

УДК 621.43

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ ПЛУНЖЕРНЫХ ПАР И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАЗОРА МЕЖДУ ПЛУНЖЕРОМ И ВТУЛКОЙ

*А.Л. Хохлов, доктор технических наук, профессор,
тел. 89278280897, chochlov.73@mail.ru;*

*А.А. Хохлов, кандидат технических наук, МНС,
тел. 89278314897, khokhlov.73@mail.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

А.А. Михайлов, ведущий инженер ООО «Ульяновская Нива»

Ключевые слова: *плунжер, втулка, плунжерная пара, геометрический размер, зазор, изнашивание, работоспособность.*

В работе представлена методика измерения геометрических размеров деталей плунжерных пар, приборы для измерения диаметра плунжера и втулки, результаты измерения геометрических размеров деталей плунжерных пар и определения зазора между плунжером и втулкой.

Введение. На работоспособность плунжерной пары влияет величина начального зазора между плунжером и втулкой насосной секции топливного насоса высокого давления (ТНВД). Во время работы ТНВД детали плунжерной пары изнашиваются, и зазор между плунжером и втулкой увеличивается. «Предельный износ плунжерной пары – это увеличение зазора между плунжером и втулкой до критического (максимального) кольцевого зазора, при котором плунжерная пара не может выполнять свои функции, т.е. не может обеспечить необходимую цикловую подачу топлива вследствие превышения допустимых значений утечек топлива в кольцевой зазор между плунжером и втулкой». Повышение работоспособности ТНВД можно достичь использованием дизельного смесового топлива на основе растительных масел [1,2] при незначительных конструктивных изменениях топливной системы дизелей [3,4].

Для обеспечения работоспособности плунжерной пары необходимо контролировать зазор в прецизионной паре между плунжером и плунжерной втулки, в процессе эксплуатации и проведении технического обслуживания и ремонта топливного насоса высокого давления.

Материалы и методы исследований. Работоспособность плунжерных пар насосных секций ТНВД зависит от величины зазора между

плунжером и втулкой, конусности и овальности деталей плунжерных пар [5,6,7,8].

Измерение геометрических размеров деталей плунжерных пар проводили в центральной заводской лаборатории ОАО «Автодеталь-Сервис» г. Ульяновска.

Кольцевой зазор между плунжером и втулкой определялся по разнице половины диаметров (радиусов) плунжера и втулки плунжерной пары.

Диаметр плунжера измеряли системой измерительной портативной с индуктивным преобразователем БВ-6436 (рис. 1) с пределом допускаемой погрешности 0,00001 мм.

Внутренний диаметр втулки плунжера измеряли прибором для измерения внутреннего диаметра втулок ПР7 (рис. 2), с пределом допускаемой погрешности 0,0002 мм.

Плунжерная пара насосной секции ТНВД при работе изнашивается неравномерно, поэтому измерение геометрических размеров производилось в местах наибольшего износа – напротив впускного и перепускного отверстия втулки. Основные зоны наибольшего износа плунжера обозначены на рис. 3.а, втулки – на стороне впускного и перепускного отверстия (рис. 3.б).

Диаметры плунжеров и втулок измерялись в следующей последовательности:

1. Перед измерением приборы настраивались в соответствии с инструкцией.

2. Плунжер или втулку устанавливали так, чтобы направление сечения плоскостей измерений совпадало с указанным в технической документации, утвержденной к прибору в установленном порядке. Поверхность тщательно очищали от посторонних примесей и обезжиривали.

3. Выбор точек (зон) измерения на поверхности осуществлялся в соответствии с рисунком 3.

Величину конусности и овальности находили по формуле

$$\Delta_{об} = \frac{d_{\max} - d_{\min}}{2}, \text{ мм.}$$

Результаты исследований и их обсуждения. За объект исследований принят процесс изнашивания прецизионных пар «плунжер и плунжерная втулка» (рис. 4) насосных секций ТНВД при работе на товарном минеральном дизельном топливе (100%ДТ) и смесевом рыжико-мине-

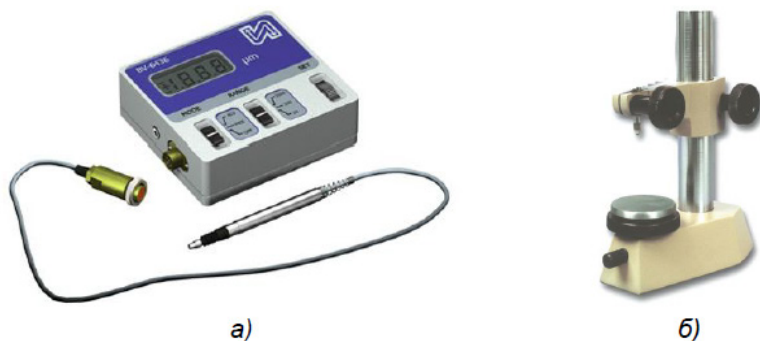


Рисунок 1 – Приборы для измерения диаметра плунжера: а) система измерительная портативная с индуктивным преобразователем БВ-6436; б) стойка универсальная для крепления индикаторных головок 15СТ-М



Рисунок 2– Прибор для измерения внутреннего диаметра втулок ПР7

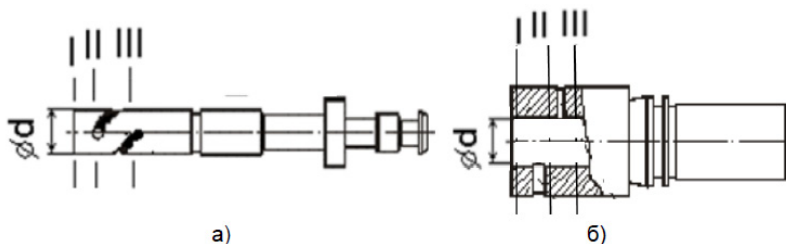


Рисунок 3 – Схема мест измерения диаметров: а) плунжер; б) втулка

ральном топливе 10%РыжМ+90%ДТ, 20%РыжМ + 80%ДТ, 30%РыжМ + 70%ДТ, 40%РыжМ + 60%ДТ, 50%РыжМ+ 50%ДТ.



Рисунок 4 – Плунжерные пары и нагнетательные клапаны топливного насоса высокого давления 4УТНМ

Результаты исследований по изменению зазора показаны на рис. 5.

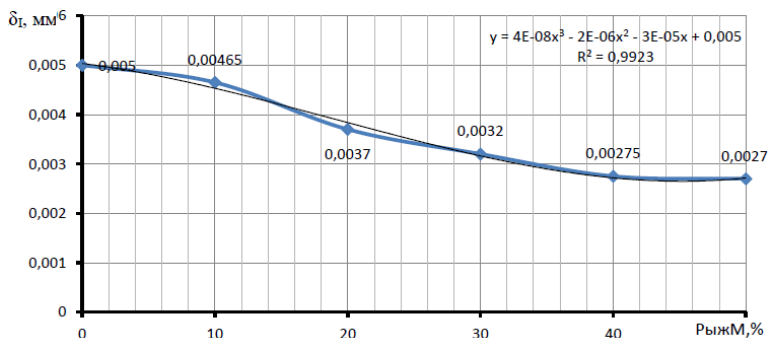


Рисунок 5 - Изменение зазора в сопряжении плунжер-втулка в зависимости от процентного содержания рыжикового масла в смесевом рыжико-минеральном топливе

Закключение. Анализ результатов измерений деталей плунжерных пар насосных секций ТНВД показал, что наибольший износ у всех испытываемых образцов наблюдается от верхнего торца до впускного отверстия. Плунжеры изнашиваются в большей степени по сравнению

со втулкой. Это связано с тем, что абразивные частицы, попадающие с топливом в зазор плунжерной пары, в основном закрепляются на втулке и наносят царапины на поверхности плунжера.

Наибольшее увеличение зазора в сопряжении «плунжер – втулка» наблюдается при работе насосной секции ТНВД на минеральном дизельном топливе: до начала испытаний зазор $\delta=4-4,2$ мкм, после испытаний $\delta=9 - 9,2$ мкм. Наименьшее увеличение зазора наблюдается при работе насосной секции ТНВД на смесевом рыжико-минеральном топливе с содержанием рыжикового масла 50 %: до начала испытаний зазор $\delta = 3,2 - 4,4$ мкм, после испытаний $\delta=5,9 - 7,1$ мкм.

Анализ рис. 5 показал, что наибольшее изменение зазора в прецизионных парах наблюдается при использовании товарного минерального дизельного топлива и составляет 5 мкм, с увеличением процентного содержания рыжикового масла в смесевом рыжико-минеральном топливе до 30% изменение зазора в прецизионных парах составляет 3,2 мкм, а при дальнейшем увеличении содержания рыжикового масла зазор изменяется не значительно.

Органолептическим методом установлено, что плунжеры в наибольшей степени изношены в зоне впускного отверстия: ширина изношенных участков по окружности составляет от 3,5 до 5 мм, длина от 4 до 7,5 мм. Визуальный осмотр показал, что от торца плунжера наблюдаются вдоль образующей царапины, изношенные участки деталей имеют матовый оттенок.

Библиографический список:

1. Ротанов, Е.Г. Влияние поверхностно-активных веществ смесового топлива на износ плунжерных пар / Е.Г. Ротанов, А.Л. Хохлов, А.А. Хохлов // Сельский механизатор. – 2018. - № 6. – С. 36-37.
2. Физические свойства рыжиково-минерального топлива / А.П. Уханов, А.А. Хохлов, А.Л. Хохлов, В.А. Голубев, Е.А.Хохлова // Международный научно-исследовательский журнал International research journal. – 2017. - №05 (59). - Екатеринбург: ООО “Компания ПОЛИГРАФИСТ. - С. 124-128.
3. Пат. 2582535 РФ МПК F02M 43/00, F02D 19/06. Двухтопливная система питания дизеля / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, А.А. Хохлов, Е.Г. Ротанов, А.Л. Хохлов – 2014152644/06; заявл. 24.12.2014; опубл. 27.04.2016, Бюл. № 12.
4. Пат. 2582700 РФ МПК B01F 5/06. Смеситель-дозатор растительного масла и минерального дизельного топлива / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, А.А. Хохлов, Е.Г. Ротанов, А.Л. Хохлов - 2014152680/05; заявл. 24.12.2014; опубл. 27.04.2016, Бюл. № 12.

5. Уханов, А.П. Теоретическая оценка ресурса плунжерных пар ТНВД при работе на смесевом рыжико-минеральном топливе / А.П. Уханов, Е.Г. Ротанов, А.А. Хохлов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. - №2 (42). – С. 18-22.
6. Уханов, А.П. Теоретический расчет изменения кольцевого зазора плунжерных пар ТНВД в зависимости от содержания рыжикового масла в смесевом рыжико-минеральном топливе / А.П. Уханов, Е.Г. Ротанов, А.А. Хохлов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – Вып.4. – С. 49-56.
7. Пат. 176574 РФ F02M 65/00, G01M 10/00, F02M 59/02. Топливный насос высокого давления для сравнительных испытаний плунжерных пар на различных видах дизельного топлива / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, Е.Г. Ротанов, А.Л. Хохлов, А.А. Гузяев, А.А. Хохлов – 2016151839; заявл. 27.12.2016; опубл. 23.01.2018, Бюл. № 3.
8. Испытание секций ТНВД на различных видах топлива / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, Е.Г. Ротанов, А.Л. Хохлов, А.А. Хохлов, А.А. Гузяев // Сельский механизатор. – 2018. - № 9. – С. 34-35.

TECHNIQUE OF MEASUREMENT OF THE GEOMETRICAL SIZES OF DETAILS OF PLUNGER COUPLES AND DEFINITION OF SPACING BETWEEN PLUNGER AND BUSHING

Khokhlov A.L., Khokhlov A.A., Mikhailov A.A.

Key words: *plunger, bushing, plunger pair, geometrical size, gap, wear, efficiency.*

The paper presents a method of measuring the geometric dimensions of the parts of the plunger pairs, devices for measuring the diameter of the plunger and bushing, the results of measuring the geometric dimensions of the parts of the plunger pairs and determining the gap between the plunger and the bushing.