

*А.В. ТРИНЕВ*, канд. техн. наук, *В.Т. КОВАЛЕНКО*, канд. техн. наук,  
*А.Н. АВРАМЕНКО, С.А. СИРОТИН* (г. Харьков)

## **РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КЛАПАН – НАПРАВЛЯЮЩАЯ ВТУЛКА**

В роботі приводяться результати розрахунково-експериментального аналізу умов роботи пари клапан – направляюча втулка. Для уточнення граничних умов задачі теплопровідності проведено термометрію випускних клапанів та втулок, а також оцінено динаміку зміни зазору в парі в залежності від режиму роботи двигуна.

In work results of a settlement - experimental research of operating conditions of interface the valve - the cartridge are resulted. For specification of boundary conditions problem of heat conductivity the thermometry of exhaust valves and directing cartridges is carried spent, and also dynamics of change a backlash in interface is appreciated on power setting.

**Введение.** Современное двигателестроение развивается по пути улучшения технико-экономических и экологических показателей, увеличению литровой мощности и ресурса деталей двигателя. С ростом уровня форсирования ухудшаются условия работы деталей камеры сгорания, в частности выпускных клапанов.

Основными требованиями, предъявляемыми к деталям клапанного узла являются: способность длительное время работать при высоких тепловых и механических нагрузках, сопротивляться воздействию агрессивных сред, работать в условиях граничного трения с минимально допустимым зазором в паре клапан – втулка, обеспечивающим минимальный расход масла на угар.

**Анализ публикаций.** В работах большинства авторов расчетно-экспериментальный анализ условий работы пары стержень клапана – направляющая втулка в основном сводился к анализу теплового состояния этих деталей. При этом при выполнении расчетного анализа, значения граничных условий (ГУ) задачи теплопроводности по сопряжению, задавались в очень широких пределах, что отрицательно сказывалось на точности полученных результатов.

Неизученным в существующих работах [1, 2] остается вопрос изменения зазора в паре стержень клапана – втулка при изменении режима работы двигателя, и его влияние на условия работы сопряжения. Более подробно актуальность исследования условий работы пары стержень клапана – втулка рассмотрен в работе [3].

Получение экспериментальной зависимости динамики изменения зазора в паре стержень клапана – втулка, в зависимости от теплового состояния сопряжения, позволит оптимизировать зазор, снизить расход масла на угар,

износ стержня клапана и направляющей втулки, и, соответственно, повысить надежность клапанного узла.

**Цель и постановка задачи.** Целью данной работы было уточнение ГУ задачи теплопроводности по участкам теплообменной поверхности пары стержень клапана – направляющая втулка.

В работе ставились задачи:

- разработать расчетно-экспериментальную методику изучения условий работы пары клапан – втулка;
- разработать узловую математическую модель деталей клапанного узла;
- провести термометрию выпускных клапанов и направляющих втулок;
- экспериментально оценить динамику изменения зазора в паре клапан – втулка;
- сделать выводы и рекомендации по повышению надежности деталей клапанного узла.

**Основные этапы и результаты исследования.** Объект исследования – выпускной клапан узел автотракторного дизеля СМД-17Н.

Экспериментальному этапу предшествовало расчетное моделирование. Для разработки узловой модели клапанного узла использовался программный комплекс, основанный на методе конечных элементов (МКЭ). Узловая модель содержит выпускной клапан, направляющую втулку, седло и фрагмент головки цилиндров, причем втулка и седло установлены во фрагмент головки с посадочным натягом. На рис. 1 представлена узловая модель клапанного узла.

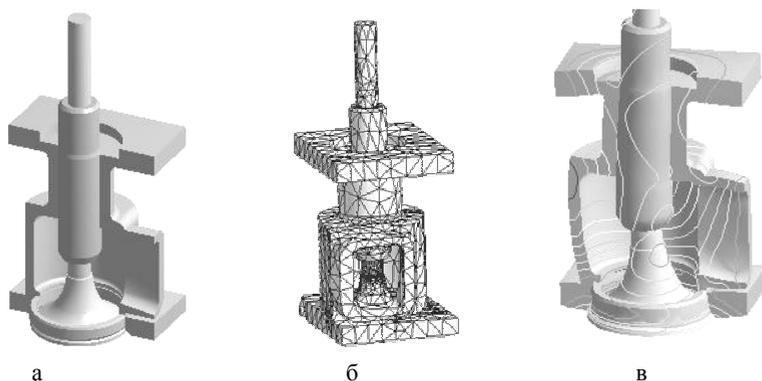


Рис. 1. Узловая модель клапанного узла: а – расчетная область узла, б – разбивка расчетной области на конечные элементы, в – деформированный вид узловой модели

Такая модель позволяет учитывать окружающую неравномерность температурного поля и составляющие осевых усилий задачи механики, а также совместные термомеханические деформации деталей, входящих в узел.

Решение задачи в трехмерной постановке положительно сказывается на достоверности результатов расчетного моделирования.

Особенностью МКЭ является то, что при абсолютно правильных значениях ГУ можно получить достоверный результат расчетного моделирования. Из этого следует, что способ задания и сами значения ГУ отражают степень понимания физической задачи исследователем.

Таким образом, для уточнения узловой модели необходимо обязательное проведение комплексных расчетно-экспериментальных исследований.

Эксперимент был проведен на моторном стенде дизеля СМД-17Н при

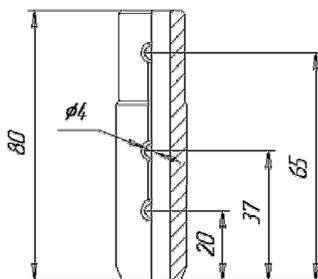


Рис. 2. Схема дообработки направляющей втулки под установку индуктивных датчиков

работе двигателя по нагрузочной характеристики от режима холостого хода до максимального крутящего момента, при  $n = 1600 \text{ мин}^{-1}$ .

В ходе эксперимента при помощи хромель-алюмелевых термопар проводилась термометрия выпускных клапанов и направляющих втулок. Для передачи сигнала от термопар, установленных в выпускном клапане, к регистрирующему прибору А565, использовался прерывистый токосъем и конденсатор. Динамика изменения зазора в паре клапан – втулка в зависимости от режима работы дизеля и ход клапана, определялся при помощи индуктивных датчиков. В направляющей втулке индуктивные датчики устанавливались в плоскости качания клапана. Сигнал от индуктивных датчиков через усилитель передавался на осциллограф. Для привязки к положению коленчатого вала использовался датчик индукционного типа.

На рис. 2 приведен эскиз дообработки направляющей втулки под установку индуктивных датчиков.

Тарировка индуктивных датчиков проводилась при помощи тарировочного конуса и набора калиброванных шайб, а также с использованием “холодной” прокрутки двигателя от стартера без подачи топлива. При этом уточ-

нялся масштаб осциллограмм для данного диаметрального зазора в холодном состоянии, значение которого предварительно выбиралось равным 0,08 мм.

На рис. 3 приведена зависимость изменения зазора в паре стержень клапана - направляющая втулка в трех поясах по высоте втулки в зависимости от нагрузки. Значение зазора приведено для положения клапана в момент его выстоя, когда клапан полностью открыт. Цифрами на рисунке обозначено: 1- значение зазора в паре у верхнего торца направляющей втулки; 2- значение зазора в центральной части по высоте втулки и 3 – значение зазора в паре у нижнего торца втулки.

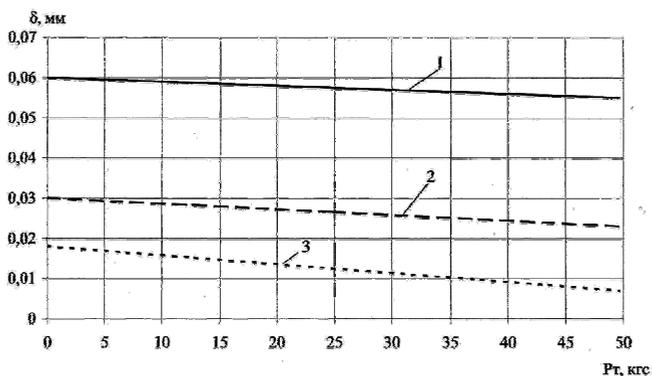


Рис. 3. Динамика изменения зазора в паре стержень клапана - направляющая втулка

Из графика видно, что зазор в паре клапана – втулка изменяется неравномерно по высоте втулки в зависимости от нагрузки.

**Выводы.** Полученные в результате эксперимента данные о тепловом состоянии и динамике изменения зазора в сопряжении клапан – втулка могут в дальнейшем использоваться для уточнения узловой математической модели деталей клапанного узла, что позволит конструктору выбирать оптимальный зазор в сопряжении и прогнозировать условия возникновения заклинивания клапана во втулке при увеличении уровня форсирования ДВС.

**Список литературы:** 1. Розенблит Г.Б. Теплопередача в дизелях. – М.: Машиностроение, 1977. – 216 с. 2. Дьяченко Н.Х. Теория двигателей внутреннего сгорания. - Л., 1974. - 552 с. 3. Тринёв А.В., Авраменко А.Н. Актуальность исследования теплообменных процессов в сопряжении стержень клапана – направляющая втулка для быстроходных форсированных дизелей. //Вестник науки и техники /НТУ “ХПИ”, ООО “ХДНТ”. – Харьков: ООО “ХДНТ”, 2005. - № 4 (23) - С. 4 – 10.

Поступила в редколлегию 29.07.07