

Шекихачев Ю. А., Батыров В. И., Шекихачева Л. З.

Shekikhachev Y. A., Batyrov V. I., Shekikhacheva L. Z.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ РАСПЫЛИТЕЛЯ ФОРСУНКИ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

RESEARCH OF INFLUENCE OF PARAMETERS OF THE SPRAY OF THE NOZZLE ON DYNAMIC INDICATORS OF DIESEL ENGINES

В настоящее время сельскохозяйственные предприятия не выполняют сельскохозяйственные работы в сроки, предусмотренные агротехническими требованиями, так как техническое состояние используемой техники и качество их технического обслуживания и ремонта находятся на низком уровне. Анализируя использование сменного времени, можно заключить, что только 60% тратится на основную работу, а остальное время приходится на выполнение вспомогательных работ.

Эффективная, экономичная, надежная работа тракторных дизелей, в основном, обеспечивается качественными показателями функционирования топливной системы.

Топливная аппаратура – важнейшая и наиболее сложная составная часть тракторных дизелей, обуславливающая его мощность, экономичность и экологичность. Узлы и детали топливной аппаратуры дизелей являются менее надежными и более трудоемкими в техническом обслуживании в сравнении с другими механизмами.

Таким образом, повышение стабильности параметров распылителей форсунок тракторных дизелей сельскохозяйственного назначения имеет важное значение для их эффективного использования.

В связи с этим, в статье представлены методы комплектования форсунок тракторных дизелей с топливной системой высокого давления, приведены результаты экспериментальных исследований, которые предполагали безмоторные, моторные и эксплуатационные испытания распылителей тракторных дизелей. Полученные результаты показали незначительность остаточного ресурса распылителей форсунок после наработки 4000 мото-часов вследствие того, что динамические показатели дизеля снижаются до предельного значения (7%).

Ключевые слова: *дизель, распылитель, форсунка, испытание, мощность, момент, ресурс.*

Now the agricultural enterprises don't perform agricultural works in the terms provided by agrotechnical requirements as technical condition of the used equipment and quality of their maintenance and repair are at a low level. Analyzing use of replaceable time it is possible to conclude that only his 60% are spent for the main work, and the rest of the time is the share of performance of auxiliary works.

Effective, economic, reliable functioning of tractor diesels is generally ensured by quality indicators of functioning of fuel system.

The fuel equipment is the most important and most difficult component of tractor diesels causing it the power, profitability and environmental friendliness. Knots and details of the fuel equipment of diesels are less reliable and more labor-consuming in maintenance in comparison with other mechanisms.

Thus, increase in stability of parameters of sprays of nozzles of tractor diesels in agricultural purpose is important for their effective use.

In this regard methods of completing of nozzles of tractor diesels with the fuel system of high pressure are presented in article, results of pilot studies which assumed motor-less, motor and operational tests of sprays of tractor diesels are given. The received results have shown insignificance of a residual resource of sprays of nozzles after an operating time of 4000 engine hours because dynamic indicators of the diesel decrease to extreme value (7%).

Key words: *diesel, spray, nozzle, test, power, moment, resource.*

Шекихачев Юрий Ахметханович –

доктор технических наук, профессор кафедры технической механики и физики, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик
Тел.: 8 928 077 33 77
E-mail: shek-fmep@mail.ru

Батыров Владимир Исмелович –

кандидат технических наук, заведующий кафедрой технологии обслуживания и ремонта машин в АПК, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик

Шекихачева Людмила Зачиевна –

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры землеустройства и экспертизы недвижимости, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, Нальчик

Shekikhachev Yury Akhmetkhanovich –

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technical Mechanics and Physics, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik
Тел.: 8 928 077 33 77
E-mail: shek-fmep@mail.ru

Batyrov Vladimir Ismelovich –

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Machine Maintenance and Repair Technology in Agro-Industrial Complex, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik

Shekikhacheva Lyudmila Zakievna –

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Land Management and Cadastres, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik

Введение. Распылитель форсунки – наиболее слабое звено дизельной топливной аппаратуры (ДТА), которое определяет течение процесса смесеобразования в цилиндрах дизеля. В настоящее время недостаточно изучена проблема комплексного изменения эксплуатационных и конструктивных параметров распылителей и их влияния на показатели функционирования дизелей сельхозназначения.

Методы проведения исследований. В ходе экспериментальных исследований предусматривались безмоторные, стендовые моторные и эксплуатационные испытания распылителей с применением регулировочных стендов, контрольного дизеля (Д-240) и 5 дизелей, установленных на МТЗ 80/82.

В процессе экспериментов последовательно проведены следующие этапы: контрольный этап с применением регулировочных стендов; контрольный этап с применением контрольного дизеля; рабочий этап с применением тракторов МТЗ-80/82.

Экспериментальные этапы имели продолжительность 480 мото-часов. Завершались эксперименты контрольным этапом при наработке не менее 4000 мото-часов.

Общее количество контрольных этапов составляло 8. Перед проведением каждого из

них проверялись показатели контрольного насоса, оснащенного контрольным комплектом форсунок и топливопроводами высокого давления (ТВД).

Задача каждого контрольного этапа заключалась в [1, 2]: определении давления начала впрыска форсунки; выявлении распылителей, у которых распыливающие отверстия закоксованы; разборке форсунок и удалении нагара; визуальном контроле распылителей для выявления возможных мелких повреждений; определении хода иглы; определении эффективного проходного сечения распылителя; установке распылителя в корпус форсунки; определении гидравлической плотности распылителя; определении герметичности по запирающему конусу; регулировке форсунок на давление начала впрыскивания 17,8 МПа (178 кг/см²); определении качества распыливания топлива; определении подвижности иглы распылителей.

Основные параметры, определяющие состояние распылителя, следующие: герметичность по запирающему конусу; подвижность иглы; гидроплотность распылителя; качество распыливания; пропускная способность распылителя.

Значение параметра, которое определяет предельное состояние распылителя, было принято таким, при достижении которого

неэффективна эксплуатация распылителей по критерию падения мощности дизеля N_e в случае номинального режима на 7% [3, 4].

В ходе проведения исследований использованы: форсунки ФД-22 с распылителями РД 4×0,32 (30 шт.), из них 26 оснащены распылителями [5]; топливные насосы УТН-5 (2 шт.); ТВД (10 шт.); стенд КИ-921М; тормозной стенд с дизельным двигателем Д-240; прибор КИ-3333; диагностический прибор ПУФ-3; комплект оснастки КИ-15713 к стенду КИ-921М; тракторы МТЗ-80/82 (5 шт.).

Таблица 1 – Характеристика параметров образцовых (эталонных) распылителей и ТВД

Наименование параметров	Распылители		Топливопроводы	
	образцовый (эталонный)	дублер	образцовый (эталонный)	дублер
Распылители и ТВД	№4	№14	№14	№3
Эффективное проходное сечение, мм ²	0,193	0,192	0,84	0,84
Герметичность по запирающему конусу	гермет.	гермет.	-	-
Гидроплотность, с	21,4	12,3	-	-
Качество распыливания	хор.	хор.	-	-
Подвижность иглы (звонкость)	зв.	зв.	-	-

Таблица 2 – Характеристика параметров контрольного комплекта ТВД

Для безмоторных и моторных испытаний		№ секции насоса
№ ТВД	μf , мм ²	
8	0,820	1
10	0,820	2
19	0,820	3
5	0,830	4

В ходе второго этапа у 13 распылителей зафиксирован глухой впрыск. Третий,

Таблица 3 – Характеристика параметров контрольного комплекта распылителей

№ распылителя	№ секции насоса	Эффективное проходное сечение, мм ²	Герметичность по запирающему конусу	Гидроплотность, с	Качество распыливания
1	1	0,219	герм.	11,0	хор.
16	2	0,224	герм.	8,6	хор.
11	3	0,217	герм.	8,0	хор.
9	4	0,216	герм.	14,9	хор.

Оценка герметичности по запирающему конусу. Первый этап характеризовался нарушением герметичности у двух распылителей, второй – у семи. Также на этих

значения параметров использованных распылителей и ТВД сведены в таблицы 1-3.

Результаты определения параметров и безмоторных испытаний распылителей. Характеристикой исходного этапа был глухой впрыск, зафиксированный у трех распылителей. Впоследствии у большинства распылителей зафиксировано изменение впрыска со звонкого на глухой и наоборот. У трех распылителя характер впрыска не изменился.

четвертый и пятый этапы характеризовались уменьшением количества таких распылителей до 10 шт. Остальные этапы отличались следующим распределением распылителей: шестой этап – 7 из 17, восьмой и заключительный – 15 из 20, т.е. 75%.

На втором этапе (наработка 1000 моточасов) зафиксировано ухудшение качества распыливания у 9 распылителей. Однако с течением некоторого времени качество распыливания у этих распылителей восстановилось.

этапах зафиксировано ухудшение качества распыливания.

Шестой этап (наработка 2800...3000 моточасов) характеризовался нарушением

герметичности у двух распылителей, седьмой и восьмой этапы (наработки 3500...4000 мото-часов) – у одиннадцати. Ухудшение герметичности вызвано износом запирающих конусов иглы и корпуса распылителя.

Оценка гидроплотности. В результате сравнения гидроплотности на первом и втором этапах установлено, что данный показатель увеличился с 10,5 до 13,9 с.

Последние три этапа характеризовались устойчивой тенденцией к снижению гидроплотности. На исходном этапе зафиксирована гидроплотность, не превышающая 5 с, что находится в пределах допуска.

На пятом и шестом этапах зафиксировано, что, соответственно, у 5 (25%) и 12 (60%) шт. гидроплотность находится за пределами допуска, на седьмом и восьмом этапах – 13 (65%) шт.

Оценка эффективного проходного сечения. На первом и втором этапах зафиксировано снижение эффективного проходного сечения, соответственно, на 0,003 и 0,005 мм² по сравнению с исходным этапом. Впоследствии отмечается увеличение этого показателя. Например, на восьмом этапе зафиксировано эффективное проходное сечение в размере 0,255 мм², что больше на 0,031 мм² по сравнению с исходным этапом и на 0,036 мм² по сравнению со вторым этапом.

Оценка хода иглы распылителя. В результате проведенных исследований установлено, что ход иглы распылителей в среднем увеличился на 0,06 мм.

Оценка цикловой подачи. В ходе проведения экспериментальных исследований установлено, что этот параметр практически не изменяется, за исключением второго этапа, когда зафиксировано снижение средней цикловой подачи в среднем на 2,2 мм³/цикл по сравнению с остальными этапами. Основная причина этого – снижение эффективного проходного сечения.

Результаты моторных испытаний. В результате проведения моторных испытаний установлено, что мощность систематически снижалась от этапа к этапу. При верхнем пределе мощности дизеля на номинальном

режиме, равном 55,1 кВт, для обобщенного цилиндра мощность дизеля составит $55,1/4=13,8$ кВт.

В то же время, эта величина для исходного этапа равна 13,9 кВт, то есть, следует отметить снижение мощности.

В результате проведенных исследований установлено расчетное значение среднего квадратичного отклонения, равного 0,1-0,05 кВт. При этом, удельный расход топлив увеличился на 31 г/кВт·ч (11,2%).

Также установлено, что эффективная мощность контрольного дизеля снижается по мере увеличения наработки. Максимальное снижение зафиксировано у распылителей 4-го и 5-го комплектов.

На восьмом заключительном этапе отмечено снижение мощности на 3,6 кВт (мощность равна 51,5 кВт), что близко к границе нижнего предела, равного 51,24 кВт.

Установлено также, что часовой расход топлива на четвертом этапе снизился (14,0 кг/ч по сравнению с 14,6 кг/ч на исходном этапе). Впоследствии часовой расход увеличился и на заключительном этапе составил 15,5 кг/ч.

В результате снижения мощности увеличился удельный расход топлива и составил 37,0 г/кВт·ч (14,0%).

Анализом результатов, полученных в режиме перегрузки, установлено, что максимальный эффективный момент снизился на 26 Н·м (9,8%), удельный расход топлива увеличился на 22 г/кВт·ч (8,1%).

Область применения результатов. Результаты проведенных исследований рекомендуются для использования сельскохозяйственными и ремонтно-обслуживающими предприятиями.

Вывод. В результате моторных испытаний контрольного дизеля с опытными распылителями установлена незначительность остаточного ресурса распылителей после наработки ими 4000 мото-часов, так как снижение мощности и крутящего момента дизеля приблизилось к границе допуска 7%.

Литература

1. Батыров В.И., Болотоков А.Л. Исследование изменения параметров технического состояния распылителей форсунок ФД-22 серийного и опытного в

эксплуатации // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященная 50-летию факультета механизации и энергообеспечения предприятий. Нальчик, 2011. С. 122-126.

References

1. *Batyrov V.I., Bolotokov A.L.* Issledovanie izmeneniya parametrov tekhnicheskogo sostoyaniya raspylitelej forsunok FD-22 serijnogo i opytnogo v ekspluatatsii // *Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoya 50-letiyu fakul'teta mekhanizatsii i energoobespecheniya predpriyatij. Nal'chik, 2011. S. 122-126.*

2. *Нагоев В.Н., Койчев В.С., Батыров В.И., Газизов И.И.* Оптимизация регулировочных параметров топливной аппаратуры дизелей при выполнении ремонтно-обслуживающих работ // *Материалы III Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК». Ставрополь: АГРУС. 2008. С. 17-21.*

3. *Батыров В.И., Койчев В.С., Болуров А.Ш.* Влияние динамических режимов эксплуатации на регулировочные параметры автомобильных двигателей // *Сборник научных статей «Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК»: по материалам III Международной научно-практической конференции в рамках X Международной агропромышленной выставки «Агроуниверсал – 2008». Ставрополь: «АГРУС». 2008. С. 112-116.*

4. *Батыров В.И., Болотоков А.Л.* Повышение надежности работы распылителя форсунки дизелей // *Техника в сельском хозяйстве. 2012. №3. С. 12-15.*

5. *Батыров В.И., Нагоев В.Н., Болотоков А.Л.* Метод комплектования топливной системы высокого давления при выполнении ремонтно-обслуживающих работ // *Сборник завершенных научных работ в области АПК, рекомендуемых для внедрения в производство. Нальчик: КБГСХА. 2006. С. 91-96.*

6. *Батыров В.И., Нагоев В.Н., Кулиев А.К.* Стабильность параметров процесса топливоподачи // *Сборник научных трудов международной научно-технической конференции «Улучшение эксплуатационных показателей двигателей, тракторов и автомобилей». С-Петербург: С-ПГАУ. 2005. С. 88-92.*

2. *Nagoev V.N., Kojchev V.S., Batyrov V.I., Gazizov I.I.* Optimizatsiya regulirovochnyh parametrov toplivnoy apparatury dizelej pri vypolnenii remontno-obsluzhivayushchih rabot // *Materialy III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Aktual'nye problemy nauchno-*

tekhnicheskogo progressa v APK». Stavropol': AGRUS. 2008. S. 17-21.

3. *Batyrov V.I., Kojchev V.S., Bolurov A.SH.* Vliyanie dinamicheskikh rezhimov ekspluatatsii na regulirovochnye parametry avtomobil'nyh dvigatelej // *Sbornik nauchnyh statej «Aktual'nye problemy nauchno-tekhnicheskogo progressa v APK»: po materialam III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii v ramkah H Mezhdunarodnoj agropromyshlennoj vystavki «Agrouniversal – 2008». Stavropol': «AGRUS». 2008. S. 112-116.*

4. *Batyrov V.I., Bolotokov A.L.* Povyshenie nadezhnosti raboty raspylitelya forsunki dizelej // *Tekhnika v sel'skom hozyajstve. 2012. №3. S. 12-15.*

5. *Batyrov V.I., Nagoev V.N., Bolotokov A.L.* Metod komplektovaniya toplivnoj sistemy vysokogo davleniya pri vypolnenii remontno-obsluzhivayushchih rabot // *Sbornik zavershennyh nauchnyh rabot v oblasti APK, rekomenduemyh dlya vnedreniya v proizvodstvo. Nal'chik: KBGSKHA. 2006. S. 91-96.*

6. *Batyrov V.I., Nagoev V.N., Kuliev A.K.* Stabil'nost' parametrov processa toplivopodachi // *Sbornik nauchnyh trudov mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii «Uluchshenie ekspluatatsionnyh pokazatelej dvigatelej, traktorov i avtomobilej». S-Peterburg: S-PGAU. 2005. S. 88-92.*

