

2. **Dmitriev Yuri Petrovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematics, Physics and Information Technologies, Chuvash State Agrarian University, 428003, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: yura.dmitriev.51@mail.ru, tel. 89093031554;

3. **Kruchinkina Irina Sergeevna**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematics, Physics and Information Technologies, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: irinka58.84@mail.ru, tel. 89176533438;

4. **Dmitrieva Olga Yurievna**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Industrial Economics, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, 428015, Chuvash Republic, Cheboksary, Moskovsky prospect, 15; e-mail: 14102010olga@mail.ru, tel. 89063858759.

УДК 621.43.031

DOI

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПЛУНЖЕРНОЙ ПАРЫ ТОПЛИВНОГО НАСОСА НД-22/6

Ю. Н. Доброхотов, Ю. В. Иванчиков, А. О. Григорьев, М. В. Семенов

Чувашский государственный аграрный университет

428003, Чебоксары, Российская Федерация

Аннотация. В насосах распределительного типа была улучшена равномерность подачи топлива по отдельным цилиндрам. Однако распределительные насосы имеют и существенные недостатки, связанные с недостаточным сроком службы плунжерной пары вследствие совершаемого плунжером сложного движения в процессе подачи топлива по цилиндрам. По этой причине во время ремонта топливные насосы секции высокого давления, как правило, выбраковываются не всегда обоснованно. В связи с этим мы предлагаем новый способ комплексной оценки технического состояния плунжерной пары и устройство, необходимое для ее осуществления, которые позволят получить обобщающую характеристику основных рабочих показателей насосной секции. Это поможет оценить техническое состояние плунжерной пары и исключит возможную выбраковку плунжерных пар с достаточно высоким остаточным ресурсом. Предложенный способ оценки технического состояния плунжерной пары насосной секции и устройство для его осуществления позволяют также установить точностные параметры расположения и размерные характеристики конструктивных элементов деталей прецизионной пары при их изготовлении. В ходе исследования были уточнены значения активного хода плунжера, продолжительность сообщения распределительного отверстия головки (втулки) с распределительным пазом плунжера, продолжительность перекрытия дозатором отсекающего отверстия плунжера, одновременность перекрытия торцом плунжера наполнительных отверстий головки (втулки), продолжительность разгрузки топливопровода и характерного размера «А», которые позволяют сделать обоснованное заключение о пригодности плунжерной пары к дальнейшему использованию.

При использовании перекомплектованных плунжерных пар в сочетаниях «новый плунжер – бывшая в эксплуатации головка (втулка)» и «новая головка (втулка) – плунжер, бывший в эксплуатации», применение нового способа и нового устройства позволяет получить панорамные изображения местных износов прецизионной пары, что в последующем поможет провести ряд технологических мероприятий, позволяющих повысить износостойкость поверхностей, подверженных износу. Необходимо изготовить материал и локально нанести его для восстановления изношенных поверхностей. В работе также были определены законы распределения плотностей обобщенных характеристик.

Ключевые слова: комплексная оценка, обобщенные характеристики, остаточный ресурс, плотность распределения.

Введение. Топливные насосы высокого давления предназначены для подачи топлива к форсункам. В процессе работы дизеля насосы высокого давления должны выполнять следующие функции [3],[4],[12],[22]:

- создавать высокое давление топлива у форсунки, необходимое для качественного его распыливания в камере сгорания;
- изменять количество топлива, подаваемого в камеру сгорания за цикл в зависимости от нагрузочного режима работы дизеля;
- за сравнительно небольшой промежуток времени подавать топливо к форсунке в определенную фазу рабочего процесса дизеля;
- подавать определенную порцию топлива в соответствии с характеристикой подачи, наиболее оптимальной для заданных условий протекания процесса сгорания;
- изменять начало и конец подачи топлива в зависимости от нагрузочного и скоростного режимов работы дизеля;
- увеличивать цикловую подачу топлива во время пуска дизеля для ускорения и облегчения этого процесса;

- обеспечивать подачу топлива к форсункам многоцилиндрового дизеля в строго одинаковых количествах и в последовательности, соответствующей принятому порядку работы каждой форсунки;
- обеспечивать устойчивую работу дизеля на минимальных скоростных и нагрузочных режимах.

В качестве насосов высокого давления используют однорядные и двухрядные V-образные многосекционные насосы, а также насосы распределительного типа [2],[15],[17],[21].

В топливных системах с многоплунжерными насосами, как известно, в процессе эксплуатации быстро нарушается равномерность подачи топлива по отдельным цилиндрам и изменяется угол опережения впрыска топлива, в результате чего ухудшаются показатели рабочего процесса в отдельных цилиндрах дизеля. Постоянная регулировка топливных насосов высокого давления этих систем усложняет техническую эксплуатацию дизеля и его обслуживание. Кроме того, стоимость многоплунжерных топливных насосов довольно высокая. По данным каталогов, затраты на изготовление плунжерных пар и других прецизионных деталей составляет 25...30 % всех затрат на производство топливной аппаратуры [13],[19],[20]. Поэтому проводятся работы по созданию топливных систем с минимальным количеством плунжерных пар. К таким системам относятся системы распределительного типа. Основным элементом их является распределительный топливный насос высокого давления, который использует только одну плунжерную прецизионную пару для обслуживания ряда, а иногда и всех цилиндров дизеля. При эксплуатации такие насосы значительно уменьшают возможности возникновения различий в подаче топлива по отдельным линиям нагнетания [11],[16],[18].

У распределительных насосов плунжер совершает не только возвратно-поступательное движение, но и вращательное, обеспечивая при этом подачу топлива непосредственно в несколько цилиндров (до восьми). Эти насосы выпускаются с одним или двумя плунжерами и, по сравнению с рядными насосами, отличаются уменьшенной длиной корпуса и в 2...2,5 раза меньшей массой [3]. Также в системах распределительного типа улучшается равномерность подачи топлива, в результате чего создается большая идентичность характеристик для отдельных цилиндров и упрощаются обслуживание и регулировка систем, так как отпадает необходимость в регулировании подачи топлива по отдельным цилиндрам.

Однако распределительные насосы имеют и существенные недостатки, одним из которых является увеличенный износ плунжерных пар и сравнительно небольшой срок их службы вследствие большой частоты возвратно-поступательного и вращательного движения плунжера.

Цели и задачи исследования. Плунжер и его втулка (головка) составляют плунжерную (насосную) пару, которая является основным рабочим органом топливного насоса высокого давления. В связи с этим своевременное и качественное определение технического состояния насосных секций высокого давления, в частности плунжерных пар, способствовало бы повышению послеремонтного ресурса отремонтированных насосов распределительного типа и исключало бы необоснованную выбраковку пар высокого давления с достаточно большим остаточным ресурсом [1].

Цель научной работы – разработка способа комплексной оценки состояния плунжерной пары распределительного топливного насоса НД-22/6, получение обобщающих характеристик основных рабочих показателей насосных секций и установление законов их распределения.

Материалы и методы исследований. Обслуживание трех цилиндров дизеля усложнило конструкцию насосной секции распределительного топливного насоса как в целом, так и в ее отдельных деталях: втулки (головки), плунжера и дозатора. У втулки (головки насоса) имеются центральное отверстие, три распределительных отверстия (окна), два наполнительных отверстия (окна), которые при изготовлении должны быть выполнены в строго определенных линейном и угловом положениях друг относительно друга и относительно привалочной плоскости втулки (головки насоса). Кроме того, размеры (диаметры) этих отверстий при их изготовлении должны быть строго выдержаны. У плунжера имеются центральное отверстие, отсечное отверстие (окно) и распределительный паз, размеры и взаимное расположение которых при изготовлении также должны быть строго выдержаны. Также при изготовлении должны быть строго соблюдены расположение распределительного паза и отсечного отверстия относительно торца, угловое положение распределительного паза относительно поверхности квадрата плунжера. Необходимо соблюдать параллельность отсечных плоскостей дозатора [6], [7].

Нарушение точностных параметров расположения и размерных характеристик конструктивных элементов деталей насосных секций при изготовлении и их гидроабразивное изнашивание в процессе эксплуатации приводят к нарушению идентичности показателей процесса топливоподачи. Также следует заметить, что погрешности расположения и размеров конструктивных элементов деталей насосных секций, допущенных при изготовлении, невозможно компенсировать или устранить путем выполнения регулировочных операций. Поэтому необходим строгий контроль взаимного расположения и размеров всех конструктивных элементов деталей насосных секций как в ходе изготовления на заводе, так и в процессе ремонта [8],[10].

Измерение размеров отдельных отверстий и пазов деталей насосной секции, определение их взаимного расположения с помощью контактных измерительных средств достаточно сложно и трудоемко и не может дать полного представления о работоспособности насосной секции после ее сборки [14]. В связи с этим следует заметить, что наиболее полное представление о работоспособности насосной секции после сборки могут дать

бесконтактные способы определения прецизионных характеристик плунжерной пары путем подконтрольного перемещения плунжера в фазе активного хода и исследования его показателей.

Один из этих способов был реализован с помощью устройства, разработанного и изготовленного на кафедре технического сервиса. Оно позволяет с достаточно высокой точностью определить прецизионные характеристики секции высокого давления и дать комплексную оценку технического состояния не только деталей, но и самой насосной секции распределительного топливного насоса. Схема устройства для комплексной оценки технического состояния плунжерной пары распределительного топливного насоса НД-22/6 представлена на рисунке 1 [5],[9].

Проверка технического состояния плунжерной пары секции высокого давления осуществляется в следующей последовательности. Проверяемая секция вертикально устанавливается в гнезде устройств и за головку 1 закрепляется на кронштейне 2. Затем все три штуцера высокого давления заменяют тестовыми штуцерами 25 с насаженными на них полихлорвиниловыми трубками 26. На рисунке изображен только один штуцер 25. Фрагменты изображений свободных концов полихлорвиниловых трубок тестовых штуцеров представлены позициями 26, 26' и 26". С помощью технологических штуцеров 3 и 24 устройства с полихлорвиниловыми трубками 4 и 23 изолируют полости А и Б наполнительных отверстий головки 1 насосной секции. Полость С дозатора 22 изолируется с помощью технологического кольца 5 с топливоотводящей полихлорвиниловой трубкой 21. Герметичность соединений технологических штуцеров 3 и 24 и кольца 5 с головкой 1 обеспечивается маслобензостойким резиновым уплотнением. Дозатор 22 устанавливают в положение максимальной подачи топлива. Через центральный канал головки 1 после удаления резьбовой заглушки подают дизельное топливо или воздух под давлением. При подаче сжатого воздуха свободные концы всех полихлорвиниловых трубок отпускают в отдельные пробирки, заполненные водой. Затем, вращая винт 18 с закрепленной на ней шестеренкой 19, поворачивают плунжер 17 с зубчатой втулкой так, чтобы его распределительный паз совпал с одним из каналов головки 1 насосной секции, например, с каналом технологического штуцера 25, как изображено на рисунке. Контроль углового положения плунжера 17 осуществляется с помощью указателя 20 и меток на шестеренке 19.

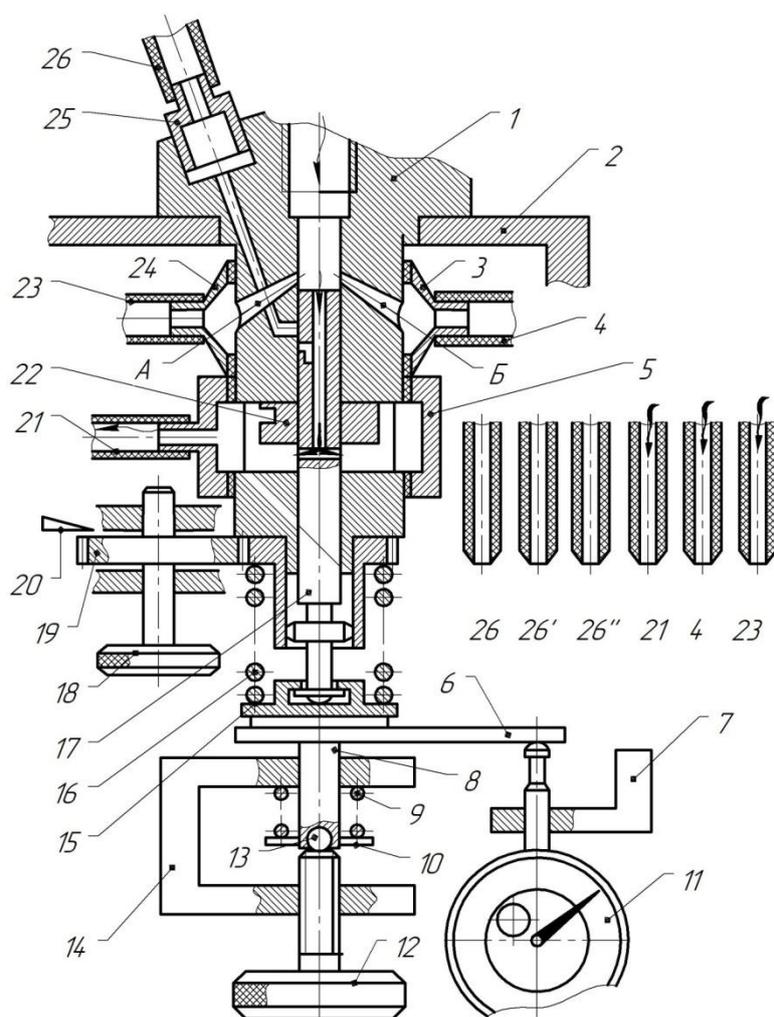


Рис. 1. Схема устройства для оценки технического состояния плунжерной пары.

Далее вращением винта 12 против направления движения стрелки часов перемещают плунжер 17 вниз до прекращения истечения топлива из трубки 26, что характеризует исходное положение плунжера. При этом истечение топлива из свободных концов трубок 21, 4 и 23 продолжается. Исходное положение плунжера характеризуется тем, что наполнительные отверстия А и Б головки (втулки) 1 и отсечное отверстие самого плунжера открыты, его распределительный паз и соответствующее распределительное отверстие головки (втулки) не совпадают друг с другом (см. рис.1). Осевое положение плунжера определяется показаниями шкалы индикаторной головки 11, установленной на кронштейне 7. Траверса 6 жестко закреплена на штоке 8 и передает осевое перемещение плунжера измерительному наконечнику индикаторной головки 11. Перемещение плунжера 17 вниз осуществляется под действием пружины 16 через тарелку 15. Наличие шарика 13 в зоне контакта штока 8 и винта 12 уменьшает силу трения в паре. Пружина 9 создает силовое замыкание винта 12 со штоком 8 через штифт 10, предотвращая выпадение шарика 13 из зоны трения. Винт 12 и шток 8 установлены на общем кронштейне 14.

Цикл контроля технического состояния плунжерной пары насосной секции начинается плавным перемещением плунжера 17 вверх винтом 12, фиксируя его характерные осевые положения в моменты начала и прекращения течи топлива из свободных концов соответствующих трубок 26, 26', 26'', 21, 4, 23.

В такой же последовательности осуществляется контроль характерных осевых положений плунжера по остальным двум штуцерам.

К характерным осевым положениям плунжера относятся: активный ход плунжера, продолжительность сообщения распределительного отверстия головки (втулки) с распределительным пазом плунжера, продолжительность перекрытия дозатором отсечного отверстия плунжера, одновременность перекрытия торцом плунжера наполнительных отверстий головки (втулки), продолжительность разгрузки топливопровода и характерный размер «А» (условный размер насосной секции топливного насоса в момент перекрытия впускных окон торцом плунжера).

Заключение о техническом состоянии проверяемой плунжерной пары делается на основании сравнения приведенных выше показателей. Для обеспечения идентичности закона подачи топлива показатели осевого положения плунжера должны быть одинаковы по всем трем штуцерам.

Результаты исследований и их обсуждение. С целью определения характера распределения значений перечисленных выше показателей были исследованы насосные секции 52 распределительных топливных насосов НД-22/6, поступивших на ремонт в одно специализированное ремонтное предприятие. Анализ полученных данных показал, что значения всех перечисленных выше показателей, кроме значений одновременности перекрытия торцом плунжера наполнительных отверстий, подчиняются нормальному закону распределения. Значения показателя одновременности перекрытия торцом плунжера наполнительных отверстий подчиняется закону распределения Вейбулла. Обобщенные характеристики распределения значений показателей технического состояния плунжерных пар насосных секций распределительного топливного насоса НД-22/6 исследованного ремонтного фонда представлены в таблицах 1- 6.

Таблица 1 – Характеристики распределения значений активного хода плунжера по штуцерам

Характеристики распределения	Штуцеры по порядку работы					
	Секция 1			Секция 2		
	5	3	1	2	4	6
Среднее арифметическое отклонение, мм	4,626	4,639	4,610	4,539	4,609	4,624
Среднее квадратическое отклонение, мм	0,288	0,277	0,279	0,359	0,352	0,335
Коэффициент вариации	0,062	0,060	0,060	0,078	0,076	0,072

Таблица 2 – Характеристика распределения значений продолжительности перекрытия дозатором отсечного отверстия плунжера по штуцерам

Характеристики распределения	Штуцеры по порядку работы					
	Секция 1			Секция 2		
	5	3	1	2	4	6
Среднее арифметическое отклонение, мм	5,648	5,642	5,627	5,695	5,739	5,733
Среднее квадратическое отклонение, мм	0,573	0,569	0,577	0,500	0,475	0,483
Коэффициент вариации	0,101	0,101	0,103	0,088	0,083	0,084

Таблица 3 – Характеристики распределения значений разности перекрытия наполнительных отверстий втулки торцом плунжера по штуцерам

Характеристики распределения	Штуцеры по порядку работы					
	Секция 1			Секция 2		
	5	3	1	2	4	6
Среднее арифметическое отклонение, мм	0,153	0,145	0,174	0,207	0,216	0,196
Среднее квадратическое отклонение, мм	0,134	0,123	0,164	0,196	0,191	0,156
Коэффициент вариации	0,878	0,848	0,942	0,946	0,886	0,794
Параметр распределения «В»	1,16	1,12	1,08	1,08	1,16	1,24
Параметр распределения «А»	0,161	0,153	0,179	0,213	0,227	0,211

Таблица 4 – Характеристика распределения значений продолжительности перекрытия распределительного отверстия втулки распределительным пазом плунжера по штуцера

Характеристики распределения	Штуцеры по порядку работы					
	Секция 1			Секция 2		
	5	3	1	2	4	6
Среднее арифметическое отклонение, мм	8,532	8,562	8,529	8,660	8,669	8,672
Среднее квадратическое отклонение, мм	0,319	0,304	0,335	0,320	0,329	0,328
Коэффициент вариации	0,037	0,035	0,039	0,037		0,038

Таблица 5 – Характеристики распределения значений продолжительности разгрузки топливопроводов по секциям

Характеристики распределения	Секция 1		Секция 2	
	Максимальные значения	Минимальные значения	Максимальные значения	Минимальные значения
Среднее арифметическое отклонение, мм	1,697	1,477	1,673	1,492
Среднее квадратическое отклонение, мм	0,342	0,303	0,324	0,285
Коэффициент вариации	0,201	0,205	0,194	0,191

Таблица 6 – Характеристик распределения значений размера – «А» насосных секций

Характеристик распределения	Секция 1	Секция 2
Среднее арифметическое отклонение, мм	101,346	101,328
Среднее квадратическое отклонение, мм	0,434	0,467
Коэффициент вариации	0,0043	0,0046

На рисунке 2 (а и б) представлена плотность распределения значений продолжительности разгрузки топливопроводов по максимальному и минимальному значениям для первой и второй насосных секций.

Плотность распределения значений продолжительности разгрузки топливопроводов по максимальному и минимальному значениям обеих секций высокого давления подчиняются закону нормального распределения и описываются уравнением

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

где σ – среднее квадратическое отклонение, e – основание натурального логарифма ($e = 2,718$), x – показатель надежности (продолжительность разгрузки топливопроводов); μ – среднее значение показателя надежности. Для первой секции высокого давления насоса НД-22/6: $\mu_{\max} = 1,697$ мм, $\mu_{\min} = 1,477$ мм; $\sigma_{\max} = 0,342$ мм, $\sigma_{\min} = 0,303$ мм; $v_{\max} = 0,201$, $v_{\min} = 0,205$. Текущее значение x получают в ходе комплексной оценки очередной насосной секции.

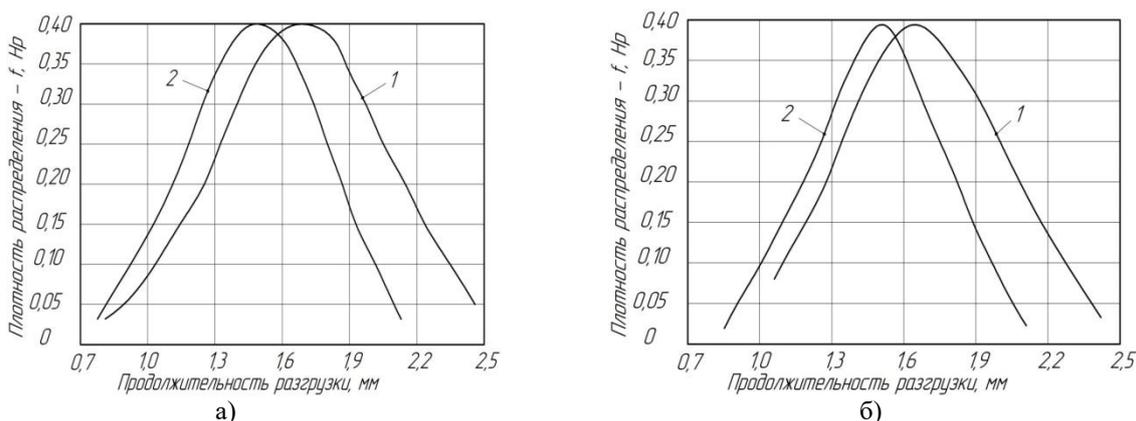


Рис. 2. Плотность распределения значений: а) продолжительность разгрузки топливопроводов первой насосной секции; б) продолжительности разгрузки топливопроводов второй насосной секции (продолжительность разгрузки – это осевое перемещение плунжера в процессе разгрузки топливопроводов в мм).

Данные, представленные в таблицах, свидетельствуют о значительном различии в техническом состоянии исследованных плунжерных пар насосных секций топливных насосов НД-22/6.

Выводы. Разработанный способ комплексной оценки технического состояния плунжерной пары секции высокого давления распределительного топливного насоса НД-22/6 и устройство для его осуществления позволяют определить все показатели ее работоспособности. Применение устройства с использованием предложенной методики исключает возможность необоснованной выбраковки прецизионной пары и способствует более полному использованию ее остаточного ресурса.

При использовании перекомплектованных плунжерных пар в сочетаниях «новый плунжер – бывшая в эксплуатации головка (втулка)» и «новая головка (втулка) – плунжер, бывший в эксплуатации», можно получить панорамные изображения местных износов прецизионной пары, что в последующем позволит осуществить ряд технологических мероприятий, способных повысить износостойкость мест, подверженных износу, при их изготовлении и восстановлении.

Установленные законы распределения показателей работоспособности плунжерной пары позволяют более рационально организовывать технологические процессы изготовления и восстановления ее деталей.

Литература

1. Адигамов, Н. Р. Комплексное решение проблем восстановления топливной аппаратуры дизелей / Н. Р. Адигамов, С. Н. Шарифуллин // Тракторы и сельхозмашины. – 2009. – № 3. – С.38-40.
2. Белявцев, А.В. Топливная аппаратура автотракторных дизелей: конструктивные особенности и эксплуатация / А. В. Белявцев, А. С. Процеров. – Москва: Росагропромиздат, 1988. – 223 с.
3. Вихерт, М. М. Топливная аппаратура дизелей: конструкция и параметры / М. М. Вихерт, М. В. Мазинг. – Москва: Машиностроение, 1978. – 176 с.
4. Грехов, Л. В. Топливная аппаратура и системы управления дизелей / Л. В. Грехов, Н. А. Иващенко, В. А. Марков. – Москва: Легион – Автодата, 2015. – 344 с.
5. Доброхотов, Ю. Н. Оценка технического состояния плунжерной пары топливного насоса распределительного типа / Ю. Н. Доброхотов, Ю. В. Иванчиков, А. О. Васильев // Мобильная энергетика в сельском хозяйстве: состояние и перспективы развития: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора, доктора технических наук Медведева Владимира Ивановича, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 40-47.
6. Доброхотов, Ю. Н. Расширение функциональных возможностей контрольно-измерительных приборов, применяемых в ремонтном производстве / Ю. Н. Доброхотов, Ю. В. Иванчиков // Продовольственная безопасность и устойчивое развитие АПК: материалы Международной научно-практической конференции. – Чебоксары Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2015. – С.584-594.
7. Иванчиков, Ю. В. Повышение производительности контрольных операций при ремонте сельскохозяйственной техники / Ю. В. Иванчиков, Ю. Н. Доброхотов // Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономическое обеспечение сельскохозяйственного производства: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной году экологии в России. – Солоное Займище Астраханской области: Прикаспийский НИИ аридного земледелия, 2017. – С.1159-1163.
8. Иванчиков, Ю. В. Повышение точности сборки насосных элементов распределительного типа / Ю. В. Иванчиков, Ю. Н. Доброхотов, А. О. Васильев // Перспективы развития технического сервиса в агропромышленном комплексе: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С.153-159.

9. Иванчиков, Ю. В. Повышение точности измерений в ремонтном производстве / Ю. В. Иванчиков, Ю. Н. Доброхотов // Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономическое обеспечение сельскохозяйственного производства: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной году экологии в России. – Солонное Займище Астраханской области: Прикаспийский НИИ аридного земледелия, 2017. – С. 1163-1169.
10. Зарин, А. А. Оптимизация процессов сборки, регулировки и испытания топливной аппаратуры двигателей / А. А. Зарин, В. Е. Логинов. – Москва: Машиностроение, 1989. – 80 с.
11. Кривенко, П. М. Ремонт и техническое обслуживание системы питания автотракторных дизелей / П. М. Кривенко, И. М. Федосов. – Москва: Колос, 1980. – 288 с.
12. Лышевский, А. С. Системы питания дизелей / А. С. Лышевский. – Москва: Машиностроение, 1981. – 216 с.
13. Повышение точности регулирования производительности насосных секций топливного насоса распределительного типа / Ю. Н. Доброхотов, Ю. В. Иванчиков, А. Р. Валиев, А. О. Васильев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Том.14. – № 1(52). – С. 77-82.
14. Свистула, А. Е. Оценка утечек топлива в прецизионных сопряжениях топливной аппаратуры дизеля / А. Е. Свистула, К. В. Коваленко, Д. А. Щербаков // Альтернативные транспортные технологии. – 2018. – Том. 5. – № 1 (8). – С. 357-361.
15. Спиридонов, Ю. Б. Топливо и топливоподача автотракторных дизелей / Ю. Б. Спиридонов, Л. В. Малявинский, М. М. Вихерт. – Ленинград: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1979. – 248 с.
16. Топливная система и экономичность дизелей / И. В. Астахов, Л. Н. Голубков, В. И. Трусков [и др.]. – Москва: Машиностроение, 1990. – 288 с.
17. Файнлейб, Б. Н. Топливная аппаратура автотракторных дизелей: справочник / Б. Н. Файнлейб. – Ленинград: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1990 – 352 с.
18. Фомин, Ю. Я. Топливная аппаратура дизелей: справочник / Ю. Я. Фомин, Г. В. Никонов, В. Г. Ивановский. – Москва: Машиностроение, 1982. – 168 с.
19. Чванов, К. Р. Современные подходы к оценке технического состояния дизельной топливной аппаратуры / К. Р. Чванов // Управление рисками в АПК. – 2016. – № 7. – С.13-19.
20. Шарифуллин, С. Н. Пути повышения эффективности работы топливной аппаратуры автотракторных дизельных двигателей / С. Н. Шарифуллин, Н. Р. Адигамов. – Казань: Издательство Казанского государственного университета, 2008. – 296 с.
21. Brady, R. N. Diesel Fuel System / R. N. Brady // Reston Publishing Inkorporated. – 1981. – 564 p.
22. Speed Diesel Injection Pump Improvud / A. I. Adey [et.al] // Automobile Engineering – 1981. – Vol. 89 – № 7. – P. 28-35.

Сведения об авторах

1. **Доброхотов Юрий Николаевич**, доцент кафедры технического сервиса, Чувашский государственный аграрный университет, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: Dobrokhотов47@mail.ru, тел. 8-919-674-25-54.
2. **Иванчиков Юрий Васильевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса, Чувашский государственный аграрный университет, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail:iuv53@mail.ru, тел. 8-927-864-00-63;
3. **Григорьев Алексей Олегович**, кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса, Чувашский государственный аграрный университет, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: gv_andreev@mail.ru, тел. 89278586082;
4. **Семенов Михаил Витальевич**, магистрант, Чувашский государственный аграрный университет, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29, тел.89876731775.

DETERMINATION OF THE TECHNICAL CONDITION OF THE PLUNGER PAIR OF FUEL PUMP ND-22/6

Yu.N. Dobrokhотов, Yu.V. Ivanshchikov, A.O. Grigoriev, M.V.Semenov
Chuvash State Agrarian University
 428003, Cheboksary, Russian Federation

Brief abstract. *Distributor-type pumps have improved uniformity of fuel supply to individual cylinders. However, distribution pumps also have significant drawbacks associated with insufficient service life of the plunger pair due to the complex movement of the plunger in the process of supplying fuel to the cylinders. For this reason, during repairs, the fuel pumps of the high-pressure section, as a rule, are not always justifiably rejected. In this regard, we propose a new method for a comprehensive assessment of the technical condition of a plunger pair and a device necessary for its implementation, which will allow us to obtain a generalized characteristic of the main performance indicators of the pump section. This will help to assess the technical condition of the plunger pair and eliminate the possible rejection of*

plunger pairs with a sufficiently high residual resource. The proposed method for assessing the technical condition of the plunger pair of the pump section and the device for its implementation also make it possible to establish the accuracy parameters of the location and dimensional characteristics of the structural elements of the precision pair parts during their manufacture. In the course of the study, the values of the active stroke of the plunger, the duration of communication of the distribution hole of the head (sleeve) with the distribution groove of the plunger, the duration of the blocking of the cut-off hole of the plunger by the dispenser, the simultaneous overlapping of the filling holes of the head (sleeve) by the plunger end, the duration of unloading the fuel line and the characteristic size "A", which allow to make a reasonable conclusion about the suitability of the plunger pair for further use.

When using reassembled plunger pairs in combinations of "new plunger - used head (sleeve)" and "new head (sleeve) - used plunger", the use of a new method and a new device makes it possible to obtain panoramic images of local wear of a precision pair, which in Subsequently, it will help to carry out a number of technological measures that will improve the wear resistance of surfaces subject to wear. It is necessary to prepare the material and apply it locally to restore worn surfaces. The work also determined the distribution laws for the densities of generalized characteristics.

Key words: complex assessment, generalized characteristics, residual resource, distribution density.

References

1. Adigamov, N.R. Kompleksnoe reshenie problem vosstanovleniya toplivnoj apparatury dizelej / N.R. Adigamov, S.N. SHarifullin // Traktory i sel'hozmashiny. – 2009. – №3. – S.38-40.
2. Belyavcev, A.V. Toplivnaya apparatura avtotraktornyh dizelej: konstruktivnye osobennosti i ekspluatatsiya / A.V. Belyavcev, A.S. Procerov. – Moskva: Rosagropromizdat, 1988. – 223 s.
3. Vihert, M.M. Toplivnaya apparatura dizelej: konstrukciya i parametry / M.M. Vihert, M. V. Mazing. – Moskva: Mashinostroenie, 1978. – 176 s.
4. Grekhov, L.V. Toplivnaya apparatura i sistemy upravleniya dizelej / L.V. Grekhov, N.A. Ivashchenko, V. A. Markov. – Moskva: Legion – Avtodata, 2015. – 344 s.
5. Dobrohotov, YU.N. Ocenka tekhnicheskogo sostoyaniya plunzhernoj pary toplivnogo nasosa raspredelitel'nogo tipa / YU.N. Dobrohotov, YU.V. Ivanshchikov, A.O. Vasil'ev // Mobil'naya energetika v sel'skom hozyajstve: sostoyanie i perspektivy razvitiya: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 90-letiyu so dnya rozhdeniya professora, doktora tekhnicheskikh nauk Medvedeva Vladimira Ivanovicha, zaslužennogo deyatelya nauki i tekhniki RSFSR. – CHEboksary: CHuvashskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2018. – S. 40-47.
6. Dobrohotov, YU.N. Rasshirenie funkcional'nyh vozmozhnostej kontrol'no-izmeritel'nyh priborov, primenyaemyh v remontnom proizvodstve / YU.N. Dobrohotov, YU.V. Ivanshchikov // Prodoval'stvennaya bezopasnost' i ustojchivoe razvitie APK: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – CHEboksary CHuvashskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2015. – S.584-594.
7. Ivanshchikov, YU.V. Povyshenie proizvoditel'nosti kontrol'nyh operacij pri remonte sel'skohozyajstvennoj tekhniki / YU.V. Ivanshchikov, YU.N. Dobrohotov // Nauchno-prakticheskie puti povysheniya ekologicheskoy ustojchivosti i social'no-ekonomicheskoe obespechenie sel'skohozyajstvennogo proizvodstva: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj godu ekologii v Rossii. – Solenoe Zajmishche Astrahanskoj oblasti: Prikaspijskij NII aridnogo zemledeliya, 2017. – S.1159-1163.
8. Ivanshchikov, YU.V. Povyshenie tochnosti sborki nasosnyh elementov raspredelitel'nogo tipa / YU.V. Ivanshchikov, YU.N. Dobrohotov, A.O. Vasil'ev // Perspektivy razvitiya tekhnicheskogo servisa v agropromyshlennom komplekse: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – CHEboksary: CHuvashskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2018. – S.153-159.
9. Ivanshchikov, YU.V. Povyshenie tochnosti izmerenij v remontnom proizvodstve / YU.V. Ivanshchikov, YU.N. Dobrohotov // Nauchno-prakticheskie puti povysheniya ekologicheskoy ustojchivosti i social'no-ekonomicheskoe obespechenie sel'skohozyajstvennogo proizvodstva: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj godu ekologii v Rossii. – Solenoe Zajmishche Astrahanskoj oblasti: Prikaspijskij NII aridnogo zemledeliya, 2017. – S. 1163-1169.
10. Zarin, A.A. Optimizatsiya processov sborki, regulirovki i ispytaniya toplivnoj apparatury dvigatelej / A.A. Zarin, V. E. Loginov. – Moskva: Mashinostroenie, 1989. – 80 s.
11. Krivenko, P.M. Remont i tekhnicheskoe obsluzhivanie sistemy pitaniya avtotraktornyh dizelej / P.M. Krivenko, I. M. Fedosov. – Moskva: Kolos, 1980. – 288 s.
12. Lyshevskij, A.S. Sistemy pitaniya dizelej / A. S. Lyshevskij. – Moskva: Mashinostroenie, 1981. – 216 s.
13. Povyshenie tochnosti regulirovaniya proizvoditel'nosti nasosnyh sekcij toplivnogo nasosa raspredelitel'nogo tipa / YU. N. Dobrohotov, YU. V. Ivanshchikov, A. R. Valiev, A. O. Vasil'ev // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – Tom.14. – № 1(52). – S. 77-82.
14. Svistula, A.E. Ocenka utechek topliva v precizionnyh sopryazheniyah toplivnoj apparatury dizelya / A.E. Svistula, K.V. Kovalenko, D.A. SHCHerbakov // Al'ternativnye transportnye tekhnologii. – 2018. – Tom.5. – №1 (8). – S.357-361.
15. Spiridonov, YU.B. Topливо i toplivopodacha avtotraktornyh dizelej / YU.B. Spiridonov, L.V. Malyavinskij, M. M. Vihert. – Leningrad: Mashinostroenie. Leningradskoe otdelenie, 1979. – 248 s.

16. Toplivnaya sistema i ekonomichnost' dizelej / I.V. Astahov, L.N. Golubkov, V. I. Trusov [i dr.]. – Moskva: Mashinostroenie, 1990. – 288s.
17. Fajnlejb, B.N. Toplivnaya apparatura avtotraktornyh dizelej: spravochnik / B. N. Fajnlejb. – Leningrad: Mashinostroenie. Leningradskoe otdelenie, 1990 – 352 s.
18. Fomin, YU.YA. Toplivnaya apparatura dizelej: spravochnik / YU.YA. Fomin, G.V. Nikonov, V. G. Ivanovskij. – Moskva: Mashinostroenie, 1982. – 168 s.
19. CHvanov, K.R. Sovremennye podhody k ocenke tekhnicheskogo sostoyaniya dizel'noj toplivnoj apparatury / K.R. CHvanov // Upravlenie riskami v APK. – 2016. – №7. – S.13-19.
20. SHarifullin, S.N. Puti povysheniya effektivnosti raboty toplivnoj apparatury avtotraktornyh dizel'nyh dvigatelej / S.N. SHarifullin, N. R. Adigamov. – Kazan': Izdatel'stvo Kazanskogo gosudarstvennogo universiteta, 2008. – 296s.
21. Brady, R.N. Diesel Fuel System /R.N. Brady // Reston Publishing Inkorporated. – 1981. – 564 p.
22. Speed Diesel Injection Pump Improvud / A.I. Adey [et.al] // Automobile Engineering – 1981. – Vol.89 – №7. – P.28-35.

Information about authors

1. **Dobrokhotov Yuri Nikolaevich**, Associate Professor of the Department of Technical Service, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: Dobrokhotov47@mail.ru, tel. 8-919-674-25-54.
2. **Ivanshchikov Yuri Vasilievich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Service, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: iuv53@mail.ru, tel. 8-927-864-00-63;
3. **Grigoriev Alexey Olegovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Service, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: rv_andreev@mail.ru, tel. 89278586082;
4. **Semenov Mikhail Vitalievich**, Master's student, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, 29, tel. 89876731775.

УДК 631.22

DOI

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДОЗИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА МОБИЛЬНОГО КОРМОРАЗДАТЧИКА В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

П. В. Зайцев, С. П. Зайцев, С. В. Ларкин
Чувашский государственный аграрный университет
428003, Чебоксары, Российская Федерация

Аннотация. Наиболее энергоемкой и ответственной операцией в технологической цепочке дозированной раздачи кормов животным является отделение определенного слоя корма от основной кормовой массы в бункере кормораздатчика. Существующие раздатчики стебельных кормов имеют высокий пусковой момент, что приводит к поломке механизмов. Наиболее эффективным направлением механизации животноводства является совершенствование выпускаемой сельскохозяйственной техники, повышение надежности конструкций и их долговечности [10]. Состояние здоровья сельскохозяйственных животных и их продуктивность зависят не только от качественной обработки кормов, но и от своевременной доставки и дозированной выдачи готовой кормовой смеси. В животноводстве используют мобильные кормораздатчики КТУ-10А, КТ-10, КТ-Ф-12 и другие модели, имеющие похожую конструкцию, состоящую из бункера 1, внутри которого находится продольный транспортер 2 с пульсирующей подачей от храпового механизма 3, кормоотделителя битерного типа 4 и выгрузного транспортера 5 [1]. Однако стандартные дозирующие устройства кормоотделителей имеют существенный недостаток – повышенный пусковой момент при загрузке бункера кормовым материалом и дозирования кормовой массы. Кормовой материал выкладывается в выгрузной и подающий транспортеры. Происходит его интенсивное уплотнение в зоне кормоотделителя. При включении дозирующего устройства требуется значительный пусковой момент для привода кормоотделителя, так как его дозирующие пальцы полностью заглубляются в уплотненную кормовую массу, что приводит к резкому повышению пускового момента и последующей поломке кормоотделителя [3], [4]. Это происходит в связи с увеличением уплотнения корма в результате вибрации бункера во время движения кормораздатчика.

Ключевые слова: пусковой момент, эксцентриковый кормоотделитель, пульсирующая передача, надежность, продольный транспортер, храповое колесо, двухступенчатый редуктор.