**Технология снижения токсичности автотракторных двигателей**

**Radioscan**

Проблема загрязнения атмосферы в России стоит очень остро. Бесспорно, что основными “загрязнителями” являются автотранспортные средства. Достаточно отметить, что в Москве на долю автомобильного транспорта приходится 87% загрязнения города. Из всех видов автотранспорта наибольшая доля выброса всех вредных веществ принадлежит грузовому автотранспорту. Положение усугубляется крайне неудовлетворительным состоянием автомобилей, находящихся в эксплуатации.

Основными эксплуатационными факторами, влияющими на уровень вредных выбросов двигателей, являются факторы, характеризующие состояние деталей цилиндропоршневой группы (ЦПГ). Повышенный износ деталей ЦПГ и отклонения от их правильной геометрической формы являются причиной увеличения концентрации токсичных компонентов в отработавших газах (ОГ) и картерных газах (КГ).

Базовой деталью ЦПГ, от которой зависит работоспособность и экологичность двигателя, является цилиндр, т. к. герметичность камеры сгорания зависит от уплотняющей способности кольца в сопряжении с цилиндром. От технического состояния цилиндр – поршневое кольцо главным образом зависит и интенсивность роста зазоров между кольцами и канавками поршней. Таким образом, контроль и подрегулировка зазора между кольцом и цилиндром в процессе эксплуатации являются существенным резервом снижения количества вредных примесей в ОГ и КГ посредством улучшения условий сгорания топлива и снижения количества масла, оставшегося в надпоршневом пространстве.

Подрегулировка зазоров между цилиндром и поршневыми кольцами весьма просто производится предлагаемым способом компенсации овальности цилиндров (КО).

Ниже представлены несколько статей, касающихся проблем экологии на грузовом автотранспорте:

-Актуальность проблемы загрязнения окружающей среды;

-Анализ причин повышенной токсичности автотракторных двигателей;

-Способ КО.

-Рекомендации по применению способа КО

**Актуальность вопроса экологии на автотранспорте.**

Основными источниками загрязнения атмосферы являются транспортные средства с двигателями внутреннего сгорания (ДВС). Достаточно отметить, что в г. Москве (ж. “Автомобильный транспорт”, №1, 2001 г.) Все выбросы заводов столицы, вместе взятые, в 6,5 раз меньше, чем выбросы автомобильного транспорта.

Согласно данным Минздрава РФ на долю автотранспорта в ряде регионов России приходится свыше 70% от общего объёма выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, в том числе в Пензенской области – 77%, в Санкт-Петербурге – 71%, в Воронежской области – 77%, в Краснодарском крае – 78%.

Картина и в самом деле удручающая, если не катострофическая: почти в двух сотнях наших городов, охваченных мониторингом природной среды, концентрация вредных для здоровья веществ значительно превышает предельно допустимые уровни (Эксперт-Авто, №6(16), июнь, 2000)

Ещё один штрих к картине. .В 1965 г. средняя продолжительность жизни в СССР составила 69,6 года В то время в США этот показатель превосходил советский только на 3 года. К 1995г. разрыв увеличился до 15 лет. Причина – нервные стрессы, вызванные общей нестабильностью, неправильный образ жизни, но главная беда – отвратительный воздух и “отвратителями” его в последнее время считаются не предприятия, а автотранспорт (Эксперт-Авто 6 (16), июль,2000 г.)

При сжигании различных видов топлива в двигателях всех видов в атмосферу выбрасываются вредные вещества такие как оксид углерода, оксиды серы, азота, соединения свинца, сажа, углеводороды, в том числе канцерогенный бензаперин, несгоревшие частицы топлива и т.п.

Снижению токсичности и нейтрализации ОГ в настоящее время уделяется большое внимание и разработано много способов, позволяющих уменьшить токсичность выхлопных газов.

Разработки в этом направлении включают в себя:

повышение качества изготовления и усовершенствования конструкций двигателей;

поиск новых видов топлива, применение различных присадок к нему;

разработка различных устройств, снижающих содержание вредных компонентов в ОГ.

**Создание новых экологически чистых энергетических установок.**

Предлагаемый нами способ весьма приближенно можно отнести к усовершенствованию конструкции двигателя.

Как уже отмечалось выше, количество вредных веществ, поступающих в атмосферу в составе ОГ и КГ в большей степени зависит от технического состояния ДВС.

Сегодня нужды эксплуатации при поддержании парка в работоспособном и экологически допустимом состоянии сбалансированы, в основном, капитальным ремонтом. Очевидно, что необходимые объёмы производства капитальных ремонтов не выполняются и в эксплуатации находятся двигатели в технически неудовлетворительном состоянии, у которых токсичность выброса значительно повышена. По данным НТЦ ПО КамАз при предельном значении расхода картерных газов 8,1 кубометров в час расход КГ у двигателей с пробегом 180-280 тыс.км. составляет от 6 до 15 кубометров в час.

В ВАИ ведутся работы по корректировке регулировок дизеля КамАз-740 в соответствии с износом ЦПГ. Однако, бесспорно, целесообразнее периодически восстанавливать исходные значения неплотностей в камере сгорания посредством компенсации овальности цилиндров до предельно допустимых. Известно, что овальность цилиндров является критерием работоспособности и экологичности двигателей и постановки двигателей в капитальный ремонт. При достижении овальности 100 мкм. двигатели ЯМЗ и КамАз экономически и экологически нецелесообразно эксплуатировать. Так при достижении величины овальности цилиндров 100 мкм. .гильзы двигателей ЯМЗ растачиваются на следующий ремонтный размер, а двигателей КамАз - выбрасываются..

30 марта 2002 года президент России подписал постановление совета безопасности РФ о “Приоритетных направлениях развития науки, технологий и техники Российской Федерации, среди которых – “экология и рациональное природопользование”.

**Анализ причин повышенной токсичности автотракторных двигателей.**

Токсичными выбросами ДВС являются ОГ и КГ. Основная доля токсичных примесей поступает в атмосферу с ОГ. С КГ в атмосферу поступает около 40% токсичных примесей от их общего выброса.

Содержание углеводородов в ОГ во многом зависит от технического состояния и регулировок двигателя и на холостом ходу колеблется от 100 до 5000% и более (www.autoguide.ru)

При общем небольшом количестве КГ, равном 2-10% ОГ в общем балансе загрязнения атмосферы вредными веществами, доля картерных газов составляет около 10% у мало изношенных двигателей и вырастает до 40% при эксплуатации двигателя с изношенной ЦПГ, т.к. концентрация углеводородов в КГ в 15-10 раз выше, чем в ОГ двигателя (В.А. Марков и др. Токсичность отработавших газов дизелей М.; МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002г.)

Количество КГ, а так же их химический состав зависят от состояния деталей ЦПГ, осуществляющих уплотнение камеры сгорания. От величины зазоров между трущимися деталями ЦПГ зависит проникновение газов из цилиндра в картер и обратно. При этом увеличивается доля углеводородов с канцерогенными свойствами из-за повышенного угара масла и увеличенного расхода картерных газов через замкнутую систему вентиляции картера.

Ближе к 100 тысячам км. пробега дымность и токсичность выхлопа двигателей ощутимо повышаются. Если же учесть наше исконное пыльное бездорожье да типичное разгильдяйство при сборке отечественных автомобилей, то эту цифру можно смело уменьшать (www.autoguide.ru).

К достижению предельного износа двигателя выбросы увеличиваются в среднем на 50%. На примере ускоренных испытаний, проведенных в НАМИ, установлено что износ двигателя увеличивает выбросы с ОГ углеводородов в 10 раз.

Основная масса двигателей с повышенной дымностью ОГ приходится на двигатели, прошедшие капитальный ремонт.

Степень разуплотнения камеры сгорания зависит от износа деталей ЦПГ, отклонения их макрогеометри от правильной геометрической формы. При увеличении неплотностей камеры сгорания происходит возрастание СО и СН и снижение СО2 в результате ухудшения условий сгорания топлива. Кроме снижения качества организации рабочего процесса, зазоры между кольцом и цилиндром, а также зазоры между кольцом и канавкой поршня приводят к увеличению количества масла, попавшего в надпоршневое пространство, к увеличению отклонения от заданной динамики тепловыделения в процессе сгорания, а, следовательно, - к увеличению общей массы токсических выбросов. Масло составляет 30-40% твёрдых частиц ОГ ( ж. “Автомобильная промышленность”, №12, 2001 г.).

Как уже отмечалось выше базовой деталью ЦПГ является цилиндр, от которого зависит экономическая и экологическая целесообразность эксплуатации двигателя.

Износ гильз цилиндров имеет выраженную форму овала, большая ось которого расположена в плоскости качания шатуна. Причиной образования овальности цилиндров главным образом является увеличенная нагрузка поршней на гильзы именно в плоскости качания шатунов.

На овальность цилиндров влияет также несовершенство технологии сборки блока цилиндров. Изменение макрогеометрии цилиндров (овальности и конусности) после сборки двигателя также приводит к ухудшению прилегания поршневых колец к зеркалу цилиндра. Известно, что при установке гильз в блоки различных марок ДВС, овальность в цилиндрах увеличивается в 2-3 раза.

Очень важно отметить, что характер искажения макрогеометрии гильз цилиндров после сборки и в процессе эксплуатации одинаков для большинства конструкций блоков цилиндров с “мокрыми гильзами”. Большая ось овала цилиндра, образующегося при сборке, в зоне остановки верхнего компрессионного кольца в верхней мёртвой точке поршня имеет такую же направленность, как и большая ось овала, образующегося при эксплуатации. Такой характер деформации цилиндров объясняется большей деформацией блока в местах между расточками под гильзы.

Снижение овальности цилиндров способствует снижению интенсивности износа колец и канавок поршней, что в целом способствует улучшению работы поршневых колец и улучшению уплотнения камеры сгорания. Известно, что замена маслосъёмных колец после выработки предельного ресурса в некоторой степени восстанавливает средний уровень токсичности двигателя. Бесспорно, если при замене колец произвести подрегулировку овальности цилиндров до уровня предельной величины на изготовление новых гильз, то эффект будет намного значительнее.

Таким образом, овальность в цилиндрах является основным эксплуатационным и технологическим фактором, приводящим к росту выбросов СО и СН. Подрегулировка овальности в процессе эксплуатации предлагаемым нами способом (КО) является существенным резервом снижения количества вредных примесей в ОГ и КГ.

**Способ КО.**

КО – способ снижения эксплуатационной и монтажной овальности в цилиндрах двигателей с “мокрыми гильзами” с целью снижения количества вредных веществ как в КГ, так и в ОГ, путём снижения величины овальности до уровня, не превышающего допуск на изготовление новых гильз.

Сущность способа КО заключается в обжатии бурта гильзы посредством установки компенсаторов овальности, выполненных в виде пластин, в зазор между цилиндрическими поверхностями бурта гильзы и расточки в блоке под бурт. При этом ось симметрии компенсаторов совпадает с большей осью овала зеркала цилиндра в верхней его части.

По предлагаемому техническому решению уменьшение овальности происходит под действием радиально приложенных сил, сжимающих бурт гильзы при установке компенсаторов с натягом. Под действием сил, сжимающих бурт гильзы, образующие зеркала цилиндра поворачиваются вокруг точек в “нейтральном сечении” цилиндра. “Нейтральное сечение” - это круг, образованный неподвижными точками образующих цилиндра, вокруг которых образующие поворачиваются под действием сил, сжимающих бурт. При этом гильза ведёт себя как тонкостенный цилиндр, сжатый двумя диаметрально противоположными силами, приложенными у одного из торцов. Характер деформации гильзы при этом такой, что большая ось овала над “ нейтральным сечением” перпендикулярна большей оси овала под “нейтральным сечением. Расположение “нейтрального сечения” зависит от соотношения размеров гильзы с её диаметром. Так, например, в цилиндрах двигателей ЯМЗ нейтральное сечение расположено на расстоянии 200- 250 мм. от привалочной плоскости.

Обеспечение компенсации овальности в цилиндрах по всей длине хода компрессионных колец возможно при отношении расстояния от плоскости верхнего компрессионного кольца при положении поршня в нижней мёртвой точке до привалочной плоскости блока к расстоянию от “нейтрального сечения” до привалочной плоскости блока равном единице (Патент № 2052147).

Способ КО является универсальным, т.к. сочетает в себе два пути снижения токсичности двигателей: эксплуатационный и технологический, атак же позволяет снизить токсичность и количество вредных выбросов как в КГ, так и в ОГ.

Способ КО совершенствует систему технического обслуживания двигателей по параметрам токсичности двигателей.

Способ прост в осуществлении, не требует каких-либо изменений конструкции двигателей, выполняется за один час на одном блоке цилиндров при снятых головках блока, а стоимость его немногим более стоимости снятия и установки головок блока.

Для оценки влияния овальности в цилиндрах на расход КГ проводили испытания на 11-ти двигателях ЯМЗ-236.

Ниже в таблице представлены материалы обработки экспериментальных данных овальности и расхода КГ до и после КО с разбивкой по интервалам пробега.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Диапазон изменения пробега, тыс.км. | До компенсации | | После компенсации | |
|  | Овальность мкм, | Расход картерных газов, м3 /час | Овальность, мкм. | Расход картерных газов, м3/час |
| 0…50 | 10…25 | 0,9…1,3 | 10…15 | 0,9…1,3 |
| 50…100 | 10…30 | 1,3…1,8 | 10…20 | 1,3…1,8 |
| 100…150 | 30…40 | 1,8…3,3 | 10…20 | 1,3…1,8 |
| 150…200 | 40…60 | 3,3…4,4 | 10…20 | 1,3…1,8 |
| 200…250 | 60…70 | 4,4…5,3 | 10…20 | 1,3…1,8 |
| 250…300 | 60…80 | 5,3…6 | 10…20 | 1,3…1,8 |

Экспериментально установлено, что при изменении пробега двигателя от 0 до 300 тыс. км. овальность в цилиндрах изменяется в диапазоне 10…80 мкм. При этом расход КГ изменяется соответственно от 0,9…1,3 м3/час до 5,3…6 м3/час. Снижение овальности до 15-25 мкм. позволило снизить количество прорывающихся в картер газов до значений, не превышающих 1,8м3/час независимо от исходных значений (Головатенко А.Г. Повышение технико-экономических и ресурсных показателей автотракторных двигателей путём компенсации овальности цилиндров. Автореферат, 1994 г.).

Способ был опробован на снижение СО, NO2 и гексана на 3-х двигателях КамАз и одном двигателе ЗиЛ-130.

Средние значения максимальной величины овальности и концентрации указанных вредных ингредиентов до и после компенсации овальности приведены в таблице.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | До компенсации овальности | | После компенсации овальности | |
|  | Величина максимальной овальности в цилиндрах №1-8, мкм. | Концентрация СО, NO2 и гексана, об.% | Величина максимальной овальности в цилиндрах №1-8, мкм. | Концентрация СО, NO2 и гексана, об.% |
| КамАз-740 | 40, 25, 20, 80, 50, 50, 20, 25 | СО – 0,16 | 10, 25, 20, 15, | СО – 0,13 |
| NO2 –0,010 | 10, 15,20, 25 | NO2-0,006 |
| Гекс – 0,033 |  | Гекс- 0,026 |
|  | 80, 50, 20, 50, | СО – 0,12 | 20, 15, 20, 20, | СО – 0,09 |
| ----- ----- ----- | 50, 40, 40, 15 | NO2 –0,008 | 20,10, 20, 15 | NO2- 0,007 |
|  |  | Гекс-0,0166 |  | Гекс-0,0125 |
|  | 20, 15, 40, 110 | CO –0,10 | 20, 15, 10, 20, | CO –0,07 |
| ----- ---- ----- | 20, 20, 15, 20 | NO2- 0,008 | 20, 20, 15, 20 | NO2 – 0,006 |
|  |  | Гекс- 0,0286 |  | Гекc- 0,0218 |
| ЗиЛ-130 | 40, 50, 50, 20, | CO- 0,25 | 15, 15, 10, 20 | CO –0,15 |
| 40, 15, 20, 50 | NO2- 0,016 | 15, 15, 20, 10 | NO2 –0,010 |
|  | Гекс- 0,0374 |  | Гекс- 0,0224 |

Таким образом, уменьшение средней максимальной овальности в цилиндрах исследуемых двигателей с50…70 мкм. до10…20 мкм. в 4 или 5 цилиндрах позволило обеспечить снижение концентрации CO, NO2 и гексана в выхлопных газах в среднем на 25 –30%.

Возможно предположить, что при овальности в цилиндрах 70-90 мкм. и при овальности во всех цилиндрах, эффективность установки компенсаторов была бы выше..

Бесспорно, что способ КО является целесообразным как экологически, так и экономически, а так же является доказательством тому, что экологические и экономические резервы ДВС далеко не исчерпаны.

**Применение способа КО.**

В настоящее время нет эффективных и дешёвых методов снижения токсичности и количества выбросов вредных веществ автотракторных двигателей.

Не реально ожидать массового поступления на отечественный рынок автомобилей, соответствующих требованиям Правил ЕЭК ООН, (Евро-2, Евро-3)

Бессмысленно ставить вопрос о постановке нейтрализаторов на все автомобили.

Как уже отмечалось выше, обеспечить поддержание автотракторного парка в экологически чистом состоянии посредством капитальных ремонтов –так же реально не выполнимая задача

Ужесточение технологических допусков на изготовление и сборку ЦПГ- невыполнимая задача в ближайшие годы.

Выполнение комплекса мер, связанных с применением способа КО, в грузовых и автобусных парках является технологически выполнимой задачей. Для этого автопредприятия должны обеспечить контроль и подрегулировку овальности в цилиндрах в процессе эксплуатации двигателей.

Оценку величины овальности и, при необходимости, компенсацию овальности целесообразно приурочить к любому снятию головок блока (например при замене прокладок под головками блока). При этом трудоёмкость способа значительно снижается. Наиболее рационально оценку и подрегулировку овальности в цилиндрах производить через каждые 60 тыс. км. пробега. Этот срок не очень малый, чтобы заметно увеличить трудоёмкость обслуживания и в то же время подрегулировки с такой периодичностью существенно снизят интенсивность выделения вредных примесей в атмосферу.

Дополнительные затраты по организации применения способа КО пренебрежимо малы по сравнению с экономическим эффектом, который можно получить за счёт эффекта по снижению ущерба вследствие ограничения выбросов вредных веществ, а также экономии ГСМ.

Применение способа КО позволит по меньшей мере приблизиться к требованиям стандартов по токсичности и дымности подвижного состава, а также повысить технико-экономические показатели двигателей и увеличить их ресурс.

Возможно предположить, что способ КО целесообразно применять на двигателях европейских и американских моделей.