

УДК 631.372

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ ТРАКТОРОВ С УЛУЧШЕННЫМИ ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ

Лиханов В.А., доктор технических наук, профессор

E-mail: lihanov.va@mail.ru

Юрлов А.С., кандидат технических наук, доцент

E-mail: amadeus_92@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Вятский государственный агротехнологический университет»,
г. Киров, Россия

Аннотация. Представлены результаты исследований применения в тракторном дизеле, в качестве инженерно-технических средств охраны труда и окружающей среды, воды и углеводородного активатора и их влияния на износ дизеля и физико-химические показатели масла в условиях рядовой сельскохозяйственной эксплуатации. На основании проведенных исследований выявлено, что величина нагара на деталях цилиндра-поршневой группы при рассмотренных методах снижения токсичности уменьшается, не изменяется кинематическая вязкость масла и температура вспышки, снижается загрязненность масла.

Ключевые слова: трактор, тракторный дизель, спектральный анализ, продукты износа, токсичность, дымность, физико-химические показатели, вода, углеводородный активатор.

THE OPERATIONAL TESTS RESULTS OF THE TRACTORS WITH IMPROVED ENVIRONMENTAL PERFORMANCE

Likhanov V.A., doctor of technical sciences, professor

E-mail: lihanov.va@mail.ru

Yurlov A.S., candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: amadeus_92@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Vyatka State Agrotechnological University», Kirov, Russia

Annotation. The article presents the results of researching the use of water and a hydrocarbon activator for diesel wear and physical and chemical parameters of oil in the tractor diesel as engineering and technical means of labor and environmental protection in conditions of ordinary agricultural operation. Based on the conducted studies, it has been found out that the amount of carbon deposits on the parts of the cylinder-piston group decreases when the considered methods of reducing toxicity are used, the kinematic viscosity of the oil and the flash point do not change, the oil contamination decreases.



Keywords: tractor, tractor diesel, spectral analysis, wear products, toxicity, smokiness, physical and chemical parameters, water, hydrocarbon activator.

В Вятском государственном агротехнологическом университете на базе кафедры тепловых двигателей, автомобилей и тракторов были проведены работы по разработке и исследованию инженерно-технических средств охраны труда и окружающей среды (ИТС) на тракторах класса 6 кН. В качестве инженерно-технических средств использовались углеводородный активатор и вода. Подача углеводородного активатора и воды во впускной трубопровод с помощью карбюратора для дизеля Д-21А1 позволила в значительной степени снизить содержание в отработавших газах (ОГ) оксидов азота.

Для определения влияния инженерно-технических средств охраны труда и окружающей среды дизелей Д-21А1 тракторов Т-25А класса 6кН на износ двигателей и физико-химические показатели масла в условиях рядовой сельскохозяйственной эксплуатации были проведены эксплуатационные испытания тракторов Т-25А в одном из хозяйств Орловского района, наиболее типичном для центральной части Кировской области [1,2].

Испытания проводились на трех тракторах Т-25А. Один из тракторов работал на дизельном топливе с подачей углеводородного активатора на впуске дизеля, второй – на дизельном топливе с подачей воды на впуске, третий являлся контрольным и работал только на дизельном топливе. Результаты, изменения показателей качества масла и влияния на интенсивность износа двигателей, полученные на первых двух тракторах, сравнивались с результатами, полученными у двигателя контрольного трактора.

Тракторы Т-25А использовались на различных сельскохозяйственных работах. Основным видом работ являлись транспортные работы – до 45% и кошение трав – до 30%, раздача кормов с раздатчиком кормов РММ-5,0 на животноводческом комплексе составляла 25-30%.



Перед началом испытаний все тракторы прошли обкатку и техническое обслуживание согласно техническим условиям завода-изготовителя. Тракторы работали на летнем дизельном топливе по ГОСТ 305-13 [3] и масле М-10 ДМ по ГОСТ 8581-2021 [4]. В качестве углеводородного активатора использовался бензин по ГОСТ 2084-77 [5], вода применялась из водопроводной системы.

Для определения изменения показателей качества масла и влияния на интенсивность износа двигателей при подаче углеводородного активатора и воды во впускной трубопровод отбирались пробы масла через каждые 60 моточасов работы. Пробы масла подвергались химическому анализу на определение кинематической вязкости по ГОСТ 33-2016 [6], температуры вспышки по ГОСТ 4333-2021 [7], количественного определения содержания воды по ГОСТ 2477-2014 [8] и загрязненности по инструкции ЦТ-2636 МПС. Содержание продуктов износа в пробах масла устанавливалось спектральным анализом на спектрографе МФС-3 ЛОМО по методике ВНИИЖТ МПС. При спектральном анализе определялось содержание семи элементов: Fe, Al, Cu, Cr, Si, Sn, Pb.

Через 240 часов работы проводилась техническая экспертиза с разборкой цилиндрико-поршневой группы испытываемых дизелей. При этом определялась масса нагара на поршнях, головках цилиндров, верхних поясах гильз. Количество нагара подсчитывалось по разнице масс до и после удаления нагара специальным раствором.

Система подачи воды и углеводородного активатора на тракторах представляла собой ёмкости для хранения воды – 20 л и углеводородного активатора – 5 л, запирающие и управляющие краны и безпоплавковый карбюратор, устанавливаемый на прямом участке впускного трубопровода. Перед установкой на тракторы карбюраторы регулировались на оптимальные количества подаваемых воды и углеводородного активатора на впуске. Для включения подачи воды или углеводородного активатора тракторист в начале смены открывал запирающий кран и прогревал двигатель до нормального



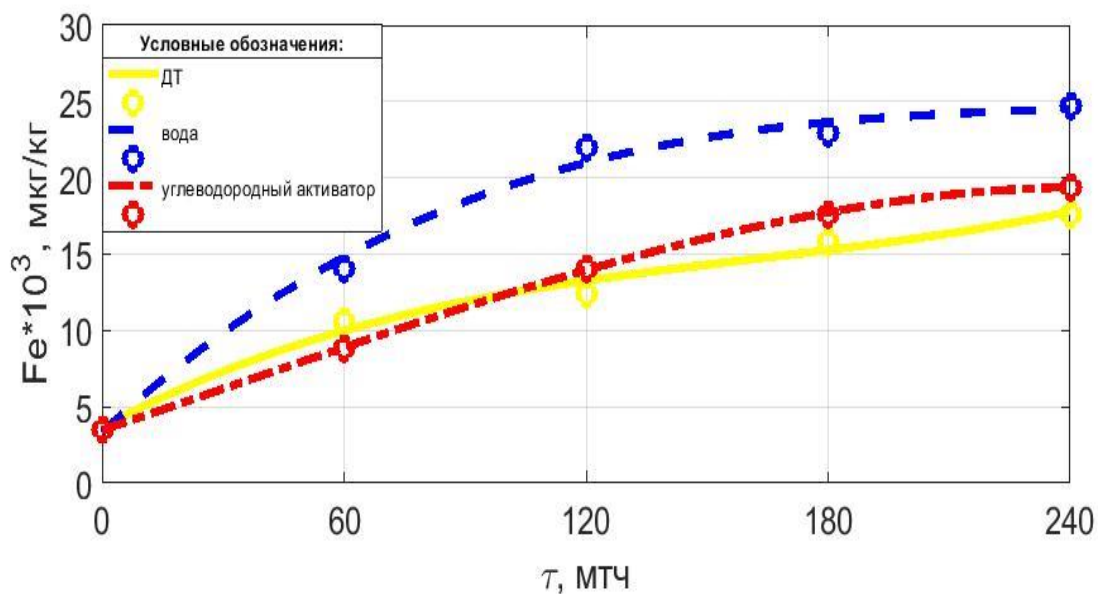
теплового состояния. Затем управляющим краном подавал воду или углеводородный активатор в карбюратор. Во избежание попадания излишков воды или углеводородного активатора из трубопроводов в цилиндры двигателя, на 10-15 мин до остановки последнего, тракторист закрывал управляющий кран и давал поработать двигателю на холостом ходу. После окончания смены закрывался и запирающий кран. Углеводородный активатор и вода подавались в карбюраторы по топливопроводам самотеком, так как емкости были закреплены над уровнем карбюратора на высоте не менее 700 мм.

Во время испытаний тракторов Т-25А при работе на дизельном топливе с подачи воды и углеводородного активатора на впуске дизелей отказов не наблюдалось. Дизели работали устойчиво, как и на контрольном тракторе. Запуск дизеля с подачей воды осуществлялся хорошо. Запуск дизеля с подачей углеводородного активатора осуществлялся легко без помощи декомпрессора, даже в холодное время года.

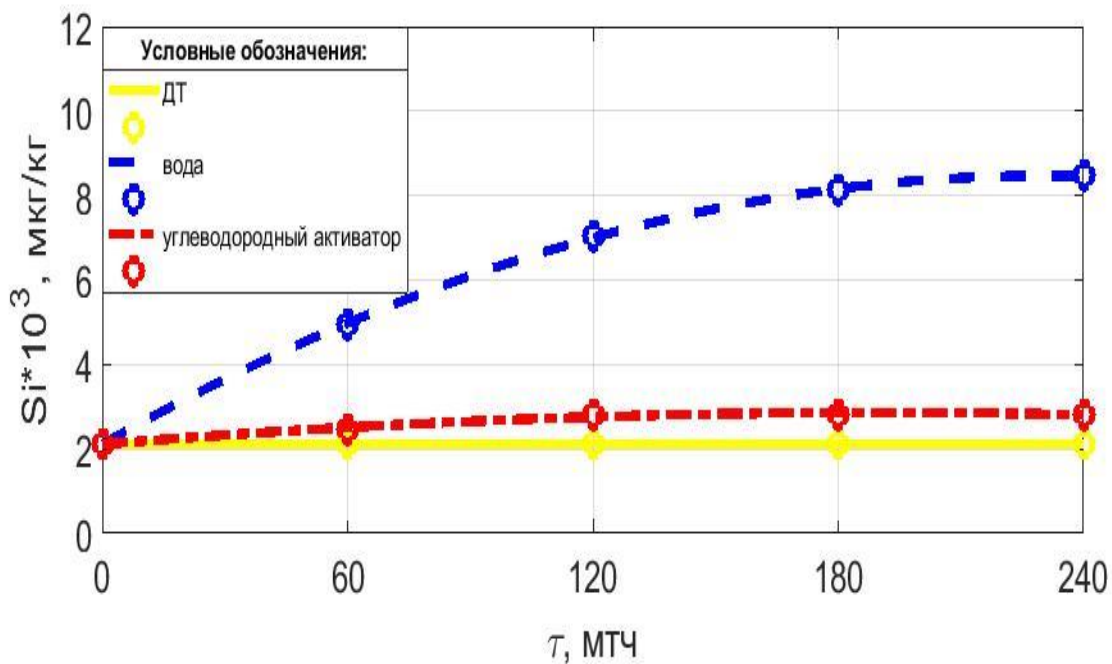
Результаты спектрального анализа картерного масла для продуктов износа Fe и Si при работе дизеля Д-21А1 трактора Т-25А на дизельном топливе, на дизельном топливе с подачей воды на впуске и на дизельном топливе с подачей углеводородного активатора на впуске в зависимости от наработки представлены на рисунке 1.

Из графиков на рисунке 1 видно, что подача воды на впуске дизеля влияет на содержание продуктов износа в масле для Fe (рисунок 1а), разница уже при 60 моточасах составляет, между работой дизеля на дизельном топливе и работе на дизельном топливе с подачей воды на впуске, около 5×10^3 мкг/кг. В дальнейшем эта разница составляет $7-7,5 \times 10^3$ мкг/кг и сохраняется до конца 240-часового цикла. Для такого элемента как Si (рисунок 1б), разность содержания в масле при работе дизеля на дизельном топливе и работе на дизельном топливе с подачей воды на впуске составляет к концу 240-часового цикла $6,0-6,2$ мкг/кг.





а



б

Рисунок 1 – Результаты спектрального анализа картерного масла для продуктов износа Fe (а) и Si (б) при работе дизеля Д-21А1 трактора Т-25А на дизельном топливе, на дизельном топливе с подачей воды на впуске и на дизельном топливе с подачей углеводородного активатора на впуске в зависимости от наработки



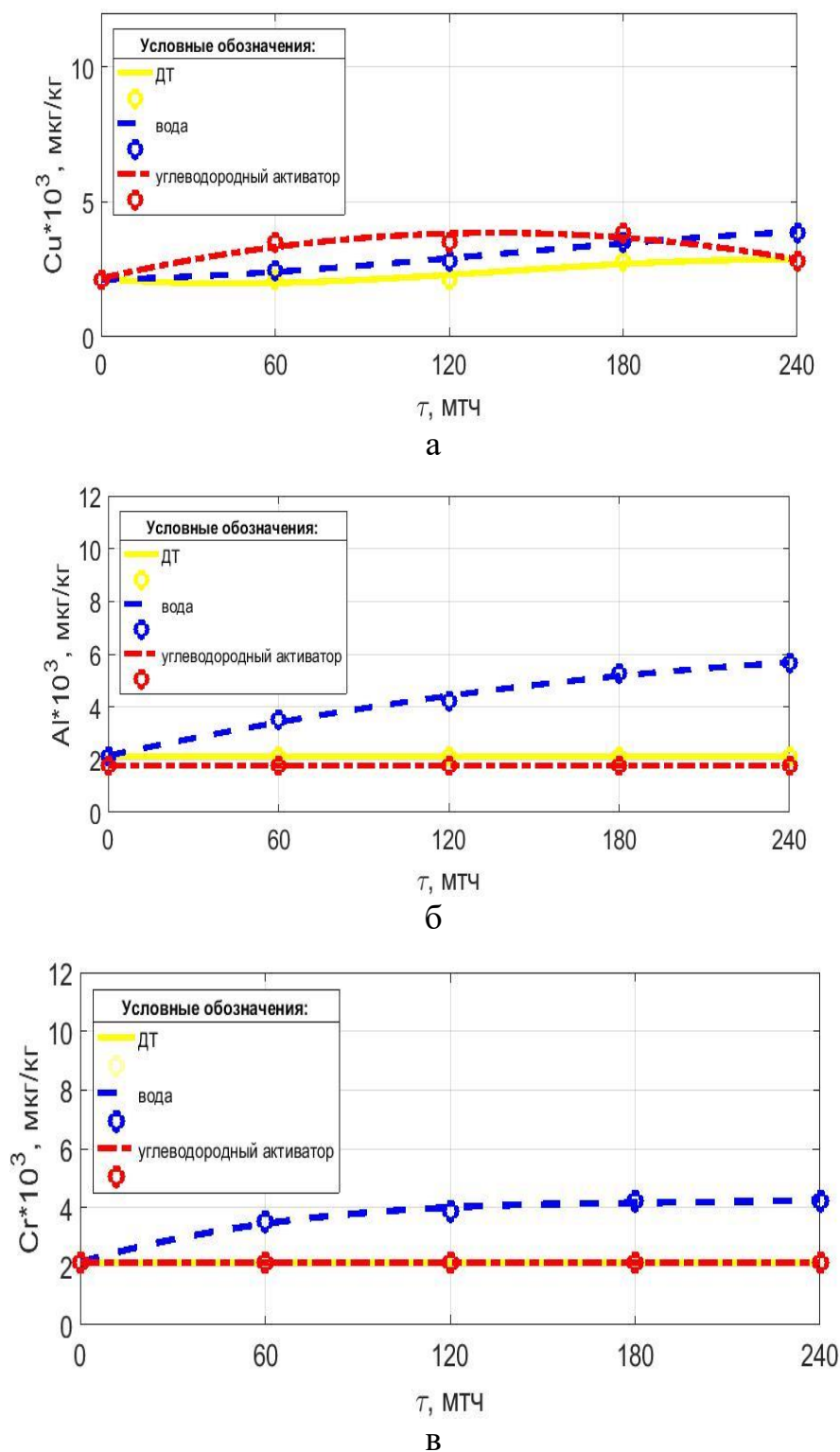


Рисунок 2 – Результаты спектрального анализа картерного масла для продуктов износа Cu (а), Al (б) и Cr (в), при работе дизеля Д-21А1 трактора Т-25А на дизельном топливе, на дизельном топливе с подачей воды на впуске и на дизельном топливе с подачей углеводородного активатора на впуске в зависимости от наработки



Результаты спектрального анализа картерного масла для продуктов износа Cu, Al и Cr при работе дизеля Д-21А1 трактора Т-25А на дизельном топливе, на дизельном топливе с подачей воды на впуске и на дизельном топливе с подачей углеводородного активатора на впуске зависимости от наработки представлены на рисунке 2.

Из графиков на рисунке 2 видно, что подача воды на впуске дизеля влияет на содержание продуктов износа в масле. Для Cu (рисунок 2а), Al (рисунок 2б) и Cr (рисунок 2в) содержание в масле увеличивается при подаче воды на впуске к концу 240-часового цикла на 1×10^3 мкг/кг, $3,2 \times 10^3$ мкг/кг и 2×10^3 мкг/кг соответственно.

Физико-химический анализ картерного масла показал, что температура вспышки, кинематическая вязкость в период испытаний для дизеля с подачей воды на впуске и контрольного дизеля не изменялись. Наличие воды в масле не обнаружено. Загрязненность масла при работе дизеля с подачей воды и углеводородного активатора на впуске в зависимости от наработки представлена на рисунке 3.

Из графика видно, что при наработке 240 моточасов загрязненность масла у дизеля, работающего на дизельном топливе с подачей воды на впуске, выше на 20-25 баллов загрязненности масла контрольного дизеля, работающего на дизельном топливе.

Разборка дизеля после наработки 240 моточасов показала, что если днища поршней дизеля, работавшего на дизельном топливе с подачей воды на впуске, покрыты равномерным тонким слоем сажистых отложений, то днища поршней контрольного дизеля, работавшего на дизельном топливе, покрыты нагаром средней твердости и твердым. На головках цилиндров, верхних поясах гильз у дизеля, работавшего на дизельном топливе с подачей воды на впуске, количество нагара также меньше, чем у контрольного дизеля.



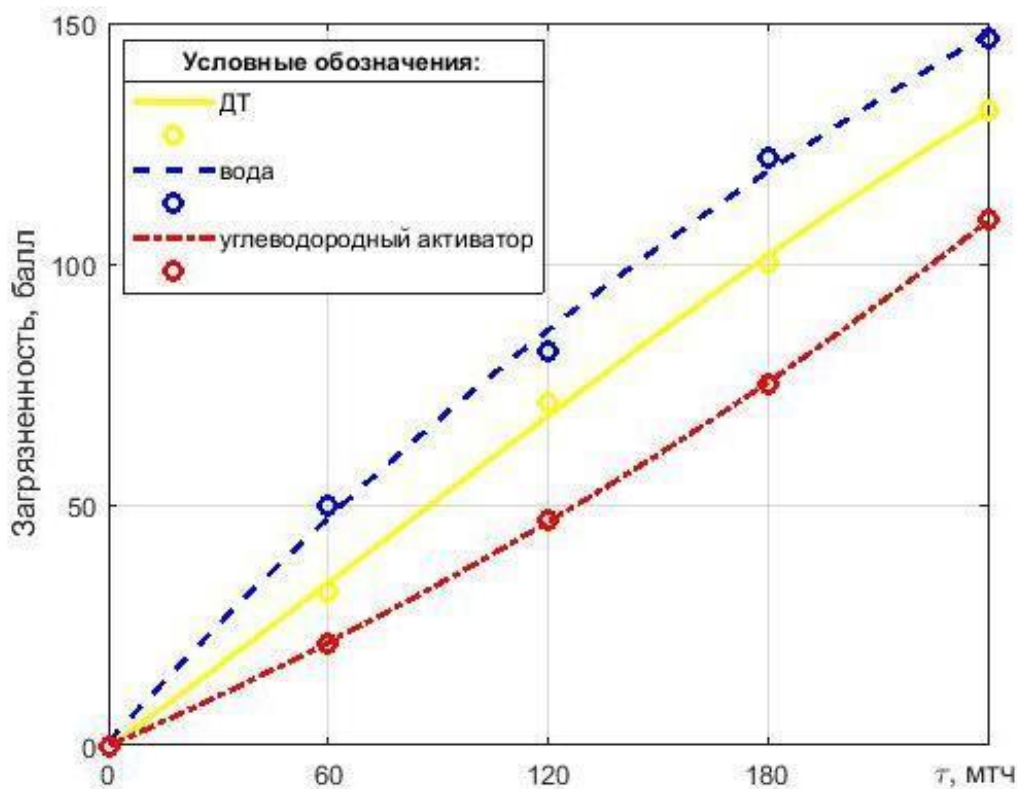


Рисунок 3 – Загрязненность масла при работе дизеля Д-21А1 трактора Т-25А на дизельном топливе, на дизельном топливе с подачей воды на впуске и на дизельном топливе с подачей углеводородного активатора на впуске в зависимости от наработки

Величина нагара на комплекте поршней дизеля, работавшего на дизельном топливе и подачей воды на впуске, составила 4,0 г, а у контрольного дизеля – 8,4 г, т.е. снизилась более чем в 2 раза.

Подача углеводородного активатора на впуске дизеля существенно не изменяет содержание продуктов износа в масле (рисунки 1 и 2). Физико-химический анализ картерного масла показал, что температура вспышки, кинематическая вязкость в период испытаний для дизеля при работе на дизельном топливе с подачей углеводородного активатора на впуске и контрольного дизеля не изменяется. Загрязненность масла дизеля при работе на дизельном топливе с подачей углеводородного активатора на впуске ниже, чем



у контрольного дизеля (рисунок 3). При 240 часах наработки снижение составило 20-25 баллов.

Разборка дизелей через 240 моточасов показала, что днище поршней, головки цилиндров, верхние пояса гильз цилиндров дизеля при работе на дизельном топливе с подачей углеводородного активатора на впуске имеют меньшее количество нагара, чем аналогичные детали контрольного дизеля.

Величина нагара на комплекте поршней дизеля при работе на дизельном топливе с подачей углеводородного активатора на впуске после 240 моточасов работы составляла 4,5 г, а для контрольного дизеля эта величина равна 8,4 г. Таким образом, величина нагара снижается в 1,86 раза.

Выводы. Проведенные эксплуатационные испытания дизеля Д-21А1 трактора Т-25А при работе на дизельном топливе, на дизельном топливе с подачей воды на впуске и на дизельном топливе с подачей углеводородного активатора на впуске показали высокую надежность применяемой системы подачи.

В результате испытаний выявлено, что величина нагара на деталях цилиндро-поршневой группы при обоих методах снижения токсичности уменьшается в 1,8-2,0 раза. Подача углеводородного активатора и воды не изменяет кинематической вязкости масла и температуры вспышки. Подача углеводородного активатора на впуске не изменяет содержание продуктов износа в масле и снижает загрязненность масла.

Вместе с тем подача воды на впуске повышает загрязненность масла и содержание продуктов износа в масле по сравнению с контрольным двигателем.

Список источников

1. Лиханов В. А., Сайкин А. М. Снижение токсичности автотракторных дизелей : монография. М. : Агропромиздат, 1991. 208 с.



2. Лиханов, В. А. Снижение выбросов сажи с отработавшими газами дизелей путем применения альтернативных топлив / В. А. Лиханов, А. В. Россохин, А. И. Чупраков // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 9. С. 13-16.
3. ГОСТ 305-2013. Топливо дизельное. Технические условия : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2013 г. № 1871-ст : дата введения 2015.01.01. М. : Стандартинформ, 2014. 12 с.
4. ГОСТ 8581-2021. Масла моторные для автотракторных дизелей. Технические условия : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 ноября 2021 г. № 1488-ст : дата введения 2022.07.01. М. : Российский институт стандартизации, 2022. 14 с.
5. ГОСТ 2084-77. Бензины автомобильные. Технические условия : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 29.09.77 № 2344. М. : ИПК Издательство стандартов, 2003. 13 с.
6. ГОСТ 33-2016. Нефть и нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической и динамической вязкости : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 апреля 2017 г. № 336-ст : дата введения 2018.07.01. М. : Стандартинформ, 2017. 35 с.
7. ГОСТ 4333-2021. Нефтепродукты. Методы определения температур вспышки и воспламенения в открытом тигле : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и



Вестник Вятского ГАТУ. 2023. № 3 (17). Агроинженерия
метрологии от 9 ноября 2021 г. № 1450-ст : дата введения 2022.07.01. М.
: РСТ, 2021. 24 с.

8. ГОСТ 2477-2014. Нефть и нефтепродукты. Метод определения содержания воды : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 мая 2015 г. № 399-ст : дата введения 2016.07.01. М. : Стандартиформ, 2018. 12 с.

