

Лабораторные и производственные исследования повышения производительности процесса восстановления уплотнительных торцов корпусов форсунок

И.М. Затин, аспирант, ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ

В настоящее время в стране происходит техническое перевооружение сельскохозяйственного производства. В связи с поставкой селу новых машин предстоит ещё больше уделять внимание хранению, техническому обслуживанию и ремонту машинно-тракторного парка в хозяйствах акционерных обществ, крестьянско-фермерских (КФК), личных подсобных (ЛПХ).

Техническое состояние элементов топливной системы обуславливает эффективную мощность двигателя, характер пуска и работы дизеля, расход топлива и его удельную экономию. Большой износ элементов системы питания может вызвать резкое снижение технических характеристик двигателя вплоть до его отказа. На долю топливной аппаратуры приходится около 70% всех отказов дизельных двигателей [1, 2].

Таким образом, вопросы, связанные с проведением своевременной диагностики, проверки, регулировки, технического обслуживания и ремонта сельхозмашин, являются весьма актуальными и нуждаются в тщательном изучении.

Материал и методы исследования. Одним из элементов топливной системы ДВС являются форсунки, сочетающие в себе несколько ключевых функций, отражающихся на эксплуатации дизеля и экономичности двигателя: дозирование и распыл дизельного топлива, обеспечение герметичности камеры сгорания, изменение характера впрыска топливной смеси и др.

В процессе эксплуатации наряду с износом корпуса распылителя и уплотнительного конуса иглы распылителя большому износу подвергается нижняя плоскость корпуса форсунки, в которую ударяются заплечики иглы распылителя в момент её подъёма. Данный износ приводит к увеличению подъёма иглы распылителя, а также к росту сил инерции подвижных масс форсунки, быстрому разбиванию седла и уменьшению срока службы распылителя. При большом подъёме иглы увеличивается количество топлива, выталкиваемое в объём форсунки, что заметно снижает давление впрыска топлива и тем самым ухудшает экономические показатели дизеля. Кроме износа в месте удара заплечиков иглы распылителя торец корпуса форсунки подвергается износу в месте контакта с корпусом распылителя, что приводит к нарушению герметичности сопряжения. Поэтому нельзя на изношенный уплотнительный торец корпуса форсунки устанавливать новый распылитель. Это можно сделать только лишь после восстановления геометрии уплотнительного торца форсунки

в соответствии с рекомендуемым руководящим техническим материалом (РТМ) [3].

Существующие технологическая оснастка и технологии восстановления уплотнительного торца корпуса форсунки, используемые на ремонтно-технических предприятиях, зачастую малопродуктивны и трудоёмки. В большинстве случаев детали восстанавливаются ручной притиркой на чугунных плитах с использованием паст ГОИ и НЗТА. Если же следы износов невозможно вывести ручной притиркой, то деталь подвергается плоскому шлифованию с использованием односторонних приспособлений, после чего деталь притирается вручную [4–7].

На основании вышесказанного в Оренбургском ГАУ проведена работа по разработке и исследованию принципиально новой технологической оснастки, позволяющей механизировать процесс шлифования и последующей доводки уплотнительных торцов корпусов форсунок до требуемой чистоты (шероховатости).

Применение разработанных многосторонних приспособлений позволяет повысить производительность, при этом снимается минимальный слой материала рабочей поверхности при выполнении ряда условий. Одним из основных условий является проведение ремонта корпусов форсунок, предварительно рассортированных по группам износа. Поскольку в настоящее время недостаточно информации по износу уплотнительного торца корпуса форсунки, этот вопрос можно решить только после проведения экспериментального исследования по износу в месте удара заплечиков иглы распылителя и кольцевой поверхности торца в месте контакта с корпусом распылителя.

Ранее проведённое исследование показало, что величина износа уплотнительного торца корпуса форсунки подчиняется двухпараметрическому закону распределения Вейбулла. Средний износ нижнего торца корпуса форсунки $U_{и}$ составляет 0,026 мм, вероятность наиболее часто встречающегося износа в интервале от 0,01 до 0,05 мм составляет 0,94 (рис. 1) [8].

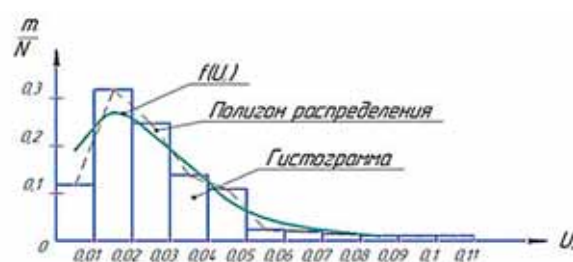


Рис. 1 – Гистограмма и полигон распределения износов нижнего торца корпуса форсунки

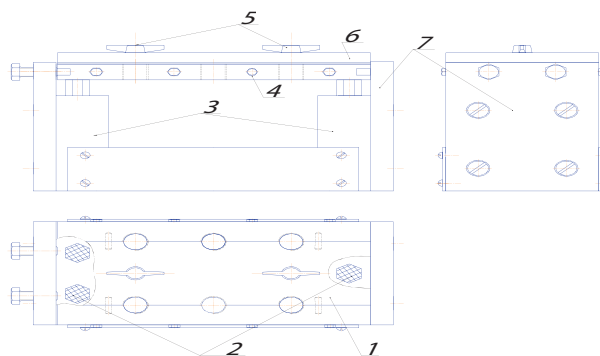


Рис. 2 – Многочестное приспособление для шлифования уплотнительных торцов корпусов форсунок с разрезными планками: 1 – разрезная плита; 2 – установочные опоры; 3 – прямоугольные стойки; 4 – болты фиксации форсунок; 5 – прижимные винты контрольной плиты; 6 – контрольная плита; 7 – упорные пластины

При подготовке к ремонту корпуса форсунок были рассортированы по группам износа: I гр. – от 0 до 0,02 мм, II гр. – от 0,02 до 0,04 мм, III гр. – от 0,04 до 0,05 мм, IV гр. – свыше 0,05 мм.

Результаты исследования. Ремонт корпусов форсунок предлагается проводить комплектами, по количеству мест для их крепления в разработанных для этого приспособлениях.

В процессе разработки новой технологической оснастки неотъемлемой частью являлись исследования научно обоснованных режимов работы режущего инструмента и технологических параметров с целью получения чистоты поверхности, соответствующей 10а классу (0,10 мкм) [3].

Подбор оборудования для исследования влияния технологических параметров процесса шлифования и последующей доводки осуществлялся на основании РТМ, но данный документ не даёт чёткой рекомендации по режимам обработки. Учитывая то обстоятельство, что глубина износов поверхностей может быть различной, необходимо, чтобы глубина шлифования зависела от неплоскостности и максимальной величины износа торца корпуса форсунки. Разработанные приспособления для шлифования и доводки (рис. 2) удовлетворяют данным требованиям установления оптимальной глубины шлифования: во-первых, обработке подвергается комплект форсунок с приблизительно равными износами (по группам износа), во-вторых, обеспечивается установка шлифуемых поверхностей в одной плоскости с использованием установочной плиты. При отсутствии разницы между выступами уплотнительных торцов соседних корпусов форсунок величина снимаемого слоя будет соответствовать максимальной величине износа форсунки комплекта. Это в свою очередь увеличивает ресурс корпуса форсунки после шлифования, так как плоскость торца закалена на глубину 4 мм [3], а глубина шлифования минимальна.

В качестве оборудования при шлифовании используются плоскошлифовальные станки. В нашем случае шлифование проводилось на высокоточном плоскошлифовальном станке марки ЗГ71, на магнитный стол которого было установлено

разработанное многочестное приспособление для шлифования и последующей доводки уплотнительных торцов корпусов форсунок (заявка на полезную модель № 2015151508).

Процесс шлифования проводили с учётом теории шлифования и РТМ при поперечной подаче $S_p=4$ мм/ход, продольной $S=20$ м/мин (0,2 м/с), глубине резания 0,03–0,05 мм, до выведения следов износа. По окончании процесса шлифования изучали влияние выбранного режущего инструмента и режима резания на качество обработанной поверхности (шероховатость) уплотнительного торца корпуса форсунки, при этом применяли контактный метод с использованием измерителя шероховатости (профилометра) модели SRT-6100, дающего показания среднеарифметической высоты неровностей поверхности Ra (рис. 3).



Рис. 3 – Измерение шероховатости уплотнительного торца корпуса форсунок

На следующем этапе было определено влияние технологических параметров механизированной доводки уплотнительного торца корпуса форсунки, осуществляющейся на переоборудованном вертикально-доводочном станке. Модернизация станка происходит за счёт установки возвратно-поступательного механизма, позволяющего осуществлять движение притираемых деталей по сложной траектории (рис. 4) [4].

Ввиду того, что притираемая деталь имеет сложную траекторию движения, необходимо определить степень влияния различных значений угловых скоростей и ускорений притираемых деталей и притира на чистоту обрабатываемой поверхности (шероховатости) и изменение структуры и фазового состояния материала детали [4, 9].

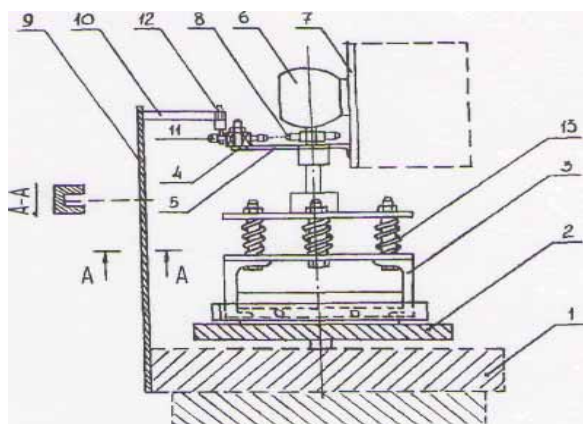


Рис. 4 – Схема доводочного станка: 1 – станина; 2 – притир; 3 – кассетница; 4 – эксцентрик; 5 – крепление эксцентрика; 6 – мотор-редуктор; 7 – подвижная опора; 8 – ведущая звёздочка цепной передачи; 9 – неподвижная опора; 10 – шатун; 11 – ведомая звёздочка цепной передачи; 12 – палец крепления шатуна с эксцентриком; 13 – компенсирующий механизм

При поиске оптимальных значений процесса механической доводки уплотнительного торца корпуса форсунки необходимо определиться со значением динамических факторов (зернистость абразивной пасты, усилие прижатия детали к притиру, время доводки и т.д.), отвечающих требуемым эксплуатационным характеристикам исследуемого процесса.

Исходя из норм времени при доводке закалённых сталей вручную или на механизированных станках (10–20 мин. и 1–10 мин. соответственно), примем крайние значения времени с применением доводочного станка от 2 до 8 мин., с целью сокращения трудоёмкости доводки по сравнению с ручным способом доводки. Доводка плоских поверхностей производится свободным абразивом с нанесением на дисковый притир абразивной пасты. Это связано с расположением зёрен и упругостью основы. При установке нижних значений времени доводки закладывалось условие удаления с поверхности уплотнительного торца следов износа шлифования.

Уровни варьирования усилия прижатия корпуса форсунки к поверхности притира выбраны исходя из обеспечения максимально возможной нагрузки, при которой будет обеспечено наличие абразивной плёнки между притиром и деталью – 18–50 Н.

В ходе проведения экспериментов нами учитывались влияние на чистоту притираемой поверхности свойств и зернистости притирочных материалов. Согласно теории абразивной обработки [10], при механической доводке для достижения требуемой чистоты доводимой поверхности рекомендуются пасты с зернистостью 28–7 мкм, которые наносятся в виде суспензии.

Аналогично было изучено влияние выбранных динамических факторов на качество обработанной поверхности (шероховатость) уплотнительного торца корпуса форсунки.

Разработанная новая технологическая оснастка приводит к необходимости сравнения хронометри-

ческих параметров между существующим способом восстановления и предлагаемой технологией.

Также было проведено исследование по определению количества испытуемых объектов (N). Воспользовавшись методикой, указанной выше (при определении величины износов уплотнительных торцов корпусов форсунок), установили, что N=16 [4]. Следовательно, для сравнения восстанавливали 16 корпусов ручным методом и 16 корпусов по предложенной технологии. В качестве объекта исследования был выбран износ уплотнительного торца корпуса форсунки. Результаты проведённых экспериментов по восстановлению ручным и механизированным способами приведены в виде графика (рис. 5).

Хронометраж продемонстрировал, что на восстановление уплотнительного торца корпуса форсунки ручным способом затрачивается в среднем около 21 мин., а при использовании механизированного способа – в среднем около 5 мин. на одну форсунку.

При проведении производственных испытаний были окончательно установлены значения эксплуатационных параметров, влияющих на энергетические характеристики и работу переоборудованного станка.

Производственные испытания по определению степени эффективности технологической оснастки при шлифовании и доводке уплотнительных торцов форсунок проводили на предприятии по ремонту топливной аппаратуры дизельных ДВС ООО «Никольская сельхозтехника» Сакмарского р-на в 2016 г. Были получены следующие результаты. Применение приспособления для шлифования уплотнительного торца корпуса форсунки привело к обеспечению хорошего качества ремонта при незначительном съёме материала с торца форсунки и повысило производительность труда почти в 2,6 раза. Применение установки для доводки (притирки) уплотнительного торца корпуса форсунки привело к повышению произ-

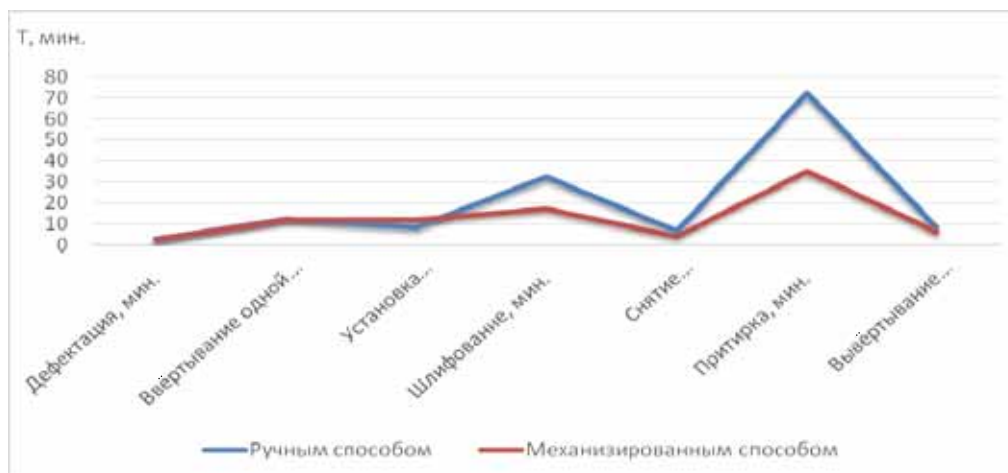


Рис. 5 – Хронометраж затрат времени на операции по восстановлению уплотнительных торцов корпусов форсунок ручным и механизированным способами

водительности труда в 4 раза при доводке торца на чугунной плите.

Проанализировав полученные результаты, можно сделать **выводы** о следующих преимуществах механизированных работ по восстановлению уплотнительных торцов корпусов форсунок:

1. Простота использования предлагаемой оснастки;
2. Низкая вероятность нарушения перпендикулярности уплотнительного торца относительно оси резьбы;
3. Повышение производительности труда;
4. Достоверность и адекватность полученных результатов.

Литература

1. Захаров Ю.А., Кульков А.Е. Актуальность проведения диагностики, испытания и проверки форсунок дизельных двигателей мобильных машин // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 3. Т. 47. С. 95–98.
2. Затин И.М., Чернышев В.П., Подковыров А.А. Износы уплотнительного торца корпуса форсунки // Сельский механизатор. 2012. № 9. С. 36.
3. РТМ 700001021–82 «Восстановление форсунок автотракторных дизелей».
4. Чернышёв В.П., Затин И.М., Синицын Р.Г. Результаты исследования восстановления уплотнительного торца корпуса форсунки // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 4 (54). С. 66–69.
5. Затин И.М. Методика обработки результатов измерений износа уплотнительного торца корпусов форсунок // Совершенствование инженерно-технического обеспечения технологических процессов в АПК: сб. ст. междунар. науч.-практич. конф. Оренбург, 2013. С. 137–143.
6. Чернышёв В.П., Хайбуллин Р.Р., Затин И.М. Ремонтно-технологическая оснастка для восстановления уплотнительного торца корпуса форсунки // Совершенствование инженерно-технического обеспечения технологических процессов в АПК: сб. ст. междунар. науч.-практич. конф. Оренбург, 2014. С. 123–129.
7. Чернышёв В.П., Затин И.М., Синицын Р.Г. Повышение производительности восстановления уплотнительного торца корпуса форсунки с использованием новой технологической оснастки // Совершенствование инженерно-технического обеспечения технологических процессов в АПК: сб. ст. междунар. науч.-практич. конф. Оренбург, 2015. С. 123–129.
8. Чернышёв В.П., Затин И.М. Методика экспериментальных исследований и обработки результатов по износу уплотнительного торца корпуса форсунки // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 3 (41). С. 84–87.
9. Шахов В.А. Теоретический анализ траектории движения детали по притиру при ремонте уплотнительного торца корпуса форсунки / В.А. Шахов, В.П. Чернышёв, И.М. Затин, А.С. Путрин, Л.В. Межуева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 5 (61). С. 45–47.
10. Курдюков В.И. Основы абразивной обработки: учеб. пособие. Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2014. 195 с.