

selkhoz mashin / D.A. Krivenko, A.V. Ishkov, V.A. Novozhenov V.A // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2023. – No. 3 (221). – S. 86-94.

13. Stukanov, V.A. Osnovy teorii avtomobilnykh dvigatelei i avtomobilia / V.A. Stukanov. – Moskva: Forum: Infra-M, 2005. – 368 s.

14. Kuleshov, S.A. Matematicheskoe modelirovanie i kompiuternaia optimizatsiia toplivopodachii rabochikh protsessov dvigatelei vnutrennego sgoraniia / S.A. Kuleshov, L.V. Grekhov / uchebnoe posobie. – Moskva: MGТУ im. N.E. Baumana, 2000. – 64 s.

15. Programmnyi kompleks DIZEL-RK: ofitsialnyi sait. – Elektron. resurs. – Rezhim dostupa: <https://diesel-rk.ru/Rus/> (12.01.2024).

16. Dizeli D-243, D-245 i ikh modifikatsii / rukovodstvo po ekspluatatsii. – Minsk: OAO MMZ, 2009. – 80 s.

17. Dizeli D-260.1 S2, D-260.2 S2, L-260.4 S2, L-260.6 S2, L-260.6 S2 / rukovodstvo po ekspluatatsii. – Minsk: OAO MMZ, 2011. – 103 s.

18. GOST 52368-2005 (EN 590:2009). Topливо dizelnoe Evro. Tekhnicheskie usloviia. – Moskva: Standartinform, 2009. – 39 s.

19. Okunev, G.A. Tendentsii formirovaniia parka traktorov dlia selskikh tovaroproizvoditelei / G.A. Okunev, N.A. Kuznetsov, A.V. Lukovtsev //

Vestnik Kurganskoi GSKhA. – 2020. – No. 4. – S. 74-80.

20. Petrichenko R.M. Fizicheskie osnovy vnutritsilindrovnykh protsessov v dvigateliakh vnutrennego sgoraniia / R.M. Petrichenko. – Leningrad: LGU, 1983. – 244 s.

21. Okhotnikov B.L. Ekspluatatsiia dvigatelei vnutrennego sgoraniia / B.L. Okhotnikov / uchebnoe posobie. – Ekaterinburg: Izd-vo Uralskogo un-ta, 2014. – 140 s.

22. Selivanov, N.I. Ispytaniia avtotraktornykh dvigatelei / N.I. Selivanov / uchebnoe posobie. – Krasnoiar'sk: Izd-vo KrasGAU, 2014. – 220 s.

23. Pankov, Iu. V. Kolichestvennye sootnosheniia i svoistva smesevykh sistem uglevodородnogo sostava dlia dizelnogo dvigatel'ia / Iu. V. Pankov, L. A. Novopashin, L. V. Denezhko, A. A. Sadov // Agrarnyi vestnik Urala. – 2016. – No. 12 (154). – S. 72-76.

24. Godina, E.D. Opredelenie stepeni teploty sgoraniia dizelnogo smesevogo topliva iz soevogo masla / E.D. Godina // Vestnik Severo-Vostochnogo federal'nogo universiteta im. M.K. Ammosova. – 2013. – T. 10, No. 5. – S. 25-29.

25. Ukhanov, A.P. Eksperimentalnaia otsenka vliianiia smesevogo topliva na pokazateli rabocheho protsessa dizel'ia / A.P. Ukhanov, E.A. Sidorov, L.I. Sidorova, E.D. Godina // Izvestiia Samarskoi GSKhA. – 2012. – No. 3. – S. 33-37.



УДК 621.43

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-233-3-84-91

Р.В. Даманский

R.V. Damanskiy

ПОВЫШЕНИЕ НАРАБОТКИ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВС ТРАКТОРОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК

INCREASING THE OPERATING TIME OF TRACTOR DIESEL INTERNAL COMBUSTION ENGINES AT AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX ENTERPRISES

Ключевые слова: ресурс, распылитель, форсунка, прецизионная пара, льняное масло, присадка.

Решается вопрос о снижении наработки деталей топливной системы автотракторных дизельных ДВС. Указана актуальность повышения наработки ДВС тракторов, эксплуатируемых в условиях АПК. Отмечена необходимость в снижении изнашивания и повышения наработки деталей топливной системы дизелей. Представлен способ увеличения наработки узлов топливной

системы. Автором отмечено, что одним из способов повышения наработки ДВС тракторов является улучшение эксплуатационных свойств дизельных топлив. Поставлена задача повышения наработки и обеспечения ресурса прецизионных пар распылителей форсунок дизелей посредством улучшения эксплуатационных свойств топлив. Целью исследований является оценка влияния эксплуатационных свойств дизельного топлива с присадкой на основе растительных масел (талловое и льняное) на процесс изнашивания деталей рас-

пылителей форсунок дизельных ДВС. В качестве противоизносной присадки, обеспечивающей увеличение наработки топливной системы дизельных двигателей тракторов и комбайнов в условиях АПК, представлена присадка ПТЛМ. Приведена методика оценки изнашивания прецизионных деталей распылителей форсунок. Определена номинальная концентрация присадки в дизельном топливе, применение которой обеспечивает наименьший весовой износ клапана распылителя форсунки. Описана методика исследования динамики износа деталей распылителя форсунки ФД-22, проведённая на топливном стенде КИ-921М. Представлены результаты стендовых безмоторных сравнительных испытаний распылителей, работающих на товарном и экспериментальном топливе. Получены регрессионные модели интенсивности износа деталей распылителя форсунки от концентрации присадки ПТЛМ в топливе. Установлена причинно-следственная связь увеличения интенсивности весового изнашивания при повышении концентрации присадки ПТЛМ в дизельном топливе.

Keywords: *service life, sprayer, nozzle, precision pair, linseed oil, additive.*

The issue of reducing the operating time of parts of the fuel system of automotive diesel internal combustion engines is discussed. The relevance of increasing the operating time of the internal combustion engines of tractors operated in the agro-industrial complex is emphasized. The need to reduce wear and increase the operating time of

diesel fuel system parts is discussed. A method of increasing the operating time of fuel system components is presented. The author points out that one of the ways to increase the operating time of tractor internal combustion engines is to improve the performance properties of diesel fuels. The objective is to increase the operating time and ensure the service life of precision pairs of diesel injector nozzles by improving the performance properties of fuels. The research goal is to evaluate the influence of the performance properties of diesel fuel with an additive based on vegetable oils (tall oil and linseed oil) on the wear process of parts of injector nozzles of diesel internal combustion engines. The PTLM additive is presented as an anti-wear additive that ensures an increase of the operating time of the fuel system of diesel engines of tractors and combines under agricultural conditions. A procedure for assessing the wear of precision parts of injector nozzles is presented. The nominal concentration of the additive in diesel fuel has been determined; its use ensures the least weight wear of the injector nozzle valve. A method for studying the dynamics of part wear of the FD-22 injector nozzle carried out on the KI-921M fuel stand is described. The results of engineless bench comparative tests of atomizers operating with commercial and experimental fuels are presented. Regression models of the wear rate of injector nozzle parts on the concentration of the PTLM additive in the fuel were obtained. A cause-and-effect relationship was found for increase of weight wear intensity with increased concentration of the PTLM additive in diesel fuel.

Даманский Роман Викторович, к.т.н., науч. сотр., ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», г. Омск, Российская Федерация, e-mail: damanskiy@anc55.ru.

Damanskiy Roman Viktorovich, Cand. Tech. Sci., Researcher, Omsk Agricultural Scientific Center, Omsk, Russian Federation, e-mail: damanskiy@anc55.ru.

Введение

Важнейшей технической задачей инженеров-механиков предприятий АПК является обеспечение стабильной работы дизельных двигателей внутреннего сгорания (ДВС), установленных в мобильных энергетических средствах (МЭС). Дизельные ДВС машинно-тракторных агрегатов и других МЭС, в большей степени, зависят от обеспечения и сохранения ресурса узлов и деталей. Выполнение поставленной задачи способствует повышению ресурса и наработки ДВС тракторов, что отражается на затратах ремонта и ТО. Результаты аналитических данных по износу прецизионных деталей топливной системы позволили установить взаимосвязь низкого ресурса с качеством смазывающих характеристик топлив. Повышение качества смазывающих характеристик топлив обеспечивается посредством противоизносных присадок [1-3].

Эксплуатация тракторов в условиях АПК сравнительно сокращает наработку топливной

системы ДВС, что создаёт необходимость в обеспечении ресурса прецизионных деталей посредством легирования дизельного топлива присадкой, изменив эксплуатационные свойства подбором компонентов и установлении рациональной концентрации. Применение указанного типа присадок в дизельном топливе может стать решением увеличения ресурса ТНВД и распылителей форсунок автотракторной техники [4, 5].

Цель исследования – оценка весового изнашивания деталей распылителей форсунок дизельных ДВС, эксплуатируемых на топливе с противоизносной присадкой ПТЛМ на основе растительных масел (талловое и льняное), обеспечивающих функционирование двигателей тракторов и комбайнов в условиях АПК.

Объекты и методы

Исследование весового изнашивания деталей распылителей при износных стендовых испытаниях проведено на форсунках типа ФД-22.

Весовой износ деталей распылителя (иглы и корпуса) определяли при эксплуатации форсунок на дизельном топливе ГОСТ 32511-2013 с присадкой ПТЛМ при концентрации 1-3% в дизельном топливе.

Проведение стендовых испытаний распылителей форсунок ФД-22 осуществлялось следующим образом [9]:

Перед испытаниями на стенде КИ-921М были выполнены соответствующие работы по настройке и регулированию ТНВД и форсунок типа ФД-22. В качестве ТНВД выступал топливный насос УТН-5, к нему отнесен соответствующий комплект рабочих форсунок ФД-22. Следует отметить, что все комплектующие проверены на соответствие требованиям испытаний.

Параметры топливного насоса проверяли согласно ГОСТ 10578 [10], параметры топливоподкачивающих насосов – согласно ГОСТ 15829 [11].

Контрольные испытания и регулировку форсунок проводили на приборе КИ-3333 согласно ГОСТ 10579 [12]. В соответствии с методикой испытания форсунки были отрегулированы на давление впрыска 17,5 МПа.

Исследование динамики износа деталей распылителя форсунки ФД-22 проводили на топливном стенде КИ-921М, усовершенствованном в соответствии с методическими особенностями экспериментальных исследований. Стенд КИ-921М включает в себя бак для топлива, топливный насос высокого давления (ТНВД), соединительную арматуру и форсунки марки ФД-22. Установленный на стенде насос приводился во вращение от электродвигателя с частотой вращения ротора 1250 мин.⁻¹ [13].

Экспериментальная часть

Определение весового износа деталей распылителей. В процессе стендовых безмоторных испытаний на износ деталей распылителей форсунок ФД-22 контролировали изменение веса деталей прецизионных пар и изменение геометрических параметров уплотнительного пояса иглы распылителя [14].

С целью определения весового изнашивания деталей распылителей проводили контрольные измерения перед и во время испытаний (на протяжении 2500 мото-ч). Интервал между измерениями 250 мото-ч. Повторность измерений 3-кратная. Доверительная вероятность $q = 0,8$, относительная ошибка $\varepsilon = 0,1$ [15-18].

Перед процессом взвешивания детали распылителей проходили процедуру очистки: иглу и корпус распылителя промывали в бензине марки Б-70. Просушивание проходило посредством сушильного шкафа. Температура просушки 120-130°C.

Снятие показателей веса деталей проведены посредством электронных весов ВЛТЭ-150 [16].

Результаты исследования и их обсуждение

Цель проведения испытаний распылителей форсунок при их работе на товарном дизельном топливе ГОСТ 32511 и на образце дизельного смесового топлива (с присадкой ПТЛМ) – определение износа деталей распылителя форсунки, а также концентрации присадки ПТЛМ в топливе и предельной наработки распылителей форсунок.

Результаты определения весового износа деталей распылителей. Весовой износ деталей распылителей определяли по потере веса иглы и корпуса распылителя.

Однородность параллельных опытов установлена по критерию Кохрена. $G_{расч} = 0,2141 < G_{табл} = 0,2758$ при числе степеней свободы $f_1=2$ и $f_2 = 9$.

При обработке результатов весового износа получены следующие регрессионные зависимости:

- динамика изнашивания деталей распылителя от содержания присадки ПТЛМ в товарном дизельном топливе [9, 13]:

износ клапана (иглы):

$$I_u = 2,66 \cdot 10^{-5} \alpha^2 - 5,22 \cdot 10^{-5} \alpha + 1,14 \cdot 10^{-4},$$

$$R^2 = 0,914; \quad (1)$$

износ корпуса:

$$I_k = 2,495 \cdot 10^{-5} \alpha^2 - 7,971 \cdot 10^{-5} \alpha + 2,93 \cdot 10^{-4},$$

$$R^2 = 0,9794. \quad (2)$$

На графике наглядно показана разница весового износа клапана форсунки типа ФД-22 (рис. 1).

Таким образом, установлено уменьшение веса клапана (иглы) в следующих значениях:

Наработка 1500 мото-ч	
Образец испытываемого топлива	Потери веса детали, г
Товарное ДТ ГОСТ 32511	0,021
ДТ + 1% ПТЛМ	0,014
ДТ + 2% ПТЛМ	0,016
ДТ + 3% ПТЛМ	0,018

Наработка 2500 мото-ч	
Товарное ДТ ГОСТ 32511	0,072
ДТ + 1% ПТЛМ	0,052

ДТ + 2% ПТЛМ	0,056
ДТ + 3% ПТЛМ	0,063

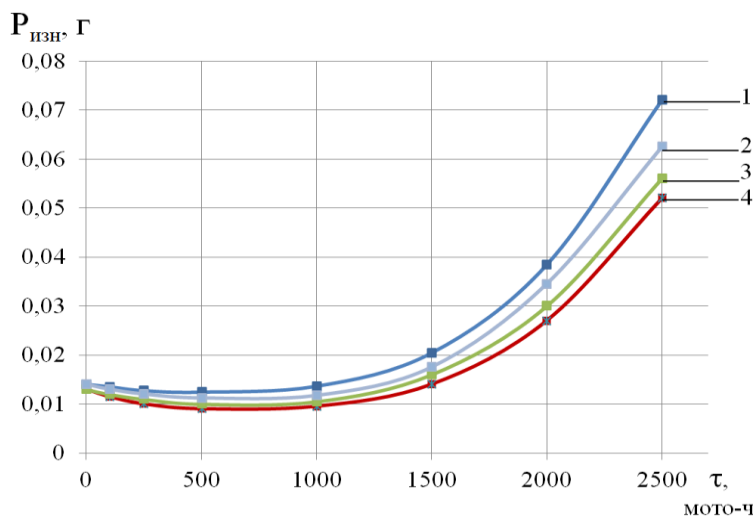


Рис. 1. Изменение веса клапана распылителя форсунок ФД-22:
 1 – образцы товарного ДТ ГОСТ 32511; 2 – образцы ДТ + 3% ПТЛМ;
 3 – образцы ДТ + 2% ПТЛМ; 4 – образцы ДТ + 1% ПТЛМ

На графике показана разница весового износа корпуса распылителя форсунки типа ФД-22 [9, 16] (рис. 2).

Таким образом, установлено уменьшение веса корпуса распылителя в следующих значениях:

Наработка 1500 мото-ч	
Образец испытываемого топлива	Потери веса детали, г
Товарное ДТ ГОСТ 32511	0,081
ДТ + 1% ПТЛМ	0,048
ДТ + 2% ПТЛМ	0,056
ДТ + 3% ПТЛМ	0,067

Наработка 2500 мото-ч	
Товарное ДТ ГОСТ 32511	0,265
ДТ + 1% ПТЛМ	0,194
ДТ + 2% ПТЛМ	0,219
ДТ + 3% ПТЛМ	0,241

Согласно полученным данным следует вывод: при эксплуатации распылителя форсунки ФД-22 на товарном топливе ГОСТ 32511 потери веса деталей составляют 0,063 г для клапана и 0,265 г для корпуса.

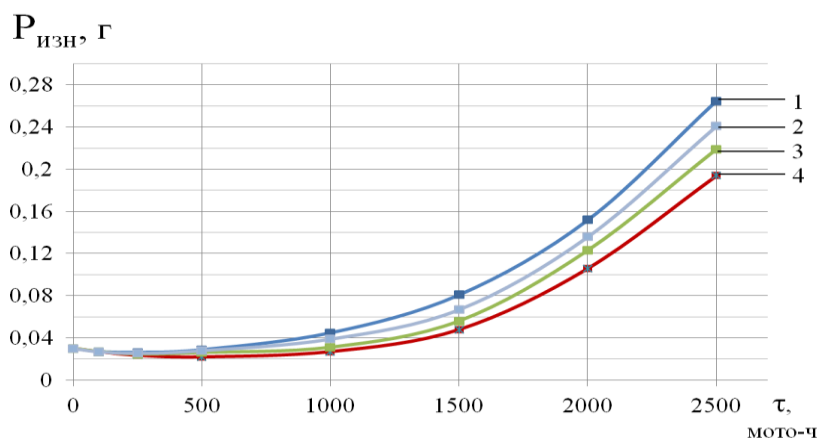


Рис. 2. Изменение веса корпуса распылителя форсунок ФД-22:
 1 – образцы товарного ДТ ГОСТ 32511; 2 – образцы ДТ + 3% ПТЛМ; 3 – образцы ДТ + 2% ПТЛМ;
 4 – образцы ДТ + 1% ПТЛМ

При исследовании образцов топлив с содержанием 1% присадки ПТЛМ потери веса деталей составляют 0,052 г для клапана и 0,194 г для корпуса.

Согласно представленным кривым изменение весового износа иглы и корпуса распылителей, при наработке 100 мото-ч, происходило независимо от концентрации присадки ПТЛМ в дизельном топливе (рис. 1, 2). Это объясняется действием ударной нагрузки.

В диапазоне наработки 0-500 мото-ч интенсивность изнашивания сопряжений уменьшалась. Этот факт объясняется приработкой поверхности сопряжения деталей распылителей с образованием рабочей плоскости.

В диапазоне наработки 500-1000 мото-ч (режим нормальной работы прецизионных пар распылителей) интенсивность изнашивания сопряжений увеличивалась от 0,02 до 0,04 г.

В диапазоне наработки 1500-2500 мото-ч наблюдается катастрофический износ поверхности деталей сопряжения от 0,05 до 0,06 г.

Заключение

Концентрация присадки ПТЛМ в дизельном топливе 1% уменьшает весовой износ иглы и корпуса распылителей на 32%. При увеличении концентрации ПТЛМ в дизельном топливе свыше 1% увеличивается весовой износ иглы и корпуса распылителей на 12% и более.

Следовательно, действие присадки ПТЛМ в товарном дизельном топливе с содержанием её 1% ($\pm 0,1\%$) снижает степень износа деталей распылителей форсунок.

Выводы

1. Эффект присадки ПТЛМ в дизельном топливе в концентрации 1% ($\pm 0,5\%$) позволяет уменьшить изнашивание деталей распылителей форсунок.

2. Оптимальная концентрация присадки ПТЛМ в дизельном топливе составила 1%, при которой уменьшение весового износа иглы и корпуса распылителей произошло на 32%.

3. Увеличение концентрации ПТЛМ в дизельном топливе свыше 1% способствовало увеличению весового износа иглы и корпуса распылителей на 12% и более, что объясняется образованием рыхлой и неустойчивой смазывающей плёнки вследствие повышенной концентрации компонентов присадки.

Библиографический список

1. Влияние биопрепаратов комплексного действия на биологическую активность ризосферы и продуктивность льна-долгунца / О. Ф. Хамова, А. И. Мансапова, М. А. Горбова [и др.]. – DOI 10.25680/S19948603.2021.119.14. – Текст: непосредственный // Плодородие. – 2021. – № 2 (119). – С. 52-55. – EDN LFYARU.
2. Цифровые решения при техническом сервисе сельскохозяйственной техники: аналитический обзор / И. Г. Голубев, Н. П. Мишуров, В. Ф. Федоренко [и др.]. – Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 76 с. – ISBN 978-5-7367-1569-5. – Текст: непосредственный.
3. Керученко, Л. С. Факторы, определяющие износ запорного сопряжения распылителя форсунки дизельного двигателя / Л. С. Керученко, И. В. Веретено, Р. В. Даманский. – Текст: непосредственный // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2016. – № 2 (22). – С. 222-227.
4. Даманский, Р. В. Производство биодизельного топлива / Р. В. Даманский, Л. С. Керученко // Инновационные пути развития животноводства XXI века: сборник материалов / Научно-практическая (заочная) конференция с международным участием, Омск, 11 декабря 2015 года. – Омск: ИП Макшеевой Е.А., 2015. – С. 73-78.
5. Анализ качества дизельного топлива по его кинематической вязкости / С. П. Прокопов, О. В. Мяло, Е. И. Мальцева, А. Ю. Головин. – Текст: непосредственный // Инновационные технологии в АПК, как фактор развития науки в современных условиях: сборник материалов / Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция, Омск, 29 ноября 2019 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, 2019. – С. 304-307.
6. Присадки и требования, предъявляемые к ним / Е. И. Мальцева, Н. В. Охрименко, Е. В. Перфильева, С. С. Мальцев. – Текст: непосредственный // Научное и техническое обеспечение АПК, состояние и перспективы развития: сборник материалов / IV Международная научно-практическая конференция, Омск, 15 апреля 2020 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, 2020. – С. 156-158.
7. Перспектива использования синтетического жидкого топлива как источника энергии /

А. В. Тихахин, Е. И. Мальцева, Л. Л. Фалькович, В. Н. Грицкевич. – Текст: непосредственный // Инновационные технологии в АПК, как фактор развития науки в современных условиях: сборник материалов / Международная научно-исследовательская конференция, посвященная 70-летию создания факультета ТС в АПК (МХ ФАК), Омск, 26 ноября 2020 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, 2020. – С. 613-616.

8. Захаров, С. В. Определение запальной дозы дизельного топлива при работе дизеля по газодизельному циклу / С. В. Захаров, Л. С. Керученко, Е. И. Мальцева. – Текст: непосредственный // Каталог научных и инновационных разработок ФГБОУ ВО Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина: сборник материалов по итогам научно-исследовательской деятельности. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2021. – С. 387-390.

9. Метанол в качестве заменителей дизельных топлив в ДВС / И. Р. Тухбатулин, Д. В. Харченко, А. Ю. Филоненко, А. С. Союнов. – Текст: непосредственный // Роль научно-исследовательской работы обучающихся в развитии АПК: сборник материалов / Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция, Омск, 18 февраля 2021 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, 2021. – С. 482-487.

10. ГОСТ 10578-95. Насосы топливные дизельные. Введен 28.04.1997. – Москва: ИПК Изд-во Стандартов, 2000. – 3 с. – Текст: непосредственный.

11. ОСТ 23.1-364-81. Насосы топливные высокого давления тракторных и комбайновых дизелей. Метод ускоренных испытаний на надежность. – Взамен ОСТ 23.1-364-73; введ. 1982-01-07. – Москва: Изд-во ЦНИТА, 1982. – 28 с. – Текст: непосредственный.

12. Свиридов, Ю. Б. Топливо и топливоподача автотракторных дизелей / Ю. Б. Свиридов, Л. В. Малявинский, М. М. Випперт. – Ленинград: Машиностроение, 1979. – 248 с. – Текст: непосредственный.

13. Keruchenko, L. S. Improvement of antiwear properties of diesel fuels by compounding with additive based on tall and linseed oil / L. S. Keruchenko, R. V. Damanskiy // International Journal of Engineering and Advanced Technology. – 2019. – Vol. 8, No. 5. – P. 2174-2177.

14. Керученко, Л. С. Изменение зазора в запорном сопряжении распылителя форсунки двигателя / Л. С. Керученко, Т. Ю. Гурин, Р. В. Даманский. – Текст: непосредственный // Сельский механизатор. – 2017. – № 11. – С. 36-37.

15. Даманский, Р. В. К вопросу о повышении долговечности распылителей форсунок / Р. В. Даманский, Л. С. Керученко. – Текст: непосредственный // Перспективные технологии в аграрном производстве: человек, «цифра», окружающая среда (AgroProd 2021): сборник материалов / Международная научно-практическая конференция, Омск, 28 июля 2021 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, 2021. – С. 304-310.

16. Даманский, Р. В. Исследование параметров износа уплотняющего пояса запорного конуса иглы распылителя форсунки ФД-22 при работе на дизельном топливе с добавкой / Р. В. Даманский, Л. С. Керученко, А. Е. Немцев. – Текст: непосредственный // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2020. – № 4 (40). – С. 118-124.

17. Шулико, Н. Н. Экологическое состояние лугово-черноземной почвы при длительном орошении / Н. Н. Шулико, А. Ю. Тимохин, Е. В. Тукмачева. – DOI 10.18286/1816-4501-2021-3-79-85. – Текст: непосредственный // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 3(55). – С. 79-85.

18. Биологическая активность почвы ризосферы овса посевного (*Hordeum vulgare* L.) при инокуляции семян ассоциативными diaзотрофами / А. А. Божко, Н. А. Поползухина, О. Ф. Хамова [и др.]. – DOI 10.26178/AE.2019.15.54.010. – Текст: непосредственный // Проблемы агрохимии и экологии. – 2019. – № 2. – С. 60-64.

References

1. Vliianie biopreparatov kompleksnogo deistviia na biologicheskuiu aktivnost rizosfery i produktivnost Ina-dolguntsa / O. F. Khamova, A. I. Mansapova, M. A. Gorbova [i dr.] // Plodorodie. – 2021. – No. 2 (119). – S. 52-55. – DOI 10.25680/S19948603.2021.119.14. – EDN LFYARU.

2. Tsifrovye resheniia pri tekhnicheskome servise selskokhoziaistvennoi tekhniki: Analiticheskii obzor / I. G. Golubev, N. P. Mishurov, V. F. Fedorenko [i dr.]. – Moskva: FGBNU "Rosin-

formagrotekh", 2020. – 76 s. – ISBN 978-5-7367-1569-5.

3. Keruchenko, L. S. Faktory, opredeliaiushchie iznos zapornogo sopriazheniia raspylitelia forsunki dizelnogo dvigatel'ia / L. S. Keruchenko, I. V. Vereteno, R. V. Damanskii // Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – No. 2 (22). – S. 222-227.

4. Damanskii, R. V. Proizvodstvo biodizelnogo topliva / R. V. Damanskii, L. S. Keruchenko // Innovatsionnye puti razvitiia zhivotnovodstva XXI veka: Materialy nauchno-prakticheskoi (zaochnoi) konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, Omsk, 11 dekabria 2015 goda. – Omsk: IP Makshevoi E.A., 2015. – S. 73-78.

5. Analiz kachestva dizelnogo topliva po ego kinemacheskoi viazkosti / S. P. Prokopov, O. V. Mialo, E. I. Maltseva, A. Iu. Golovin // Innovatsionnye tekhnologii v APK, kak faktor razvitiia nauki v sovremennykh usloviakh: sbornik Vserossiiskoi (natsionalnoi) nauchno-prakticheskoi konferentsii, Omsk, 29 noiabria 2019 goda. – Omsk: Omskii GAU, 2019. – S. 304-307.

6. Prisdaki i trebovaniia predieiavljaemye k nim / E. I. Maltseva, N. V. Okhrimenko, E. V. Perfilova, S. S. Maltsev // Nauchnoe i tekhnicheskoe obespechenie APK, sostoianie i perspektivy razvitiia: sbornik IV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Omsk, 15 apreilia 2020 goda. – Omsk: Omskii GAU, 2020. – S. 156-158.

7. Perspektiva ispolzovaniia sinteticheskogo zhidkogo topliva kak istochnika energii / A. V. Tikakhin, E. I. Maltseva, L. L. Falkovich, V. N. Gritskovich // Innovatsionnye tekhnologii v APK, kak faktor razvitiia nauki v sovremennykh usloviakh: Sbornik mezhdunarodnoi nauchno-issledovatel'skoi konferentsii, posviashchennoi 70-letiiu sozdaniia fakulteta TS v APK (MEKh FAK), Omsk, 26 noiabria 2020 goda. – Omsk: Omskii GAU, 2020. – S. 613-616.

8. Zakharov, S. V. Opredelenie zapalnoi dozy dizelnogo topliva pri rabote dizel'ia po gazo-dizelnomu tsiklu / S. V. Zakharov, L. S. Keruchenko, E. I. Maltseva // Katalog nauchnykh i innovatsionnykh razrabotok FGBOU VO Omskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet imeni P.A. Stolypina: sbornik materialov po itogam nauchno-issledovatel'skoi deiatelnosti. – Omsk: Omskii GAU, 2021. – S. 387-390.

9. Metanol v kachestve zamenitelei dizelnykh topliv v DVS / I. R. Tukhbatulin, D. V. Kharchenko,

A. Iu. Filonenko, A. S. Soiunov // Rol nauchno-issledovatel'skoi raboty obuchaiushchikhsia v razvitiu APK: Sbornik Vserossiiskoi (natsionalnoi) nauchno-prakticheskoi konferentsii, Omsk, 18 fevralia 2021 goda. – Omsk: Omskii GAU, 2021. – S. 482-487.

10. GOST 10578-95. Nasosy toplivnye dizelnye. Vveden 28.04.1997. – Moskva: IPK Izd-vo Standartov, 2000. – 3 s.

11. OST 23.1-364-81. Nasosy toplivnye vysokogo davleniia traktornykh i kombainovykh dizelei. Metod uskorennykh ispytaniia na nadezhnost. – Vzamen OST 23.1-364-730; vved. 1982-01-07. – Moskva: Izd-vo TsNITA, 1982. – 28 s.

12. Sviridov, Iu.B. Topливо i toplivopodacha avtotraktornykh dizelei / Iu.B. Sviridov, L.V. Maliavinskii, M.M. Vippert. – Leningrad: Mashinostroenie, 1979. – 248 s.

13. Keruchenko, L. S. Improvement of anti-wear properties of diesel fuels by compounding with additive based on tall and linseed oil / L. S. Keruchenko, R. V. Damanskii // International Journal of Engineering and Advanced Technology. – 2019. – Vol. 8, No. 5. – P. 2174-2177.

14. Keruchenko, L. S. Izmenenie zazora v zapornom sopriazhenii raspylitelia forsunki dvigatel'ia / L. S. Keruchenko, T. Iu. Gurin, R. V. Damanskii // Selskii mekhanizator. – 2017. – No. 11. – S. 36-37.

15. Damanskii, R. V. K voprosu o povyshenii dolgovechnosti raspylitelei forsunok / R. V. Damanskii, L. S. Keruchenko // Perspektivnye tekhnologii v agrarnom proizvodstve: chelovek, "tsifra", okruzhaiushchaia sreda (AgroProd 2021): Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Omsk, 28 iul'ia 2021 goda. – Omsk: Omskii GAU, 2021. – S. 304-310.

16. Damanskii, R. V. Issledovanie parametrov iznosa uplotniaiushchego poiaska zapornogo konusa igly raspylitelia forsunki FD-22 pri rabote na dizelnom toplive s dobavkoi / R. V. Damanskii, L. S. Keruchenko, A. E. Nemtsev // Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – No. 4 (40). – S. 118-124.

17. Shuliko, N. N. Ekologicheskoe sostoianie lugovo-chernozemnoi pochvy pri dlitel'nom oroshenii / N. N. Shuliko, A. Iu. Timokhin, E. V. Tukmacheva // Vestnik Ul'ianovskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii. – 2021. – No. 3 (55). – S. 79-85. – DOI 10.18286/1816-4501-2021-3-79-85.

18. Biologicheskaiia aktivnost pochvy rizosfery ovsa posevnogo (*Hordeum vulgare* L.) pri inkuliatcii semian assotsiativnymi diazotrofami /



УДК 631.362-047.37

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-233-3-91-98

В.А. Угаров, С.Ф. Сороченко

V.A. Ugarov, S.F. Sorochenko

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДСЕВНОГО РЕШЕТА ЦЕНТРОБЕЖНО-РЕШЕТНОГО СЕПАРАТОРА С ЛОПАСТНЫМ АКТИВАТОРОМ

LABORATORY STUDIES OF CLEANING SCREEN OF CENTRIFUGAL SIEVE SEPARATOR WITH VANE ACTIVATOR

Ключевые слова: зерновой ворох, сепаратор, горизонтальное центробежное решето, активатор, режимы движения сыпучей среды, мелкие примеси, полнота выделения.

Разрабатываемый в АлтГТУ горизонтальный центробежно-решетный сепаратор с лопастным активатором содержит подсевное и колосовое решета, предназначенные для выделения из зернового вороха, соответственно, мелких и крупных примесей. Цель исследования – экспериментальное исследование работы подсевного решета центробежно-решетного сепаратора с лопастным активатором. Разработана и изготовлена лабораторная установка, позволяющая оценить качество работы подсевного решета горизонтального центробежно-решетного сепаратора. Вначале исследовалась работа цилиндрического решета без активатора. Увеличение частоты вращения цилиндрического решета и, соответственно, кинематического режима приводит к интенсификации выделения мелких примесей. Увеличение полноты выделения мелких примесей происходит по линейной зависимости, а при дальнейшем увеличении частоты вращения – по квадратичной зависимости с максимумом при частоте вращения 74 об/мин. При рассмотренных частотах вращения решета определены режимы движения зернового вороха – от перекатного до водопадного. Интенсивность выделения мелких примесей достигается за счет разрыхления сегмента зернового вороха, а также увеличения

расстояния, пройденного зерновым ворохом по решету. Определены конструктивные параметры и режимы работы предлагаемого сепаратора с активатором: параметры подсевного решета – диаметр 0,61 м и частота вращения – 45 об/мин.; параметры лопастного активатора – диаметр и частота вращения 0,2 м и 500 об/мин., шаг и ширина лопаток – 60 и 100 мм соответственно. Полнота выделения мелких примесей в сравнении с цилиндрическим решетом при частоте вращения 45 об/мин. повысилась с 0,52 до 0,94, т.е. в 1,8 раза. При увеличении влажности зернового вороха с 10,6 до 25,3% полнота выделения мелких примесей снизилась с 0,94 до 0,83.

Keywords: grain heap, separator, horizontal centrifugal sieve, activator, loose medium movement modes, fine impurities, separation completeness.

The horizontal centrifugal sieve separator with a vane activator being developed at the Polzunov Altai State Technical University contains cleaning and head screens designed to separate small and large impurities from the grain heap, respectively. The research goal is an experimental study of the operation of the cleaning screen of a centrifugal sieve separator with a vane activator. A laboratory installation was developed and manufactured to evaluate the quality of the cleaning screen operation in the horizontal centrifugal sieve separator. Initially, the operation of the cylindrical screen without activator was investigated.