

## Теория безразборного удаления нагароотложений с деталей двигателя

В.М. Корнеев, канд. техн. наук, профессор  
Ю.В. Катаев, канд. техн. наук, доцент  
(ФГБОУ ВПО Российский государственный аграрный  
Университет - МСХА им. К.А. Тимирязева  
тел. +7(926) 603-51-22, e-mail: ykataev@mail.ru)

**Аннотация.** В статье кратко описано применение водотопливной эмульсии для безразборного удаления нагароотложений с деталей двигателя за счет явления «микроудара».

**Ключевые слова:** микроудар, конвективный теплообмен, термодинамический анализ.

Обобщение результатов работ в области использования воды в рабочих процессах двигателя при формировании топливно-воздушной смеси показало, что наибольшее применение нашли способы подачи воды в виде водотопливной эмульсии (ВТЭ). В настоящее время достаточно известны результаты многочисленных исследований по использованию ВТЭ в рабочих процессах двигателя в целях улучшения качества процесса смесеобразования, снижения токсичности отработавших газов и удаления нагароотложений [1].

Установлено, что при работе дизеля на водотопливной эмульсии значительно улучшается процесс смесеобразования за счет явления «микроудара», так как капли эмульгированного топлива, образовавшиеся после впрыскивания через форсунки, состоят из частиц топлива, внутри которых располагается большое количество хаотически движущихся включений воды. Размеры этих включений колеблются от 1 до 3 мкм [2, 3].

Известно, что в процессе работы двигателя на водотопливной эмульсии, разрушение нагароотложений на поверхностях камеры сгорания, распылителях форсунок, днище поршня, огневой поверхности головки цилиндров и т.д. происходит из-за повышенной кинетической энергии молекул воды (пара) под действием локальных знакопеременных изгибных усилий. Локальные давления, возникающие при этом, нарушают прочность связи внутри нагароотложений, таким образом, процесс нагароотложения можно, на наш взгляд, рассматривать как волновой. При распространении продольной волны, вызываемой тактами сжатия и разрежения в парах воды, согласно Холла, наблюдается электростатический эффект, сопровождающийся образованием переменного электрического поля. Молекулы воды и несгораемые примеси топлива (нагарообразования) при высоких скоростях движения (при горении топлива) обуславливают возникновение электрических и магнитных микрополей. В переменном электрическом поле, возбуждаемом колебаниями поршня, они непрерывно изменяют свою ориентацию с частотой сменой тактов.

Катализатором процесса разрушения и удаления нагароотложений является повышенная температура поверхностей камеры сгорания и других деталей, создаваемая перегретыми парами воды, что значительно снижает потери энергии на нагрев тепловоздушной смеси и способствует удалению высокотемпературных отложений.

Основным фактором возможности использования воды для удаления нагароотложений с поверхностей деталей двигателя является повышенный

коэффициент теплопроводности воды в сравнении с дизельным топливом или бензином. При этом необходимо отметить, что при анализе физики процессов нагрева и испарения воды, происходящих в двигателе, создание моделей, учитывающих влияние теплообмена воды и внутрицилиндровых газов на их термодинамические характеристики и параметры рабочего процесса двигателя, должно учитываться комплексное воздействие впрыскиваемой в цилиндры воды. Оно представлено тремя составляющими: конвективной – теплообмен между цилиндрическими газами и впрыснутой водой; термодинамической – изменение теплоемкости и внутренней энергии смеси цилиндрических газов и водяного пара; термохимической – химические реакции горения топливной смеси с участием воды в парообразном состоянии [4].

Конвективный теплообмен предопределяет время локального воздействия воды на рабочий процесс, в результате которого резко изменяются термодинамические параметры цилиндрических газов. При этом вода, впрыснутая в цилиндры двигателя в парообразном состоянии, распадается на мелкодисперсные капли, благодаря чему достижение критического состояния возможно за короткий промежуток времени.

При попадании капель воды в среду цилиндрических газов, ее температура в результате теплообмена с газами растет и может стать выше равновесной температуры кипения, соответствующей внутрицилиндровому давлению.

Перегрев жидкости приводит к возникновению внутри капель метастабильного состояния и условий для их спонтанного вскипания, несмотря на то, что в воде, впрыскиваемой в виде мелкодисперсной фазы, количество искусственных центров парообразования резко снижается, и, следовательно, зародыши пара могут возникать только в результате тепловой флуктуации. Спонтанное вскипание воды, происходящее в виде «микроударов» капель, определяет локальное (кратковременное) управляющее воздействие воды на поверхности нагароотложений.

Термодинамический анализ состояния водотопливной смеси в цилиндрах двигателя основывается на предположении, что одновременно с подводом жидкости на каждом бесконечно малом участке термодинамического процесса отводится количество тепла, равное теплоте испаряющейся жидкости. После перехода воды из жидкого состояния в газообразное, происходит дальнейший отбор теплоты от цилиндрических газов. Пар, образовавшийся в результате испарения капель воды в процессе теплообмена с газами, будет нагреваться, что приведет к изменению теплоемкости смеси и ее внутренней энергии, вследствие чего создаются условия возникновения «микроударов», способствующих удалению нагароотложений с деталей двигателя.

### **Литература**

Гладков, О.А. Характер воздействия водотопливной эмульсии на процессы сгорания топлива в дизелях / О.А. Гладков, Е.В. Бернштейн, Д.П. Виногорадов // Двигателестроение. – 1989. – № 10. – С. 10-12.

Шорин, С.Н. Теплопередача / С.Н. Шорин. – М.: Высшая школа, 1994. – 390 с.

Катаев, Ю.В. Безразборная очистка двигателя от нагара / Ю.В. Катаев // Сельский механизатор. – 2011. - №9. – С. 34-35.

Исаков, А.Я. Физическая модель процессов, предшествующих воспламенению капель водотопливной эмульсии / А. Я. Исаков, В.И. Деминов. – Физика горения и взрыва, 1986. – том 22. – № 6. – С. 15-20.

## **Theory of dimension to remove sooth from engine parts**

V. M. Korneev, Cand.Tech.Sci., professor  
Yu.V. Katayev, Cand.Tech.Sci., associate professor  
(FGBOU VPO Rossiysky the state agrarian university-MSHA of K.A. Timiryazev  
ph. +7 (926) 603-51-22, e-mail: ykataev@mail.ru)

**Annotation.** *The article briefly describes the use of water-fuel emulsions dimension to remove sooth from engine parts due to the phenomenon of “microstrike”.*

**Keywords:** *micro-strike, convective heat transfer, thermodynamic analysis of.*