

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ СОСТАВОВ ПРИ КОНСЕРВАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

**Е. Б. Миронов*, Е. А. Лисунов,
А. Е. Крупин, Е. М. Тарукин**

ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет»

**mironov-e@mail.ru*

Введение. Сельскохозяйственное производство Российской Федерации располагает значительным парком машин, орудий и механизмов, для поддержания которого в работоспособном состоянии необходима разработка передовых методов и средств консервации и антикоррозионной обработки техники. В настоящее время в целях решения данной актуальной задачи учеными и научно-исследовательскими коллективами предлагаются установки для приготовления и нанесения различных защитных противокоррозионных составов и смазок на поверхности сельскохозяйственной техники.

Материалы и методы. В работе представлена конструкция, принцип ее работы для приготовления и нанесения защитных смазок. Отличительной особенностью данной конструкции является использование в качестве источника нагрева модернизированного индукционного водонагревателя и косвенного нагрева материала посредством теплоносителя.

Результаты исследования. Была получена теоретическая зависимость мощности индукционного нагревателя от температуры, количества и времени нагрева защитной смазки.

Обсуждение и заключения. В сельскохозяйственных организациях не всегда удается обеспечить ритмичность выполнения работ по консервации техники в силу ряда причин: недостаточного технического оснащения, разномарочности консервируемой техники и др. Совокупность данных факторов приводит к необходимости создания установки, способной с наименьшими энергозатратами приготовить защитные составы и поддерживать их требуемую температуру в течение всей рабочей смены.

Ключевые слова: консервация, косвенный нагрев, конструкционные параметры, сельскохозяйственная техника, устройство для приготовления и нанесения защитных составов, хранение

Для цитирования: Устройство для приготовления защитных составов при консервации сельскохозяйственной техники / Е. Б. Миронов [и др.] // Вестник Мордовского университета. 2016. Т. 26, № 4. С. 490–498. DOI: 10.15507/0236-2910.026.201604.490-498

Благодарности: Коллектив авторов выражает благодарность рецензентам за их глубокую всестороннюю оценку статьи, а также указанные замечания и предложения по тематике исследования.



A DEVICE FOR MAKING PROTECTIVE COMPOUNDS AT THE AGRICULTURAL EQUIPMENT CONSERVATION

Ye. V. Mironov*, Ye. A. Lisunov,
A. Ye. Krupin, Ye. M. Tarukin

*Nizhny Novgorod State University of Engineering
and Economics (Knyaginino, Russia)*

*mironov-e@mail.ru

Introduction. The article deals with the protective anti-corrosive compounds for agricultural machinery. Agriculture has a significant fleet of machines, tools and mechanisms. Advanced methods and tools are needed for preservation of surfaces from corrosion. Many of research teams solve this relevant problem and offer devices for the preparation and application of various protective anti-corrosive compounds and greases for surfaces of agricultural machinery.

Materials and Methods. The paper presents the design and operation of installation for the preparation and application of protective grease. A heat source and the indirect heating the material by a heat carrier are distinctive features of the device.

Results. The theoretical dependence of induction heater power on temperature, quantity and time of heating the protective grease was obtained.

Discussion and Conclusions. Agricultural enterprises haven't possibility to conserve technical equipment in time due to a variety of reasons. The combination of many factors leads to the necessity of creating device with minimal energy for producing protective compositions and maintaining work temperature requirements throughout the entire time.

Keywords: conservation, indirect heating, construction parameters, agricultural machinery, device for preparation and application of protective coatings, storage

For citation: Mironov YeV, Lisunov YeA, Krupin AYe, Tarukin YeM. A device for making protective compounds at the agricultural equipment conservation. *Vestnik Mordovskogo universiteta* = Mordovia University Bulletin. 2016; 4(26):490-498. DOI: 10.15507/0236-2910.026.201604.490-498

Acknowledgements: The authors express their gratitude to the reviewers for the comprehensive evaluation of the article and the important comments to improve the quality of the manuscript.

Введение

Проблема сохранности сельскохозяйственной техники в период эксплуатации и хранения заключается в постоянном воздействии на нее различных факторов: атмосферных осадков, повышенной влажности воздуха, перепадов температуры, примесей коррозионно-активных газов, солнечной радиации и технологических загрязнений, в результате чего металлические поверхности машин интенсивно корродируют [1–2].

Коррозионные разрушения интенсифицируют износ сопряжений и узлов трения, снижают усталостную прочность, что приводит к появлению

многочисленных трещин и разрывов металла, особенно в тонколистовых металлоконструкциях и сварных соединениях [3–5].

Одним из наиболее распространенных путей решения указанной проблемы является нанесение на поверхности деталей сельскохозяйственной техники различных противокоррозионных защитных составов [6–7]. Оценка деятельности технической службы сельскохозяйственных организаций Нижегородской области показала, что противокоррозионные мероприятия часто проводятся не в полном объеме или не проводятся совсем [8]. Основными причинами сложившейся ситу-

ации являются смещение агротехнических сроков выполнения полевых работ из-за погодных условий (например, поздняя уборка зерновых культур, картофеля и т. д.) и низкий уровень механизации процесса нанесения составов, поскольку большинство операций производится вручную с помощью шпателя или кисти. Таким образом, разработка механизированных способов приготовления и нанесения защитных составов является актуальной задачей.

Целью данной работы является ознакомление с предлагаемым оригинальным устройством для приготовления и нанесения защитных составов, а также определение теоретической зависимости его мощности от конструктивных параметров.

Обзор литературы

С целью качественной и своевременной защиты сельскохозяйственной техники авторами [4; 9–10] разработаны установки для приготовления и нанесения различных защитных противокоррозионных составов и смазок [6–7]. Основными недостатками данных устройств являются сложность конструкции, заключающаяся в наличии различных подвижных соединений внутри бака, преимущественный нагрев смазочного материала снизу установок, что не может обеспечить равномерный нагрев всего объема смазочного материала, и может привести к образованию технологических пауз (простоев) в ожидании необходимой температуры материала для нанесения и т. д.

Материалы и методы

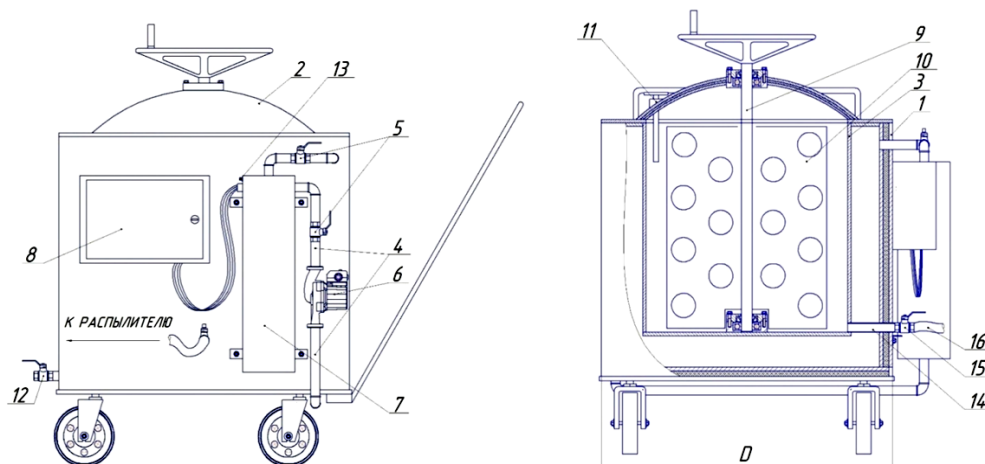
Частично устранить указанные недостатки способно предлагаемое устройство (рис. 1), включающее систему косвенного нагрева смазочного

материала модернизированным индукционным нагревателем [11] через теплоноситель, которая упростит его конструкцию и существенно повысит его надежность и ремонтпригодность.

Отличительной особенностью предлагаемого устройства является использование в качестве источника нагрева модернизированного индукционного водонагревателя и циркуляционного насоса, которые способствуют образованию турбулентного режима течения теплоносителя, благоприятствуют интенсификации теплообмена между нагреваемым материалом и теплоносителем за счет быстрого подвода теплоты к стенкам емкости, и, следовательно, увеличивают скорость нагрева защитного состава. Это обстоятельство ведет также к снижению удельных энергозатрат при приготовлении защитных смазок.

При проведении работ по консервации сельхозмашин устройство транспортируют на пост вручную и подключают к однофазной электрической сети. При достижении температуры, например, 55–60°C посредством температурного контролера индукционный нагреватель отключается, что не допускает перегрева смазки. После понижения температуры например до 45–50°C индукционный нагреватель снова включается и происходит нагрев воды и, как следствие, смазки.

Наличие в устройстве датчиков и температурного контроллера, регистрирующие элементы которых смонтированы в блоке управления, позволяет в автоматическом режиме поддерживать необходимую постоянную температуру нагреваемого материала для получения качественной защитной смазки необходимой консистенции.



Р и с. 1. Схема устройства для приготовления и нанесения защитных смазок: 1 – цилиндрический теплоизолированный корпус, 2 – теплоизолированная крышка, 3 – емкость, 4 – водяные патрубки, 5 – краны, 6 – циркуляционный насос, 7 – модернизированный индукционный водонагреватель, 8 – блок управления, 9 – мешалка, 10 – лопасти, 11 – датчик температуры, 12 – кран сливной, 13 – клапан спуска воздуха, 14 – патрубок отвода защитного состава, 15 – запорный кран, 16 – шланг

Fig. 1. Diagram of the device for the preparation and application of protective greases: 1 – cylindrical insulated body, 2 insulated cover, 3 – capacity, 4 water connection, 5 – valves, 6 – pump, 7 – upgraded induction heater, 8 – control unit, 9 – stirrer, 10 – blade, 11 – temperature sensor, 12 – drain tap, 13 – valve of air, 14 – water outlet of the protective composition, the 15 – stop tap, 16 – hose

Благодаря быстрому и равномерному распределению теплоты по всем поверхностям исключается тепловая деструкция компонентов защитной смазки и снижение ее антикоррозионных свойств.

В пистолет-распылитель подогретая смазка подается по шлангу за счет создаваемого разряжения. Сжатый воздух в пистолет-распылитель подается от компрессора под давлением, которое регулируют посредством пневморедуктора. Производится распыление горячей смазки воздухом, и нанесение ее на обрабатываемую поверхность машины.

Для приготовления битумных мастик в устройство закладывают битум, растворитель (например, бензин), выдерживают определенное время до образования вязкой консистентной массы и перемешивают мешалкой для получения однородной структуры, после чего битумную мастику можно наносить вручную на поверхности деталей машин кистью или шпателем.

Результаты исследования

В работе [12] при обосновании конструктивных параметров установки была определена система уравнений:

$$\begin{cases} m_{см} \cdot c_{см} \cdot \frac{T_2 - T_{2нач}}{\tau} = k_2 \cdot (T_1 - T_2) \cdot 2 \cdot \pi \cdot L + k_3 (T_2 - T_3) \cdot \pi \cdot \frac{d_3^2}{4} \\ P = k_1 \cdot (T_1 - T_3) \cdot 2 \cdot \pi \cdot L + k_3 (T_1 - T_3) \cdot \pi \cdot \frac{d_3^2}{4}, \end{cases}$$

где $m_{см}$ – масса приготавливаемого защитного состава, кг; $c_{см}$ – теплоемкость приготавливаемого защитного состава, $\frac{Дж}{кг \cdot К}$;

Technical sciences

температура защитной смазки, К; $T_{2нач}$ – начальная температура защитной смазки, К; τ – время нагрева, ч; k_1, k_2, k_3 – коэффициенты теплопередачи, $\frac{Вт}{м \cdot К}$;

T_1 – температура теплоносителя; L – длина емкости для приготовления защитной смазки, м; d_3 – внутренний диаметр емкости для приготовления защитной смазки, м; P – мощность нагревателя, Вт; T_3 – температура окружающей среды, К. Из первого уравнения системы (1) выразим температуру T_1 .

$$T_1 = \frac{m_{cm} \cdot c_{cm} \cdot \frac{T_2 - T_{2нач}}{\tau}}{2 \cdot k_2 \cdot \pi \cdot L} - \frac{k_3(T_2 - T_3) \cdot \pi \cdot \frac{d_3^2}{4}}{2 \cdot k_2 \cdot \pi \cdot L} + T_2. \quad (2)$$

Сгруппировав члены второго уравнения системы (1), получим:

$$P = 2 \cdot \pi \cdot L \cdot k_1 \cdot T_1 - 2 \cdot \pi \cdot L \cdot k_1 \cdot T_3 + \pi \cdot \frac{d_3^2}{4} \cdot k_3 \cdot T_1 - \pi \cdot \frac{d_3^2}{4} \cdot k_3 \cdot T_3$$

$$P = \left(2 \cdot \pi \cdot L \cdot k_1 + \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} k_3 \right) \cdot T_1 - \left(2 \cdot \pi \cdot L \cdot k_1 + \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} k_3 \right) \cdot T_3$$

$$P = (T_1 - T_3) \cdot \left(2 \cdot \pi \cdot L \cdot k_1 + \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} k_3 \right). \quad (3)$$

Выражение (2) подставим в уравнение (3) и преобразуем:

$$P = \left(\frac{m_{cm} \cdot c_{cm} \cdot \frac{T_2 - T_{2нач}}{\tau}}{2 \cdot k_2 \cdot \pi \cdot L} - \frac{k_3(T_2 - T_3) \cdot \pi \cdot \frac{d_3^2}{4}}{2 \cdot k_2 \cdot \pi \cdot L} + T_2 - T_3 \right) \cdot \left(2 \cdot \pi \cdot L \cdot k_1 + \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} k_3 \right) \quad (4)$$

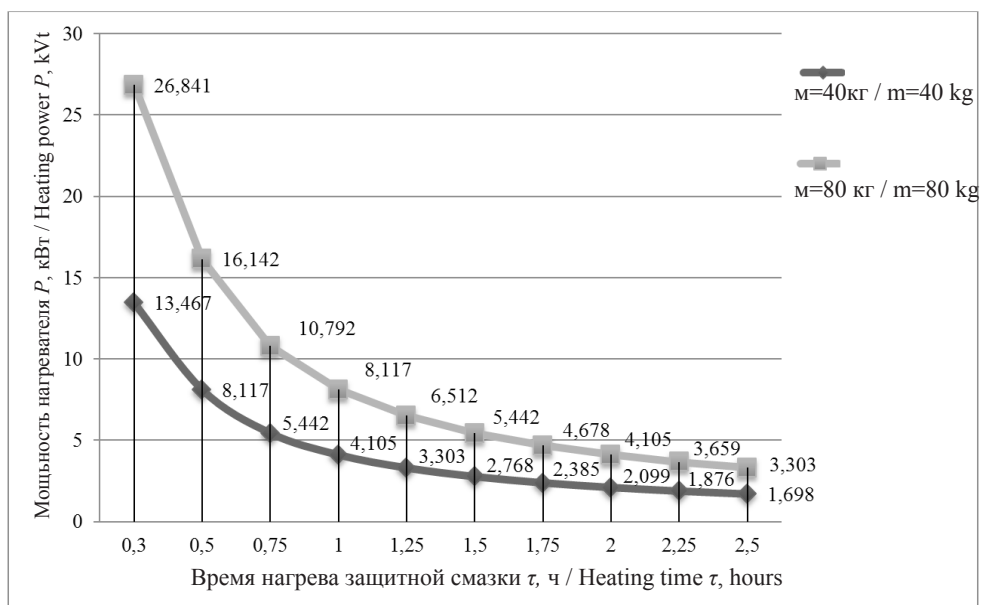
Результаты исследования

Задав необходимые параметры, по формуле (4), определим зависимость искомой мощности P при нагреве защитной смазки до температуры $T_2 = 60$ °С, от количества нагреваемой защитной смазки $m_{cm} = 40$ и 80 кг, времени нагрева τ , а также температуры окружающей среды $T_3 = 18$ °С.

Обсуждение и заключения

Полученное теоретическое выражение (4) при определении потребляемой мощности устройства учитывает не только его конструкционные параметры (геометрические размеры, толщину и свойства теплоизоляционного материала), но и режимные: количество защитного состава, время и температуру нагрева.

Как видно из рис. 2, при увеличении мощности нагревателя теоретическое время нагрева значительно сокращается. Кроме этого, следует учитывать, что применение избыточно мощного индукционного водонагревателя ведет к неоправданному увеличению стоимости установки. Также возможен неравномерный нагрев смазочного материала в центре емкости установки вследствие срабатывания автоматики при достижении теплоносителем и пристеночными слоями защитной смазки необходимой температуры. В процессе консервации техники, необходимо максимально сократить время приготовления в случае израсходования всего находящегося в устройстве защитного состава.



Р и с. 2. Теоретические зависимости изменения времени нагрева τ защитной смазки от мощности нагревателя P

F i g. 2. Theoretical dependence of change of the heating time τ protective grease from the heating power P

Таким образом, для нагрева 40 и 80 кг защитного состава в течение 30–40 мин потребуется индукционный нагреватель

мощностью 7 и 15 кВт, который отвечает всем вышеперечисленным требованиям.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. **Миронов Е. Б., Лисунов Е. А., Гладцын А. Ю.** Процесс образования и развития электрохимической коррозии сельскохозяйственной техники // *Аграрный Вестник Верхневолжья*. 2015. № 4. С. 49–52. URL: http://www.ivgsha.ru/userfiles/file/4_2015.pdf
2. **Соловьева С. П.** Повышение эффективности хранения сельскохозяйственной техники путем обоснования параметров защитного теплового экрана : дис. ... к-та техн. наук. Рязань, 2014. 169 с. URL: http://www.mgau.ru/file_article/ds/dissol.pdf
3. Укрытие для хранения сельскохозяйственной техники / М. Б. Латышенко [и др.] // *Известия ТулГУ (Сер. «Технические науки»)*. 2011. № 4. С. 204–207. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/ukrytie-dlya-hraneniya-selskohozyaystvennoy-tehniki>
4. **Петрашев А. И.** Совершенствование технологических процессов и ресурсосберегающих средств консервации сельскохозяйственной техники при хранении : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Тамбов, 2007. 52 с. URL: <http://dlib.rsl.ru/viewer/01003064619#?page=1>
5. **Шемякин А. В.** Совершенствование организации работ, связанных с хранением сельскохозяйственных машин в условиях малых и фермерских хозяйств : дис. ... д-ра техн. наук. Рязань, 2014. 296 с. URL: <http://www.mgau.ru/science/553/soviet/238/244/item.2607.html>
6. Оценка консервационных материалов для защиты от коррозии рабочих органов сельскохозяйственной техники / Е. Б. Миронов [и др.] // *Вестник НГИЭУ (Сер. «Технические науки»)*. 2015. № 8 (51). С. 45–57. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-konservatsionnyh-materialov-dlya-zaschity-ot-korrozii-rabochih-organov-selskohozyaystvennoy-tehniki>



7. **Шихалев И. Н.** Обоснование параметров и характеристик процесса приготовления пластичных смазок на основе отработанных масел для их использования в сельскохозяйственной технике : дис. ... к-та техн. наук. Тамбов, 2016. 220 с. URL: http://ds.vsau.ru/wp-content/uploads/2016/01/%D0%A8%D0%B8%D1%85%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%B2_%D0%94%D0%B8%D1%81%D1%81.pdf

8. Состояние системы противокоррозионной защиты сельскохозяйственной техники в Нижегородской области / Е. Б. Миронов [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 12 (134). С. 127–131. URL: <http://www.asau.ru/vestnik/2015/12/127-131.pdf>

9. Патент 2525493 (РФ), МПК В 05 В 7/16. Устройство для нагрева защитной смазки при нанесении на сельхозмашины / А. И. Петрашев, В. В. Клепников, Ю. А. Шумов; заявитель и патентообладатель – ФБГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии. 2013109670/05; заявл. 03.04.2013; опубл. 20.08.2014. URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2525493>

10. Патент 2460590 (РФ), МПК В 05 В 7/16. Устройство для нагрева защитной смазки при нанесении / А. И. Петрашев, Л. Г. Князева, И. М. Курочкин, М. А. Петрашева; заявитель и патентообладатель – ФБГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии. 2011136490/05; заявл. 01.09.2011; опубл. 10.09.2012. URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2460590>

11. **Миронов Е. Б.** Исследование удельного энергопотребления индукционных водонагревателей и их совершенствование путем оребрения конструктивных элементов : автореф. дис. ... к-та техн. наук. Княгинино, 2013. 20 с. URL: <http://dlib.rsl.ru/viewer/01005539804#?page=1>

12. **Миронов Е. Б., Тарукин Е. М.** К обоснованию конструктивных параметров установки для приготовления защитных составов при консервации сельскохозяйственной техники // Современное состояние прикладной науки в области механики и энергетики : мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. (8–10 сентября 2016 г). Чебоксары : ЧГСХА, 2016. С. 364–372.

Поступила 26.09.2016; принята к публикации 20.10.2016; опубликована онлайн 30.12.2016 г.

Об авторах:

Миронов Евгений Борисович, доцент кафедры технического сервиса ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» (Россия, г. Княгинино, ул. Октябрьская, д. 22), кандидат технических наук, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7842-0377>**, mironov-e@mail.ru

Лисунов Евгений Алексеевич, профессор кафедры технического сервиса ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» (Россия, г. Княгинино, ул. Октябрьская, д. 22), доктор технических наук, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9002-2665>**, lea63@yandex.ru

Крупин Александр Евгеньевич, старший преподаватель кафедры технического сервиса ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» (Россия, г. Княгинино, ул. Октябрьская, д. 22), кандидат технических наук, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7497-353X>**, krupin-ngiei@mail.ru

Тарукин Евгений Михайлович, старший преподаватель кафедры технического сервиса ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» (Россия, г. Княгинино, ул. Октябрьская, д. 22), **ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9075-3767>**, evgenij2202@yandex.ru

Вклад соавторов: Е. Б. Миронов: патентный поиск, консультирование по теоретической части работы, анализ полученных данных; Е. А. Лисунов: изучение концепции, научное руководство, критический анализ и доработка текста; А. Е. Крупин: компьютерные работы, верстка и редактирование текста; Е. М. Тарукин: подготовка начального текста с последующей доработкой, анализ литературных данных. Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.



REFERENCES

1. Mironov YeB, Lisunov YeA, Gladtsyn AYu. Protsess obrazovaniya i razvitiya elektrokhimieskoy korrozii selskokhozyaystvennoy tekhniki [The process of formation and development of electrochemical corrosion of agricultural machinery]. *Agrarnyy vestnik Verkhnevolzhya* = Agricultural Bulletin of Upper Volga Region. 2015; 4:49-52. Available from: http://www.ivgsha.ru/userfiles/file/4_2015.pdf (In Russ.)
2. Solovyeva SP. Povysheniye effektivnosti khraneniya selskokhozyaystvennoy tekhniki putem obosnovaniya parametrov zashchitnogo teplovogo ekrana : diss. ... kand. tekhn. nauk [Improving the efficiency of the storage of agricultural machinery by a substantiation of the parameters of the protective heat shield: Ph.D. thesis (Engineering)]. Ryazan; 2014. Available from: http://www.mgau.ru/file_article/ds/dissol.pdf (In Russ.)
3. Latyshenok MB, Shemyakin AV, Morozova NM, Solovyeva SP. Ukrytiye dlya khraneniya selskokhozyaystvennoy tekhniki [Shelter for storage of agricultural machinery]. *TSU Bulletin: Engineering*. 2011; 4:204-207. Available from: <http://cyberleninka.ru/article/n/ukrytie-dlya-khraneniya-selskokozyaystvennoy-tehniki> (In Russ.)
4. Petrashev AI. Sovershenstvovaniye tekhnologicheskikh protsessov i resursosberegayushchikh sredstv konservatsii selskokhozyaystvennoy tekhniki pri khraneni: avtoref. diss. ... dokt. tekhn. nauk [Improving processes and resource conservation means the storage of agricultural machinery: Abstract of Dr.Sci. thesis (Engineering)]. Tambov; 2007. Available from: <http://dlib.rsl.ru/viewer/01003064619#?page=1> (In Russ.)
5. Shemyakin AV. Sovershenstvovaniye organizatsii rabot, svyazannykh s khraneniem selskokhozyaystvennykh mashin v usloviyakh malykh i fermerskikh khozyaystv: diss. ... dokt. tekhn. nauk [Improving the organization of work associated with the storage of agricultural machinery in the conditions of small farms: Dr.Sci. thesis (Engineering)]. Ryazan; 2014. Available from: <http://www.mgau.ru/sciense/553/soviet/238/244/item.2607.html> (In Russ.)
6. Mironov YeB, Kosolapov VV, Tarukin YeM, Maslov MM. Otsenka konservatsionnykh materialov dlya zashchity ot korrozii rabochikh organov selskokhozyaystvennoy tekhniki [Assessment of conservation materials for corrosion protection of working organs of agricultural machinery]. *Vestnik NGIEU: Tekhnicheskkiye nauki* = NGIEU Bulletin: Engineering. 2015; 8(51):45-57. Available from: <http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-konservatsionnyh-materialov-dlya-zashchity-ot-korrozii-rabochih-organov-selskokozyaystvennoy-tehniki> (In Russ.)
7. Shikhalev IN. Obosnovaniye parametrov i kharakteristik protsessa prigotovleniya plastichnykh smazok na osnove otrabotannykh masel dlya ikh ispolzovaniya v selskokhozyaystvennoy tekhnike: diss. ... kand. tekhn. nauk. [Justification of parameters and characteristics of the process of preparation of greases based on waste oils for use in agricultural machinery: Ph.D. thesis (Engineering)] Tambov; 2016. Available from: http://ds.vsau.ru/wp-content/uploads/2016/01/%D0%A8%D0%B8%D1%85%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%B2_%D0%94%D0%B8%D1%81%D1%81.pdf (In Russ.)
8. Mironov YeB, Kosolapov VV, Tarukin YeM, Maslov MM. Sostoyaniye sistemy protivokorroziionnoy zashchity selskokhozyaystvennoy tekhniki v Nizhegorodskoy oblasti [Corrosion protection system status of agricultural machinery in Nizhny Novgorod Region]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Altai State Agrarian University Bulletin. 2015; 12(134):127-131. Available from: <http://www.asau.ru/vestnik/2015/12/127-131.pdf> (In Russ.)
9. Petrashev AI, Klepnikov VV, Shumov YuA. Patent 2525493 (RF), MPK V 05 V 7/16. Ustroystvo dlya nagreva zashchitnoy smazki pri nanesenii na selkhoz mashiny [Device for heating a protective lubricant when applied to agricultural machinery]. FBGNU VNIITiN Rosselkhozakademii. 2013109670/05. Available from: <http://www.freepatent.ru/patents/2525493> (In Russ.)
10. Petrashev AI, Knyazeva LG, Kurochkin IM, Petrasheva MA. Patent 2460590 (RF), MPK V 05 V 7/16. Ustroystvo dlya nagreva zashchitnoy smazki pri nanesenii [Device for heating a protective lubricant when applied]. FBGNU VNIITiN Rosselkhozakademii. 2011136490/05. Available from: <http://www.freepatent.ru/patents/2460590> (In Russ.)
11. Mironov YeB. Issledovaniye udelnogo energopotrebleniya induktsionnykh vodonagrevateley i ikh sovershenstvovaniye putem orebreniya konstruksionnykh elementov: avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk [Research of the specific energy consumption of induction heaters and their improvement through the fins



of structural elements: Abstract of Ph.D. thesis (Engineering)]. Knyaginino; 2013. Available from: <http://dlib.rsl.ru/viewer/01005539804#?page=1> (In Russ.)

12. Mironov YeB, Tarukin YeM. K obosnovaniyu konstruktsionnykh parametrov ustanovki dlya prigotovleniya zashchitnykh sostavov pri konservatsii selskokhozyaystvennoy tekhniki [On the justification of the structural parameters of the installation for the preparation of protective compounds in the preservation of agricultural machinery]. In: *Sovremennoye sostoyaniye prikladnoy nauki v oblasti mekhaniki i energetiki: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. (8–10 sentyabrya 2016 g)* [The current state of applied science in the field of mechanics and engineering: Proceedings of Russian scientific-practical conference, 8-10 September 2016]. Cheboksary: ChGSKhA; 2016; 364-372.

Submitted 26.09.2016; revised 20.10.2016; published online 30.12.2016

About the authors:

Yevgeniy B. Mironov, associate professor of Technical Service Chair, Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics (22, Oktyabrskaya St., Knyaginino, Russia), Ph.D. (Engineering), **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-7842-0377>, mironov-e@mail.ru

Yevgeniy A. Lisunov, professor of Technical Service Chair, Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics (22, Oktyabrskaya St., Knyaginino, Russia), Dr.Sci. (Engineering), **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-9002-2665>, lea63@yandex.ru

Aleksandr Ye. Krupin, senior lecturer of Technical Service Chair, Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics (22, Oktyabrskaya St., Knyaginino, Russia), Ph.D. (Engineering), **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-7497-353X>, krupin-ngiei@mail.ru

Yevgeniy M. Tarukin, senior lecturer of Technical Service Chair, Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics (22, Oktyabrskaya St., Knyaginino, Russia), **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-9075-3767>, evgenij2202@yandex.ru

The contribution of the authors: Ye. B. Mironov looked through patents, developed the theoretical framework, analyzed data; Ye. A. Lisunov studied concept, provided direction, made critical analysis and revised the text of the article; A. Ye. Krupin processed data on a computer, edited the final version of the article; Ye. M. Tarukin wrote the preliminary text and analyzed the literature data. All authors have read and approved the final manuscript.