

Батыров В. И., Шекихачев Ю. А.

Batyrov V. I., Shekikhachev Y. A.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ

FUEL EQUIPMENT QUALITY ASSESSMENT CRITERIA

Повышение эффективности эксплуатации автотракторной техники в значительной степени связано с решением проблемы повышения ее эксплуатационной надежности, работоспособности и долговечности. Важная роль в этом принадлежит двигателестроению – отрасли хозяйства, продукция которой является наиболее массовым энергетическим средством различных машин и механизмов и которая в значительной степени определяет надежность их работы. Поэтому вопрос повышения надежности и долговечности основного узла – топливной аппаратуры приобретает особое значение. Свидетельством актуальности стоящих проблем является и то, что существенная доля потерь рабочего времени, вызванных простоями машин и механизмов, является следствием как раз отказа топливной аппаратуры в результате низкой надежности последней. Следует также отметить, что восстановление работоспособности топливной аппаратуры сопровождается существенными затратами как рабочего времени, так и на приобретение большой номенклатуры запасных частей и материалов. Также имеет место ухудшение технико-экономических показателей дизелей в процессе эксплуатации, что связано с изменением характеристик топливной аппаратуры, снижением коэффициента полезного действия и увеличением расхода топливо-смазочных материалов. На основании изложенного, в работе предпринята попытка проанализировать критерии оценки качества функционирования топливной аппаратуры и установить такую из них, использование которой обеспечит необходимые качественные показатели, характеризующие функционирование и надежность топливной аппаратуры в течение периода эксплуатации.

Ключевые слова: дизельный двигатель, эксплуатация, эффективность, топливная

аппаратура, надежность, функционирование, качество.

The increase in the efficiency of the operation of motor and tractor equipment is largely associated with the solution of the problem of increasing its operational reliability, performance and durability. An important role in this belongs to engine building – a branch of the economy, the production of which is the most massive energy source of various machines and mechanisms and which largely determines the reliability of their work. Therefore, the issue of increasing the reliability and durability of the main unit – fuel equipment – is of particular importance. The fact that a significant share of the losses of working time caused by idle time of machines and mechanisms is a consequence of the failure of the fuel equipment as a result of the low reliability of the latter is also evidence of the urgency of the problems facing. It should also be noted that restoring the operability of the fuel equipment is accompanied by significant expenditures of both working time and the purchase of a large range of spare parts and materials. Also, there is a deterioration in the technical and economic indicators of diesel engines during operation, which is associated with a change in the characteristics of the fuel equipment, a decrease in the efficiency and an increase in the consumption of fuel and lubricants. Based on the foregoing, an attempt is made in the work to analyze the criteria for assessing the quality of the fuel equipment functioning and to establish one of them, the use of which will provide the necessary quality indicators characterizing the functioning and reliability of the fuel equipment during the operation period.

Key words: diesel engine, operation, efficiency, fuel equipment, reliability, operation, quality.

Батыров Владимир Исмелович – кандидат технических наук, доцент кафедры технического обслуживания и ремонта машин в АПК, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик
Тел.: 8 928 706 95 72
E-mail: batyrov.53@mail.ru

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

Batyrov Vladimir Ismelovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Maintenance and Repair of Machines in Agroindustrial Complex, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik
Tel.: 8 928 706 95 72
E-mail: batyrov.53@mail.ru

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

Введение. Топливная аппаратура – один из главных узлов, обеспечивающих надежность и эффективность работы дизеля. В случае каких-то нарушений в ее работе и отказов имеют место значительные потери рабочего времени из-за простоев (продолжительностью 25-35% от общего времени простоя машин) [1, 2]. В процессе эксплуатации дизелей установлено, что существенную долю отказов агрегатов топливных систем составляют нарушения работоспособности прецизионных пар. Это связано с тем, что процесс их работы происходит в экстремальных условиях, вызванных существенными динамическими нагрузками в процессе эксплуатации и контактированием с топливом, характеризующимся повышенной абразивно-коррозионной агрессивностью. Следствием работы в указанных условиях является преждевременный выход из строя прецизионных пар, в результате чего, в конечном счете, нарушается нормальная работа и топливной аппаратуры, и всего дизеля.

Таким образом, надежность дизельных двигателей в значительной степени определяется работоспособностью топливной аппаратуры, около 50% отказов которой происходит вследствие загрязнения топлива. Так, загрязненность дизельного топлива за время его маршрута от завода-производителя к заказчику – предприятию, эксплуатирующему автомобили и тракторы, растет с 0,0005% до 0,063%, то есть больше, чем в 100 раз. Наибольшее загрязнение топлива пылью, песком и ржавчиной наблюдается на складах

нефтеперерабатывающих заводов и предприятий вследствие нарушения требований технологического регламента хранения и отпуска топлива. Как следствие, в баки автотракторной техники, более чем 90% случаев, попадает топливо, не соответствующее требованиям стандартов по загрязнению и другим физико-химическим показателям.

Основным направлением, способствующим повышению надежности топливоподающей аппаратуры дизельных двигателей, а также улучшению таких их главных показателей, как мощность и экономичность, считается научное обоснование допустимых в процессе эксплуатации изменений их регулировочных параметров [1-3].

Касательно топливной аппаратуры дизельных двигателей, основной обобщающий критерий – технико-экономический, при использовании которого обеспечиваются потребные качественные показатели функционирования и надежная работа механизма в течение установленного периода эксплуатации.

Использование указанного универсального критерия, являющегося основным показателем оптимизации, позволяет эффективно решать задачи различного типа.

Процесс установления допусков на параметры, наряду с условиями обеспечения требуемой надежности, предполагает учет затрат времени и стоимости контрольных и регулировочных мероприятий, а также затрат, обусловленных возникающими отказами. Процесс решения этой задачи осуществляется в несколько этапов [4-9]: составлением

функций потерь; оценкой вероятности отказа топливной аппаратуры с учетом допустимых изменений параметров; определением оптимальных характеристик допусков, которые обеспечивают минимальные потери.

Величина суммарных издержек, которые связаны с эксплуатацией большинства механизмов, определяется тем, каковы принята технология технического обслуживания и схема организации работ в процессе устранения неисправностей. В этом плане практически при условии нормальной эксплуатации по прошествии дискретных промежутков времени осуществляются мероприятия по контролю за параметрами топливной аппаратуры. Указанные мероприятия осуществляют посредством безразборной диагностики технического состояния дизеля в процессе технического обслуживания.

Результаты исследования. Процесс диагностирования топливной аппаратуры сопровождается определенными потерями C_{∂} . В случае, когда на изменения параметра имеется эксплуатационный допуск $x_K^H \leq x < x_K^6$, то в течение моментов времени T_K производят профилактическое регулирование той части механизма, значения параметров которой выходят за пределы границы эксплуатационного контрольного допуска $x_K^H \leq x < x_K^6$. В этом случае неизбежно появляются потери, например, затраты на профилактическое регулирование топливной аппаратуры C_{mo} .

Следует отметить, что существует некоторая вероятность отказа аппаратуры в течение периода времени T_K при любом допустимом значении параметра, что, в свою очередь, сопровождается затратами, связанными с процессом устранения отказа.

Следовательно, величина удельных суммарных издержек в течение периода эксплуатации равна:

$$C_{\Sigma}(D, T_K) = \frac{1}{T_K} \{C_{\partial} + p(D)C_{TO} + q(D)C_O\}, \quad (1)$$

где:

C_{∂} – издержки, связанные с диагностированием технического состояния механизма;

C_{mo} – издержки на техническое обслуживание механизма, которые связаны с потребностью регулирования его параметров;

C_O – издержки, которые связаны с процессом устранения отказа механизма;

$p(D)$ – вероятность осуществления операций по регулированию механизма при контроле;

$q(D)$ – вероятность отказа механизма в течение времени

T_K ; T_K – период межконтрольной наработки.

Оптимальный эксплуатационный допуск D_{opt} будет соответствовать минимальному значению целевой функции $C_{\Sigma}(D, T_K)$.

Если изменение технического состояния топливной аппаратуры сопровождается не только отказом всего механизма, но и ухудшением топливной экономичности дизеля, оптимальную величину эксплуатационного допуска следует выбирать, учитывая потери топлива в процессе эксплуатации. При этом целевой функцией оптимизации допустимых изменений параметров топливной аппаратуры могут служить удельные суммарные эксплуатационные издержки [2]:

$$U = [N_{\partial}(C_{\partial} + C_{\partial d}) + N_{\epsilon}(C_{\epsilon} + C_{\epsilon \epsilon}) + z_o C_O + C_m] \frac{1}{T}, \quad (2)$$

где:

$N_{\partial}(C_{\partial} + C_{\partial d})$ – величина средних суммарных издержек на диагностирование механизма, руб.;

$N_{\epsilon}(C_{\epsilon} + C_{\epsilon \epsilon})$ – величина средних суммарных издержек на восстановление параметра механизма, руб.;

$z_o C_O$ – величина средних суммарных издержек на устранение последствий отказа, руб.;

C_m – величина средних суммарных издержек, связанных с ростом удельного расхода топлива, вызванным неоптимальностью регулировок топливной аппаратуры, руб.;

T – ресурс двигателя, мото-ч.

В выражении (2) переменные составляющие – количество восстановлений

N_g , количество отказов z_o , перерасход топлива C_m . При этом N_g , z_o , C_m определяются как уровнем надежности механизма, так и стабильностью параметров топливной аппаратуры в процессе эксплуатации.

На основании изложенного, управляющий фактор, определяющий и надежность механизмов топливной аппаратуры, и уровень затрат на ее эксплуатацию, – допустимое изменение регулировочных параметров топливной аппаратуры. Оптимальное значение допустимого изменения параметра соответствует минимальному значению целевой функции (2), которая включает дискретные (U_δ) и непрерывные (U_n) затраты на эксплуатацию аппаратуры:

Литература

1. Шекихачев Ю.А., Батыров В.И., Балкаров Р.А., Чеченов М.М., Карданов Х.Б. Исследование влияния неравномерности подачи топлива на показатели работы дизельного двигателя // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 5 (263). – С. 18-21.
2. Батыров В.И., Болотоков А.Л. Исследование изменения параметров технического состояния распылителей форсунок ФД-22 серийного и опытного в эксплуатации // Материалы Международной НПК, посвященной 50-летию факультета механизации и энергообеспечения предприятий. – Нальчик. – 2011. – С. 122-126.
3. Шекихачев Ю.А., Батыров В.И., Балкаров Р.А., Шекихачева Л.З., Губжоков Х.Л. Исследование режимов работы дизельных двигателей тракторов в реальных условиях эксплуатации // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 4 (262). – С. 14-19.
4. Шекихачев Ю.А., Батыров В.И., Балкаров Р.А., Шекихачева Л.З. Влияние эксплуатационных режимов на экологические параметры автомобилей // Научная жизнь. – 2019. – Т. 14. – № 3 (91). – С. 330-336.

$$U = U_\delta + U_n \Rightarrow \min. \quad (3)$$

Выводы. 1. В процессе обоснования допустимых изменений регулировочных параметров топливной аппаратуры универсальным и эффективным критерием служит комплексный технико-экономический критерий, который отражает и уровень надежности, и весь комплекс затрат, связанных с эксплуатацией механизма.

2. Составляющие функции оптимизации – дискретные затраты на диагностирование технического состояния механизма, на восстановление его работоспособности при технических обслуживаниях и устранение отказов, а также непрерывные издержки, причина которых – перерасход топлива, вызванный неоптимальностью регулировочных параметров механизма.

5. Шекихачев Ю.А., Батыров В.И., Карданов Х.Б., Чеченов М.М., Шекихачева Л.З. Повышение надежности распылителей форсунок автотракторных дизелей // Научная жизнь. – 2019. – Т. 14. – № 6 (94). – С. 929-937.

References

1. Shekihachev Yu.A., Batyrov V.I., Balkarov R.A., Chechenov M.M., Kardanov H.B. Issledovanie vliyaniya neravnomernosti podachi topliva na pokazateli raboty dizel'nogo dvigatelya // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. – 2019. – № 5 (263). – S. 18-21.
2. Batyrov V.I., Bolotokov A.L. Issledovanie izmeneniya parametrov tekhnicheskogo sostoyaniya raspylitelej forsunok FD-22 serijnogo i opytnogo v ekspluatatsii // Materialy Mezhdunarodnoj NPK, posvyashchennoj 50-letiyu fakul'teta mekhanizatsii i energoobespecheniya predpriyatij. – Nal'chik. – 2011. – S. 122-126.
3. Shekihachev Yu.A., Batyrov V.I., Balkarov R.A., Shekihacheva L.Z., Gubzhokov H.L. Issledovanie rezhimov raboty dizel'nyh dvigatelyej traktorov v real'nyh usloviyah ekspluatatsii // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. – 2019. – № 4 (262). – S. 14-19.
4. Shekihachev Yu.A., Batyrov V.I., Balkarov R.A., Shekihacheva L.Z. Vliyanie ekspluatatsionnyh rezhimov na ekologicheskie parametry

avtomobilej // Nauchnaya zhizn'. – 2019. – Т. 14. – № 3 (91). – С. 330-336.

5. *Shekihachev Yu.A., Batyrov V.I., Kardanov H.B., Chechenov M.M., Shekihacheva L.Z.* Povyshenie nadezhnosti raspylitelej forsunok avtotraktornyh dizelej // Nauchnaya zhizn'. – 2019. – Т. 14. – № 6 (94). – С. 929-937.

6. *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 НПК «Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК». – Ставрополь: АГРУС. – 2008. – С. 17-21.

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

8. *Шекихачев Ю.А., Батыров В.И., Карданов Х.Б., Шекихачева Л.З.* Пути повышения равномерности параметров топливоподачи дизельной топливной аппаратуры // Человек и современный мир. – 2019. – № 3 (28). – С. 246-252.

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

6. *Nagoev V.N., Kojchev V.S., Batyrov V.I., Gazizov I.I.* Optimizaciya regulirovochnyh parametrov toplivnoj apparatury dizelej pri vypolnenii remontno-obsluzhivayushchih работ // Materialy III Mezhdunarodnoj NPK «Aktual'nye problemy nauchno-tekhnicheskogo progressa v APK». – Stavropol': AGRUS. – 2008. – С. 17-21.

7. *Batyrov V.I., Kojchev V.S., Bolurov A.Sh.* Vliyanie dinamicheskikh rezhimov ekspluatatsii na regulirovochnye parametry avtomobil'nyh

dvigatelej // Sb. nauch. statej «Aktual'nye problemy nauchno-tekhnicheskogo progressa v APK» po materialam III Mezhdunarodnoj NPK v ramkah X Mezhdunarodnoj agropromyshlennoj vystavki «Agrouniversal – 2008». – Stavropol': «AGRUS». – 2008. – С. 112-116.

8. *Shekihachev Yu.A., Batyrov V.I., Kardanov H.B., Shekihacheva L.Z.* Puti povysheniya ravnomernosti parametrov toplivopodachi dizel'noj toplivnoj apparatury // Chelovek i sovremennyy mir. – 2019. – № 3 (28). – С. 246-252.

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

