

## ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АПК В ПРОВИНЦИИ ХЭНАНЬ КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

<sup>1,2</sup>Сергей Леонидович Никитченко, кандидат технических наук, доцент,  
e-mail: binom\_a@rambler.ru;

<sup>1</sup>Олеся Владимировна Игнатьева, кандидат технических наук, доцент;

<sup>1</sup>Алексей Михайлович Лященко, кандидат технических наук, доцент

<sup>1</sup>Ростовский государственный университет путей сообщения,  
г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

<sup>2</sup>Донской государственный технический университет,  
г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

**Реферат.** Для успешного ведения сельскохозяйственного производства необходима современная система его инженерно-технического обеспечения, выполняющая материальное оснащение хозяйств машинами, эксплуатационными материалами, обеспечивающая качественный технический сервис, продвигающая инновации и осуществляющая кадровое и информационное обеспечение производства. Подобные системы в сельском хозяйстве развитых стран и России имеют схожую структуру и набор функций, а их механизм управления основан на рыночных принципах и свободных взаимоотношениях с хозяйствующими субъектами. (Цель исследования) Провести анализ специфики организации сельскохозяйственного производства и системы его инженерно-технического обеспечения в провинции Хэнань, выявить основные отличия анализируемой системы от зарубежных аналогов, показать результаты ее деятельности и перспективы развития. (Материалы и методы) Применили аналитический и экскурсионный методы, использовали материалы профильных статей, Интернет-сайтов и наблюдения в ходе экскурсии и посещения выставки. (Результаты и обсуждение) Отметили, что сельское хозяйство в Хэнани представляет собой базовую отрасль, лидирующую по объемам производства пшеницы и риса в стране. В регионе текущий уровень механизации процессов растениеводства не превышает 72 процентов. Определили, что китайские специалисты решают инновационные задачи для дальнейшего повышения уровня механизации, автоматизации и интеллектуализации производства, а также выхода на лидирующие мировые позиции в области «умного земледелия» после 2035 года. Показали организацию инженерно-технического обеспечения сельскохозяйственного производства в провинции на основе территориальных сельскохозяйственных кластеров, текущие достижения в сфере беспилотной сельхозтехники. (Выводы) Экономический эффект от организации системы инженерно-технического обеспечения заключается в повышении уровня механизации, в массовом распространении систем автоматизации процессов, во внедрении серийных образцов беспилотной сельскохозяйственной техники.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственное производство, инженерно-техническое обеспечение, сельскохозяйственная техника, беспилотные тракторы, автоматизация, роботизация, «умное» земледелие.

**Для цитирования:** Никитченко С.Л., Игнатьева О.В., Лященко А.М. Инженерно-техническое обеспечение АПК в провинции Хэнань Китайской Народной Республики // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. №3. С. 7-16. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-7-16. EDN: MIYOJO.

Review article

## ENGINEERING AND TECHNICAL SUPPORT OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX IN HENAN PROVINCE OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

<sup>1,2</sup>Sergey L. Nikitchenko, Ph.D.(Eng.), associate professor;

<sup>1</sup>Olesya V. Ignatieva, Ph.D.(Eng.), associate professor;

<sup>1</sup>Aleksey M. Lyashchenko, Ph.D.(Eng.), associate professor

<sup>1</sup>Rostov State Transport University, Rostov-on-Don, Russian Federation

<sup>2</sup>Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

**Abstract.** For the successful conduct of agricultural production, a modern system of its engineering and technical support is needed, performing the material equipping of farms with machines, operational materials, providing high-quality technical service, promoting innovations and providing personnel and information support for production. Similar systems in agriculture in developed countries and Russia have a similar structure and set of functions, and their management mechanism is based on market principles and free relationships with business entities. (Research purpose) The research purpose is analyzing the features of the organization of agricultural production and the system of its engineering and technical support in Henan province, identifying the main differences between the analyzed system and foreign analogues, showing the results of its activities and development prospects. (Materials and methods) Applied analytical and excursion methods, used materials from specialized papers, Internet sites and observations during the excursion and visiting the exhibition. (Results and discussion) It was noted that agriculture in Henan is the basic industry, leading in terms of wheat and rice production in the country. In the region, the current level of mechanization of crop production processes does not exceed 72 percent. It was determined that Chinese specialists are solving innovative tasks to further increase the level of mechanization, automation and intellectualization of production, as well as to reach the world's leading positions in the field of "smart agriculture" after 2035. They showed the organization of engineering and technical support for agricultural production in the province on the basis of territorial agricultural clusters, current achievements in the field of unmanned agricultural machinery. (Conclusions) The economic effect of the organization of the engineering and technical support system is to increase the level of mechanization, in the mass distribution of process automation systems, in the introduction of serial samples of unmanned agricultural machinery.

**Keywords:** agricultural production, engineering and technical support, agricultural machinery, unmanned tractors, automation, robotics, smart farming.

**For citation:** Nikitchenko S.L., Ignatieva O.V., Lyashchenko A.M. Engineering and technical support of the agro-industrial complex in Henan province of the People's Republic of China. Machinery Technical Service. 2024. Vol. 62. N2. 7-16 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-7-16. EDN: MIYOJO

EDN: MXOCUQ      Научная статья  
DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-17-24      УДК 629.341

## ИЗ ОПЫТА ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОБУСОВ ЛИАЗ 529222

**Юрий Владимирович Родионов, доктор технических наук, профессор**  
e-mail: [dekauto@pguas.ru](mailto:dekauto@pguas.ru)

**Вероника Олеговна Нугаева, старший преподаватель**

**Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,  
г. Пенза, Российская Федерация**

**Реферат.** При незначительном пробеге автобусов Ликинского автобусного завода двигатели поочередно стали выходить из строя с разрушением блоков цилиндров и поршней, залеганием компрессионных колец. (Цель исследования) Выяснить причины повышенного расхода моторного масла и аварийного отказа двигателей внутреннего сгорания иностранного производства. (Материалы и методы) Выбрали в качестве объекта исследования двигатель D0836LON65. Изучили геометрию и твердость маслосъемных поршневых колец. Использовали микроскоп Digital micro увеличением до 400x и электронный твердомер в соответствии с рекомендациями нормативно-технической документации. (Результаты и обсуждение) Установили при визуальном осмотре, что на рабочих поверхностях маслосъемных поршневых колец имеется неравномерный износ, а на торцевых – дефекты в виде пористых образований. Зафиксировали в верхней части цилиндров износ с образованием уступа, на днищах и на жаровом поясе поршней – нагар черного цвета, на юбках поршней появились небольшие продольные царапины. Повреждения вкладышей имеют вид, характерный для работы в так называемом режиме масляного голодания. Определили, что причиной возникновения дефектов деталей двигателей служит несоответствие материала маслосъемных колец, как новых, так и бывших в эксплуатации, требованиям стандарта по разности твердости в отдельно взятом кольце и общей твердости поверхности колец. (Выводы) Обнаружение дефекта связано с изготовлением колец, несоответствием материала компрессионных колец двигателей иностранного производства требованиям отечественного стандарта и повышенным расходом моторного масла, повлекшего аварийные повреждения деталей дизелей. Переход на использование отечественных двигателей внутреннего сгорания является актуальным и необходимым в современных условиях. С практической точки зрения рекомендуется проводить проверку твердости поверхности новых компрессионных колец перед установкой при ремонте двигателей.

**Ключевые слова:** коленчатый вал, шатунный подшипник, вкладыши, шатун, компрессионное кольцо, поршневое кольцо, расход масла, условия смазки.

**Для цитирования:** Родионов Ю.В., Нугаева В.О. Из опыта эксплуатации автобусов ЛиАЗ 529222 // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N3. С. 17-24. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-17-24. EDN: MXOCUQ.

Research article

## FROM THE EXPERIENCE OF OPERATING LIAZ 529222 BUSES

*Yuriy V. Rodionov, Dr.Sc.(Eng.), professor;  
Veronika O. Nugaeva, senior lecturer*

*Penza state university of architecture and construction, Penza, Russian Federation*

**Abstract.** *With a slight mileage of buses of the Likinsky Bus Plant, the engines alternately began to fail with the destruction of cylinder blocks and pistons, the occurrence of compression rings. (Research purpose) The research purpose is searching out for the causes of increased engine oil consumption and emergency failure of foreign-made internal combustion engines. (Materials and methods) The D0836LOH65 engine was chosen as the object of research. We studied the geometry and hardness of oil-removing piston rings. We used a Digital Micro microscope with magnification up to 400x and an electronic hardness tester in accordance with the recommendations of the regulatory and technical documentation. (Results and discussion) It was established by visual inspection that there is uneven wear on the working surfaces of the oil-removing piston rings, and defects in the form of porous formations on the end ones. Wear was recorded in the upper part of the cylinders with the formation of a ledge, black carbon deposits appeared on the bottoms and on the heat belt of the pistons, small longitudinal scratches appeared on the skirts of the pistons. Damage to the inserts has a form characteristic of working in the so-called oil starvation mode. It was determined that the cause of damages in engine parts is the non-compliance of the material of the oil-removing rings, both new and used, with the requirements of the standard for the difference in hardness in a single ring and the total hardness of the surface of the rings. (Conclusions) The detection of the defect is related to the manufacture of rings, the non-compliance of the material of the compression rings of foreign-made engines with the requirements of the domestic standard and the increased consumption of engine oil, which caused emergency damage to diesel engine parts. The transition to the use of domestic internal combustion engines is relevant and necessary in modern conditions. From a practical point of view, it is recommended to check the surface hardness of new compression rings before installation during engine repairs.*

**Keywords:** *crankshaft, connecting rod bearing, liners, connecting rod, compression ring, piston ring, oil consumption, lubrication conditions.*

**For citation:** Rodionov Yu.V., Nugaeva V.O. From the experience of operating LiAZ 529222 buses. Machinery Technical Service. 2024. Vol. 62. N3. 17-24 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-17-24. EDN: MXOCUQ.

EDN: MYQLWB      Научная статья

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-25-32      УДК 621.431

## ПРОЦЕСС ПОГРУЖНОЙ ОЧИСТКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

<sup>1</sup>*Виктор Михайлович Корнеев, кандидат технических наук, доцент;*

<sup>2</sup>*Юрий Владимирович Катаев, кандидат технических наук,  
ведущий научный сотрудник, e-mail: ykataev@mail.ru;*

<sup>2</sup>*Николай Викторович Корнеев, аспирант*

<sup>1</sup>*Российский государственный аграрный университет – МСХА  
им. К.А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация*

<sup>2</sup>*Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация*

**Реферат.** При эксплуатации сельскохозяйственной техники на металлических поверхностях деталей откладываются различные по характеру и свойствам загрязнения, которые могут привести к повышенному износу деталей и снижению эксплуатационной надежности машин в целом. (Цель исследования) Установить закономерности влияния механического воздействия моющего раствора на эффективность процесса удаления загрязнений с металлических поверхностей деталей машин. (Материалы и методы) Определили, что эффективность и качество очистки могут быть повышены за счет увеличения интенсивности механического воздействия потока моющей жидкости на загрязнения деталей сельскохозяйственной техники и оборудования. Получили математическое неравенство, описывающее условие, при котором происходит разрушение загрязнений и удаление их с поверхности. (Результаты и обсуждение) Показали, что в качестве механического воздействия при очистке металлических поверхностей деталей и узлов сельскохозяйственной техники применяется перемешивание моющего раствора, создание механических колебаний очищаемых деталей и их перемещение, создание кавитационных явлений в потоке моющего раствора, где большую роль играют акустические течения, которые образуют вихревые гидродинамические потоки, способствующие растворению и перемещению компонентов в жидкой среде. Установили, что критериями эффективности очистки служат уровень гидромеханического воздействия моющей жидкости на очищаемую поверхность и энергоемкость способа интенсификации погружной очистки. (Выводы) Эффективность очистки определяется физико-химическими свойствами моющих средств, скоростью потока моющего раствора, нагревом и размягчением загрязнений под действием больших ускорений, температурой моющего раствора, концентрацией моющего средства в воде, продолжительностью воздействия раствора на очищаемую поверхность.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственная техника, техническое обслуживание, погружная очистка, механическое воздействие, способы интенсификации, эффективность очистки.

**Для цитирования:** Корнеев В.М., Катаев Ю.В., Корнеев Н.В. Процесс погружной очистки металлических поверхностей деталей машин // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. №3. С. 25-32. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-25-32. EDN: MYQLWB.

Research article

## PROCESS OF SUBMERSIBLE CLEANING OF METAL SURFACES OF MACHINE PARTS

<sup>1</sup>Viktor M. Korneev, Ph.D.(Eng.), associate professor;

<sup>2</sup>Yuriy V. Kataev, Ph.D.(Eng.), leading researcher;

<sup>2</sup>Nikolay V. Korneev, postgraduate

<sup>1</sup>Russian State Agrarian University – Moscow State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>Federal Scientific Agroengineering Center VIM Moscow, Russian Federation

**Abstract.** During the operation of agricultural machinery, contamination of various types and properties is deposited on the metal surfaces of parts, which can lead to increased wear of parts and a decrease in the operational reliability of machines as a whole. (Research purpose) The research purpose is studying the influence of the mechanical action of the cleaning solution on the efficiency of removing contaminations from the metal surfaces of machine parts. (Materials and methods) It was determined that the efficiency and quality of cleaning can be improved by increasing the intensity of the mechanical action of the washing liquid flow on the contamination of parts of agricultural machinery and equipment. We have obtained a mathematical inequality describing the condition under which the contamination is destroyed and removed from the surface. (Results and discussion) It has been shown that mixing of the cleaning solution, the creation of mechanical vibrations of the parts to be cleaned and their movement, the creation of cavitation phenomena in the flow of the cleaning solution, where acoustic currents play an important role, which form vortex hydrodynamic flows that facilitate the dissolution and movement of components in a liquid medium, are used as mechanical effects when cleaning metal surfaces of parts and assemblies of agricultural machinery. It was found that the criteria for cleaning efficiency are the hydromechanical action of the washing liquid on the surface to be cleaned and the energy intensity of the intensifying submersible cleaning. (Conclusions) The cleaning efficiency is determined by the physical and chemical properties of detergents, the flow rate of the cleaning solution, heating and softening of contaminants under high accelerations, the temperature of the cleaning solution, the concentration of detergent in water, the exposure of the solution to the surface to be cleaned.

**Keywords:** agricultural machinery, maintenance, submersive cleaning, mechanical action, intensification methods, cleaning efficiency.

**For citation:** Korneev V.M., Kataev Yu.V., Korneev N.V. Process of submersible cleaning of metal surfaces of machine parts. Machinery Technical Service. 2024. Vol. 62. N3. 25-32. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-25-32. EDN: MYQLWB.

EDN: OFDIRY Аналитическая статья

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-33-39 УДК 631.3:005.934.4 (470)

## ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТА И ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН В АПК

*Валерий Николаевич Кузьмин, доктор экономических наук, главный  
научный сотрудник, e-mail: kwn2004@mail.ru;  
Анатолий Васильевич Гаврилов, аспирант*

*Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических  
исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса,  
р. п. Правдинский, Московская обл., Российская Федерация*

**Реферат.** Объемы сельскохозяйственной продукции зависят от технической готовности техники, ремонтно-обслуживающей базы. Появление новых технологий может изменить сам процесс организации ремонта. (Цель исследования) Проанализировать в исторической перспективе взаимную связь парка машин, организации и технологии ремонта и восстановления деталей сельскохозяйственной техники. (Материалы и методы) Использовали данные статистики, научные статьи исследователей, собственные наблюдения авторов. Применили общенаучный метод, анализ, обобщение, синтез и др. (Результаты и обсуждение) Отметили наличие в период плановой экономики большого парка однотипных машин в сельском хозяйстве, которые требовали постоянных ремонтных воздействий, способствовали созданию соответствующей ремонтно-обслуживающей базы. Указали, что в 1986 году построено 184 ремонтных завода, 2106 районных ремонтно-технических предприятия, включающих в себя 818 специализированных и 1288 мастерских общего назначения, технические обменные пункты, цеха восстановления изношенных деталей и др.). Возможность директивных указаний обеспечивала массовый сбор однотипных деталей, что позволяло применять соответствующие технологии на поточно-механизированных линиях, снижать себестоимость восстановления деталей: организация ремонта определяла технологию. Показали, что в условиях рыночной экономики парк техники сократился, количество марок увеличилось, ремонт переместился из специализированных в сельскохозяйственные организации и сводится в основном к замене изношенных деталей новыми. В то же время появились аддитивные технологии, не требующие перенастройки оборудования при изменении номенклатуры восстанавливаемых деталей. (Выводы) Аддитивные технологии могут отраслевой ремонт преобразовать в межотраслевой, что повысит загрузку оборудования, улучшит экономические показатели.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, техника, ремонт, организация, аддитивные технологии.

**Для цитирования:** Кузьмин В.Н., Гаврилов А.В. Взаимное влияние организации ремонта и технологии восстановления деталей машин в АПК // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N3. С. 33-39. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-33-39. EDN: OFDIRY.

Analytical article

## ORGANIZATION OF REPAIR AND RESTORATION TECHNOLOGIES OF MACHINE PARTS IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

*Valeriy N. Kuzmin, Dr.Sc.(Eng.), chief researcher;  
Anatoliy V. Gavrilov, postgraduate*

*Russian Research Institute of Information, Technical and Economic Research on Engineering and Technical Support of the  
Agro-Industrial Complex, w. s. Pravdinsky, Moscow region, Russian Federation*

**Abstract.** The volume of agricultural products depends on the technical readiness of equipment, repair and maintenance facilities. The emergence of new technologies can change the very process of organizing repairs. (Research purpose) The research purpose is analyzing in historical perspective the mutual relationship of the fleet of machines, the organization and technology of repair and restoration of parts of agricultural machinery. (Materials and methods) Used statistical data, scientific papers of researchers, authors' own observations. We applied the general scientific method, analysis, generalization, synthesis, etc. (Results and discussion) The paper notes the presence during the planned economy of a large fleet of the same type of machines in agriculture, which required constant repair impacts, contributed to the creation of an appropriate repair and maintenance base. It was pointed out that in 1986 184 repair plants were built, 2106 district repair and technical enterprises, including 818 specialized and 1288 general purpose workshops, technical exchange offices, repair shops for worn parts, etc.). The possibility of directive instructions was provided by the mass collection of the same type of parts, which made it possible to apply appropriate technologies on production-mechanized lines, reduce the cost of restoring parts: the organization of repair determined the technology. It has been shown that in a market economy, the equipment nomenclature has decreased, the number of brands has increased, repairs have moved from specialized to agricultural organizations and are mainly reduced to replacing worn-out parts with new ones. At the same time, additive technologies have appeared that do not require reconfiguration of equipment when changing the nomenclature of recoverable parts. (Conclusions) Additive technologies can transform sectoral repairs into intersectoral repairs, which will increase equipment utilization and improve economic performance.

**Keywords:** agriculture, machinery, repair, organization, additive technologies.

**For citation:** Kuzmin V.N., Gavrilov A.V. Organization of repair and restoration technologies of machine parts in the agro-industrial complex. Machinery Technical Service. 2024. Vol. 62. N3. 33-39 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-33-39. EDN: OFDIR.

EDN: PDQMEP      Научная статья

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-40-46      УДК 621.89

## ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СМАЗКИ «ЛИТОЛ-24» С ДОБАВКАМИ ГЕОМОДИФИКАТОРОВ ТРЕНИЯ И ГРАФЕНА

<sup>1</sup>Александр Анатольевич Гвоздев, доктор технических наук, профессор,  
e-mail: resurs1959@yandex.ru;

<sup>2</sup>Татьяна Александровна Комарова, кандидат технических наук, доцент;

<sup>3</sup>Анатолий Валентинович Федотов, доктор технических наук,  
главный научный сотрудник;

<sup>1</sup>Антон Сергеевич Мардасов, магистр

<sup>1</sup>Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет,  
г. Иваново, Российская Федерация

<sup>2</sup>Ивановский государственный политехнический университет, г. Иваново, Российская Федерация

<sup>3</sup>Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

**Реферат.** В техническом сервисе машин и оборудования применяются добавки к смазочным материалам, уменьшающие коэффициент трения и износ, продлевающие ресурс трибосопряжений. В статье рассмотрели триботехнические характеристики пластичной смазки «Литол-24» с добавками геомодификатора трения и графена. (Цель исследования) Оценить перспективы применения геомодификатора трения и графена в серийно выпускаемой смазке «Литол-24». (Материалы и методы) Использовали в качестве базовой смазки пластичную смазку «Литол-24», изготовленную в соответствии с государственным стандартом. Определяли пенетрацию и температуру каплепадения по стандартным методикам. Проводили лабораторные испытания на износостойкость на машине трения 2070. Стендовые испытания выполняли на специально сконструированной опытной установке на серийных подшипниках качения. Контролировали в процессе испытаний температуру подшипника, уровень шума, момент трения, величину радиального зазора. (Результаты и обсуждение) Экспериментальные исследования показали, что совместное введение геомодификатора трения и графена в количестве 0,2 процента приводит к большему уменьшению износа и температуры на 9,7 и 19,3 процентов соответственно и момента трения в зоне контакта в сравнении только с одним геомодификатором. Установили в результате исследования постоянство температуры каплепадения с ростом концентрации наполнителей. При контроле механических потерь с опытной связкой достигнуто снижение момента трения

у подшипников на 11,1-12,5 процентов. (Выводы) Введение геомодификатора трения и графена в пластичную смазку «Литол-24» позволяет уменьшить износ, коэффициент трения, температуру в зоне сопряжения деталей, эксплуатационные затраты и повысить долговечность подшипника.

**Ключевые слова:** пластичная смазка, литол-24, геомодификатор трения, графен, подшипник, износ, момент трения, долговечность.

**Для цитирования:** Гвоздев А.А., Комарова Т.А., Федотов А.В., Мардасов А.С. Триботехнические характеристики смазки «Литол-24» с добавками геомодификаторов трения и графена // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N3. С. 40-46. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-40-46. EDN: PDQMEP.

Research article

## TRIBOTECHNICAL CHARACTERISTICS OF LITOL-24 LUBRICANT WITH ADDITIVES OF FRICTION GEOMODIFIERS AND GRAPHENE

<sup>1</sup>Alexander A. Gvozdev, Dr.Sc.(Eng.), professor;

<sup>2</sup>Tatiana A. Komarova, Ph.D.(Eng.), associate professor;

<sup>3</sup>Anatoliy V. Fedotov, Dr.Sc.(Eng.), chief researcher;

<sup>1</sup>Anton S. Mardasov, master

<sup>1</sup>Verkhnevolzhsk State University of Agronomy and Biothechnology, Ivanovo, Russian Federation

<sup>2</sup>Ivanovo State Polytechnic University, Ivanovo, Russian Federation

<sup>3</sup>Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

**Abstract.** In the technical service of machines and equipment, additives to lubricants are used that reduce the coefficient of friction and wear, and extend the life of tribocouplings. The article examined the tribological characteristics of the Litol-24 grease with additives of a friction geomodifier and graphene. (Research purpose) To evaluate the prospects for using a friction geomodifier and graphene in the commercially produced lubricant "Litol-24". (Materials and methods) Litol-24 grease, manufactured in accordance with the state standard, was used as the base lubricant. Penetration and dropping point were determined using standard methods. Laboratory tests for wear resistance were carried out on a friction machine 2070. Bench tests – on a specially designed pilot plant, on serial rolling bearings. During the tests, the bearing temperature, noise level, friction torque, and radial clearance were monitored. (Results and discussion) Experimental studies have shown that the combined introduction of a friction geomodifier and graphene in an amount of 0.2 percent leads to a greater reduction in wear (by 9.7 percent) and temperature (by 19.3 percent), and the friction moment in the contact zone in comparison with only one geomodifier. The study established that the dropping temperature remained constant with increasing concentration of fillers. When controlling mechanical losses with an experimental connection, a reduction in the friction moment of bearings by 11.1-12.5 percent was achieved. (Conclusions) The introduction of a friction geomodifier and graphene into the Litol-24 grease makes it possible to reduce wear, the coefficient of friction, the temperature in the mating zone of parts, operating costs and increase the durability of the bearing.

**Keywords:** grease, litol-24, friction geomodifier, graphene, bearing, wear, friction moment, durability.

**For citation:** Gvozdev A.A., Komarova T.A., Fedotov A.V., Mardasov A.S. Tribotechnical characteristics of Litol-24 lubricant with additives of friction geomodifiers and graphene. Machinery Technical Service. 2024. Vol. 62. N3. 40-46 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-40-46. EDN: PDQMEP.

EDN: RLPYVO      Научная статья

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-47-52      УДК 629.3.083

## ЭВОЛЮЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

**Юрий Владимирович Катаев, кандидат технических наук,  
ведущий научный сотрудник, e-mail: ykataev@mail.ru;**

**Валерий Сергеевич Герасимов, ведущий специалист;**

**Игорь Александрович Тишанинов, младший научный сотрудник;**

**Реферат.** В агропромышленном комплексе существенно отразился переход к рыночной экономике на структуре инженерной службы, которая не была реорганизована с учетом современного технического уклада. (Цель исследования) Определить основные этапы переходного периода инженерной службы агропромышленного комплекса, отразить реальные возможности ее возрождения на основе использования интеллектуальных технологий. (Материалы и методы) Провели глубокий анализ изменений в инженерной службе агропромышленного комплекса за последние 25-30 лет, отражающий систему поддержания высокого уровня работоспособности сельскохозяйственных машин, внедрение интеллектуальных технологий при техническом сопровождении техники, модернизацию системы оказания инженерно-технических услуг сельхозтоваропроизводителям. (Результаты и обсуждение) Показали необходимость восстановления основных параметров эффективной инженерной службы агропромышленного комплекса. Определили целесообразность обеспечения высокого уровня работоспособности машинно-тракторного парка за счет оптимизации проведения технического сервиса на рыночных условиях добровольности и взаимной выгоды для собственников техники и исполнителя услуг. Выявили потребность формирования новой идеологии развития технического сервиса в агропромышленном комплексе, связанную с внедрением инновационных технологий в сельском хозяйстве на основе высокоэффективной сельскохозяйственной техники с использованием электронных средств контроля и управления техническим состоянием машин на базе цифровых технологий. (Выводы) Анализ состояния технического сервиса в агропромышленном комплексе за последние 25-30 лет позволяет обосновать необходимость модернизации инженерной службы с максимальным использованием интенсивных и интеллектуальных технологий в целях выполнения продовольственной программы Российской Федерации. Импортозамещение сельскохозяйственной техники и всех компонентов, связанных с ее техническим сопровождением, представляет собой одну из главных задач, решение которой во многом зависит от успешной модернизации инженерной службы агропромышленного комплекса в рамках создания отечественного технологического оборудования и технологий.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственная техника, инженерная служба, сервисные предприятия, современная диагностика, инновационные технологии, нормативно-техническая документация.

**Для цитирования:** Катаев Ю.В., Герасимов В.С., Тишанинов И.А., Казакова В.А. Эволюция технического сервиса в агропромышленном комплексе // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. №3. С. 47-52. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-47-52. EDN: RLPYVO.

**Research article**

## **EVOLUTION OF TECHNICAL SERVICE IN THE AGRICULTURAL INDUSTRIAL COMPLEX**

**Yuriy V. Kataev, Ph.D.(Eng.), leading researcher;**

**Valeriy S. Gerasimov, leading specialist;**

**Igor A. Tishaninov, junior researcher;**

**Vera A. Kazakova, junior researcher**

**Federal Scientific Agroengineering Center VIM Moscow Russian Federation**

**Abstract.** In the agro-industrial complex, the transition to a market economy has significantly affected the structure of the engineering service, which has not been reorganized taking into account the modern technical way of life. (Research purpose) The research purpose is determining the main stages of the transition period of the engineering service of the agro-industrial complex, reflecting the real possibilities of its revival based on the use of intelligent technologies. (Materials and methods) Conducted an in-depth analysis of changes in the engineering service of the agro-industrial complex over the past 25-30 years, reflecting the system of maintaining a high level of efficiency of agricultural machinery, the introduction of intelligent technologies in the technical support of machinery, the modernization of the system of providing engineering and technical services to agricultural producers. (Results and discussion) Showed the need to restore the basic parameters of an effective engineering service of the agro-industrial complex. We have determined the feasibility of ensuring a high level of efficiency of the machine and tractor fleet by optimizing the technical service on market conditions of voluntary and mutually beneficial for the owners of the equipment and the service provider. The need for the formation of a new ideology for the development of technical services in the agro-industrial complex related to the introduction of innovative technologies in agriculture based on



highly efficient agricultural machinery using electronic means of monitoring and managing the technical condition of machines based on digital technologies has been identified. (Conclusions) The analysis of the state of technical service in the agro-industrial complex over the past 25-30 years makes it possible to substantiate the need to modernize the engineering service with the maximum use of intensive and intelligent technologies in order to implement the food program of the Russian Federation. Import substitution of agricultural machinery and all components related to its technical support is one of the main tasks, the solution of which largely depends on the successful modernization of the engineering service of the agro-industrial complex as part of the creation of domestic technological equipment and technologies.

**Keywords:** agricultural machinery, engineering service, service enterprises, modern diagnostics, innovative technologies, regulatory and technical documentation.

**For citation:** Kataev Yu.V., Gerasimov V.S., Tishaninov I.A., Kazakova V.A. Evolution of technical service in the agricultural industrial complex. Machinery Technical Service. 2024. Vol. 62. N3. 47-52 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-47-52. EDN: RLPYVO.

EDN: TAZQGC      Научная статья  
DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-53-57      УДК 621.78.621.8

## СНИЖЕНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ОТРАСЛЕЙ АПК

*Марс Нуруллович Фархшатов, доктор технических наук, профессор,  
e-mail: farhshatov.mn.bsau@gmail.com*

*Башкирский государственный аграрный университет,  
г. Уфа, Республика Башкортостан, Российская Федерация*

**Реферат.** Быстро изнашиваемые детали машин и оборудования перерабатывающей отрасли агропромышленного комплекса выполнены из коррозионно-стойких сталей различного класса. Существует множество способов их восстановления, но наиболее оптимальный способ – электроконтактная приварка из коррозионно-стойких сталей соответствующего класса. Данный способ имеет ряд преимуществ перед другими способами восстановления, однако влияние электроконтактной приварки ленты на коррозионную стойкость покрытия практически не изучено. (Цель исследования) Теоретически обосновать возможные причины снижения коррозионной стойкости покрытий, полученных электроконтактной приваркой ленты из коррозионно-стойких сталей, и экспериментально доказать представленные гипотезы. (Материалы и методы) Использовали в качестве материалов для исследования ленты толщиной 0,5 миллиметров из коррозионно-стойких сталей 12X18H10T, 20X13, 12X17, 15X28, 12X13. Проводили испытания на образование межкристаллитной коррозии при различных видах термического влияния по методу АМ (ГОСТ 6032-2017). (Результаты и обсуждение) Лабораторные испытания показали, что приваренные ленты из сталей аустенитного класса (12X18H10T) не склонны к образованию межкристаллитной коррозии из-за наличия в составе ленты титана и температурой аустенизации 1100-1200 градусов Цельсия. У сталей ферритного класса при температуре 1000 градусов Цельсия в зоне приварки не происходит образование межкристаллитной коррозии согласно теории, но повторный нагрев (зоны отпуска) провоцирует ее образование. Такая же картина наблюдается и со сталями мартенситного класса (например 20X13). (Выводы) Подтвердили теорию, что при электроконтактной приварке ленты из коррозионно-стойких сталей мартенситного (20X13), мартенситно-ферритного (12X13), ферритного (12X17) классов подвергаются межкристаллитной коррозии, исключение составляют стали аустенитного класса (типа 18-10). Для восстановления деталей машин и оборудования перерабатывающих отраслей агропромышленного комплекса электроконтактной приваркой ленты рекомендуются учитывать полученные результаты.

**Ключевые слова:** электроконтактная приварка ленты, коррозионно-стойкие стали, общая и межкристаллитная коррозия металлов, приваренный слой, стали ферритного и мартенситного класса, стали аустенитного класса.

**Для цитирования:** Фархшатов М.Н. Снижение коррозионной стойкости деталей машин и оборудования перерабатывающих отраслей АПК, восстановленных электроконтактной приваркой ленты // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N3. С. 53-57. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-53-57. EDN: TAZQGC.

## DECREASE IN CORROSION RESISTANCE OF MACHINE PARTS AND EQUIPMENT IN THE AGRICULTURAL PROCESSING INDUSTRIES

*Mars N. Farkhshatov, Dr.Sc.(Eng.), professor;*

*Bashkir State Agrarian University, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russian Federation*

**Abstract.** *The fast-wearing parts of machinery and equipment of the processing branch of the agro-industrial complex are made of corrosion-resistant steels of various classes. There are many ways to restore them, but the most optimal way is electrocontact welding of corrosion-resistant steels of the appropriate class. This method has a number of advantages over other recovery methods, however, the effect of electrocontact welding of the tape on the corrosion resistance of the coating has not been practically studied. (Research purpose) The research purpose is theoretically substantiating the possible reasons for the decrease of corrosion resistance of coatings obtained by electrocontact welding of tape from corrosion-resistant steels, and experimentally proving the hypotheses presented. (Materials and methods) Were used as materials for the study of 0.5 mm thick tapes made of corrosion-resistant steels 12X18N10T, 20X13, 12X17, 15X28, 12X13. Tests were carried out for the formation of intercrystalline corrosion under various types of thermal influence according to the AM method (GOST 6032-2017). (Results and discussion) Laboratory tests have shown that welded tapes made of austenitic steels (12X18H10T) are not prone to the intercrystalline corrosion due to the presence of titanium in the tape and the austenization temperature of 1100-1200 degrees Celsius. In ferritic steels at a temperature of 1000 degrees Celsius in the welding zone, intercrystalline corrosion does not form according to the theory, but reheating (tempering zone) provokes its formation. The same pattern is observed with martensite steels (for example, 20X13). (Conclusions) The theory was confirmed that during electrocontact welding of tapes made of corrosion-resistant steels of martensit (20X13), martensit-ferritic (12X13), ferritic (12X17) steels are subjected to intercrystalline corrosion, with the exception of austenitic steels (type 18-10). It is recommended to take into account the results obtained to restore machine parts and equipment of the processing branches of the agro-industrial complex by electrocontact welding of the tape.*

**Keywords:** *electrical contact tape welding, corrosion-resistant metals, general and intercrystalline corrosion of metals, welded layer, ferritic and martensitic steels, austenitic steels.*

**For citation:** Farkhshatov M.N. Decrease in corrosion resistance of machine parts and equipment in the agricultural processing industries. Machinery Technical Service. 2024. Vol. 62. N3. 53-57 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-53-57. EDN: TAZQGC.

EDN: WRMWXE

Научная статья

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-58-64

УДК 621.82:621.892.8

## ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕМ СМАЗОЧНОЙ СРЕДЫ

<sup>1</sup>*Александр Анатольевич Гвоздев, доктор технических наук, профессор,  
e-mail: resurs1959@yandex.ru;*

<sup>2</sup>*Татьяна Александровна Комарова, кандидат технических наук, доцент;*

<sup>3</sup>*Валентин Павлович Лялякин, доктор технических наук, профессор,  
главный научный сотрудник;*

<sup>1</sup>*Антон Сергеевич Мардасов, магистр техники*

<sup>1</sup>*Верхневолжский государственный агробиотехнологический университет,  
г. Иваново, Российская Федерация*

<sup>2</sup>*Ивановский государственный политехнический университет,  
г. Иваново, Российская Федерация*

<sup>3</sup>*Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,  
Москва, Российская Федерация*

**Реферат.** Рассмотрели вопрос повышения эксплуатационного ресурса шариковых и роликовых подшипников качения. Изучив известные трибоматериалы для повышения ресурса изношенных сопряжений трения по показателям эффективности, экологичности, низкой себестоимости, простоты приготовления и применения, установили, что ввод в их масла и смазки геомодификаторов поверхностей трения из смеси серпентинов – высокодисперсных порошков слоистых гидросиликатов Mg, Al, Ni, Fe обеспечивает достаточно эффективное повышение ресурса подшипников качения при проведении техсервиса машинно-тракторного парка в агропромышленном комплексе. (Цель исследования) Выявить наименее абразивный порошок геомодификатора из пяти образцов разных месторождений и его оптимальную концентрацию в пластичной смазке «Литол-24». (Материалы и методы) Провели стандартные испытания трибопар «ролик по ролику» на абразивное иссечение пятен износа роликов подшипников. Их вводили в смазку «Литол-24» в одинаковой концентрации. Провели визуальную и с фотосъемкой на микроскопах оценку абразивности порошков по иссечению пятен износа. С наименее абразивным порошком выполнили трибоиспытания при концентрации порошка в пределах 0,5-3,0 процентов. Выявляли оптимальную концентрацию порошка по совокупности величин площадей пятна износа, моментов трения, температур в контакте роликов. (Результаты и обсуждение) Установили, что наименее абразивный порошок 4. При его концентрации в смазке до 0,5 процентов трибопоказатели соответствовали базовой смазке, с увеличением концентрации до 1,0 процента уменьшались момент трения и пятно износа с сохранением температуры в контакте. С увеличением концентрации до 1,5 процентов возрастали мехпотери с небольшим увеличением износа, при концентрациях 2,5-3,0 процента температура возрастала с 111 до 133,4 градусов Цельсия, что негативно влияет на подшипники и смазку. (Выводы) Установили, что оптимальная концентрация порошка 4 в смазке «Литол-24» должна составлять 1,0-1,5 процента.

**Ключевые слова:** подшипник качения, пластичная смазка, геомодификатор трения, добавка, трение, износ, долговечность.

**Для цитирования:** Гвоздев А.А., Комарова Т.А., Лялякин В.П., Мардасов А.С. Повышение долговечности подшипниковых узлов совершенствованием смазочной среды // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. №3. С. 58-64. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-58-64. EDN: WRMWXE.

Research article

## IMPROVING THE DURABILITY OF BEARING ASSEMBLIES BY IMPROVING THE LUBRICATING MEDIUM

<sup>1</sup>Aleksandr A. Gvozdev, Dr.Sc.(Eng.), professor;

<sup>2</sup>Tatyana A. Komarova, Ph.D. (Eng.), associate professor;

<sup>3</sup>Valentin P. Lyalyakin, Dr.Sc.(Eng.), professor, chief researcher;

<sup>1</sup>Anton S. Mardasov, master of engineering

<sup>1</sup>Verkhnevolzhsk State University of Agronomy and Biothechnology, Ivanovo, Russian Federation

<sup>2</sup>Ivanovo State Polytechnic University, Ivanovo, Russian Federation

<sup>3</sup>Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

**Abstract.** We considered the issue of increasing the operational life of ball and roller bearings. Having studied the known tribomaterials to increase the resource of worn friction joints in terms of efficiency, environmental friendliness, low cost, ease of preparation and application, it was found that the introduction of friction surface geomodifiers from a mixture of serpentines, highly dispersed powders of layered hydrosilicates Mg, Al, Ni, Fe into their oils and lubricants, provides a sufficiently effective increase in the life of rolling bearings during maintenance machine and tractor park in the agro-industrial complex. (Research purpose) The research purpose is identifying the least abrasive geomodifier powder from five samples of different deposits and its optimal concentration in Litol-24 grease. (Materials and methods) Conducted standard tests of the roller-by-roller tribocouple for abrasive wear spots of bearing rollers. They were injected into Litol-24 grease in the same concentration. An assessment of the abrasiveness of powders by excision of wear spots was carried out visually and with photography on microscopes. Tribo-tests were performed with the least abrasive powder at a powder concentration in the range of 0.5-3.0 percent. The optimal concentration of the powder was revealed by the size of the wear spot areas, friction moments, and temperatures in the contact of the rollers. (Results and discussion) It was found that the least abrasive powder was N4. When its concentration in the lubricant was up to 0.5 percent, the tribological indicators corresponded to the base lubricant, with an increase in concentration to 1.0 percent, the friction moment and the wear spot decreased while maintaining the temperature in contact. With an increase in concentration to 1.5 percent, mechanical losses increased with a slight increase in wear, at concentrations of 2.5-3.0

percent, the temperature increased from 111 to 133.4 degrees Celsius, which negatively affects bearings and lubrication. (Conclusions) It was found that the optimal concentration of powder N4 in Litol-24 grease should be 1.0-1.5 percent.

**Keywords:** rolling bearing, lubricant, friction geomodifier, additive, friction, wear, durability.

**For citation:** Gvozdev A.A., Komarova T.A., Lyalyakin V.P., Mardasov A.S. Improving the durability of bearing assemblies by improving the lubricating medium. Machinery Technical Service. 2024. Vol. 62. N3. 58-64 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-58-64. EDN: WRMWXE.

EDN: YHKVMG      Научная статья  
DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-65-71

УДК 631.363/ 621.926.4

## МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕСУРСА УПРОЧНЕННЫХ МОЛОТКОВ КОРМОДРОБИЛЬНЫХ МАШИН

*Екатерина Васильевна Агафонова, старший преподаватель, e-mail: ekateri79@mail.ru;  
Олег Владимирович Мамонов, старший преподаватель;  
Виталий Васильевич Коноводов, кандидат технических наук, профессор*

*Новосибирский государственный аграрный университет,  
г. Новосибирск, Российская Федерация*

Авторы выражают глубокую благодарность кандидату технических наук А.А. Малышко, кандидату технических наук Р.В. Конореву за помощь в проведении производственных испытаний, методическую помощь в исследовании

**Реферат.** В процессе эксплуатации рабочие органы (молотки) кормодробильных машин молоткового типа подвергаются интенсивному изнашиванию. Предельным износом рабочей кромки молотка считается износ до главной оси симметрии. Для снижения износа и увеличения ресурса молотка предложили технологию комбинированного упрочнения рабочей кромки молотка пластинкой из твердого сплава с применением железуглеродистого припоя. В основе данной работы лежат теоретические обоснования и экспериментальная обработка производственных испытаний упрочненных молотков. (Цель исследования) Установить закономерности процесса изнашивания упрочненных молотков от наработки в процессе эксплуатации кормодробильной машины. (Материалы и методы) Обосновали конструктивно-технологические параметры и механические свойства материалов упрочненного молотка. Представили методы обработки результатов производственных испытаний на основе математической статистики и теории надежности, сравнительных методов анализа упрочненных и серийных молотков. (Результаты и обсуждение) Привели результаты исследований опытных упрочненных молотков, у которых определили механическую прочность и величину диффузионной зоны паяного соединения твердого сплава с материалом молотка и применяемого при этом железуглеродистого припоя. Провели теоретический анализ зависимости износа молотка от наработки и построили математическую модель прогнозирования ресурса упрочненного молотка. Определили в результате теоретических исследований, что при комбинированном упрочнении рабочей кромки молотка кормодробильной машины твердым сплавом ВК8 с применением железуглеродистого припоя предельное значение наработки увеличивается в 2,76 раз. (Выводы) Результаты теоретических исследований и производственных испытаний доказывают, что ресурс упрочненных молотков увеличился в 3,5 раза по сравнению с серийными. Построенная математическая модель прогнозирования ресурса упрочненных молотков достаточно точно отображает результаты экспериментальных значений зависимости износа молотков от наработки.

**Ключевые слова:** молоток кормодробильных машин, износ, наработка молотков, гиперболическая связь параметров, метод наименьших квадратов.

**Для цитирования:** Агафонова Е.В., Мамонов О.В., Коноводов В.В. Модель прогнозирования ресурса упрочненных молотков кормодробильных машин // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N3. С. 65-71. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-65-71. EDN: YHKVMG.

# MODEL FOR PREDICTING FORECASTING THE RESOURCE OF HARDENED HAMMERS OF FEEDCRUSHING MACHINES

*Ekaterina V. Agafonova, senior lecturer;  
Oleg V. Mamonov, senior lecturer;  
Vitaliy V. Konovodov, Ph.D. (Eng.), professor*

*Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russian Federation*

The authors express their deep gratitude to the A.A. Malyshko, Ph.D.(Eng.), R.V. Konoreev, Ph.D.(Eng.), for assistance in conducting production tests and methodological assistance in the study.

**Abstract.** *During operation, the working parts (hammers) of hammertype feed-crushing machines are subjected to intense wear. The maximum wear of the working edge of the hammer is considered to be wear up to the main axis of symmetry. To reduce wear and increase the service life of the hammer, a technology of combined hardening of the working edge of the hammer with a hard alloy plate using iron-carbon solder is proposed. This work is based on theoretical substantiations and experimental processing of production tests of hardened hammers. (Research purpose) The research purpose is searching for the regularities of the wear process of hardened hammers from operating time during the operation of the feed crushing machine. (Materials and methods) The design and technological parameters and mechanical properties of the materials of the hardened hammer were substantiated. Methods of processing the results of production tests based on mathematical statistics and reliability theory, comparative methods of analysis of hardened and serial hammers were presented. (Results and discussion) The results of studies of experimental hardened hammers were presented, in which the mechanical strength and the magnitude of the diffusion zone of the soldered connection of a hard alloy with the material of the hammer and the iron-carbon solder used in this case were determined. We carried out a theoretical analysis of the dependence of hammer wear on operating time and constructed a mathematical model for predicting the life of a hardened hammer. It was determined as a result of theoretical studies that with the combined hardening of the working edge of the hammer of the feed-crushing machine with a hard alloy VK8 using iron-carbon solder, the maximum operating time increases by 2.76 times. (Conclusions) The results of theoretical studies and production tests prove that the resource of hardened hammers has increased 3.5 times compared to serial ones. The constructed mathematical model for predicting the life of hardened hammers accurately reflects the results of experimental values of the dependence of hammer wear on operating time.*

**Keywords:** *hammer of feed crushing machines, wear, working time of hammers, hyperbolic connection of parameters, the least squares method.*

**For citation:** Agafonova E.V., Mamonov O.V., Konovodov V.V. Model for predicting - forecasting the resource of hardened hammers of feed-crushing machines. Machinery Technical Service. 2024. Vol. 62. N3. 65-71 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-65-71. EDN: YHKVMG.

EDN: YQZEKI      Научная статья

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-72-77      УДК 631.941

## ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ОТВЕРСТИЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

<sup>1</sup>*Лилия Владимировна Федорова, доктор технических наук,  
профессор, e-mail: totmd@yandex.ru;*

<sup>2</sup>*Александр Викторович Морозов, доктор технических наук, доцент;*

<sup>1</sup>*Сергей Константинович Федоров, доктор технических наук, доцент*

<sup>1</sup>*Московский государственный технический университет  
им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация*

<sup>2</sup>*Ульяновский государственный аграрный университет  
им. П.А. Столыпина, г. Ульяновск, Российская Федерация*

**Реферат.** *Привели результаты исследований в области повышения надежности работы техники при изготовлении и восстановлении отверстий ответственных деталей с применением способов наплавки, механической обработки резанием и упрочнением электромеханической обработкой. (Цель исследований)*

Повысить качество ремонта корпусных деталей за счет увеличения износостойкости соосных отверстий электромеханической обработкой. (Материалы и методы) Определили объектом исследований цилиндрические образцы из стали 35 после их наплавки проволокой Нп-40Г и упрочнения электромеханической обработкой. (Результаты и обсуждение) Отметили, что производители машин не всегда обеспечивают высокое качество соединений, особенно по физико-механическим свойствам наиболее нагруженных поверхностей деталей. Обосновали на основе технико-экономического анализа выбор наплавочных материалов применительно к восстановлению соосных отверстий стрел экскаваторов. Одним из перспективных методов оперативного решения проблемы становится применение электродуговой наплавки, механической обработки резанием и финишной электромеханической обработки. Данный метод позволяет восстановить геометрические параметры отверстий, увеличить твердость и повысить износостойкость деталей. Установили экспериментально, что после электромеханической обработки твердость наплавленного металла Нп-40Г увеличивается с 22-25 до 54-56 по шкале Роквелла. В зависимости от режимов электромеханической обработки глубина закаленной зоны может изменяться в пределах от 0,3 до 1,8 миллиметров. (Выводы) На основе проведенных исследований выявили, что используя оборудование и технологию электромеханической обработки возможно качественное изготовление втулок на токарно-винторезном станке или ее применение на заключительной стадии восстановления соосных отверстий стрелы экскаватора методами наплавки в составе наплавочно-расточного комплекса.

**Ключевые слова:** закалка, упрочнение, ремонт, восстановление, соосные отверстия, электромеханическая обработка, электромеханическая поверхностная закалка, спецтехника, износ, стрела спецтехники.

**Для цитирования:** Федорова Л.В., Морозов А.В., Федоров С.К. Повышение износостойкости отверстий электромеханической обработкой // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N3. С. 72-77. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-72-77. EDN: YQZEKI.

Research article

## INCREASING THE WEAR RESISTANCE OF HOLES BY ELECTROMECHANICAL TREATMENT

<sup>1</sup>Liliya V. Fedorova, Dr.Sc.(Eng.), professor;

<sup>2</sup>Aleksandr V. Morozov, Dr.Sc.(Eng.), associate professor;

<sup>1</sup>Sergey K. Fedorov, Dr.Sc.(Eng.), associate professor

<sup>1</sup>Moscow State Technical University named after N.E. Bauman,  
Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin,  
Ulyanovsk, Russian Federation

**Abstract.** The results of research in the field of improving the reliability of machinery in the manufacture and restoration of holes of critical parts using surfacing methods, machining by cutting and hardening by electromechanical processing are presented. (Research purpose) The research purpose is improving the quality of repair of body parts by increasing the wear resistance of coaxial holes by electromechanical processing. (Materials and methods) Cylindrical samples made of steel 35 were identified as the object of research after they were surfaced with Np-40G wire and hardened by electromechanical processing. (Results and discussion) It was noted that machine manufacturers do not always provide high quality connections, and first of all by the physical and mechanical properties of the most loaded surfaces of parts. Based on the technical and economic analysis, the choice of surfacing materials was justified in relation to the restoration of coaxial holes of excavator boom. One of the promising methods of operational solution of the problem is the use of electric arc surfacing, mechanical processing by cutting and finishing electromechanical processing. This method allows you to restore the geometric parameters of the holes, increase the hardness and increase the wear resistance of parts. It was established experimentally that after electromechanical processing, the hardness of the deposited metal Np-40G increases from 22-25 to 54-56 on the Rockwell hardness scale. Depending on the modes of electromechanical processing, the depth of the hardened zone can vary from 0.3 to 1.8 millimetres. (Conclusions) On the basis of the conducted research, it was revealed that using the equipment and technology of electromechanical processing, it is possible to make high-quality bushings on a lathe-screw-cutting machine or its use at the final stage of restoration of coaxial holes of the excavator boom by surfacing methods as part of a surfacing and boring complex.

**Keywords:** quenching, hardening, repair, restoration, coaxial holes, electromechanical processing, electromechanical surface hardening, special equipment, wear, special equipment boom.

**For citation:** Fedorova L.V., Morozov A.V., Fedorov S.K. Increasing the wear resistance of holes by electromechanical treatment. Machinery Technical Service. 2024. Vol. 62. N3. 72-77 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-72-77. EDN: YQZEKI.

## УПРОЧНЕНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ ТРАКТОРОВ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

*Кирилл Георгиевич Волков, кандидат технических наук,  
научный сотрудник, e-mail: wolkow-kirill@mail.ru;  
Вячеслав Борисович Дементьев, доктор технических наук,  
главный научный сотрудник*

*Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения  
Российской академии наук, г. Ижевск, Республика Удмуртия, Российская Федерация*

**Реферат.** Конструкции тракторов, автомобилей, комбайнов и других сельскохозяйственных машин содержат большое количество полнотелых и полых цилиндрических деталей без сложных конструктивных элементов, например, ось качания 52-2301058 переднего моста колесного трактора. Фактический ресурс данных деталей зачастую не соответствует заявленному заводом изготовителем. (Цель исследования) Повысить ресурс оси качания 52-2301058 разработкой технологического процесса изготовления с применением высокотемпературной термомеханической обработки с винтовым обжатием. (Материалы и методы) Использовали трубный прокат из стали 45 для изготовления упрочненных осей качания 52-2301058. Прокат разрезали на ленточной пиле, затем заготовки подвергались высокотемпературной термомеханической обработке с винтовым обжатием. Выполняли индукционный отпуск зон механической обработки и дальнейшую механическую обработку на токарном и вертикально-фрезерном станках. Проводили исследования механических характеристик путем испытания образцов на растяжение; твердость определяли методом Роквелла. (Результаты и обсуждение) Разработали маршрутный технологический процесс, состоящий из семи операций. Изготовленные по данному технологическому процессу образцы подвергали испытаниям на разрыв и определяли твердость. Согласно результатам исследований твердость образцов находится в пределе 48-52 по шкале Роквелла, при этом наблюдается увеличение предела прочности и условного предела текучести на 30 процентов, относительного удлинения и относительного сужения в два раза по сравнению с обычной закалкой в воду и отпуском при температуре 300-400 градусов Цельсия. (Выводы) Разработанный технологический процесс позволил увеличить ресурс оси качания 52-2301058 в три раза, что соответствует 10 000 часов наработки.

**Ключевые слова:** ось качания, повышение ресурса, высокотемпературная термомеханическая обработка с винтовым обжатием, предел прочности, условный предел текучести.

**Для цитирования:** Волков К.Г., Дементьев В.Б. Упрочнение цилиндрических деталей тракторов и сельскохозяйственных машин // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. №3. С. 78-83. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-78-83. EDN: ABTFFK.

Research article

## HARDENING OF CYLINDRICAL PARTS OF TRACTORS AND AGRICULTURAL MACHINES

*Kirill G. Volkov, Ph.D.(Eng.), researcher;  
Vyacheslav B. Dementyev, Dr.Sc.(Eng.), chief researcher*

*Udmurt Federal Research Center of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Izhevsk,  
Republic of Udmurtia, Russian Federation*

**Abstract.** The structures of tractors, automobiles, combine harvesters and other agricultural machines contain a large number of solid and hollow cylindrical parts without complex structural elements, for example, the swing axis 52-2301058 of the front axle of a wheeled tractor. The actual resource of these parts often does not correspond to that declared by the manufacturer. (Research purpose) The research purpose is increasing the service life of the swing axis 52-2301058 by developing a manufacturing process using high-temperature thermomechanical processing with screw

compression. (Materials and methods) Used rolled steel 45 for the manufacture of hardened swing axes 52-2301058. The rolled products were cut on a band saw, then the blanks were subjected to high-temperature thermomechanical treatment with screw compression. Induction tempering of machining zones and further machining were performed on a lathe and vertical milling machines. Mechanical characteristics were studied by tensile testing of samples; hardness was determined by the Rockwell method. (Results and discussion) We have developed a route technological process consisting of seven operations. The samples manufactured according to this technological process were subjected to tensile tests and hardness determination. According to the research results, the hardness of the samples is in the range of 48-52 on the Rockwell scale, while there is an increase in tensile strength and conditional yield strength by 30 percent, relative elongation and relative contraction by two times compared with conventional quenching in water and tempering at a temperature of 300-400 degrees Celsius. (Conclusions) The developed technological process made it possible to increase the life of the swing axis 52-2301058 three times, which corresponds to 10,000 operating hours.

**Keywords:** swing axis, increased service life, high-temperature thermomechanical treatment with screw compression, tensile strength, conditional yield strength.

**For citation:** Volkov K.G., Dementiev V.B. Hardening of cylindrical parts of tractors and agricultural machines. Machinery Technical Service. 2024. Vol. 62. N3. 78-83 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-78-83. EDN: ABTFFK.

EDN: DMRKIE      Научная статья

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-84-90

УДК 621.791.92: 622.24.053.6.

## ВОССТАНОВИТЕЛЬНАЯ НАПЛАВКА И ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ ПОВЕРХНОСТНАЯ ЗАКАЛКА ЗАМКОВ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ

<sup>1</sup>Юлия Сергеевна Иванова, кандидат технических наук,  
доцент, e-mail: ivanovays@bmstu.ru;

<sup>2</sup>Екатерина Леонидовна Чепурина, доктор технических наук, профессор;

<sup>3</sup>Людмила Петровна Фомина, кандидат технических наук, ведущий инженер

<sup>1</sup>Московский государственный технический университет  
им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>Российский государственный аграрный университет –

Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup>Производственный комплекс «Салют» АО «Объединенная двигателестроительная  
корпорация», Москва, Российская Федерация

**Реферат.** Основной причиной износа замков бурильных труб при вращении в открытом стволе скважины служит наличие твердого слоя в агрессивных геологических образованиях. (Цель исследования) Повысить физико-механические свойства поверхностного слоя посредством исследования и разработки технологии упрочнения восстановленных наплавками наружных диаметров замков бурильных труб электромеханической поверхностной закалкой. (Материалы и методы) Выполнили наплавки на муфтовых частях бурильных труб с резьбой 3-147 в группе прочности G105. Наплавляли порошковой проволокой различного химического состава встык по три пояса на каждом образце. Провели износные испытания наплавки на испытательном стенде по специальной методике (степени сопротивления абразивному износу). Химический состав наплавки свидетельствует о содержании в поверхностном слое углерода от 0,28 до 0,40 процентов. Рассмотрели методы восстановления замков наплавкой и оценили физико-механические свойства поверхностного слоя восстановленных бурильных труб, проанализировали микроструктурное состояние основного и наплавленного металла. (Результаты и обсуждение) Отметили, что несмотря на большое количество технологий наплавки замков бурильных труб, применяемого специального оборудования, высокой трудоемкости и себестоимости процессов наплавки и последующего точения на трубонарезных станках, повысить их износостойкость не удастся. Это связано с недостаточной твердостью поверхностного слоя наплавленных замков (не более 28-32 по шкале Роквелла), не превышающей поверхностную твердость новой бурильной трубы. Подтвердили экспериментально повышение твердости поверхностного слоя наплавленных образцов после электромеханической поверхностной закалки. (Выводы) Результаты износных испытаний наплавленных материалов свидетельствуют об эффективности электромеханической поверхностной закалки восстановительных наплавки.



**Ключевые слова:** упрочнение замков бурильных труб, твердость поверхностного слоя, муфта и ниппель буровой трубы, электромеханическая поверхностная закалка, восстановительные наплавки, содержание углерода.

**Для цитирования:** Иванова Ю.С., Чепурина Е.Л., Фомина Л.П. Восстановительная наплавка и электромеханическая поверхностная закалка замков бурильных труб // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N3. С. 84-90. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-84-90. EDN: DMRKIE.

Research article

## RESTORATIVE SURFACING AND ELECTROMECHANICAL SURFACE HARDENING OF DRILL PIPE LOCKS

<sup>1</sup>*Yuliya S. Ivanova, Ph.D.(Eng.), associate professor;*

<sup>2</sup>*Ekaterina L. Chepurina, Dr.Sc.(Eng.), professor;*

<sup>3</sup>*Lyudmila P. Fomina, Ph.D.(Eng.), lead engineer*

<sup>1</sup> *Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation*

<sup>2</sup> *Russian State Agrarian University – K.A. Timiryazev Moscow Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation*

<sup>3</sup> *Production complex "Salyut" JSC "United Engine Corporation," Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** *The main reason for the wear of the drill pipe locks when rotating in an open borehole is the presence of a solid layer in aggressive geological formations. (Research purpose) The research purpose is increasing the physical and mechanical properties of the surface layer by researching and developing a technology for hardening the outer surfaces of drill pipe locks restored by electromechanical surface hardening. (Materials and methods) Surfacing was performed on the coupling parts of drill pipes with thread Z-147 in the strength group G105. They were fused with a powder wire of various chemical composition back-to-back with three belts on each sample. Wear tests of surfacing were carried out on a test bench using a special technique (resistance to abrasive wear). The chemical composition of the surfacing indicates a carbon content in the surface layer of 0.28 to 0.40 percent. Methods of restoration of locks by surfacing were examined and the physical and mechanical properties of the surface layer of the restored drill pipes were evaluated, the microstructural state of the base and deposited metal was analyzed. (Results and discussion) It was noted that despite the large number of technologies for surfacing drill pipe locks, the special equipment used, the high labor intensity and cost of surfacing processes and subsequent turning on pipe-cutting machines, it is not possible to increase their wear resistance. This is due to the insufficient hardness of the surface layer of the deposited locks (no more than 28-32 on the Rockwell scale), which does not exceed the surface hardness of the new drill pipe. An experimental increase in the hardness of the surface layer of the deposited samples after electromechanical surface hardening was confirmed. (Conclusions) The results of wear tests of deposited materials indicate the effectiveness of electromechanical surface hardening of reducing surfacing.*

**Keywords:** *hardening of drill pipe locks, surface layer hardness, drill pipe coupling and nipple, electromechanical surface hardening, restorative welds, carbon content.*

**For citation:** *Ivanova Yu.S., Chepurina E.L., Fomina L.P. Restorative surfacing and electromechanical surface hardening of drill pipe locks. Machinery Technical Service. 2024. Vol. 62. N3. 84-90 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-84-90. EDN: DMRKIE.*

EDN: DSR0ST

Научная статья

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-91-96

УДК 631.3

### ОБРАБОТКА ОТВЕРСТИЯ ОПОРНОГО РОЛИКА ХОДОВОЙ СИСТЕМЫ ТРАКТОРА ПРОШИВКОЙ

*Галина Михайловна Бураева, ассистент, e-mail: lavaki2009@yandex.ru;*

*Алексей Валерьевич Шистеев, кандидат технических наук, доцент;*

*Михаил Кондратьевич Бураев, доктор технических наук, профессор*

*Иркутский государственный аграрный университет имени  
А.А. Ежовского, п. Молодежный, Иркутская обл., Российская Федерация*

**Реферат.** Восстановление поверхности беговой дорожки ролика до номинального значения с применением технологии автоматической наплавки позволяет получать значительный по толщине наплавочный слой с достаточной степенью прочности и износостойкости. Одновременно с этим в результате термического воздействия металл ролика получает линейную усадку, из-за чего уменьшается диаметр отверстия под подшипник оси ролика. При этом становится невозможной установка наружной обоймы подшипника. (Цель исследования) Обосновать способ обработки посадочного места под наружную обойму подшипника после наплавки беговых дорожек опорного ролика. (Материалы и методы) Отметили, что поверхности беговых дорожек опорных роликов быстро изнашиваются в результате абразивного трения с гусеничным звеном и почвой. Уточнили, что при наплавке всеми способами происходит усадка металла и уменьшение диаметра отверстия под наружную обойму подшипника. (Результаты и обсуждение) Установили, что износ беговых дорожек опорных роликов составил в среднем 13,9 миллиметров. Восстановление поверхности беговой дорожки ролика до номинального значения, проведенное методом многослойной автоматической наплавки, вызвало уменьшение диаметра отверстия ролика в среднем на 0,73 миллиметров. Выбрали из рассмотренных вариантов калибровки отверстия наиболее предпочтительный с точки зрения экономии времени – метод обработки прошивкой. (Выводы) Обосновали появление усадки отверстия опорного ролика при восстановлении автоматической наплавкой и метод калибровки отверстия с помощью прошивки. Метод обеспечивает натяг в сопряжении наружного кольца подшипника с роликом в пределах 0,015-0,039 миллиметров и чистоту поверхности в пределах Ra 1,25-0,63 микрометров. Прошивка проста по конструкции и может быть изготовлена в условиях ремонтной мастерской.

**Ключевые слова:** ходовая часть, трактор, опорный ролик, износ, распределение, математическая обработка, математическое ожидание, прошивка, усадка.

**Для цитирования:** Бурева Г.М., Шистеев А.В., Буреаев М.К. Обработка отверстия опорного ролика ходовой системы трактора прошивкой // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. №3. С. 91-96. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-91-96. EDN: DSROST.

Research article

## PROCESSING THE HOLE OF THE SUPPORT ROLLER FOR TRACTOR SUSPENSION SYSTEM BY STITCHING

*Galina M. Buraeva, assistant;  
Aleksey V. Shisteev, Ph.D.(Eng.), associate professor;  
Mikhail K. Buraev, Ph.D.(Eng.), professor*

*Irkutsk state agrarian university named after A.A. Ezhevsky,  
p. Molodezhny, Irkutsk region, Russian Federation*

**Abstract.** Restoring the surface of the roller treadmill to its nominal value using automatic surfacing technology makes it possible to obtain a significant surfacing layer with a sufficient degree of strength and wear resistance. At the same time, as a result of thermal action, the metal of the roller receives a linear shrinkage, due to which the diameter of the hole for the bearing of the roller axis decreases. In this case, it becomes impossible to install the outer bearing cage. (Research purpose) The research purpose is substantiating the method of processing the seat under the outer bearing cage after surfacing the treadmills of the support roller. (Materials and methods) It was noted that the surfaces of the treadmills of the support rollers wear out quickly as a result of abrasive friction with the track link and the soil. It was clarified that when surfacing in all ways, metal shrinkage occurs and the diameter of the hole for the outer bearing cage decreases. (Results and discussion) It was found that the wear of the treadmills of the support rollers averaged 13.9 millimeters. Restoration of the treadmill surface of the roller to the nominal value, carried out by the method of multilayer automatic surfacing, caused a decrease in the diameter of the roller opening by an average of 0.73 millimeters. We chose from the considered options for calibrating the hole the most preferable from and time-saving one, the firmware processing method. (Conclusions) The appearance of shrinkage of the support roller hole during restoration by automatic surfacing and the method of calibrating the hole using firmware were substantiated. The method provides tension in the coupling of the outer ring of the bearing with the roller within 0.015-0.039 millimeters and surface cleanliness within Ra 1.25-0.63 micrometers. The firmware is simple in design and can be manufactured in a repair shop.

**Keywords:** chassis, tractor, support roller, wear, distribution, mathematical processing, mathematical expectation, stitching, shrinkage.

**For citation:** Buraeva G.M., Shisteev A.V., Buraev M.K. Processing the hole of the support roller for tractor suspension system by stitching. Machinery Technical Service. 2024. Vol. 62. N3. 91-96 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-91-96. EDN: DSROST

EDN: DSTYHZ

Научная статья

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-97-102

УДК 62-216

## ПРИМЕНЕНИЕ СИЛОВЫХ КОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ МАШИН АПК

<sup>1</sup>Михаил Владимирович Астахов, доктор технических наук, профессор;

<sup>1</sup>Екатерина Викторовна Славкина, кандидат технических наук,  
старший преподаватель, e-mail: slavkina@bmstu.ru;

<sup>2</sup>Наталья Андреевна Витчук, кандидат технических наук, доцент

<sup>1</sup>Калужский филиал Московского государственного технического  
университета им. Н.Э. Баумана, г. Калуга, Российская Федерация

<sup>2</sup>Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского  
г. Калуга, Российская Федерация

**Реферат.** Техника, задействованная в агропромышленном комплексе, подвержена активному изнашиванию и воздействию коррозии. Современным решением является замена корпусных стальных элементов композитными, однако они не получили широкого распространения по причине некоторой консервативности отрасли. (Цель исследования) Обосновать эффективность применения полимерных композитных материалов для силовых корпусных элементов транспортирующих машин сельскохозяйственного назначения. (Материалы и методы) Отметили, что замена традиционных стальных изделий композитными позволяет добиться существенного снижения массы изделий с одновременным увеличением их надежности, повышения ресурса вследствие отсутствия коррозионного разрушения и минимизации затрат на консервацию и хранение. (Результаты и обсуждение) Выполнили сравнительный анализ на примере прицепа транспортного средства сельскохозяйственного назначения, рассмотрели цельнометаллический и композитный варианты конструкции борта. Обосновали представленные варианты на основе квалиметрической оценки экспертным методом по критериям: себестоимость, перспективность, материалоемкость, экологичность, ремонтпригодность, коррозионная и абразивная стойкость. Анализ результата расчетов показал, что предпочтение экспертов было отдано композитному варианту по сравнению с традиционно используемыми стальными бортами. Построили гистограмму накопления согласно полученным данным, показывающую значимость итоговой оценки по каждому критерию (Выводы) Доказали целесообразность внедрения силовых корпусных элементов с использованием полимерных композитных материалов для машин агропромышленного комплекса. Предложили конструкцию на основе полимерных композитных материалов борта прицепа сельскохозяйственного назначения в виде пятислойной прямоугольной пластинки сэндвич-структурированного типа, способную выдерживать нагрузки, возникающие при эксплуатации. Использование данной конструкции позволит значительно уменьшить массу при одновременном повышении коррозионной стойкости и надежности, что снизит затраты на ремонт, техническое обслуживание и расход горюче-смазочных материалов.

**Ключевые слова:** полимерный композитный материал, силовой корпусный элемент, эксплуатационные затраты, цельнометаллическая конструкция, композитный борт.

**Для цитирования:** Астахов М.В., Славкина Е.В., Витчук Н.А. Применение силовых композитных конструкций для машин АПК // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N3. С. 97-102. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-97-102. EDN: DSTYHZ.

Research article

## APPLICATION OF POWER COMPOSITE STRUCTURES FOR AGRICULTURAL MACHINERY

<sup>1</sup>Mikhail V. Astakhov, Dr.Sc.(Eng.), professor;

<sup>1</sup>Ekaterina V. Slavkina, Ph.D.(Eng.), senior lecturer;

**Abstract.** The equipment involved in the agro-industrial complex is subject to active wear and corrosion. The modern solution is to replace the body steel elements with composite ones, but they have not become widespread due to some conservatism of the industry. (Research Purpose) The research purpose is substantiating the effectiveness of the use of polymer composite materials for power body elements of agricultural transporting machines. (Materials and methods) It was noted that the replacement of traditional steel products with composite ones makes it possible to achieve a significant reduction in the mass of products while increasing their reliability, increasing the resource due to the absence of corrosion destruction and minimizing the cost of conservation and storage. (Results and discussion) A comparative analysis was performed using the example of a trailer of an agricultural vehicle, all-metal and composite versions of the side design were considered. The presented options were substantiated on the basis of a qualimetric assessment by an expert method according to the criteria: cost, prospects, material consumption, environmental friendliness, maintainability, corrosion and wear resistance. Analysis of the calculation result showed that the experts preferred the composite version compared to the traditionally used steel sides. An accumulation histogram was constructed according to the data obtained, showing the significance of the final assessment for each criterion (Conclusions) Proved the feasibility of introducing power body elements based on polymer composite materials for machines of the agro-industrial complex. A design based on polymer composite materials of the side of an agricultural trailer in the form of a five-layer rectangular plate of sandwich-structured type capable of withstanding loads arising during operation has been proposed. The use of this design will significantly reduce the mass while increasing corrosion resistance and reliability, which will reduce the cost of repair, maintenance and consumption of fuel and lubricants.

**Keywords:** polymer composite material, power hull element, operating costs, all-metal construction, composite board.

**For citation:** Astakhov M.V., Slavkina E.V., Vitshuk N.A. Application of power composite structures for agricultural machinery. Machinery Technical Service. 2024. Vol. 62. N3. 97-102 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-97-102. EDN: DSTYHZ.

EDN: FZIMGO

Научная статья

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-103-108 УДК 621.357.7

## ВЫБОР РЕЖИМОВ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ ПРИ ГАЛЬВАНОКОНТАКТНОМ МЕТОДЕ

<sup>1</sup>Сергей Юрьевич Жачкин, доктор технических наук, профессор;

<sup>2</sup>Анатолий Иванович Завражнов, академик РАСХН, доктор технических наук, профессор;

<sup>3</sup>Григорий Игоревич Трифонов, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, e-mail: trigonov\_gi@mail.ru;

<sup>1</sup>Алексей Владимирович Пустоветов, соискатель

<sup>1</sup>Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Российская Федерация

<sup>2</sup>Мичуринский государственный аграрный университет, г. Мичуринск, Российская Федерация

<sup>3</sup>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж, Российская Федерация

**Реферат.** В работе представили исследования, направленные на изучение движения инструмента при нанесении дисперсно-упрочненных композиционных гальванических покрытий и его влияние на изменение площади пластического контакта. (Цель исследования) Получить аналитические зависимости, позволяющие производить расчеты для фрикционного контакта трущихся поверхностей при нанесении дисперсно-упрочненных композиционных гальванических покрытий. (Материалы и методы) Провели исследования с использованием методов системного анализа и теории формообразования поверхностного слоя. Выполнили экспериментальные исследования с использованием современных стан-дартизированных методик на сертифицированном оборудовании. Обработали полученные данные с использованием аналитического метода моделирования, который направлен на получение зависимостей, связывающих искомые характеристики с

заданными параметрами. (Результаты и обсуждение) Сделали на основе проведенных исследований пластического контакта при нанесении медных и железных композитных покрытий вывод о том, что площадь касания возрастает при сдвиге на расстояние, равное 30-40 и более диаметрам пятен касания. Следовательно, при статическом трении увеличение площади контакта не превышает 10-15 процентов, причем оно сопровождается существенным изменением микрогеометрии поверхностей. (Выводы) Теоретически и экспериментально доказали, что микрогеометрия трущихся поверхностей воспроизводится, переход от статического контакта к движению не будет вызывать существенного изменения площади контакта. Эти выводы подтверждаются изменением сближения в процессе скольжения двух шероховатых поверхностей. Можно с достаточной точностью производить расчеты для фрикционного контакта, пользуясь формулами, полученными для статических условий.

**Ключевые слова:** поверхность, гальванические композитные покрытия, поверхностный дефект, площадь касания, микрогеометрия поверхности, микровыступ.

**Для цитирования:** Жачкин С.Ю., Завражнов А.И., Трифонов Г.И., Пустоветов А.В. Выбор режимов нанесения покрытий при гальваноконтактном методе // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N3. С. 103-108. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-103-108. EDN: FZIMGO.

## Research article

### THE CHOICE OF COATING MODES FOR THE GALVANOCONTACT METHOD

<sup>1</sup>Sergey Yu. Zhachkin, Dr.Sc.(Eng.), professor;

<sup>2</sup>Anatoliy I. Zavrazhnov, Dr.Sc.(Eng.), professor;

<sup>3</sup>Grigoriy I. Trifonov, Ph.D.(Eng.), senior researcher;

<sup>1</sup>Aleksey V. Pustovetov, postgraduate

<sup>1</sup>Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Voronezh, Russian Federation

<sup>2</sup>Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russian Federation

<sup>3</sup>Military Educational and Scientific Center of the Air Force "Air Force Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin" Voronezh, Russian Federation

**Abstract.** The paper presents studies aimed at studying the movement of the tool when applying dispersion-hardened composite electroplating coatings and its effect on the change in the area of plastic contact. (Research purpose) The research purpose is obtaining analytical dependences that make it possible to perform calculations for frictional contact of friction surfaces when applying dispersion-hardened composite electroplating coatings. (Materials and methods) Conducted research based on the methods of system analysis and the theory of formation of the surface layer. We performed experimental studies using modern standardized techniques on certified equipment. The obtained data were processed using the analytical modeling method, which is aimed at obtaining dependencies linking the desired characteristics with the specified parameters. (Results and discussion) Based on the conducted studies of plastic contact during the application of copper and iron composite coatings, it was concluded that the contact area increases, which requires a shift by a distance equal to 30-40 or more diameters of the contact spots. Consequently, with static friction, the in-crease in the contact area does not exceed 10-15 percent, and it is accompanied by a significant change in the microgeometry of the surfaces. (Conclusions) Theoretically and experimentally proved that the microgeometry of rubbing surfaces is reproduced, the transition from static contact to motion will not cause a significant change in the contact area. These conclusions are confirmed by a change in the convergence of two rough surfaces during sliding. It is possible to perform calculations for friction contact with sufficient accuracy using the formulas obtained for static conditions.

**Keywords:** surfaces, galvanic composite coatings, surface defect, contact area, surface microgeometry, microprotrusion.

**For citation:** Zhachkin S.Yu., Zavrazhnov A.I., Trifonov G.I., Pustovetov A.V. The choice of coating modes for the galvancontact method. Machinery Technical Service. 2024. Vol. 62. N3. 103-108 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-103-108. EDN: FZIMGO.

EDN: GKCNEV      Научная статья

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-109-116      УДК 631.1(091)

*Елена Владимировна Годлевская, кандидат педагогических наук, доцент,  
заместитель директора по научно-методической работе, e-mail: elengodl@ya.ru*

*Челябинский государственный промышленно-гуманитарный техникум  
имени А.В. Яковлева, г. Челябинск, Российская Федерация*

**Реферат.** В статье рассматривается становление сельскохозяйственных высших учебных заведений Южного Урала с 1920 по 2020-е годы. Показана динамика развития Челябинского института механизации и электрификации сельского хозяйства, Оренбургского сельскохозяйственного института, Башкирского сельскохозяйственного института. Представлена специализация институтов по направлениям: агрономия, зоотехника, агроинженерия. Описываются особенности становления научных направлений и школ в сельскохозяйственных вузах региона. Раскрывается роль научных школ сельскохозяйственных институтов в вопросах решения народно-хозяйственных задач. (Цель исследования) Систематизировать исторические материалы в области становления и развития аграрного образования на Южном Урале (на примере высших учебных заведений). (Материалы и методы) Использовали документы и другие источники в ходе анализа развития высшего аграрного образования на Южном Урале, способствующие раскрытию материала в исследуемый период. (Результаты и обсуждение) Рассмотрели направления работы проблемных лабораторий, опытных баз (участков), хозяйств, показали их роль в повышении качества обучения в сельскохозяйственных вузах региона. (Выводы) В истории становления и развития высшего сельскохозяйственного образования на Южном Урале прослеживаются следующие этапы: 1930-1945 годы – период связан с количественными процессами удовлетворения потребностей сельского хозяйства региона высококвалифицированными кадрами; 1946-1960 годы – период роста качества подготовки выпускников аграрных высших учебных заведений региона; 1960-1980 годы – период развития новых более узких направлений сельскохозяйственных специальностей; 1980-2000 годы – процесс интеграции высшего образования, науки и производства. Отмечается рост вузовской науки. Растет квалификация научно-педагогических работников сельскохозяйственных вузов за счет отлаженной работы системы повышения квалификации; 2000-2020 годы – период построения новой модели аграрного образования, связанного с изменениями в аграрной отрасли: цифровая трансформация и растущая роботизация.

**Ключевые слова:** аграрное образование, сельскохозяйственные высшие учебные заведения, научно-педагогические кадры, повышение квалификации, научная школа.

**Для цитирования:** Годлевская Е.В. Развитие высшего аграрного образования на Южном Урале в период с 1920 по 2020 год // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. №3. С. 109-116. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-109-116. EDN: GKCNEV.

## Research article

### DEVELOPMENT OF HIGHER AGRICULTURAL EDUCATION IN THE SOUTHERN URALS IN THE PERIOD FROM 1920 TO 2020

*Elena V. Godlevskaya, Ph.D.(Eng.), associate professor, deputy director  
for scientific and methodological work*

*Chelyabinsk State Industrial and Humanitarian College  
named after A.V. Yakovlev, Chelyabinsk, Russian Federation*

**Abstract.** The paper examines the formation of agricultural higher educational institutions of the Southern Urals from 1920 to the 2020 years. The dynamics of development of the Chelyabinsk Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture, Orenburg Agricultural Institute, Bashkir Agricultural Institute is shown. The specialization of institutes in the following areas is presented: agronomy, animal science, agroengineering. The features of the formation of scientific directions and schools in agricultural universities of the region are described. The role of scientific schools of agricultural institutes in solving national economic problems is revealed. (Research purpose) The research purpose is systematization of historical materials in the field of formation and development of agricultural education in the Southern Urals (using the example of higher educational institutions). (Materials and methods) Used documents and other sources during the analysis of the development of higher agricultural education in the Southern Urals, contributing to the disclosure of the material during the study period. (Results and discussion) Author reviewed the areas of work of problem laboratories, experimental bases (sites), farms, and showed their role in improving the quality of education in agricultural universities in the region. (Conclusions) In the history of the formation and

*development of higher agricultural education in the Southern Urals, the following stages can be traced: 1930-1945 is the period associated with the quantitative processes of meeting the needs of agriculture in the region with highly qualified personnel; 1946-1960 is the period of growth in the quality of training graduates of agricultural higher educational institutions in the region; 1960-1980 is the period of development of new narrower areas of agricultural specialties; 1980-2000 is the period of integration of higher education, science and production. The growth of university science is noted. The qualification of scientific and pedagogical staff of agricultural universities is growing due to the well-organized work of the advanced training system; 2000-2020 is the period of building a new model of agricultural education associated with changes in the agricultural sector: digital transformation and growing robotization.*

**Keywords:** *agricultural education, agricultural higher education institutions, scientific and pedagogical staff, advanced training, scientific school.*

**For citation:** Godlevskaya E.V. Development of higher agricultural education in the Southern Urals in the period from 1920 to 2020 // Machinery Technical Service. 2024. Vol. 62. N3. 109-116 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-3-109-116. EDN: GKCNEV.