигателях легковых автомобилей выросли более чем в три раза, и удвоились для дизелей тяжёлых грузовиков. Это позволило уменьшить количество масла, подлежащего утилизации и снизило расходы на эксплуатацию, при обеспечении эффективной смазки, охлаждения и предохранения двигателя от нагара, отложений и износа в течение более длительного времени. Это означает, что масло должно обладать более высокой термоокислительной стабильностью, более низким расходом на угар и меньшей интенсивностью снижения нейтрализующих свойств (срабатывания щелочного числа). Для достижения этих целей потребовалось более широкое использование нетрадиционных базовых масел, часто называемых синтетическими, в сравнении с обычными минеральными маслами, а также использования присадок новой технологии. Использование синтетических масел позволило существенно снизить вязкость масел и перейти от классов вязкости 15W-40, 20W-50 к классам 0W-30, 5W-30, 5W-40.

Топливная экономичность

Требования по снижению топливной экономичности являются комбинацией требований по снижению расходов топлива, расходов на эксплуатацию и требований по снижению выбросов двуокиси углерода, вызывающей парниковый эффект (Киотский протокол). Результатом поддержки этих требований Европейскими производителями автомобилей ожидается снижение автомобильной доли выбросов двуокиси углерода на 25% в 2008 году по сравнению с 1995 годом. Снизить расход топлива удалось как за счёт изменения конструкции, например массового внедрения непосредственного впрыска в дизелях легковых автомобилей, так и использования топливосберегающих масел, создать которые удалось за счёт применения маловязких синтетических базовых масел, использования модификаторов трения и новой технологии производства присадок.

Снижение вредных выбросов

Требования Евро 4 на вредные выбросы заставили производителей автомобилей внедрять новые конструктивные решения, как в самом двигателе, так и си-

стемах доочистки выхлопных газов. Для того чтобы защитить устройства доочистки от выхода из строя, многие производители ограничили такие показатели моторного масла как зольность, содержание серы и фосфора, что потребовало создания новой технологии присадок и почти полного отказа от использования минеральных базовых масел.

Таблица 1. Нормы вредных выбросов ЕВРО 4, ЕВРО 5

| ЕВРО нормы на вредные выбросы дизелей, г/кВ ч (Дымность в м-1) | | | | | | | |
|---|----------------------|--------------------------|-----|------|------|--------------|----------|
| Уровень | Дата | Метод | СО | НС | NOx | частицы | Дымность |
| Евро 1 | 1992, < 85 кВт | ECE R-49 | 4.5 | 1.1 | 8 | 0.612 | |
| | 1992, > 85 кВт | | 4.5 | 1.1 | 8 | 0.36 | |
| Евро 2 | 1996.1 | | 4 | 1.1 | 7 | 0.25 | |
| | 1998.1 | | 4 | 1.1 | 7 | 0.15 | |
| Евро 3 | 1999.10, только EEVs | ESC & ELR | 1.5 | 0.25 | 2 | 0.02 | 0.15 |
| | 2000.1 | ESC & ELR | 2.1 | 0.66 | 5 | 0.1 0.13* | 0.8 |
| Евро 4 | 2005.1 | | 1.5 | 0.46 | 3.5 | 0.02 | 0.5 |
| Евро 5 | 2008.1 | | 1.5 | 0.46 | 2,0! | 0.02 | 0.5 |

*для дизелей с рабочим объёмом меньше, чем 750 см³ на цилиндр и скоростью вращения больше 3000 мин-1

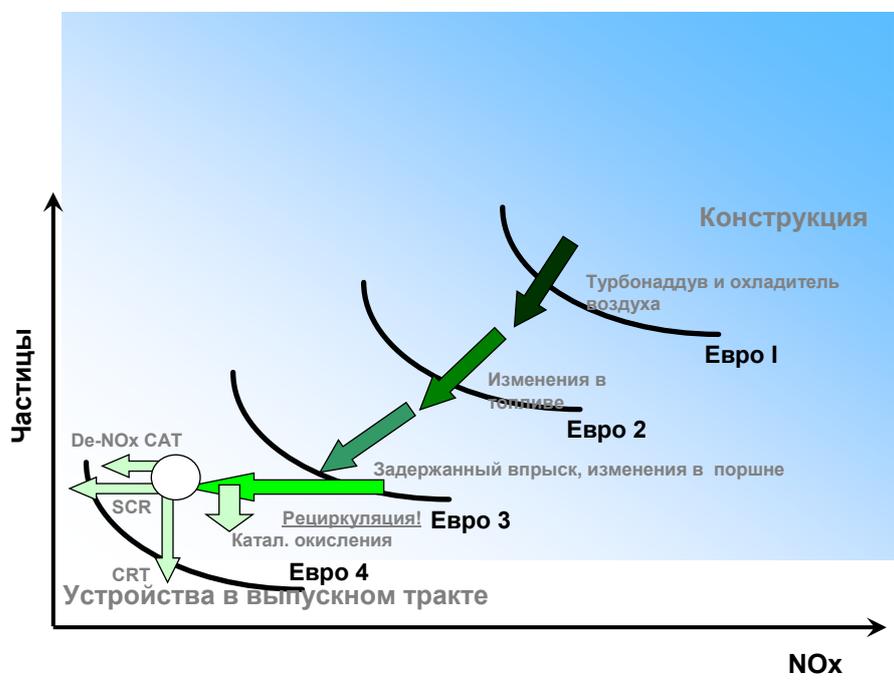


Рис. 1. Требования Евро 4 и их влияние на конструкцию двигателей

SCR (Selective Catalytic Reduction) - Селективный катализатор снижения окислов азота. Основной принцип- впрыск водного раствора мочевины в поток ОГ.

- Процесс начинается с дизельного окислительного катализатора, который конвертирует NOx в NO2.

- NO₂ понижает температуру для следующего этапа, где используется мочевины как источник дальнейшей конвертации..
- мочевины конвертирует NO₂ в азот и воду.
- Широко используются титан и ванадий.

EGR (Exhaust Gas Recirculation) – Рециркуляция выхлопных газов

Рециркуляция выхлопных газов понижает температуру сгорания, что приводит к понижению содержания NO_x. Однако, пониженная температура сгорания из-за неполного сгорания приводит также к образованию большего количества сажи и выбросу большего количества частиц. Для удержания сажи в масле требуется большее количество беззольных дисперсантов. Частицы окисляются, поэтому требуется большая нейтрализующая способность и меньшая скорость срабатывания щелочного числа. - В комбинации с рециркуляцией выхлопных газов (EGR), как правило, используется дизельный фильтр частиц продуктов сгорания (DPF), отсюда резкие ограничения по зольности масел.

Таблица 2. Основные устройства доочистки в выпускном тракте, применяемые производителями техники в Европе

| Производитель техники | Магистральные грузовики Long-haul | Грузовики Short-haul |
|-----------------------|-------------------------------------|---|
| MAN | EGR DPF | EGR DPF |
| Daimler Chrysler | SCR | SCR (EGR DPF рабочий объём меньше 6L) |
| Scania | EGR >16 litre incentive = SCR | EGR |
| Volvo and Renault | SCR | SCR |
| Iveco | SCR | SCR (EGR DPF грузоподъёмность меньше 7.5T) |
| DAF | SCR | SCR |
| Cummins | SCR (в Европе) | SCR (в Европе) |

DPF (Diesel Particulate Filter) - Дизельный фильтр частиц продуктов сгорания.

- Частицы улавливаются фильтром и сгорают при температуре, которую создают выхлопные газы.

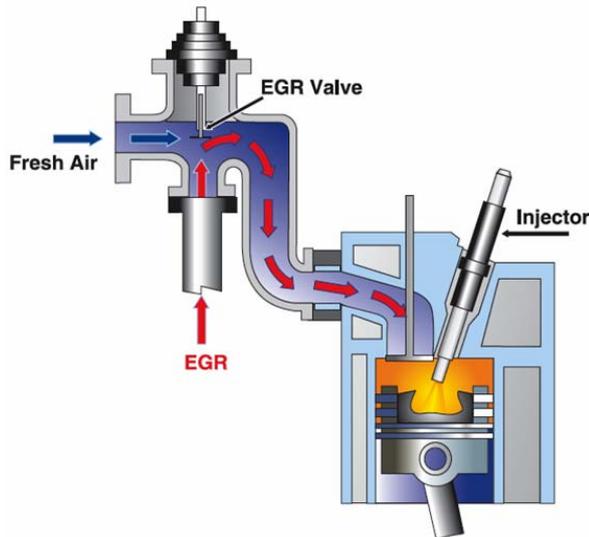
- Фильтр со встроенным катализатором используется для снижения температуры, при которой сгорают сажа и частицы.

- Катализатор может быть из платины, палладия или родиум. Катализатор может присутствовать и в топливе.

CRT (Continuously Regenerating Trap) – Непрерывно регенерируемая ловушка. Эта ловушка используется во входном потоке газов окислительного катализатора, встроенного в фильтр частиц и конвертирует NO_x в NO₂. Частицы продуктов сгорания при низкой температуре лучше сгорают в присутствии азота, чем кислорода.

DOC (Diesel Oxidation Catalyst) – Дизельный окислительный катализатор Как правило, входит в состав SCR. Он ускоряет окисление углеводородов, органики и

окси углерода в двуокись и воду. В качестве катализаторов используются палладий или платина.



↑ Рис.2 . EGR - Рециркуляция ОГ

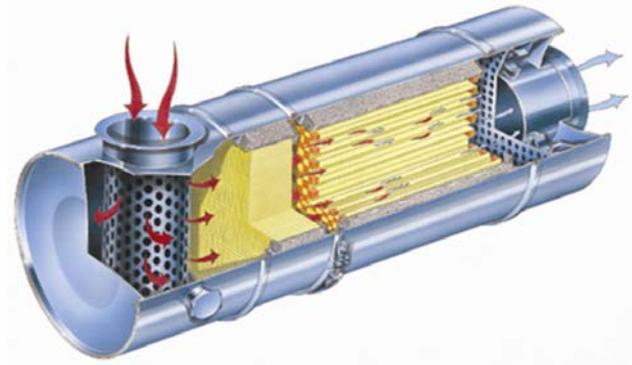
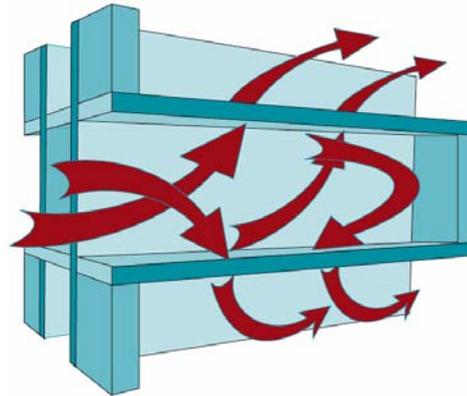


Рис.3. Устройство фильтра для улавливания частиц (DPF) →



УЛУЧШЕНИЕ СМАЗОЧНЫХ СВОЙСТВ МАСЕЛ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОЛЕЙ МЯГКИХ МЕТАЛЛОВ

Баранов А.В., Вагнер В.А. (АлтГТУ)

Одним из методов снижения сил трения и изнашивания является использование различных пленкообразующих легирующих компонентов, вводимых в состав смазочных материалов в виде присадок. Эти композиции в процессе работы сопряжения образуют на поверхностях трения малопрочные адсорбированные слои высокомолекулярных веществ либо более прочные хемосорбированные слои соединений серы, хлора, фосфора и т.д. с поверхностью трения. Особую группу занимают так называемые металлоплакирующие присадки, формирующие на трущихся поверхностях пленки мягких металлов, имеющие также достаточно высокую прочность.

Согласно современным представлениям необходимым условием внешнего трения является увеличение сдвигового сопротивления при удалении от поверхности в глубь материала (правило положительного градиент). Исходя из этих соображений прочность модифицирующих защитных слоев не должна превышать прочности подложки, уменьшаясь при удалении от основного материала.

В зависимости от режима, для нормальной работы сопряжения в условиях внешнего трения необходимо различное модифицирование поверхности. В условиях легких режимов достаточно иметь адсорбированный слой (имеющий достаточно большую прочность на сжатие и минимальную на сдвиг), обеспечивающий малый коэффициент трения. Для повышения несущей способности таких слоев адсорбат должен иметь по возможности длинные полярные молекулы, образующие квазиполимерный одно- многомолекулярные адсорбционные слои.