

УДК 620.178.16.004

## **ИССЛЕДОВАНИЯ МЕСТНЫХ ИЗНОСОВ ДЕТАЛЕЙ ПЛУНЖЕРНЫХ ПАР ТОПЛИВНЫХ НАСОСОВ ДВС**

Журавель Д.П., к.т.н.,

Юдовинский В.Б., к.т.н.,

Коломоец В.А., инженер

*Таврический государственный агротехнологический университет*

Тел. (0619) 42-13-54

***Аннотация*** – Работа посвящена исследованию местных износов плунжера и втулки топливных насосов высокого давления ДВС.

***Ключевые слова*** – топливный насос, местный износ, плунжерные пары, топливо, цикловая подача, выбраковка.

*Постановка проблемы.* Эксплуатационные характеристики дизельных двигателей во многом зависят от надежности топливной аппаратуры, в частности от сопряжения плунжер – втулка. Даже незначительный износ элементов плунжера и втулки, резко сказывается на давлении впрыска и объеме топлива, подаваемого в цилиндр. Это приводит к снижению мощности двигателя и тяговых характеристик трактора[1].

*Анализ последних исследований.* От топливной аппаратуры зависят основные мощностные и экономические показатели дизеля, его надежность, стабильность параметров, удельные массовые и объемные характеристики, уровень создаваемого шума, а также токсичность и дымность отработавших газов.

В процессе работы происходит изнашивание деталей сопряжения плунжер – втулка за счет трения плунжера по втулке из-за больших скоростей движения топлива в период перекрытия плунжером отверстий. Прецизионные детали, вблизи которых топливо движется с большой скоростью, изнашиваются быстрее [2].

Быстрее всего изнашивается поверхность плунжера вблизи верхней его кромки, обращенная при работе к впускному окну корпуса, и поверхность, прилегающая к отсечной кромке со стороны отсечного окна. Зеркало втулки (корпуса) изнашивается в зонах впускного и отсечного окон, то есть плунжерные пары изнашиваются в определенных местах, от чего эти участки получили название местных износов. Статистический анализ замера износов деталей плунжерных пар топливных насосов ДВС, выбракованных на ремонтных предприятиях, позволил установить величины местных износов плунжера и гильзы (Рисунок 1).

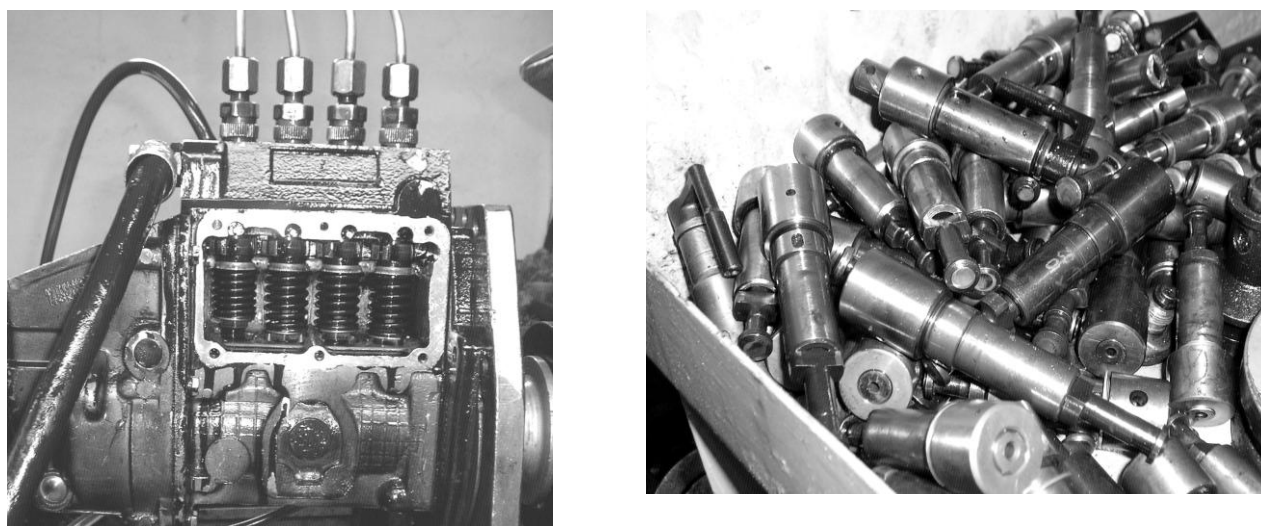


Рисунок 1 – Производственное испытание топливного насоса и выбраковка плунжерных пар

*Формулирование целей статьи.* Целью статьи является исследования местных износов деталей плунжерных пар топливных насосов ДВС.

*Основная часть.* Значительному износу подвержена головка плунжера, особенно участок в ее верхней части, расположенный против впускного

окна гильзы. Износ охватывает поверхность в виде желобообразной канавки, которая размещается вдоль плунжера от верхнего торца и несколько ниже середины головки (Рисунок 2).

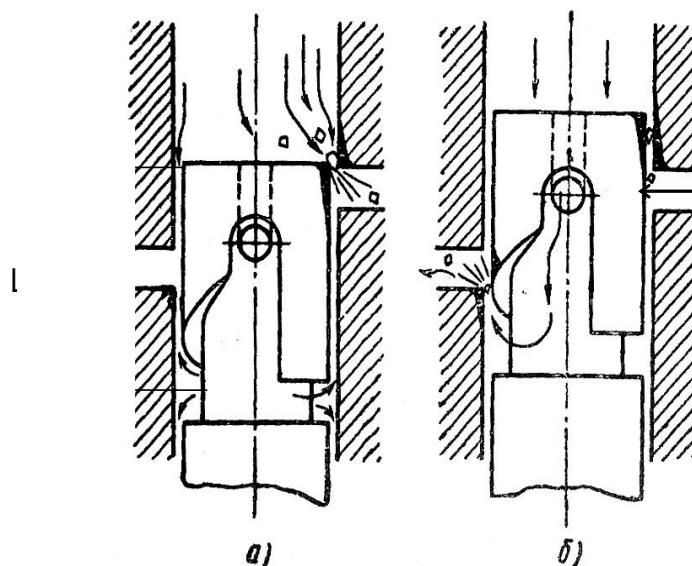


Рисунок 2 - Местные износы головки плунжера и гильзы топливного насоса

Распределение размеров износов плунжеров против впускного окна гильзы представлены на рисунке 3. Максимальная глубина 0,023-0,025 мм и ширина 4,5-5 мм канавки находятся у верхнего торца головки плунжера; длина изношенного участка 9,5-10 мм. Чем дальше от верхнего торца тем мельче делается канавка и за серединой головки она выравнивается с поверхностью.

Чистая блестящая поверхность плунжера в результате износа на этом участке становится изрезанной продольными рисками в виде бороздок средней глубины 0,004-0,005 мм. Изношенный участок при больших износах виден невооруженным глазом. Характер изношенной поверхности и микронеровности на ней позволяют утверждать, что рассматриваемый участок плунжера подвергается абразивному износу.

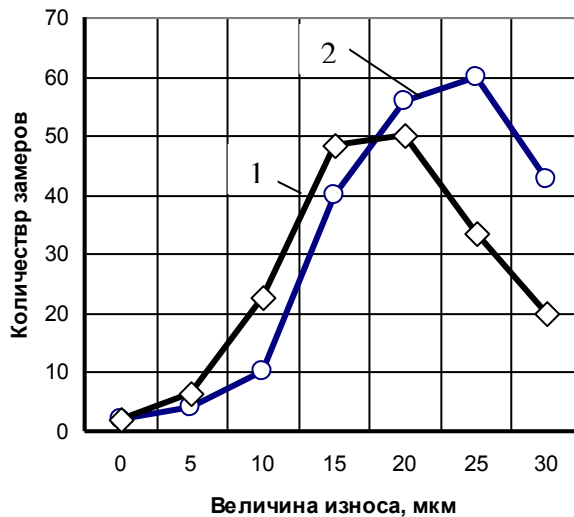


Рисунок 3 - Распределение размеров износов плунжеров -1 и втулки-2 в зоне впускного окна

В первый период, когда частицы попадают в зазор, они снимают большую микростружку, так как режущие кромки их остры. Передвигаясь далее между стенками деталей, режущие кромки абразива затупляются, частицы размельчаются и режущая способность абразива уменьшается. Вследствие этого и наблюдается большая глубина микробороздок и износ в верхней части плунжера, и чем дальше от торца, тем глубина бороздок и износ меньше. Меньше у головки плунжера изнашивается винтовая кромка.

Изношенная поверхность расположена в 5,5 мм от верхнего торца и захватывает участок, близкий к винтовой кромке. Ширина поврежденного участка по цилиндрической поверхности незначительная, наибольшая его часть (2,5-2,7 мм) находится против перепускного отверстия. По высоте головки износ распространяется на 4мм.

Величина износа винтовой кромки на ее длине различна: максимальная находится на участке против перепускного бокового отверстия плунжера, расположенного в 6,5 мм от верхнего торца, и составляет 0,018-0,020 мм, минимальная, равная 0,003-0,005 мм отстоит от торца на 9,5 мм.

Распределение размеров износов плунжеров против перепускного бокового отверстия плунжера представлены на рисунке 4.

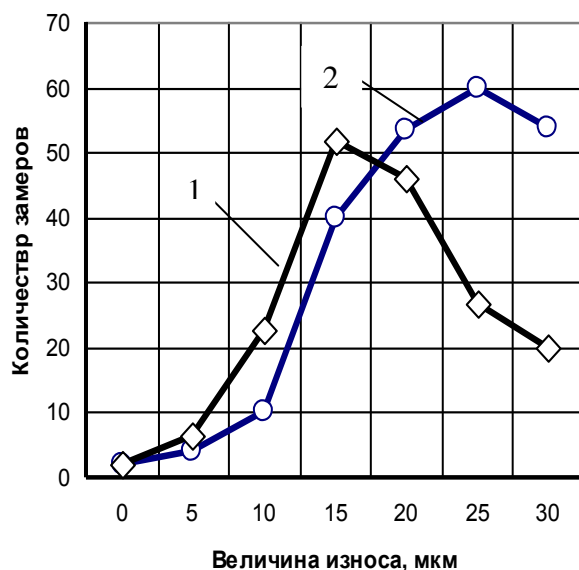


Рисунок 4- Распределение размеров износов плунжеров -1 и гильзы -2 в зоне перепускного бокового отверстия плунжера

Нарушается чистота доведенных рабочих поверхностей: на них появляется продольно расположенные бороздки глубиной в среднем 0,004-0,005мм, а также отсечная кромка, которая на участке перепускного отверстия плунжера под воздействием сосредоточенного местного размыва изменяет свою форму. Такой характер износа объясняется тем, что в момент перетекания из области высокого давления в область низкого давления (период отсечки) топливо устремляется с большой скоростью из бокового перепускного отверстия плунжера к отсечному окну втулки. При этом, двигаясь по кратчайшему пути, топливо омывает, прежде всего участок отсечной кромки против перепускного отверстия плунжера. В первый момент отсечки перепускное окно втулки открыто частично, и при своем движении топливо встречает значительное

сопротивление. Поэтому на указанном участке отсечная кромка размывается топливом с находящимся в нем абразивом.

У втулки изнашивается внутренняя поверхность, примыкающая к впускному и перепускному окнам. Большой износ втулки находится у впускного окна, меньший – у перепускного окна.

Износ зоны впускного окна имеет вид прямоугольной желобобразной полосы шириной 4,5-5 мм, расположенной вдоль втулки. В большей мере изношенная поверхность над окном протяженностью 6-7 мм от ее кромки вверх. Под окном участок захватывает 4,5-5 мм. В непосредственной близости к кромке находится максимальный износ, который у верхней ее части составляет 0,025-0,027 мм и у нижней – 0,015-0,017 мм.

Рабочая поверхность втулки над верхней кромкой окна покрыта параллельными бороздками, расположенными вдоль втулки. Кромка окна имеет большой завал с неровной рваной кромкой.

Изношенный участок находится с левой стороны окна и имеет вид фигурной полосы шириной 2-2,5 мм, к верхнему торцу он расширяется на 2-3 мм, к нижнему - 4,5-5 мм. Величина износа на край кромки равна 0,015-0,017 мм. С приближением к торцам втулки он резко уменьшается. Кромка левой нижней части окна сильно изнашивается, круглая форма его нарушается, происходит процесс жидкостного размывания с абразивом.

Местные износы деталей плунжерных пар влияют на работоспособность ДВС.

При активном рабочем ходе плунжера, после перекрытия верхним торцом его головки впускного окна втулки, наступает момент подачи топлива в цилиндры двигателя. У изношенных плунжерных пар момент подачи запаздывает, так как после перекрытия впускного окна топливо из надплунжерной камеры обратно перетекает в тоже окно по желобобразной канавке местного износа.

По мере движения плунжера вверх глубина и ширина канавки местного износа уменьшается, следовательно, зазор в этом месте становится меньше, утечки сокращаются и в определенный момент с запаздыванием подается топливо. Чем больше величина местного износа, тем сильнее обратное перетекание топлива и, следовательно, больше запаздывает момент впрыска.

На запаздывание момента впрыска влияет также износ толкателя, кулачкового вала. Нагнетательного клапана и других деталей.

В случае максимальной величины местного износа головки плунжера у верхнего торца по глубине канавки 0,023-0,025 мм, ширине 4,5-5 мм и длине изношенного участка 9,5-10 мм момент впрыска запаздывает на 5-6<sup>0</sup> по кулачковому валу топливного насоса (4ТН8х10).

Кроме того, износ плунжерных пар значительно снижает их производительность из-за утечек топлива, особенно на пусковых оборотах. Так, если износ достигает указанной выше предельной величины, то утечки топлива составляют: при нормальных оборотах 33-35%, а при пусковых – 70-73%. Рост утечек топлива с уменьшением оборотов объясняется тем, что при медленном движении плунжера время перетекания возрастает. Следовательно, на участках местного износа плунжера и втулки будет больше утекать топлива.

При недостаточной подаче топлива и самовыключения отдельных секций из-за сильного снижения давления значительно затрудняется пуск двигателя.

Износ плунжерных пар сопровождается значительным снижением давления подаваемого топлива. На пусковых оборотах новые пары должны развивать давление подачи топлива не ниже 50-60 МПа, а при износе оно снижается в четыре-пять раз. В практике изношенные плунжерные пары часто допускают в эксплуатацию, если они развивают давление не ниже

15МПа по максиметру на пусковых оборотах вала насоса (200-250 об/мин). Этот показатель, безусловно, низкий, так как только на преодоление сопротивления трубки высокого давления в зависимости от ее длины теряется от 3 до 7 МПа. Поэтому рекомендуется выбраковывать плунжерные пары, если они развивают давление ниже 20 МПа. При ремонте насосов рекомендуется устанавливать плунжерные пары, развивающие давление не ниже 30 МПа.

*Выводы.* Исследования местных износов деталей плунжерных пар топливных насосов ДВС показали, что:

1. Чем больше величина местного износа, тем сильнее обратное перетекание топлива и, следовательно, больше запаздывает момент впрыска.

2. Износ плунжерных пар значительно снижает их производительность из-за утечек топлива, особенно на пусковых оборотах. Так, если износ достигает указанной выше предельной величины, то утечки топлива составляют: при нормальных оборотах 33-35%, а при пусковых – 70-73%. Рост утечек топлива с уменьшением оборотов объясняется тем, что при медленном движении плунжера время перетекания возрастает. Следовательно, на участках местного износа плунжера и гильзы будет больше утекать топлива.

3. Рекомендуется выбраковывать плунжерные пары, если они развивают давление ниже 20 МПа. При ремонте насосов рекомендуется устанавливать плунжерные пары, развивающие давление не ниже 30 МПа.

#### Литература

1. Фанлейб Б.Н. Топливная аппаратура автотракторных дизелей /Б.Н. Фанлейб// - Машиностроение, 1974, - 263 с.



2. Журавель Д.П. Прогнозирование ресурса плунжерных пар топливных насосов / Д.П.Журавель// - Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. - Кіровоград: КНТУ, 2012. - Вип.39.-с.347-352.

3. Гидроаэромеханика и ее использование в энергетике АПК /В.А. Дидур, Л. И. Грачева, Н.Н. Радул, А. Н. Орел// - Москва: МГАУ, 2008. – 395 с.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МІСЦЕВИХ ЗНОСІВ ДЕТАЛЕЙ ПЛУНЖЕРНИХ ПАР ПАЛИВНИХ НАСОСІВ ДВЗ**

Журавель Д.П., Юдовинський В.Б., Коломоєць В.А.

### *Анотація*

**Робота присвячена дослідженню місцевих зносів плунжера і гільзи паливних насосів високого тиску ДВЗ.**

### **THE LOCAL RESEARCH DETERIORATION OF DETAILS PLUNGER OF FUEL PUMPS ICE**

D.Juravel, V.Yudovinskiy, V. Kolomoec

### *Summary*

**Work is devoted local wear sleeve and plunger high pressure fuel pumps ICE.**