

С.Сейфуллиннің 125 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары – 15: Жастар, ғылым, технологиялар: жаңа идеялар мен перспективалар» атты халықаралық ғылыми-теориялық конференциясының материалдары = Материалы Международной научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 15: Молодежь, наука, технологии – новые идеи и перспективы», приуроченной к 125 - летию С.Сейфуллина. - 2019. - Т.1, Ч.2 - С.235-237

ВОПРОСЫ УМЕНЬШЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЕЙ

Ахрадилов М.М.

Содержание отдельных компонентов в отработавших газах ДВС зависит от способа их образования, разложения, а также ряда преобразований отдельных соединений в цилиндре и системе выпуска двигателя. Существенное влияние на содержание вредных веществ в ОГ дизеля оказывают конструктивные и рабочие параметры.

Наиболее опасны для человека, животного и растительного мира следующие компоненты ОГ: сажа, бензапирен, оксиды азота, альдегиды, оксид углерода и углеводороды. Степень их воздействия на организм человека зависит от концентрации вредных соединений в атмосфере, состояния человека и его индивидуальных особенностей.

Оксид углерода является одним из основных нормируемых параметров, так как составляет значительный объем токсичных соединений, входящих в ОГ дизелей. Попадая в организм человека вместе с вдыхаемым воздухом, СО снижает функцию кислородного питания, выполняемую кровью. Вступая в реакцию с гемоглобином крови, СО блокирует его возможность снабжать организм кислородом. В результате этого у человека наступает удушье, нарушаются функции центральной нервной системы, возможна потеря сознания.

Основными «входными воротами» дизельных частиц в организм являются органы дыхания, в частности, легкие. Причем, чем мельче частицы, тем большей проникающей способностью они обладают, и тем большую потенциальную активность могут иметь в легких.

Одним из наиболее эффективных способов уменьшения NOX является рециркуляция ОГ. Под рециркуляцией ОГ понимается такой способ работы ДВС, при котором искусственно увеличивается доля остаточных газов. Это достигается либо регулированием фаз газораспределения, либо за счет соединения впускного и выпускного трубопроводов рециркуляционным.

Отработавшие газы, идущие на рециркуляцию сокращают процентное содержание кислорода в камере сгорания, в результате чего понижаются скорость сгорания и температура в локальных зонах. Рециркуляция ОГ увеличивает объем остаточных газов, в горючей смеси цилиндра, снижая температуру горения смеси и уменьшая временной интервал действия в локальных зонах высокой температуры. Механизм действия рециркуляции ОГ может быть объяснен следующим образом: Парциальное давление кислорода в горючей смеси цилиндра падает, но объем топлива, необходимого для его горения остается постоянным. Таким образом,

большая масса газа должна пройти через фронт пламени. Этот увеличенный массовый расход в результате рециркуляции ведет к большей массе в зоне горения. При том же объеме добавленного тепла и приблизительно при той же продолжительности горения из-за наличия большего количества остаточных газов в зоне горения, в результате чего получается более низкая температура.

Рециркуляция представляет собой перепуск во впускную систему части ОГ, которые попадают в камеру сгорания как инертный заряд. При этом диоксид азота, содержащийся в ОГ, может способствовать сокращению периода задержки воспламенения. Наибольший эффект при рециркуляции обеспечивают газы с повышенной удельной теплоемкостью, в частности, углекислый газ и диоксид азота [1].

При рециркуляции ОГ часть теплоты сгорания топлива дополнительно затрачивается на нагрев инертной массы, тем самым возрастает средняя температура цикла, снижается максимальная температура цикла, несколько снижается коэффициент избытка воздуха [2], снижается скорость сгорания [3].

Уменьшение температуры оказывает влияние на концентрацию атомного кислорода, что, в свою очередь, снижает скорость реакции образования NO, так как основной реакцией образования является реакция окисления азота атомарным кислородом. Например, согласно [2], рециркуляция 10% отработавших газов позволяет уменьшить выделение NOX примерно вдвое.

Степень рециркуляции представляет собой отношение массового удельного расхода рециркулируемых газов к сумме массового расхода воздуха и рециркулируемых газов.

Различные источники, ссылаясь на результаты исследований, говорят о степени рециркуляции, находящейся в пределах 0.20%. Превышение степени рециркуляции более 20% как правило, приводит к росту эмиссии продуктов неполного сгорания и дымности ОГ, падению мощности и ухудшению топливной экономичности. Однако, в литературе присутствуют данные весьма ограниченного характера, зачастую не имеющие привязки к конкретной марке двигателя.

При организации перепуска ОГ на впуск могут подаваться как неохлаждённые («горячая» рециркуляция), так и охлаждённые («холодная» рециркуляция) газы.

Применение «холодной» рециркуляции с точки зрения токсичности ОГ дизеля более эффективно, так как уменьшается подогрев воздушного заряда от ОГ и улучшается наполнение цилиндров свежим зарядом. Кроме того, охлаждение перепускаемых ОГ приводит к снижению температур цикла [3] и, следовательно, к уменьшению эмиссии оксидов азота. Недостатком систем «холодной» рециркуляции является большая сложность по сравнению с «горячей» рециркуляцией.

На полных нагрузках рециркуляцию применять нецелесообразно вследствие недостаточного избытка воздуха, к тому же на максимальных режимах значительно возрастают выбросы углеводородов, сажи, расход топлива (до 20%) [3].

Обычно перепуск осуществляют на режимах с нагрузкой, не превышающей 75% от номинальной и на оборотах, составляющих не более 75% от полных по внешней скоростной характеристике. На этих режимах, отличающихся

повышенным коэффициентом избытка воздуха, концентрация кислорода в камере сгорания достаточна, и даже при высокой степени рециркуляции наблюдается полное сгорание топлива с приемлемой экономичностью.

Степень рециркуляции должна выбираться в соответствии с режимом работы дизеля. Экономические и экологические показатели дизеля от степени рециркуляции, ее увеличение на всех скоростных режимах приводит к тем большему снижению концентрации NOX, чем выше нагрузка на дизель.

По данным исследований перепуск части ОГ во впускную систему не только уменьшает выделение NOX. но и существенно снижает износ поршневых колец двигателя. При работе двигателя практически на любом установившемся режиме перепуск 12% ОГ уменьшал износ поршневых колец примерно на 90%. Рециркуляция 12% отработавших газов при работе двигателя в условиях, имитирующих городское движение, привела к уменьшению износа поршневых колец примерно на 50%. Возможно, уменьшение износа связано с уменьшением коррозионного износа колец из-за уменьшения концентрации NOX.

С другой стороны, проблемой является повышенный коррозионный износ деталей двигателя, обусловленный рециркуляционным движением парой серной кислоты, образующейся из серы, содержащейся в топливе. Увеличению износа двигателя способствует и рециркуляция частиц сажи, снижающих эффективность противоизносных присадок моторного масла.

Особенно сильно подвержены износу детали клапанной группы и верхние поршневые кольца. Это обстоятельство, а также повышенное дымление двигателя, оснащенного системой рециркуляции ОГ, сдерживают широкое применение этого метода без дополнительного использования других средств и методов снижения токсичности ОГ.

Список литературы

1. Достяров А.М. Автомобиль и экология: Учебное пособие. – Шымкент; ЮКГУ им.М.Ауэзова, 1999г.-87с.
2. Звонов В.А. Токсичность двигателей внутреннего сгорания. – М. Машиностроение, 1981. -160с.
3. Кульчицкий А.Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей. 2-е изд., испр. и доп. – М.: Академический проект, 2004.-400с.
4. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Экологические воздействия автомобильных двигателей на окружающую среду //Автомобильный и городской транспорт.-Л.-1993.- С.3-134.
5. Марков В.А. Сравнительная эффективность методов снижения токсичности отработавших газов дизелей. // Автомобильная промышленность. – 2002, №12.