

УДК 631.436

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСА ПЛУНЖЕРНЫХ ПАР ТОПЛИВНОГО НАСОСА ДВИГАТЕЛЯ МТА

Вороновский И.Б. , инженер

*Таврический государственный агротехнологический университет*

Тел/факс 8(0619)44-02-74

***Аннотация*** – рассматривается влияние надежности топливной системы дизельного двигателя на функциональные и эксплуатационные показатели машинно-тракторного агрегата (МТА) в зависимости от загрязненности дизельного топлива.

***Ключевые слова*** – МТА, дизельное топливо, надежность, износ, топливная система, эксплуатационные показатели МТА.

*Постановка проблемы.* В настоящее время и на ближайшую перспективу дизель является самым экономичным двигателем внутреннего сгорания. Качество рабочего процесса дизеля зависит от того, как, сколько и когда подается топливо, как оно распыливается и распределяется по объёму камеры сгорания. Это определяется типом и качеством работы топливной системы дизеля, которая является наиболее сложным, дорогим и ответственным его агрегатом.

Надежность работы машинно-тракторного агрегата (МТА) зависит от надежности каждой из его подсистем, а также от способа их соединения. Так от состояния рабочих поверхностей прецизионных деталей топливного насоса высокого давления (ТНВД), основными из которых являются, плунжер-втулка, зависит работоспособность топливной системы, а также протекание процессов смесеобразования и сгорания в цилиндрах дизеля, определяющих экономические, функциональные и эксплуатационные показатели всего МТА.

*Анализ последних исследований.* По некоторым данным, загрязненность дизельного топлива по пути его следования к месту доставки возрастает от 0,0005% до 0,0630%, т.е. более чем в 100 раз. Твердость частиц кварца и окислов металла содержащихся в полевой пыли и проникающей в топливо составляет 6,5...9,0 единиц по шкале Мооса [1, 2]. Но даже незначительное количество механических примесей вызывает усиленный износ прецизионных деталей. Вследствие этого при эксплуатации дизелей около 50% неисправностей приходится на долю системы питания [3]. Эксплуатационная надежность узлов сель-

скохозяйственной техники, работающих в среде ТСМ, рассматривалась в работах К.В. Рыбакова, М.А. Григорьева, Е.Н. Жулдыбина, А.В. Кузнецова, А.И. Селиванова, В.П. Коваленко, В.А. Дидура [4] и др.

*Формулирование целей статьи.* Целью статьи является обоснование влияния надежности топливной системы дизельного двигателя на функциональные и эксплуатационные характеристики работы МТА в зависимости от износа плунжерных пар ТНВД и загрязненности дизельного топлива механическими примесями и водой.

*Основная часть.* В зависимости от условий эксплуатации МТА концентрация пыли в воздухе колеблется в широких пределах и в некоторых районах юга Украины достигает  $5 \text{ г/м}^3$ . Это отрицательно влияет на работоспособность систем двигателя, в том числе на работоспособность топливной аппаратуры. При работе МТА при запыленности воздуха  $1,1 \dots 2,5 \text{ г/м}^3$  содержание загрязняющих примесей в топливе к моменту его выработки в 2-3 раза больше, чем при заправке.

Установлено, что загрязнению топлива способствует и то, что во время работы МТА в объеме бака создается разрежение и туда подсасывается пыль. То есть, в топливных баках имеет место "большое дыхание" при расходе топлива во время работы дизеля и "малое дыхание" при температурных расширениях топлива. Вместе с тем, топливные фильтры тракторных дизелей не обеспечивают достаточной степени очистки топлива от механических примесей, которые затем проникают к прецизионным деталям топливной аппаратуры [1, 3, 4].

С целью уточнения зон износа плунжерных пар насосов распределительного типа были проведены исследования насосов НД-22/6. Схема работы насосной секции представлена на рис. 1.

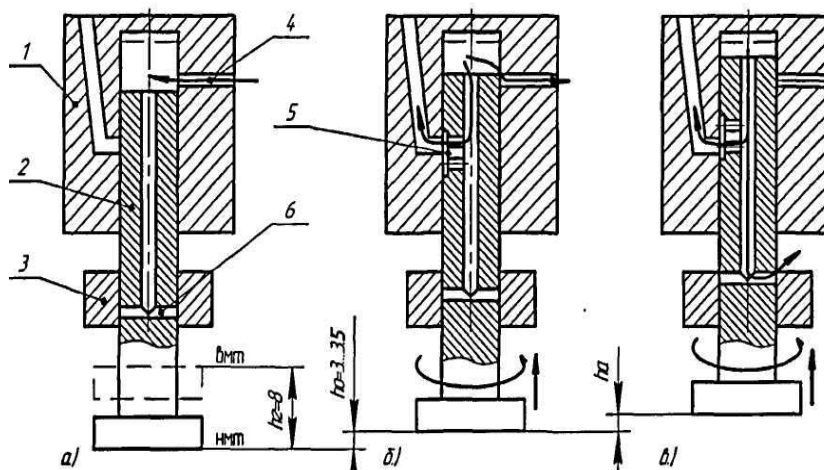


Рис. 1. Схема работы плунжерной пары ТНВД распределительного типа семейства НД: а) наполнение надплунжерного пространства; б) нагнетание топлива; в) отсечка подачи. 1 - втулка; 2 - плунжер; 3 - отсечная втулка, дозатор; 4 - впускное отверстие гильзы; 5 - распределительное отверстие плунжера; 6 - отсечное отверстие плунжера.

В серийной плунжерной паре ТНВД распределительного типа величина цикловой подачи топлива регулируется изменением активного геометрического хода плунжера  $h_{г.а.}$  - т.е. ходом плунжера на нагнетании с момента закрытия торцом плунжера 2 впускного отверстия 4 до момента открытия отсечной втулкой 3 отсечного отверстия 5 плунжера (рис. 1). До момента закрытия впускного отверстия плунжер проходит свободный ход  $h_a$  равный 3...3,5 мм., который позволяет разогнать плунжер до необходимой высокой скорости, до 2 м/с, обеспечивающей высокое давление, и малую продолжительность впрыска.

Были проведены исследования изношенных плунжерных пар методом измерения статической гидроплотности путем их опрессовки и измерения утечек по всем зонам сопряжений на специально разработанном для этого приспособлении с использованием станда для проверки и регулировки форсунок КИ-13940. Схема установки приведена на рис. 2

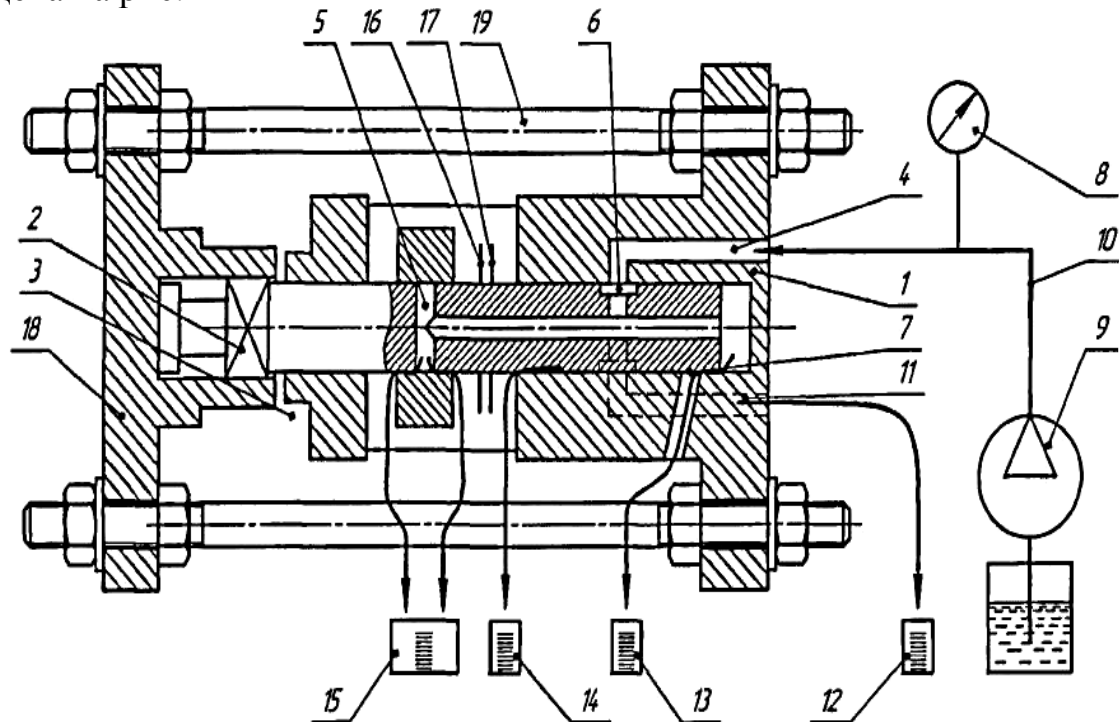


Рис. 2. Схема установки для определения мест локальных износов измерением утечек топлива плунжерных пар насосов типа НД: 1 - гильза; 2 - плунжер; 3 - дозатор, отсечная муфта; 4 - нагнетательные штуцера; 5 - отсечное отверстие; 6 - распределительный паз; 7 - впускное отверстие; 8 - манометр; 9 - насос станда КИ - 13940; 10 - трубки высокого давления 11 - смежный нагнетательный штуцер; 12, 13, 14, 15 - мензурки для измерения утечек топлива между плунжером и гильзой в соседние штуцера, в зоне впускного отверстия, между плунжером и гильзой, между дозатором и плунжером; 16,17 - резиновые экраны для разделения утечек между отсечной муфтой, гильзой и плунжером; 18 - приспособление; 19 - шпильки.

По схеме плунжерная пара устанавливается в специально изготовленное приспособление 18,19. Плунжер 2 устанавливается в гильзе 3 распределительным пазом 6 против отверстия в гильзе, через которое подводится топливо под давлением 20...25 МПа от стенда КИ - 13940 через штуцер 4 из которого предварительно вынимается нагнетательный клапан. Продольное положение плунжера 2 в гильзе 1 и дозатора 3 на плунжере 2 соответствует максимальной цикловой подаче насосной секции. Приспособление оснащено двумя резиновыми экранами 16, 17, плотно установленными отверстиями на плунжер для отдельного измерения утечек топлива между плунжером, отсечной муфтой и гильзой. Мензурками 12, 13, 14, 15 производится измерение величины утечек топлива соответственно в соседние штуцера, через впускное отверстие, через сопряжение плунжер-гильза и через сопряжение отсечная муфта-плунжер.

На рис. 3 представлена диаграмма распределения усредненных долей утечек топлива при опрессовке 50 изношенных плунжерных пар насосов распределительного типа НД-22/6 от общей величины утечек. Объём выборки в 50 пар определен по таблицам ГОСТ 17510-72 при принятых значениях доверительной вероятности - 0,95 и относительной ошибки измерений - 15%.

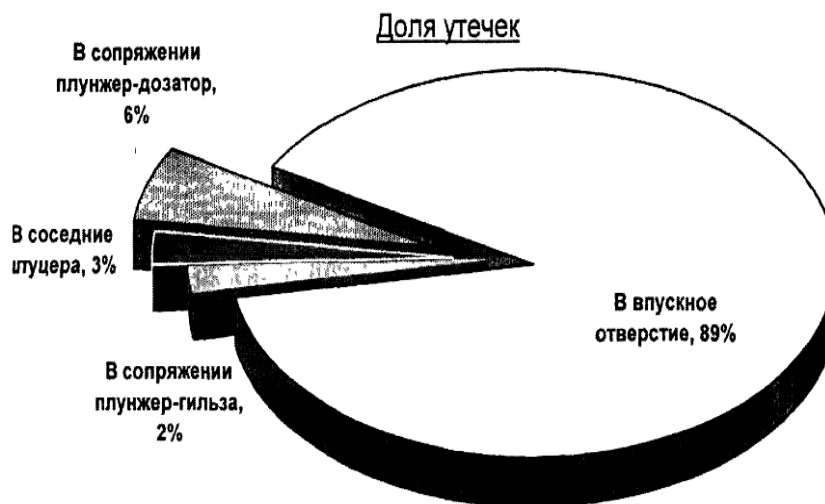


Рис. 3. Диаграмма распределения утечек топлива изношенных плунжерных пар насосов семейства НД-22/6.

Исследованиями установлено, что основная доля утечек 89 % от суммарной величины утечек происходит в зоне впускного отверстия 7 (рис. 2) и измеряется мензуркой 13, при этом среднее квадратичном отклонении распределения измерений равно  $\sigma = 4,085$ .

Вторая по величине доля утечек приходится на отсечное отверстие 5 через сопряжение плунжер 2 и отсечная муфта 3 и измеряется

мензуркой 15. Эти утечки составляют 13-15 % от суммарной величины утечек. Третья по величине доля утечек приходится на соседние штуцера из распределительного паза плунжера 6 через увеличенный кольцевой зазор между плунжером и гильзой, измеряется мензуркой 12 и составляет 4 - 5 % от суммарной величины утечек.

Малая, оставшаяся доля утечек 1-2% приходится на сопряжение плунжер-гильза по образующей от распределительного паза 6 в полость низкого давления и измеряется мензуркой 14.

На рис. 4 показан изношенный плунжер-распределитель насоса НД-22/6, на котором явно видны следы абразивного износа поверхности перекрывающей всасывающие окна втулки - зоны 3.

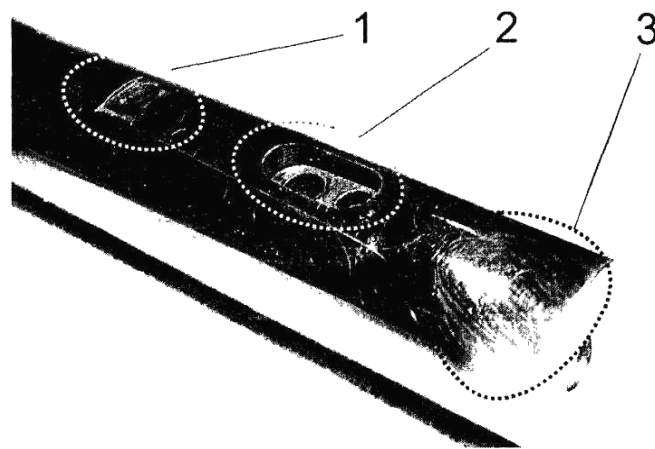


Рис. 4. Основные зоны износа плунжера-распределителя насоса НД-22/6: 1 - у отсечного окна; 2 - у распределительного паза; 3 - цилиндрическая поверхность, примыкающая к верхнему торцу плунжера и перекрывающая окно втулки плунжера на ходе нагнетания.

О характере зон износа можно также судить по полученным результатам оценки гидроплотности плунжерной пары в зависимости от положения плунжера относительно втулки. В качестве измерителя гидроплотности плунжерной пары использовалось время падения давления в надплунжерной полости от 20 до 5 МПа. На графике (рис. 5) показана зависимость величин утечек во впускные и отсечные окна от положения плунжера. На графике (рис. 6) приведена данная зависимость для новой пары, изношенной до аварийного состояния и той же изношенной, но с исключением впускных отверстий.

Очевидно, что одним из путей повышения надежности работы МТА, а вследствие и коэффициента его готовности, как комплексного показателя, может быть увеличение срока службы фильтров и повышение ресурса прецизионных пар ТНВД, за счет обеспечения требуемой чистоты дизельного топлива, используя фильтры-водоотделители дизельного топлива при заправке его в баки мобильной сельскохозяйственной техники и в системе питания дизеля [4, 5].

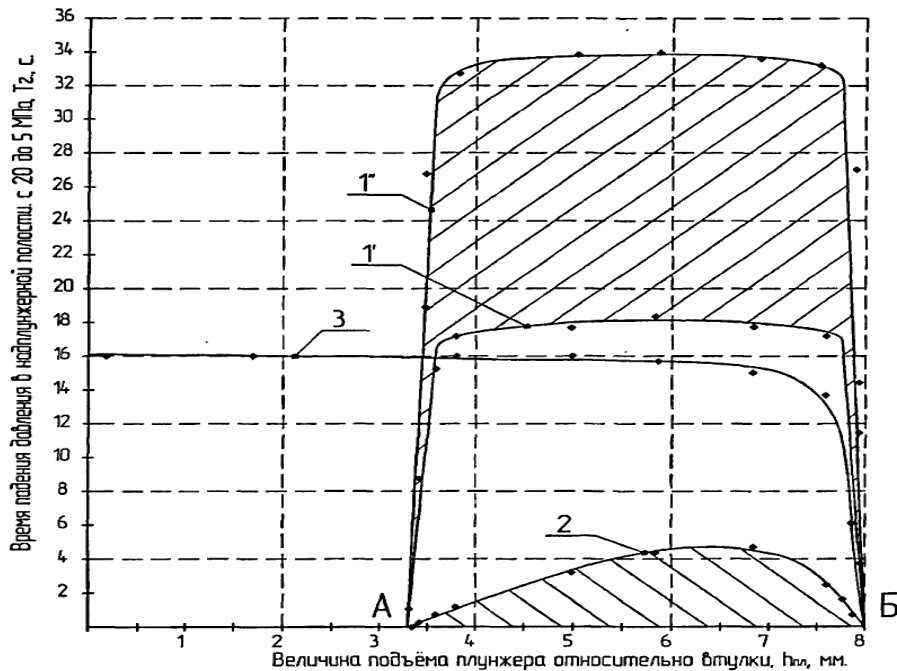


Рис. 5. Зависимость времени падения давления в надплунжерном пространстве (гидроплотности) от положения плунжера во втулке. 1" - новая плунжерная пара с высокой гидравлической плотностью; 1' - новая плунжерная пара с низкой гидравлической плотностью; 2 - плунжерная пара, изношенная до аварийного состояния, 3 - плунжерная пара, изношенная до аварийного состояния, но с заглушёнными впускными отверстиями. Точка А - момент перекрытия впускных отверстий втулки, Б - открытие отсечных отверстий плунжера.

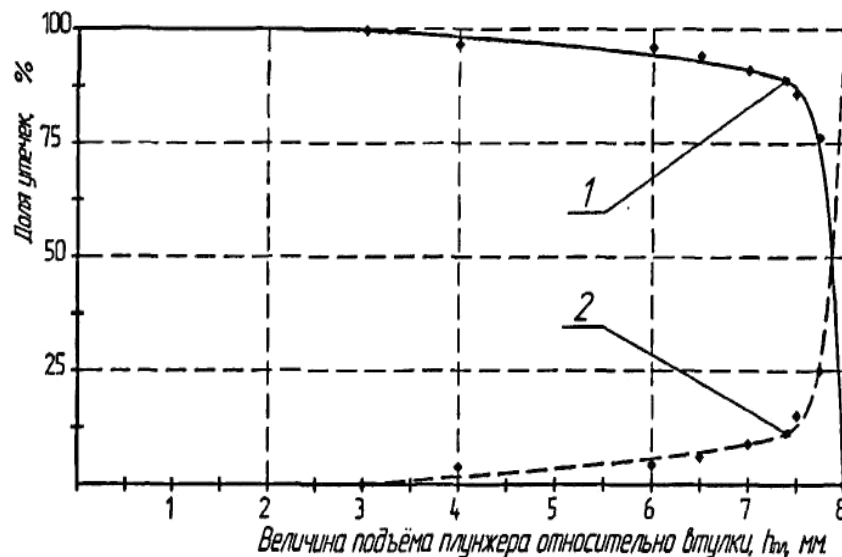


Рис. 6. Зависимость доли утечек во впускные и отсечные отверстия от осевого положения плунжера изношенной до аварийного состояния плунжерной пары насоса типа НД. 1- доля утечек во впускные окна втулки, 2 - доля утечек по отсечной втулке.

*Выводы.* Основной зоной износа плунжерных пар насосов, определяющей их надежность, ресурс и работоспособность - является износ гильзы и плунжера в зоне наполнительных отверстий. Применение фильтра-водоотделителя при заправке топлива и в системе питания двигателя МТА позволяет увеличить ресурс работы фильтров тонкой и грубой очистки практически в два раза, а ресурс работы ТНВД в 2,5 раза. При этом коэффициент готовности топливной системы двигателя МТА повышается с 0,79 до 0,85, что составляет 7,6 %.

#### Литература

1. Григорьев М.А. Обеспечение надежности двигателей /М.А. Григорьев, В.А. Донецкий. –М.: Стандарты, 1978. -324 с.
2. Григорьев М.А. Очистка масла и топлива в автотракторных двигателях /М.А. Григорьев. –М.: Машиностроение, 1970. -270 с.
3. Практикум по техническому обслуживанию трактора / А.С. Кащук и др. -Глеваха: ИМЭСХ, 2002.-109 с.
4. Дідур В.А. Вплив забрудненості дизельного палива на ефективність використання машинно-тракторних агрегатів (МТА). // Праці ТДАТА./ В.А. Дідур, В.В. Дідур, І.Б. Вороновський. – Мелітополь, 2005 – Вип. 33- 194с.
5. Декларацийний патент України. Фільтр-водовіддільник/ В.М. Кюрчев, І.Б. Вороновський.- № 66522. Опубл. 17.05.04., Бюл. № 5.

### ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСУ ПЛУНЖЕРНИХ ПАР ПАЛИВНОГО НАСОСУ ДВИГУНА МТА

Вороновський І.Б.

**Анотація** - розглядається вплив надійності паливної системи дизельного двигуна на функціональні та експлуатаційні показники МТА в залежності від забрудненості дизельного палива.

### RESEARCH OF DETERIORATION PLUNDERS OF PAIRS OF FUEL PUMP OF THE ENGINE MTA

I. Voronovsky

#### *Summary*

**Is investigated influence of reliability of fuel system of the diesel engine on functional and operational parameters of the machine-tractor aggregates (MTA) depending on pollution of diesel fuel.**