

2. Алексеев В. П., Вырубов Д. Н. Физические основы процессов в камерах сгорания поршневых ДВС: Учебное пособие. – М.: МВТУ, 1977. – 84 с.

3. Матиевский Д.Д. Исследование тепловыделения и показателей работы тракторного дизеля Ч13/14 с полуразделенной камерой сгорания.- Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Барнаул, 1971, 287 с.

4. Матиевский Д.Д. Показатели эффективности двигателей внутреннего сгорания и их анализ: учебное пособие / Д.Д. Матиевский : АлтГТ У им. И.И. Ползунова. – Барнаул: из-во АГТУ, 2006 – 79.

РАСПЫЛИТЕЛЬ С ПОНИЖЕННОЙ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЖЕННОСТЬЮ ПРЕЦИЗИОННЫХ СОПРЯЖЕНИЙ ДЛЯ ФОРСУНКИ ДИЗЕЛЯ

Лазарев В.Е., Ломакин Г.В., Лазарев Е.А.
(Южно-Уральский государственный университет)

Актуальность проблемы.

Объективной тенденцией совершенствования показателей рабочего цикла и эксплуатационных свойств транспортных дизелей является повышение давления впрыскивания топлива. Применение удлиненных распылителей с уменьшенным диаметром выступающей части сопровождается нежелательным снижением устойчивости иглы при движении (перекос, защемление), прочностных характеристик корпуса, трудностями применения локального охлаждения и тепловой защиты.

Это приводит к необходимости обеспечения требуемого ресурса прецизионных сопряжений иглы и корпуса распылителей форсунки, подвергающихся увеличенным гидродинамическим, тепловым и механическим нагрузкам, поскольку они являются потенциально недостаточно износостойчивыми и надежными.

Комплексное совершенствование элементов распылителей.

Перспективным направлением совершенствования конструкции является реализация комплекса технических решений по изменению геометрических параметров прецизионных сопряжений, минимизации массы иглы, повышению эффективности локального охлаждения и применению тепловой защиты распылителей с коротким (повышенной жесткости) корпусом.

Совершенствование прецизионных сопряжений и минимизация массы иглы распылителя предполагают уменьшение диаметра и длины уплотняющего сопряжения с удалением его от огневой поверхности головки цилиндров.

Повышение эффективности локального охлаждения распылителя достигается увеличением числа наклонных топливоподводящих каналов в верхней части корпуса и развитием поверхности охлаждающей полости под дифференциальной площадкой иглы.

Тепловая защита распылителя обеспечивается частичным экранированием боковой поверхности корпуса с созданием под заградительным экраном закрытых воздушных полостей.

Этапы создания новой конструкции распылителя

Усовершенствованная конструкция распылителя форсунки разработана авторами на базе распылителя типа DLA (рис.1, а) производства ООО «ЧТЗ-Уралтрак».

На первом этапе создания распылителя осуществлялось изменение геометрических параметров иглы и отверстия в корпусе. Диаметр уплотняющего сопряжения уменьшен до 4 мм, а его длина – до 10 мм. Уменьшение длины уплотняющего

сопряжения осуществлялось за счет перемещения нижней его кромки вверх от носка распылителя для перемещения сопряжения в часть корпуса, наиболее удаленную от огневой поверхности головки цилиндра.

Второй этап предполагал повышение эффективности локального охлаждения распылителя (рис.1, б). Для этого в верхней части корпуса размещено пять наклонных топливоподводящих канала. Развитие поверхности охлаждающей полости в корпусе распылителя под дифференциальной площадкой иглы осуществлялось выполнением ее в виде тела вращения с образующей 3-образной формы. Это позволило представить рассматриваемую полость в виде двух объемов с созданием в месте их соединения кольцевого турбулизирующего выступа для интенсификации теплообмена при движении топлива в процессе впрыскивания.

На третьем этапе осуществлялось частичное заградительное экранирование боковой поверхности корпуса с созданием под экраном герметично закрытой воздушной полости (рис.1, в). Экран, выполненный из стали X18H9T, установлен с натягом в нижней части корпуса распылителя, а под ним дообработкой корпуса образована воздушная полость.

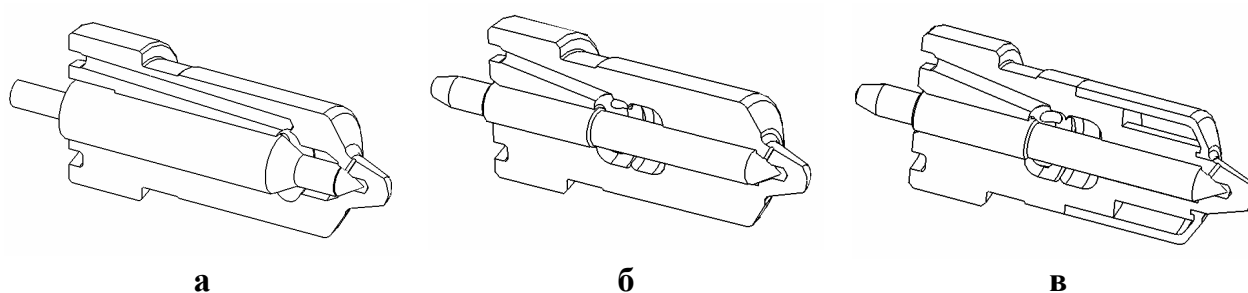


Рис.1. Исследуемые типы распылителей с коротким корпусом:
а – штатный, б – модифицированный, в – модифицированный с экраном

Методика определения теплового состояния распылителей

Тепловое нагружение распылителя характеризуется теплоотдачей от газов к носку и боковой поверхности корпуса, к топливу в полостях и теплопередачей при контакте с корпусом форсунки.

Квазистационарный теплообмен газов с поверхностью распылителя в цилиндре характеризуется граничными условиями третьего рода. Используя текущие значения коэффициента теплоотдачи и температуры газов по углу поворота коленчатого вала, определяются их эквивалентные значения. Определение температуры газов выполнено термодинамическим анализом индикаторной диаграммы давления, а для оценки коэффициента теплоотдачи использована зависимость Г. Вошни.

Распределение коэффициента теплоотдачи по поверхности головки блока на диаметре цилиндра учитывалось, используя рекомендации А.К. Костина и Р.М. Петриченко. Теплообмен в зазоре между распылителем и отверстием в головке оценивался по данным А.В. Николаенко, предполагающим постоянство температуры газов и изменение коэффициента теплоотдачи по линейному закону в зазоре.

Закрытые воздушные полости под экраном распылителя с тепловой защитой характеризуются свободно-конвективным теплообменом, который по рекомендациям М.А. Михеева рассматривается как явление теплопроводности.

На протяжении рабочего цикла между распылителем и топливом имеет место вынужденно-конвективный теплообмен разной интенсивности, который рассматривался состоящим из двух периодов: при отсутствии и при наличии впрыскивания топлива. Во втором периоде движение топлива в полостях характеризуется

высокой скоростью, а в первом периоде наблюдаются лишь колебательные его движения. Текущий коэффициент теплоотдачи в топливо в первом периоде в трех полостях: кольцевой, дифференциальной площадки и под иглой распылителя определялся по рекомендациям М.А. Михеева. Во втором периоде текущий коэффициент теплоотдачи в топливо в кольцевой полости и подыгольном колодце определялся по рекомендациям М.А. Михеева, а в полости дифференциальной площадки иглы – с учетом исследований В.Н. Долинина.

Контактный теплообмен с форсункой характеризуется температурой деталей в контакте и коэффициентом контактного теплообмена, который для горизонтальных поверхностей определялся по рекомендациям Г.Б. Розенблита, а для вертикальных – по закономерностям для условного контактного слоя или зазора. Термическое сопротивление контакта зависит от идентичности формы, чистоты исполнения, контактного усилия, толщины контактного слоя или зазора и теплопроводности среды в зазоре.

Результаты оценки теплового состояния распылителей

Температурные поля сечений исследуемых распылителей транспортного дизеля 4ЧН15/20,5 производства «ЧТЗ-Уралтрак» при работе на режиме номинальной мощности ($P_e = 0,95$ МПа, $n = 1250$ мин⁻¹) определялись с использованием метода конечных элементов (рис. 2).

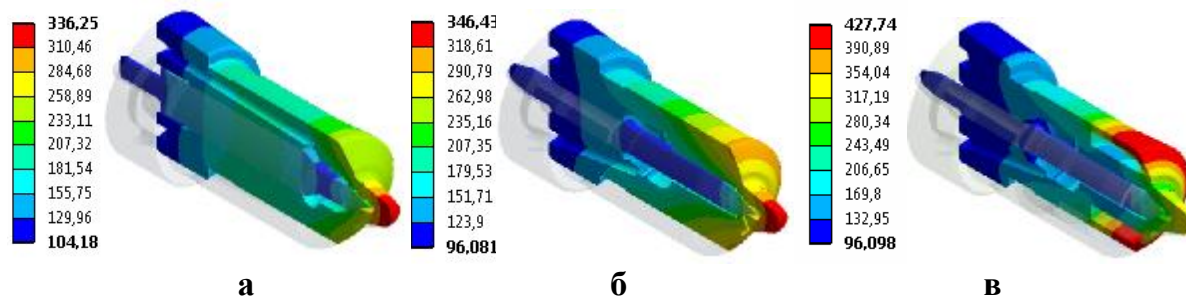


Рис.2. Температурные поля распылителей с коротким корпусом:
а – штатный, б – модифицированный, в – модифицированный с экраном

Решению пространственных задач теплопроводности при определении температурного состояния распылителей: штатного, модифицированного и модифицированного с экраном предшествовало создание твердотельных моделей для образования их конечно-элементных аналогов. Анализ результатов расчетного определения теплового состояния исследуемых распылителей показывает, что характер распределения теплового потока обусловлен размерами и расположением прецизионного цилиндрического сопряжения, числом наклонных топливоподводящих каналов в корпусе распылителя и наличием экрана.

В прецизионном цилиндрическом сопряжении штатного распылителя максимальная температура составляет 226 °С (рис.2, а). В модифицированном распылителе без экрана и с экраном максимальная температура прецизионного цилиндрического сопряжения практически одинакова и не превышает 132 °С (рис.2, б, в). Уменьшение диаметра до 4,0 мм и длины до 10 мм направляющей иглы, развитие охлаждающей полости в корпусе, увеличение числа наклонных топливных каналов до 5 и постановка экрана приводит к снижению максимальной температуры цилиндрического прецизионного сопряжения распылителя на 94 °С, а средней его температуры – на 40 °С.

Температура поверхности конического прецизионного сопряжения штатного распылителя и модифицированного распылителя без экрана изменяется несущественно и составляет 250 °С (рис.2, а, б), а в модифицированном распылителе с экраном составляет 221 °С (рис. 2, в). Постановка экрана в модифицированном распылителе снижает температуру поверхности конического прецизионного сопряжения на 29 °С.

Максимальная температура области распыливающих отверстий исследуемых распылителей практически одинакова и составляет 273 °С (рис.2, а, б, в).

Исследования выполнены в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы и при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (номер проекта: 10-08-00424).

Выводы

Полученные результаты свидетельствуют, что использование модифицированного распылителя позволяет улучшить условия работы цилиндрического прецизионного сопряжения, а постановка экрана в модифицированном распылителе дополнительно улучшает условия работы и конического прецизионного сопряжения. При этом тепловое состояние распыливающих отверстий практически не изменяется. Для снижения температуры в области распыливающих отверстий, как известно, целесообразно полное экранирование распылителя.

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДИЗЕЛЯ НА ОСНОВЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ БЫСТРОПРОТЕКАЮЩИХ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ

Лашко В.А. (Тихоокеанский государственный университет); **Коньков А.Ю.** (Дальневосточный государственный университет путей сообщения)

Традиционным для диагностики технического состояния (ТС) ДВС оказался подход, предполагающий длительный этап накопления и обобщения экспериментальных данных. В существующих системах технической диагностики дизеля практически не используется давно разработанный и применяемый на этапах проектирования двигателя математический аппарат, моделирующий физические процессы в двигателе.

Вместе с тем, в смежных областях знаний достаточно давно и успешно применяются методы, основанные на теории идентификации. В первую очередь, этот мощный математический аппарат, являющийся составной частью теории управления, нашел применение там, где экспериментальное исследование влияния дефектов на показатели объекта либо принципиально невозможно, либо чрезвычайно дорого.

Практический интерес для целей технической диагностики представляют известные решения задачи идентификации в параметрической постановке (идентификация в узком смысле или параметрическая идентификация), которая состоит в оценивании параметров и состояния системы по результатам наблюдения над входными и выходными параметрами. На основании выполненных теоретических исследований в качестве базового алгоритма идентификации (рис. 1) для решения поставленных задач выбрана структура, известная под аббревиатурой ПАИАМ – поисковые алгоритмы идентификации с адаптивной моделью.