10. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. – Новосибирск: Наука, 1991. 151 с.

References

1. Almeida Neto M.L., Veira M.G.A., da Silva M.G.C. Adsorption and desorption processes for copper removal from water using different eluente and calcined clay as adsorbent // *Journal Water Process Engineering*. 2014. Vol. 3. № 1. P. 90-97.
2. Rjabinina E.I., Zotova E.E., Ponomareva N.I. Izuchenie adsorbicijonnoj aktivnosti jentersorbentov razlichnoj prirody po otnosheniju k kationam svinca // *Vestnik Voronezhskogo GU. Serija: Himija, Biologija, Farmacija*. 2016. № 1. S. 21-24.
3. Nanostrukturnyj sapropel': izgotovlenie, izuchenie fiziko-himicheskikh svojstv i opredelenie bezopasnyh doz primeneniya / V.O. Ezhkov, R.N. Fajzrahmanov, E.V. Semakina, D.V. Ezhkova, A.M. Ezhkova // *Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta*. 2016. T. 19. № 20. S. 172-176.
4. Ispol'zovanie glaukonita Bondarskogo mestorozhdenija v kachestve bezregeneracionnogo sorbenta pri umjagchenii pit'evykh i kotel'nykh vod / V.I. Vigdorovich, O.B. Filippova, N.V. Shel', L.E. Cygankova, I.V. Morshhinina, A.I. Frolov // *Vestnik Tambovskogo universiteta. Serija: Estestvennye i tehnicheckie nauki*. 2015. T. 20. Vyp. 6. S. 1816-1829.
5. Glaukonit, kak jekologicheskij bezopasnyj sorbent dlja umjagchenija pit'evoj i pitatel'noj kotel'noj vody / V.I. Vigdorovich, L.E. Cygankova, O.B. Filippova, N.V. Shel', M.N. Esina, A.I. Frolov // *Himicheskaja tehnologija*. 2016. T. 17. № 3. S. 129-137.
6. Effect of Indifferent Electrolyte Concentration, Sorbent Thermal Treatment, pH, and the Nature of Ligands on the Sorption of Cu(II) Cations by Glauconite from Nitrate Solution / V.I. Vigdorovich, A.V. Boldyrev, L.E. Tsygankova, A.A. Uryadnikov, M.N. Esina, N.V. Shel' // *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*. 2017. Vol. 51. № 5. P. 798-803.
7. Sorption of Metal Cations on Natural Sorbents: Current State, Problems and Prospects / V.I. Vigdorovich, L.E. Tsygankova, N.V. Shel', M.N. Esina, M.S. Osmutkov, Ya.A. Pustynnikov // *Polymer Science. Series D*. 2017. Vol. 10. № 4. P. 341-346.
8. Filippova O.B., Kijko E.I., Maslova N.I. Sorbcija metallov na glaukonite v uslovijah zheludochno-kishechnogo trakta teljat // *Rossijskij sel'skohozjajstvennyj zhurnal*. 2019. № 5. S. 44-48.
9. Enterosorbent for farm animals / O. Filippova, E. Kiyko, A. Zazulya, N. Maslova // *XII International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry IOP Conftrtnce Series: Earth and Environmental Science*. 2019. Vol. 403. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/403/1/012142>
10. Il'in V.B. Tjzhelye metally v sisteme pochva-rastenie. – Novosibirsk: Nauka, 1991. 151 s.

Сведения об авторах

Принадлежность к организации

Филиппова Ольга Борисовна – доктор биологических наук, главный научный сотрудник, заведующая лабораторией технологии производства кормов и продуктов животноводства Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: filippova175@yandex.ru

Author credentials

Affiliations

Filippova Olga - Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher, Laboratory of Feed and Animal Products Production Technology, Federal State Budgetary Scientific Institution «All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Tambov, Russia, e-mail: filippova175@yandex.ru

Поступила в редакцию (Received): 30.11.2021

Принята к публикации (Accepted): 19.12.2021

УДК 621.899

DOI: 10.35887/2305-2538-2021-6-100-105

ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ СНИЖЕНИЯ ИЗНОСА И КОРРОЗИИ ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА В ПЕРИОД ДЛИТЕЛЬНОГО ПРОСТОЯ

¹Остриков Валерий Васильевич
¹Жерновников Дмитрий Николаевич
¹Петрашев Александр Иванович
¹Ерохин Геннадий Николаевич
¹Нагдаев Владимир Константинович

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефте-продуктов в сельском хозяйстве»

Реферат. Износ сельскохозяйственной техники и коррозия металла являются понятиями практически неразделяемыми. Появление следов коррозии на движущихся, трущихся деталях, как правило, увеличивает износ. Зерноуборочные комбайны, как известно, большую часть времени находятся в нерабочем состоянии. При этом, в процессе их вынужденного простоя, даже закрытые от контакта с атмосферой детали подвергаются коррозии, что в последствии значительно интенсифицирует износ. В двигатели зерноуборочных комбайнов, перед постановкой на хранение, заправляется специальное масло, которое способствует образованию плёнки, защищающей зеркальную поверхность гильз цилиндров от коррозии. При этом установлено, что существующие рабочие-консервационные масла, такие как К-17, практически не используются в сельскохозяйственном производстве. Также установлено, что по технологии защиты при внесении ингибиторов в работающее масло, загрязнения, присутствующие в моторном масле, в последствии провоцируют процесс окисления, что также, при прокручивании двигателя, приводит к износу. Представлен материал фотосъёмки стенок гильз цилиндров, подтверждающих образование следов «ржавчины» на стенках гильз цилиндров и последующее появление глубоких следов износа. ФГБНУ ВНИИТН разрабатывается ресурсосберегающая технология, получения рабочие-консервационных масел на основе очищенных отработавших моторных масел без их слива из картера двигателя с последующим внесением доступных реагентов, способных образовывать защитную плёнку.

Ключевые слова: снижение износа, рабочие-консервационное масло, коррозия, двигатель, гильзы цилиндров, зерноуборочный комбайн, анализ.

PROBLEMS AND TASKS OF REDUCING WEAR AND CORROSION OF GRAIN HARVEST ENGINE PARTS DURING THE PERIOD OF LONG INACTIVITY

¹Ostrikov Valery
¹Zhernovnikov Dmitry
¹Petrashchev Alexander
¹Erokhin Gennady
¹Nagdaev Vladimir

¹FSBSI All-Russian Scientific and Research Institute of Use of Techniques and Oil Products in Agriculture

Abstract. The wear of agricultural machinery and metal corrosion are practically inseparable concepts. The appearance of traces of corrosion on moving, rubbing parts, as a rule, increases wear. Combine harvesters are known to be out of service most of the time. At the same time, in the process of their forced downtime, even parts closed from contact with the atmosphere undergo corrosion, which subsequently significantly intensifies wear. Before storage, the engines of combine harvesters are filled with a special oil, which promotes the formation of a film that protects the mirror surface of the cylinder liners from corrosion. At the same time, it was found that existing working and conservation oils, such as K-17, are practically not used in agricultural production. It was also found that, according to the protection technology, when inhibitors are introduced into the operating oil, the contaminants present in the engine oil subsequently provoke the oxidation process, which also, when the engine is cranking, leads to wear. The material of photographing the walls of the cylinder liners is presented, confirming the formation of traces of "rust" on the walls of the cylinder liners and the subsequent appearance of deep traces of wear. FSBSI ARRIUPA is developing a resource-saving technology for obtaining working and conservation oils

based on purified used engine oils without draining them from the engine crankcase, followed by the introduction of available reagents capable of forming a protective film.

Keywords: wear reduction, working and conservation oil, corrosion, engine, cylinder liners, combine harvester, analysis.

После завершения уборочных работ зерноуборочные комбайны ставят на хранение на срок 7-8 месяцев [1]. Комбайны, в лучшем случае, устанавливают на площадки под навесами, но, в большинстве случаев, на открытых площадках [2]. После постановки на хранение работавшее в двигателе моторное масло, как правило, не сливается. За период наработки 120-150 часов основные показатели моторных масел изменяются не столь значительно, то есть не являются браковочными. Вязкость масла находится в интервале 9-11 мм²/с, содержание антиокислительных, моюще-диспергирующих, противоизносных и др. присадок находится в допустимых пределах, не достигнув значения по щелочному числу менее 3 мг КОН/г [3-4].

Загрязнённость масла в двигателях зависит, в большой степени, от технического состояния ДВС, нагрузки, температурных режимов работы двигателя и качества используемого топлива. Проведённый анализ свойств моторного масла в 5 зерноуборочных комбайнах Дон-1500, Дон-680 и «Енисей» АО ПЗ «Пригородный» после завершения сезонных работ и после постановки на хранение показал, что все масла имели различную степень загрязнённости. Значение в процентном выражении колебались от 0,5 до 1,1. Все масла имели чёрный цвет и содержали от 0,4 до 0,9% нерастворимого осадка (смола, асфальтенов). Несмотря на разницу показателей и известные закономерности [5], можно утверждать, что часть загрязнений, в том числе и смола, за время простоя (хранения) выпадут в осадок в картере двигателя, образуют отложения в системе смазки в целом.

До 90-х годов, при существовании в большинстве хозяйств систем подготовки техники к хранению, моторное масло сливалось, и проводилась консервация двигателя. По существующим нормативным документам после слива отработавшего масла в двигатель заправлялось рабоче-консервационное масло или в работавшее в двигателе масло добавлялись ингибиторы коррозии [6].

В соответствии с рекомендациями [7], после кратковременной работы двигателя на холостом ходу, защитное масло должно присутствовать на всей поверхности зеркала цилиндра и других деталях, не подвергающихся смазыванию в процессе работы [8]. После этого консервационные и консервационно-рабочие масла сливают. Консервационно-рабочие масла могут быть оставлены в картере на период хранения, и на них допускается временная работа тракторной техники [8].

Для получения консервационно-рабочих масел ингибиторы коррозии 5-10% АКОР-1, Мифол и др. на местах потребления смешивают с моторными (индустриальными, компрессорными) маслами.

Вместе с этим промышленность вырабатывает масло К-17 (ГОСТ 10877-76). Двигатели внутреннего сгорания консервируют без разборки: сливают моторное масло, отключают фильтры, прокачивают масло К-17, излишки масла удаляются [8]. Однако, данное масло (К-17) не является высококачественным и практически не применяется в сельскохозяйственных предприятиях [3].

Среди производителей масел и эксплуатационников техники существует мнение, что современные масла М-10Г₂, М-10ДМ обладают достаточно высокими антиокислительными и защитными свойствами, и после окончания сезона при постановке тракторов, комбайнов на хранение нет необходимости в проведении операции их слива и консервирования. Данный подход объясняется тем, что современные моторные масла обладают способностью создавать и удерживать на стенках гильз цилиндров достаточно устойчивую защитную плёнку, способную в течение 7-8 месяцев предотвращать коррозию. С данной позицией нельзя не считаться, однако, помимо способности моторных масел «удерживать» на поверхности гильз цилиндров защитную плёнку, они всё же подвержены окислению. А присутствующие в работавших маслах примеси, смолы, элементы кислот (как продукт взаимодействия серы с водой) не обеспечивают достаточно эффективную защиту стенок гильз цилиндров от коррозии.

На рисунке 1 а, б, представлены фотографии, демонстрирующие низкую эффективность защиты гильз цилиндров от коррозии и последствия, вызывающие образование «фраков» на стенках гильз цилиндров.

а)

а) следы коррозии и износа после хранения
(на начало эксплуатации ДВС)

б)

б) следы глубокого износа (раковины) по-
сле длительной эксплуатации и отказа от про-
ведения операции консервации ДВС

Рисунок 1. Микрофотографии гильзы цилиндра со следами коррозии и износа

Присутствие на стенках цилиндра следов коррозии (рисунок 1 а), в процессе эксплуатации, неизбежно повлияет на увеличение износа цилиндров, следов на «зеркальных» стенках цилиндров, что в последствии повлияет на эксплуатационные характеристики двигателя.

На рисунке 1 б можно наблюдать образование «раковин» как результат действия коррозии при последующей работе узла трения. В случаях отказа от операции антикоррозионной защиты перед постановкой на хранение.

Оценивая результаты анализа и наблюдений, можно говорить о том, что решение задач снижения износа техники при хранении зерноуборочных комбайнов является весьма актуальным.

В первом приближении можно утверждать, что существующая или существовавшая модель защиты двигателя от коррозии и износа ЦПГ предполагает использование не совсем эффективных и высокочувствительных схем. Во-первых, внесение ингибиторов коррозии в работавшее масло является малоэффективным и не решает вопроса износа деталей ЦПГ, в частности гильз цилиндров, из-за присутствия в масле примесей и продуктов окисления. Во-вторых, использование специальных масел является высокочувствительным мероприятием. В-третьих, не решает вопросов ресурсосбережения.

Заключение

На основании изучения состояния вопроса и анализа существующих консервационных, рабоче-консервационных масел ставятся задачи разработки ресурсосберегающей технологии и состава масла на основе отработанных моторных масел. При этом процесс защиты двигателя должен происходить без слива масла из двигателя комбайна, а вносимые в него ингибиторы коррозии должны быть доступными и эффективными. Решение проблемы удаления загрязнений из отработавшего масла перед внесением ингибиторов на основании известных способов очистки ФГБНУ ВНИИ-ТиН облегчает решение проблемы. В первую очередь необходим разработка состава рабоче-консервационного масла с обоснованием его элементного состава.

Список литературы

1. Ерохин Г.Н. Техническая и эксплуатационная надёжность работы современных зерноуборочных комбайнов // Наука в центральной России. – 2014. - №3(9). – с. 71-75

2. Прохоренков В.Д., Петрашев А.И. Практика защиты от коррозии сельскохозяйственной техники в современных условиях // Технология металлов. 2000. №8. – с. 14-20
3. Остриков В.В. и др. Повышение эффективности использования смазочных материалов в узлах и агрегатах сельскохозяйственной техники (анализ, теория, исследования и практика). Воронеж «Истоки», 2008. – 159с.
4. Остриков В.В., Петрашев А.И. и др. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости. Учебное пособие, Москва, Вологда, изд. Инфра – Инженерия, 2019. – 242 с.
5. Рабоче-консервационные смазочные материалы. – М. Химия. 1979. – 256 с.
6. Северный А.Э. Сохраняемость и защита от коррозии сельскохозяйственной техники. – М. ГОСНИТИ, 1993. – 233 с.
7. Гайдар С.М. Теория и практика создания средств защиты сельскохозяйственной техники от коррозии. – М.: ФГНУ «Росинформатех», 2011. – 304 с.
8. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение. Справочник под редакцией В.М. Школьников. М. Техинформ, 1999. – 596 с.

References

1. Erokhin G.N. Technical and operational reliability of modern grain harvesters // Science in Central Russia. - 2014. - No. 3 (9). - with. 71-75
2. Prokhorenkov V.D., Petrashev A.I. The practice of corrosion protection of agricultural machinery in modern conditions // Tekhnologiya metallov. 2000. No. 8. - with. 14-20
3. Ostrikov V.V. and others. Improving the efficiency of the use of lubricants in the units and assemblies of agricultural machinery (analysis, theory, research and practice). Voronezh "Istoki", 2008. - 159p.
4. Ostrikov V.V., Petrashev A.I. and other Fuel, lubricants and technical liquids. Study guide, Moscow, Vologda, ed. Infra - Engineering, 2019.- 242 p.
5. Working and conservation lubricants. - M. Chemistry. 1979.- 256 p.
6. Northern A.E. Preservation and corrosion protection of agricultural machinery. - M. GOSNITI, 1993 .-- 233 p.
7. Gaidar S.M. Theory and practice of creating means of protecting agricultural machinery from corrosion. - M.: FGNU "Rosinformatekh", 2011. - 304 p.
8. Fuels, lubricants, technical fluids. Range and application. Handbook edited by V.M. Shkolnikov. M. Tekhinform, 1999 .-- 596 p.

Сведения об авторах

Принадлежность к организации

Остриков Валерий Васильевич – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, email: viitinlab8@bk.ru.

Жерновников Дмитрий Николаевич – младший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, email: viitinlab8@bk.ru.

Петрашев Александр Иванович – доктор технических наук, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научноисследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: vitin-10.pet@mail.ru.

Ерохин Геннадий Николаевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научноисследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: witin4@rambler.ru.

Нагдаев Владимир Николаевич – кандидат химических наук, старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научноисследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: viitinlab8@bk.ru.

Author credentials

Affiliations

Ostrikov Valery Vasilievich – Full Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: viitinlab8@bk.ru.

Zhernovnikov Dmitry – junior researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: viitinlab8@bk.ru.

Petrashchev Alexandr – Full Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution «All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture», Russia, Tambov, e-mail: vitin-10.pet@mail.ru.

Erokhin Gennady – Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: witin4@rambler.ru.

Nagdaev Vladimir – Candidate of Chemical Sciences, Senior Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: viitinlab8@bk.ru.

Поступила в редакцию (Received): 27.11.2021 Принята к публикации (Accepted): 18.12.2021

УДК 620.197

DOI: 10.35887/2305-2538-2021-6-105-112

ЗАЩИТНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОНСЕРВАЦИОННЫХ СОСТАВОВ, СОДЕРЖАЩИХ ПРОТИВОКОРРОЗИОННУЮ ДОБАВКУ М-531

¹Курьято Николай Алексеевич

¹Дорохов Андрей Валерьевич

¹Князева Лариса Геннадьевна

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

Реферат. Для сохранения сельскохозяйственной техники в работоспособном состоянии в нерабочие периоды традиционно применяют ингибиторную противокоррозионную защиту. Исследована эффективность составов на масляной основе с добавкой маслорастворимого ингибитора коррозии М-531 для защиты стали Ст3 от атмосферной коррозии. Составы готовили на основе индустриального, трансформаторного и моторного масел. Испытания проводили в термовлагокамере Г-4, в 0,5 М растворе NaCl, в камере солевого тумана. По результатам ускоренных коррозионных испытаний в термовлагокамере Г-4, наблюдается высокое защитное действие составов с концентрацией М-531 3-10 масс. %, которое составляет 97-100 %. Данные гравиметрических коррозионных испытаний в 0,5 М растворе NaCl свидетельствуют о том, что защитная эффективность масляных композиций заметно ниже, чем в термовлагокамере Г-4 из-за агрессивного действия Cl⁻ ионов, отсутствующих при испытаниях в термовлагокамере. Наихудшие результаты получены для композиций на основе индустриального и трансформаторного масел. Концентрации добавки М-531 3-5 масс%, рекомендованной разработчиком недостаточно для эффективной защиты стали в исследуемых условиях. При испытаниях в камере соляного тумана покрытий на стали Ст3 маслами, ингибированными 20 % М-531 обнаружено, что наименее подвержены коррозии образцы, покрытые составами на основе моторного масла (товарного и отработанного).

Ключевые слова: коррозия, консервационные составы, М-531, защитная эффективность, термовлагокамера, камера солевого тумана.

PROTECTIVE EFFICIENCY OF OIL COMPOSITIONS CONTAINING ANTI-CORROSION ADDITIVE M-531