

ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДОБАВКА К ПРИРАБОТОЧНЫМ МАСЛАМ

Валерий Васильевич Остриков¹
Сергей Николаевич Сазонов¹
Алла Владимировна Забродская¹
Дмитрий Николаевич Афоничев²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники
и нефтепродуктов в сельском хозяйстве

²Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

В условиях сельскохозяйственного производства в процессе послеремонтной обкатки двигателей тракторов вместо специального прирабочного масла используется моторное масло, которое не обеспечивает необходимое качество приработки деталей двигателя. С целью повышения эксплуатационных свойств моторных масел в них вносятся специальные добавки и присадки. Установлено, что использование в составе прирабочных масел абразивных материалов повышает эффективность выравнивания микронеровностей на восстановленных деталях и оставляет следы износа на новых (вкладыши, гильзы цилиндров). Предложено использовать в качестве «мягкого» абразивного материала ультрадисперсный порошок карбамида, который на этапе холодной обкатки выполняет функцию микрошлифовки поверхностей трения и далее на этапе горячей обкатки при высокой температуре (135°C) растворяется в масле, повышая его смазывающие свойства и обеспечивая увеличение толщины масляной пленки. В результате экспериментальных исследований на машине трения КТ-2 получены зависимости изменения диаметра пятна износа от концентрации ультрадисперсного порошка карбамида. Определена рациональная концентрация карбамида в масле, составляющая 1–1,5%. Установлено, что внесение карбамида при температуре нагрева масла М-10Г_{2К} 135–140°C позволяет повысить толщину масляной пленки на 30–40% – до 12–13 мкм, в то время как в масле М-10Г_{2К} без добавки данное значение не превышает 9 мкм. Определено, что присутствие карбамида в масле после проведения операции обкатки двигателя и его слива обеспечивает укрупнение растворенных примесей и выпадение их в осадок за период отстаивания 18–20 ч., что предопределяет возможность повторного использования отработанного масла после его очистки от механических примесей и воды.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: двигатель внутреннего сгорания, послеремонтная обкатка, прирабочное масло, добавка, противоизносные свойства, смазывающие свойства, масляная пленка.

BREAK-IN OILS POLYFUNCTIONAL ADDITIVE

Valery V. Ostrikov¹
Sergey N. Sazonov¹
Alla V. Zabrodskaya¹
Dmitriy N. Afonichev²

¹All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture

²Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

In terms of agricultural production in the process of post-maintenance running-in of engines of tractors instead of special break-in oil ordinary engine oil is used that does not provide the necessary quality of the engine parts breaking-in. In order to improve the performance characteristics of motor oils, special components and additives are blended into them. It is established that the use of abrasive materials in the composition of break-in oils improves the efficiency of microroughnesses levelling on the reworked parts and leaves wear scars on the surfaces of new parts, such as bearings, cylinder liners. It is proposed to use as a soft abrasive ultradisperse urea powder, which at the stage of cold running-in performs the function of microgrinding of frictional interfaces, and further at the stage of hot running-in at a high temperature of 135°C dissolves in the oil, thus increasing its lubricity and providing an increase in the thickness of the oil film. As a result of experimental studies conducted on KT-2 frictional test machine, the authors determined the dependences of changes in the wear scar on the concentration of ultradisperse urea powder. Urea shure concentration in oil was defined equal to 1-1.5%. It was found that urea blending as a component into M-10G_{2K} oil at its heating temperature of 135-140°C allows increasing the thickness of the oil film by 30-40%, i.e. up

to 12-13 micron, while in pure M-10G_{2K} oil without additives, this value does not exceed 9 micron. It was defined that the presence of urea in the oil after engine running-in and after oil discharge provides for dissolved impurities coarsening and their break-down during the settling-out for 18-20 hours, which determines the possibility of break-in oil reuse after its clarification from mechanical impurities and water.

KEYWORDS: internal combustion engine, after running, break-in oil, additive, antiwear properties, lubricity, oil film.

В Российской Федерации в сельскохозяйственном производстве используется около 50% техники со сроком службы 10 и более лет, которая периодически подвергается капитальному ремонту. Ремонт двигателей внутреннего сгорания тракторов является наиболее сложным и затратным и осуществляется либо в специализированных ремонтных предприятиях, либо силами инженерно-технических работников непосредственно в ремонтных мастерских хозяйств. При проведении капитального ремонта производится замена изношенной цилиндропоршневой группы, вкладышей и расточка шеек коленчатого вала под ремонтные размеры. После сборки двигателя в соответствии с технологическим регламентом проводится его обкатка в стендовых условиях, где определяются основные рабочие характеристики двигателя и качество ремонта.

В реальных условиях сельскохозяйственного производства в послеремонтной обкатке двигателей тракторов взамен специальных масел чаще всего применяют товарные моторные масла М-10Г_{2К}, что снижает качество приработки [1, 3, 5, 9, 10].

В силу того, что микровыступы на поверхностях трения новых и подвергшихся обработке деталей имеют разные по высоте параметры, то в процессе стендовой обкатки имеют место все виды фрикционного взаимодействия.

Обеспечить процесс выравнивания микронеровностей можно введением в масло микро- и ультрадисперсных абразивов. Однако это не всегда приводит к положительным результатам, так как большинство абразивов имеют высокую твердость и могут оставлять на поверхностях трения вкладышей, гильз цилиндров следы износа [2, 4, 8].

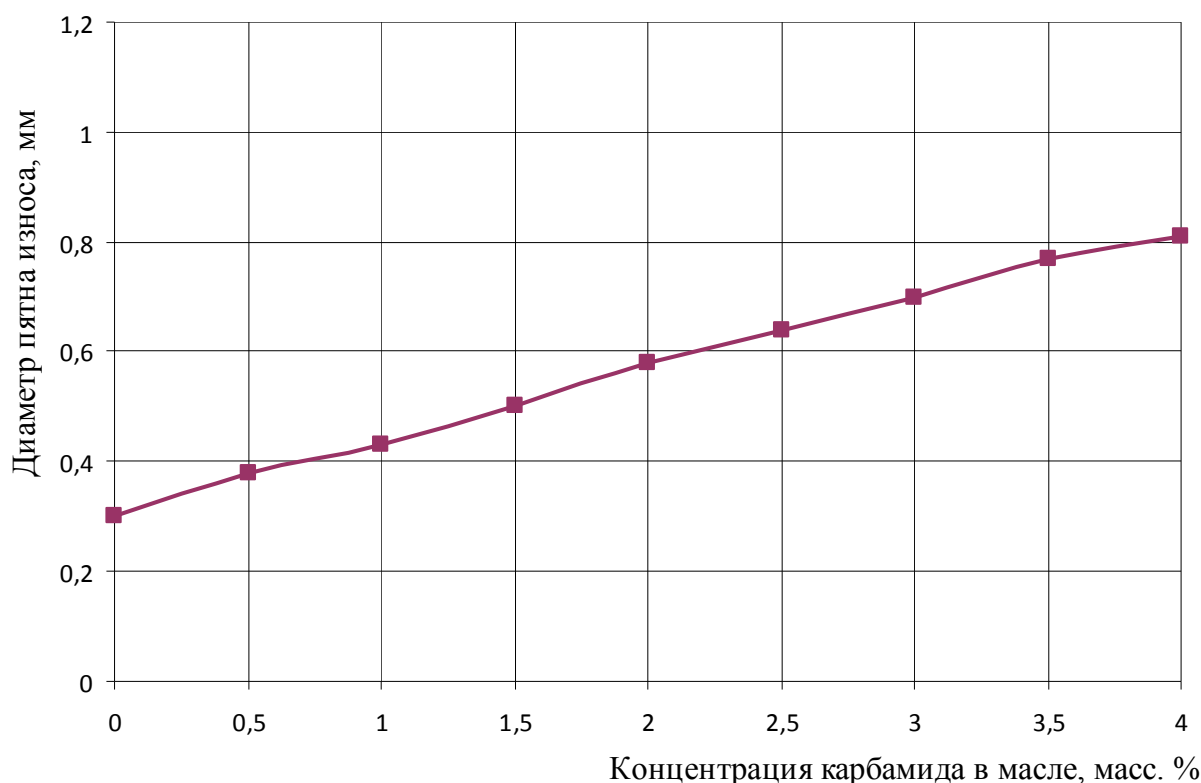


Рис. 1. Зависимость изменения противоизносных свойств масла М-10Г_{2К} от концентрации ультрадисперсного порошка карбамида (нагрузка 150 Н, время работы ЧШМТ – 3 ч.)

В ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве» разработаны новый технологический процесс и полифункциональная добавка к приработочным маслам в виде ультрадисперсного порошка карбамида. Карбамид, размолотый до ультрадисперсного состояния частиц размером 0,5–1 мкм, вносится в моторное масло и перемешивается до равномерного распределения частиц по всему объему.

Определение свойств карбамида в качестве абразивного материала в масле и его смазывающих, противоизносных свойств выполнялось на четырехшариковой машине трения (ЧШМТ) КТ-2.

Установлено, что при внесении в моторное масло М-10Г_{2К} ультрадисперсного порошка карбамида при температуре масла 40°C диаметр пятна износа шариков увеличивается в соответствии с ростом концентрации карбамида в масле (рис. 1).

Полученные результаты свидетельствуют об «абразивных» свойствах карбамида, несмотря на его низкую твердость относительно твердости металла.

Рациональной концентрацией смешивания карбамида с маслом целесообразно считать значение 1–1,5%, так как в данном случае не происходит значительного изменения диаметра пятна износа и может проходить «мягкая» микрошлифовка поверхности трения.

Как известно из многих работ [6, 7], карбамид имеет свойство плавиться при температуре 132°C, переходя в жидкое состояние, легко смешиваемое с маслом. При понижении температуры в масле вновь образуются кристаллы.

В данном контексте можно полагать, что внесенный в приработочное масло размолотый ультрадисперсный порошок карбамида на этапе холодной обкатки будет выполнять функции абразивного материала. Далее в период горячей обкатки при увеличении нагрузки, когда в парах трения температура возрастает и масло прогревается до 140–150°C, карбамид в тонком слое переходит в жидкое состояние, выполняя функции присадки, повышающей смазывающие свойства приработочного масла.

При проведении исследований на машине трения установлено, что внесение карбамида в масло подтверждает выдвинутую гипотезу. На рисунке 2 представлена зависимость изменения диаметра пятна износа от температуры масла при концентрации карбамида 1,5%.

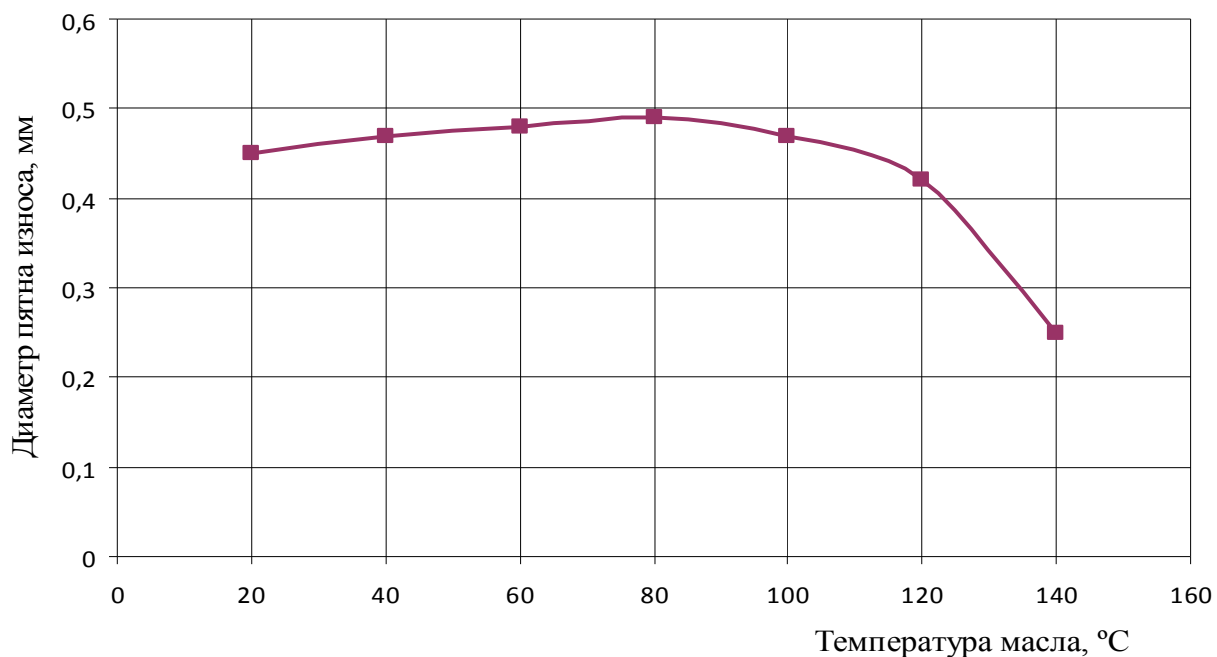


Рис. 2. Зависимость изменения противоизносных свойств масла от температуры нагрева в присутствии карбамида

Повышение смазывающих свойств масел под действием карбамида характеризуется также увеличением толщины масляной пленки, определенной гравиметрическим методом при различной температуре нагрева.

На рисунке 3 представлена зависимость изменения толщины масляной пленки от температуры масла.

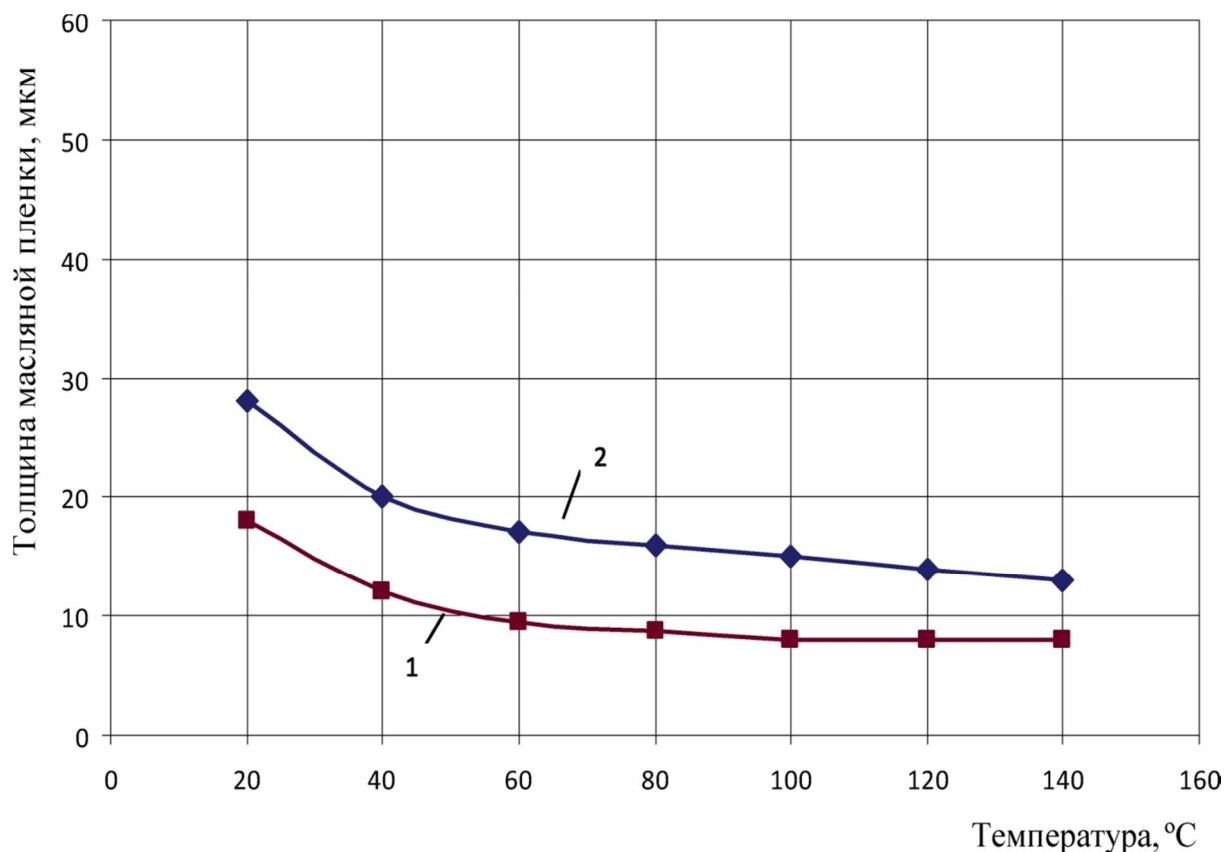


Рис. 3. Зависимость изменения толщины масляной пленки от температуры нагрева масла: 1 – масло М-10Г_{2К}; 2 – масло М-10Г_{2К} + 1,5% карбамида после нагрева до 140°C и охлаждения

Установлено, что внесение карбамида и нагрев масла М-10Г_{2К} до 140°C позволяют повысить толщину масляной пленки на 30–40%, что очень важно в условиях приработки двигателя в период горячей обкатки. И если в процессе приработки деталей, когда температура масла М-10Г_{2К} на поверхности трения достигает 140–150°C, толщина масляной пленки составляет 8–9 мкм, то при внесении в это же масло растворенного карбамида данный показатель повышается до 12–13 мкм.

В результате действия карбамида азот в масле оказывает положительный эффект в виде снижения дымности выхлопных газов, образующихся при сгорании топлива и масла в процессе обкатки отремонтированного двигателя.

Остаточное содержание карбамида в масле 0,3–0,5% после проведения технологического процесса обкатки и слива масла способно в период его отстаивания интенсифицировать осаждение образовавшихся в масле смол.

Карбамид, являясь хорошим коагулянтom продуктов сгорания топлива и масла, обеспечивает укрупнение смол, асфальтенов, карбенов, карбоидов, образовавшихся за 1,5–2,0 ч. обкатки масла, в соответствии с чем в слитом из картера двигателя масле за 15–20 ч. отстаивания содержание нерастворимых примесей снижается (рис. 4).

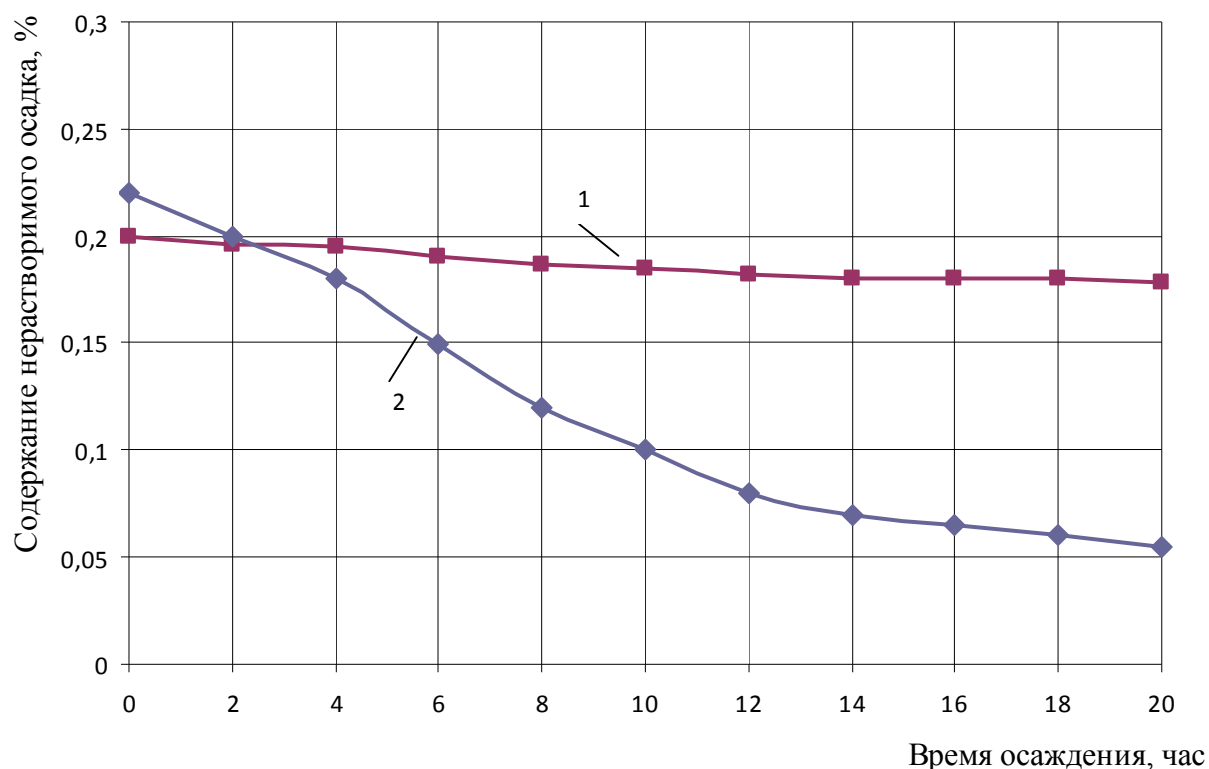


Рис. 4. Зависимость изменения содержания нерастворимого осадка в отработанном приработочном масле от времени отстаивания: 1 – масло М-10Г_{2К}; 2 – масло М-10Г_{2К} + 1,5% карбамида после нагрева до 140°С и охлаждения

Анализируя полученные данные (рис. 4), отметим, что содержание растворенных примесей и продуктов окисления в масле в процессе его отстаивания под действием карбамида снижается более чем в четыре раза (линия 2), при этом в масле М-10Г_{2К} после обкатки двигателя ЯМЗ-240 содержание смол практически не изменилось (линия 1).

Выводы

Карбамид отличается полифункциональными свойствами при добавлении его к приработочному маслу. На начало обкатки ультрадисперсные частицы карбамида обеспечивают «мягкую» микрошлифовку прирабатываемых деталей, далее в период обкатки под нагрузкой повышают смазывающие свойства масла. После слива масла из картера карбамид способствует удалению продуктов окисления, смол, тем самым предопределяя возможность повторного использования отработанного масла после очистки и анализа основных физико-химических характеристик.

Библиографический список

1. Арабян С.Г. Масла и присадки для тракторных и комбайновых двигателей: справочник / С.Г. Арабян, А.Б. Виппер, И.А. Холомонов. – Москва : Машиностроение, 1984. – 208 с.

2. Балабанов В.И. Триботехнология в техническом сервисе машин. Теория и практика эффективной эксплуатации и ремонта машин / В.И. Балабанов, С.А. Ищенко, В.И. Беклемышев. – Москва : Изумруд, 2005. – 216 с.
3. Волченков А.В. Исследование и разработка триботехнически обоснованных режимов обкатки двигателей после капитального ремонта / А.В. Волченков // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – С. 256–264.
4. Комбалов В.С. Влияние шероховатости твердых тел на трение и износ / В.С. Комбалов. – Москва : Наука, 1974. – 112 с.
5. Ольховатский А.К. Разработка энергосберегающей технологии послеремонтной ускоренной обкатки и продления ресурса двигателей тракторов с применением наноматериалов / А.К. Ольховатский // Нанотехнологические разработки аграрных вузов : каталог. – Москва : ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. – С. 70–73.
6. Остриков В.В. Удаление продуктов старения из масел / В.В. Остриков, И.В. Бусин // Сельский механизатор. – 2012. – № 1. – С. 36–37.
7. Пат. 2528421 Российская Федерация, МПК С10М 175/02, С10G 21/20, С10G 49/18 (2006.01). Способ очистки моторного масла от продуктов старения и загрязнений / В.В. Остриков, С.Ю. Попов, А.Г. Зимин ; заявитель и патентообладатель ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов Российской академии сельскохозяйственных наук». – № 2013130794/04 ; заявл. 04.07.2013 ; опубл. 20.09.2014, Бюл. № 26. – 4 с.
8. Формирование износостойких поверхностных структур и механизм их разрушения при трении в среде смазочного материала, модифицированного ультрадисперсными алмазографитовыми добавками. Часть 1. Триботехнические свойства / П.А. Витязь, В.И. Жорник, В.А. Кукаренко, А.И. Камко // Трение и износ. – 2006. – № 1(27). – С. 61–68.
9. Храмцов Н.В. Обкатка и испытание автотракторных двигателей / Н.В. Храмцов. – Москва : Агропромиздат, 1991. – 123 с.
10. Школьников В.М. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости / В.М. Школьников. – Москва : Химия, 1989. – 432 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Валерий Васильевич Остриков – доктор технических наук, зав. лабораторией использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: viitinlab8@bk.ru.

Сергей Николаевич Сазонов – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории эксплуатационных требований к сельскохозяйственной технике ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: snsazon@mail.ru.

Алла Владимировна Забродская – научный сотрудник лаборатории использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: viitinlab8@bk.ru.

Дмитрий Николаевич Афоничев – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой электротехники и автоматики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: et@agroeng.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 16.02.2019

Дата принятия к печати 11.03.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Valery V. Ostrikov, Doctor of Engineering Sciences, Head of the Laboratory of the Use of Lubricants and Waste Oil Products, All-Russian Scientific Research Institute for the Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Russia, Tambov, e-mail: viitinlab8@bk.ru.

Sergey N. Sazonov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Chief Scientific Researcher, Laboratory of Operational Requirements for Agricultural Machinery, All-Russian Scientific Research Institute for the Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Russia, Tambov, e-mail: snsazon@mail.ru.

Alla V. Zabrodskaya, Scientific Researcher, Laboratory of the Use of Lubricants and Refined Oil Products, All-Russian Scientific Research Institute for the Use of Machinery and Oil Products in Agriculture, Russia, Tambov, e-mail: viitinlab8@bk.ru.

Dmitriy N. Afonichev, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Dept. of Electrical Engineering and Automation, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: et@agroeng.vsau.ru.

Received February 16, 2019

Accepted March 11, 2019