

МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ МИКРОМЕТРАЖНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ УЗЛОВ АГРЕГАТОВ ГИДРОСИСТЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

*Михаил Александрович Березин, кандидат технических наук,
доцент кафедры, e-mail: berezin_ma@mail.ru
Национальный исследовательский Мордовский государственный
университет им. Н.П. Огарёва, г. Саранск,
Республика Мордовия, Российская Федерация*

Реферат. Уплотнительные узлы торцевого типа на основе резиновых колец круглого сечения служат наиболее распространенными видами уплотнений агрегатов объемных гидроприводов различной сельскохозяйственной техники. Ресурс их работоспособности зависит от соответствия геометрических размеров элементов, входящих в их состав, а также от сочетания предельных отклонений указанных элементов. (Цель исследования) Изучить отклонения и выявить статистические законы распределения диаметров сечения новых уплотнительных колец и глубин канавок под них с целью определения количества соединений, отвечающих требованиям стандарта. (Материалы и методы) Обследовали уплотнительные соединения маслопровода и клапанной крышки гидрораспределителя трактора МТЗ 80/82; новые резиновые кольца, входящие в состав ремкомплектов, предназначенных для ремонта. Провели микрометражные исследования с помощью микрометрического глубиномера ГМ-50 и толщиномера ТН 1060Т. (Результаты и обсуждение) Определили, что требованиям стандарта не соответствуют около 90 процентов обследованных соединений, что объясняет в значительной мере низкий уровень их надежности. Отметили при этом существенно более высокий уровень несоответствий у металлических деталей данных соединений. Подавляющая часть несоответствующих соединений имеет сочетание размеров кольца и канавки, обеспечивающее повышенную начальную деформацию сжатия кольца в канавке. (Выводы) Несоответствия размеров канавки и поперечного сечения кольца, которые приводят к увеличению начальной деформации сжатия уплотнителя, и тем самым начальных контактных напряжений, обуславливают некоторое повышение теоретического ресурса соединения. Для более точного прогнозирования надежности соединений необходимо исследовать влияние на утечки не только геометрических размеров сопрягаемых элементов, но и другие факторы: шероховатость поверхности, а также реальную температуру эксплуатации узла и агрессивность рабочей жидкости гидросистемы.

Ключевые слова: уплотнитель, резина, эластомер, измерение размеров, отклонение размеров, точность изготовления элементов, ресурс соединения.

Для цитирования: Березин М.А. Методика и результаты микрометражных исследований элементов уплотнительных узлов агрегатов гидросистем сельскохозяйственной техники // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N4(140). С. 12-19.

METHODS AND RESULTS OF MICROMETER STUDIES OF HYDRAULIC SYSTEM SEALING UNITS OF AGRICULTURAL MACHINERY

*Mikhail A. Berezin, Ph.D.(Eng.)
associate professor of the department, e-mail: berezin_ma@mail.ru
National research Ogarev Mordovia State University
Saransk, the Republic of Mordovia, Russian Federation*

Abstract. End-type sealing units based on round-section rubber rings are the most common types of seals for volumetric hydraulic drive units of various agricultural machinery. Its service life depends on the correspondence of the geometric dimensions of the elements that make them up, as well as on the combination of limit deviations of the specified elements. (Research purpose) The research purpose is in studying deviations and identifying statistical distribution of the cross-section diameters of new rings and the depth of grooves under them in order to determine the number of connections that meet the requirements of the standard. (Materials and methods) Author examined the sealing joints of the oil pipeline and the valve cover of the hydraulic distributor of the MTZ 80/82 tractor and new rubber rings that are part of repair kits intended for repair. Micrometric studies were performed using the GM-50 micrometer depth gauge and the TN 1060T thickness gauge. (Results and discussion) About 90 percent of the examined compounds do not meet the requirements of the standard, which explains to a large extent the low level of their reliability. At the same time, a significantly higher

level of inconsistencies is in the metal parts of these connections. The vast majority of nonconforming joints have a combination of ring and groove sizes, which provides increased initial compression deformation of the ring in the groove. (Conclusions) Inconsistencies in the dimensions of the groove and the cross-section of the ring, which lead to an increase in the initial compression deformation of the seal, and thus the initial contact stresses, cause a certain increase in the theoretical life of the connection. To predict the connection reliability more accurate, it is necessary to study the influence on leaks not only of the geometric dimensions of the mating elements, but also other factors: surface roughness, as well as the actual operating temperature of the node and the aggressiveness of the hydraulic working fluid.

Keywords: sealant, rubber, elastomer, measurement of dimensions, dimensional deviation, precision of manufacturing elements, connection resource.

For citation: Berezin M.A. Metodika i rezul'taty mikrometrazhnykh issledovaniy elementov uplotnitel'nykh uzlov agregatov gidrosistem sel'skokhozyaystvennoy tekhniki [Methods and results of micrometer studies of hydraulic system sealing units of agricultural machinery]. Tekhnicheskii servis mashin. 2020. Vol. 58. N4(140). 12-19 (In Russian).

DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-4-20-28

УДК 621.892.84

ОПТИМИЗАЦИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ГЕОМОДИФИКАТОРОВ ТРЕНИЯ

*Юрий Георгиевич Лавров, кандидат технических наук,
старший научный сотрудник, e-mail: lavrov@suprotec.ru*

*Общество с ограниченной ответственностью
«Научно-Производственная Торговая Компания «СУПРОТЕК»,
Санкт-Петербург, Российская Федерация*

Реферат. Рассмотрели обоснование оптимального минерального состава геомодификаторов трения для повышения триботехнических свойств поверхностей трения. Практика технического обслуживания и ремонта автотракторной техники может быть существенно дополнена нетрадиционной триботехникой для безразборного восстановления изношенных сопряжений трения и профилактики нового оборудования. Использование геомодификаторов трения в качестве добавки к смазочным материалам кардинально изменяет условия трения. (Цель исследования) Разработать методику подбора оптимального минерального состава для геомодификаторов трения к технологиям технического обслуживания и ремонта машин и оборудования. (Материалы и методы) Исследовали 27 минералов для трибосоставов на машине трения ИИ5018 по традиционной методике, описанной в статье. (Результаты и обсуждение) Провели статистический анализ результатов трибоиспытаний разных композиций минералов для оценки влияния петросостава на эффективность геомодификаторов трения. Использовали «комплексный критерий» как функцию отклика для трибосостава, который определяли с учетом весовых коэффициентов по триботехническим параметрам: коэффициент трения, износ и температура масла. (Выводы) Разработанная методика подбора оптимальной композиции минералов для геомодификаторов трения показала свою эффективность. Полученный трибосостав обеспечил гарантированное формирование трибопокрытия, значительно улучшающего антифрикционные, противоизносные и противозадирные характеристики при сохранении высокой адгезионной прочности покрытия к поверхностям трения. Снижение потерь на трение после приработки дисков составило 40 процентов, температуры масла – 33, а интенсивности изнашивания – 22 процента.

Ключевые слова: триботехнический состав, безразборное восстановление, оптимальный минеральный состав, математическое моделирование трения, изнашивание.

Для цитирования: Лавров Ю.Г. Оптимизация минерального состава геомодификаторов трения // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N4(140). С. 20-28.

OPTIMIZATION OF THE MINERAL COMPOSITION OF FRICTION GEOMODIFIERS

*Yuriy G. Lavrov, Ph.D. (Eng.), senior researcher,
e-mail: lavrov@suprotec.ru
Research & Production Trading Company SUPROTEC,
Saint Petersburg, Russian Federation*

Abstract. The article considers the rationale for the optimal mineral composition of friction geomodifiers for improving the tribological properties of friction surfaces. The practice of maintenance and repair of automotive equipment can be significantly supplemented by non-traditional tribotechnics for the non-selective restoration of worn-out friction interfaces and prevention of new equipment. The use of friction geomodifiers as an additive to lubricants dramatically changes the friction conditions. (Research purpose) The research purpose is in developing a methodology for selecting the optimal mineral composition for friction geomodifiers to the technologies of maintenance and repair of machinery and equipment. (Materials and methods) The article describes a study of 27 minerals for tribo-compositions using the ii5018 friction machine using the traditional method. (Results and discussion) A statistical analysis of the results of tribo-tests of different mineral compositions was performed to assess the effect of the petrocomposition on the effectiveness of friction geomodifiers. As a response function was used complex criterion for the tribo-composition, which was determined taking into account the weight coefficients for next tribotechnical parameters: friction coefficient, wear and oil temperature. (Conclusions) The developed method of selecting the optimal composition of minerals for geomodifiers of friction has shown its effectiveness. The resulting tribo-composition provided a guaranteed formation of the tribo-coating, which significantly improves the anti-friction, anti-wear and extreme pressure characteristics while maintaining the high adhesive strength of the coating to the friction surfaces. The reduction in friction losses after running-in of the disks was 40 percent, the oil temperature was 33 percent, and the wear rate was 22 percent.

Keywords: tribotechnical composition, non-disassembly repair, optimal mineral composition, mathematical modeling of friction, wear.

For citation: Lavrov Yu.G. Optimizatsiya mineral'nogo sostava geomodifikatorov treniya [Optimization of the mineral composition of friction geomodifiers]. Tekhnicheskii servis mashin. 2020. Vol. 58. N4(140). 20-28(In Russian).

DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-4-29-39

УДК 631.354.2

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИЧЕСКОМУ УРОВНЮ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

*Михаил Евгеньевич Чаплыгин, кандидат технических наук,
старший научный сотрудник, e-mail: misha2728@yandex.ru;*
*Светлана Александровна Давыдова, кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник;*
*Алексей Викторович Подзоров, научный сотрудник
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация*

Реферат. Для создания в агропромышленном комплексе высокопроизводительного экспортно-ориентированного сектора необходимы разработка отечественных инновационных технологических и технических решений в сельском хозяйстве, использование передовых технологий производства сельскохозяйственной продукции, оснащение хозяйств машинами высокого технического уровня, надежности и качества. (Цель исследования) Определить соответствие технического уровня зерноуборочных комбайнов отечественного производства мировым тенденциям комбайностроения. (Материалы и методы) Исследовали статистические базы данных Росстат, каталоги продукции основных комбайностроительных предприятий, информационные материалы российских и зарубежных компаний и научных учреждений, отчеты исследований по данной тематике, статьи и аналитические обзоры. Использовали методы комплексного структурно-динамического анализа и экспертно-аналитический метод обработки информации для проведения мониторинга технического уровня зерноуборочных комбайнов отечественного и зарубежного производства за период 2015-2018 годов. (Результаты и обсуждение) Установили, что анализ технического уровня комбайна должен проводиться в процессе эксплуатации и на всех стадиях его жизненного цикла (разработка, изготовление, транспортирование, эксплуатация, ремонт, техническое обслуживание хранение, утилизация); для каждой из этих стадий необходимо выбрать соответствующие критерии оценки достигнутого технического уровня зерноуборочных комбайнов. На проведенном этапе исследований технического уровня отечественных и зарубежных комбайнов были выбраны следующие пять показателей: соответствие международным стандартам, типаж (типоразмерный ряд), конструкционные параметры, эксплуатационные и экономические характеристики. (Выводы) Зерноуборочные комбайны отечественного производства по значительному ряду параметров соответствуют основным мировым тенденциям

комбайностроения. Выявили важнейшие направления развития технического уровня отечественных зерноуборочных комбайнов.

Ключевые слова: зерноуборочные комбайны, технический уровень, типаж комбайна, современные требования, критерии оценки.

Для цитирования: Чаплыгин М.Е., Давыдова С.А., Подзоров А.В. Современные требования к техническому уровню зерноуборочных комбайнов // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N4(140). С. 29-39.

MODERN REQUIREMENTS FOR THE TECHNICAL LEVEL OF COMBINE HARVESTERS

*Mikhail E. Chaplygin, Ph.D. (Eng.), senior researcher,
e-mail: misha2728@yandex.ru;*

*Svetlana A. Davydova, Ph.D. (Eng.), leading researcher;
Aleksy V. Podzorov, researcher*

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

Abstract. *To create a high-performance export-oriented sector in the agro-industrial complex, it is necessary to develop domestic innovative technological and technical solutions in agriculture, use advanced technologies for agricultural production, and equip farms with machines of high technical level, reliability and quality. (Research purpose) The research purpose is in studying the compliance of the technical level of domestic combine harvesters with global trends in combine construction. (Materials and methods) Authors studied Rosstat statistical databases, product catalogs of major combine-building enterprises, information materials of Russian and foreign companies and scientific institutions, research reports on this topic, articles and analytical reviews. Authors used the methods of complex structural and dynamic analysis and expert-analytical method of information processing to monitor the technical level of combine harvesters of domestic and foreign production for the period 2015-2018. (Results and discussion) The analysis of the technical level of the combine should be carried out during operation and at all stages of its life cycle (development, manufacture, transportation, operation, repair, maintenance, storage, and disposal). For each of these stages, it is necessary to select the appropriate criteria for evaluating the achieved technical level of combine harvesters. At the stage of research of the technical level of domestic and foreign combines, the following five indicators were selected: compliance with international standards, type (size range), design parameters, operational and economic characteristics. (Conclusions) Combine harvesters of domestic production in a significant number of parameters correspond to the main global trends in combine construction. The article presents the most important areas of development of the technical level of domestic combine harvesters.*

Keywords: *combine harvester, technical level, harvester type, modern requirements, evaluation criteria.*

For citation: Chaplygin M.E., Davydova S.A., Podzorov A.V. Sovremennyye trebovaniya k tekhnicheskomu urovnyu zernouborochnykh kombaynov [Modern requirements for the technical level of combine harvesters]. Tekhnicheskii servis mashin. 2020. Vol. 58. N4(140). 29-39 (In Russian).

DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-1-40-46

УДК 631.15

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ

*Зоя Николаевна Мишина, старший научный сотрудник,
e-mail: zoy4538@mail.ru*

*Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация*

Реферат. *Своевременное проведение всех видов технического обслуживания и текущего ремонта возможно только в условиях инновационного сервисного центра, укомплектованного необходимым оборудованием и располагающего комплексом сооружений для обеспечения благоприятных условий технического сервиса. (Цель исследования) Выявить возможности обновления системы технического сервиса в агропромышленном комплексе путем создания инновационных сервисных центров для обеспечения высокоэффективной работы сельскохозяйственных машин и оборудования. (Материалы и методы) Отметили, что система технического*

обслуживания в сельском хозяйстве характеризуется существенным снижением эффективности в связи с физическим и моральным износом оборудования ремонтно-технических предприятий, низким уровнем и недостаточной квалификацией исполнительских кадров и руководителей предприятий агропромышленного комплекса. Определили, что обеспеченность имеющихся предприятий агропромышленного комплекса производственными площадями составляет не более 50 процентов, технологическим оборудованием – не более 47 процентов, а технологической оснасткой и оснасткой рабочих мест – соответственно 15 и 40 процентов. (Результаты и обсуждение) Показали, что модернизация инфраструктуры технического сервиса сельскохозяйственной техники направлена на обновление технологической базы ремонта машин. Выявили, что ремонтно-технические предприятия не располагают необходимым оборудованием и приспособлениями для выполнения ряда операций технического обслуживания и текущего ремонта. Процесс развития инфраструктуры технического сервиса значительно отстает от уровня конструктивной и технологической сложности сельскохозяйственной техники. Отметили, что в силу технологических требований сложные узлы и агрегаты, такие как двигатели, гидроборудование, топливные насосы отечественной и импортной сельскохозяйственной техники не должны ремонтироваться в условиях хозяйств. (Выводы) Высокий технологический уровень инновационных центров технического сервиса служит условием эффективной работы производства, обеспечивая его стабильность и надежность функционирования, гибкость и способность к адаптации, высокую интенсивность и безотходность.

Ключевые слова: ремонтно-техническое предприятие, агропромышленный комплекс, сельскохозяйственная техника, технический сервис, сельское хозяйство, ремонтно-обслуживающая база.

Для цитирования: Мишина З.Н. Организационно-технологические принципы формирования инновационных центров // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N4(140). С. 40-46.

ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL PRINCIPLES FOR CREATION INNOVATION CENTERS

Zoya N. Mishina, leading researcher,

e-mail: zoy4538@mail.ru

Federal Scientific Agroengineering Center VIM,

Moscow, Russian Federation

Abstract. *Timely conducting of all types of maintenance and routine repairs is possible only in the conditions of an innovative service center, equipped with the necessary equipment and having a complex of facilities to ensure favorable conditions for technical service. (Research purpose) The research purpose is in identifying opportunities for updating the technical service system in the agro-industrial complex by creating innovative service centers to ensure highly efficient operation of agricultural machinery and equipment. (Materials and methods) The system of maintenance in agriculture is characterized by a significant decrease in efficiency due to physical and moral wear of equipment of repair and technical enterprises, low level and insufficient qualification of personnel and managers of enterprises of the agro-industrial complex. The availability of existing enterprises of the agro-industrial complex with production areas is no more than 50 percent, technological equipment is no more than 47 percent, and technological equipment and equipment for jobs are 15 and 40 percent. (Results and discussion) The modernization of the infrastructure of technical service of agricultural machinery is aimed at updating the technological base of machine repair. Repair and technical enterprises do not have the necessary equipment to perform a number of maintenance and routine repairs. The process of developing technical service infrastructure is significantly behind the level of structural and technological complexity of agricultural machinery. Due to technological requirements, complex components and assemblies, such as engines, hydraulic equipment, fuel pumps of domestic and imported agricultural machinery should not be repaired in the conditions of farms. (Conclusions) The high technological level of innovative technical service centers serves as a condition for efficient operation of production, ensuring its stability and reliability of operation, flexibility and adaptability, high intensity and waste-free operation.*

Keywords: *repair and technical enterprise, agro-industrial complex, agricultural machinery, technical service, agriculture, repair and maintenance base.*

For citation: Mishina Z.N. Organizatsionno-tekhnologicheskiye printsipy formirovaniya innovatsionnykh tsentrov [Organizational and technological principles for creation innovation centers]. Tekhnicheskiiy servis mashin. 2020. Vol. 58. N4(140). 40-46 (In Russian).

ОСОБЕННОСТИ ИСПЫТАНИЙ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ

*Роман Алексеевич Потёмкин, инженер;
Алексей Сергеевич Свиридов, младший научные сотрудник,
e-mail: sviridov.vim@ya.ru
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация*

Реферат. Современное внесение средств химической защиты растений и жидких минеральных удобрений требует комплексного подхода с соблюдением всех агротехнических норм. Недолив или передозировка вносимых препаратов могут пагубно сказаться на урожайности. Распылители, применяемые на сельскохозяйственных опрыскивателях, должны быть тщательно испытаны и подобраны. (Цель исследования) Проанализировать особенности испытаний распылителей, применяемых на сельскохозяйственных опрыскивателях. (Материалы и методы) Рассмотрели данные об использовании различных методик испытаний распылителей. Изучили в качестве материалов исследования открытые источники и провели сравнительный анализ информации. (Результаты и обсуждение) Показали последовательные этапы и методику испытаний. Отметили, что начальным этапом испытаний распылителей служит определение размера (диаметра) капель при определенном давлении (1,5-3 бара) насосной системы. Определили, что снос препарата напрямую зависит от размера капли. Применили методику распределения раствора по мерным стаканам на специализированных испытательных стендах для определения нормы вылива распылителями. Предложили пример результирующей таблицы для испытаний распылителей. (Выводы) Соблюдение всех этапов и методик испытаний распылителей позволит подобрать типы распылителей, отвечающих всем агротехническим нормам, что в свою очередь повысит экономический эффект при сборе урожая.

Ключевые слова: распылители, методика, размер капель, норма вылива, стендовые испытания, износ распылительного наконечника.

Для цитирования: Потёмкин Р.А., Свиридов А.С. Особенности испытаний распылителей сельскохозяйственных опрыскивателей // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N4(140). С. 47-53.

FEATURES OF TESTING SPRAYERS OF AGRICULTURAL MACHINES

*Roman A. Potemkin, engineer;
Aleksey S. Sviridov, junior researcher,
e-mail: sviridov.vim@ya.ru
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,
Moscow, Russian Federation*

Abstract. Modern application of chemical plant protection products and liquid mineral fertilizers requires a comprehensive approach in compliance with all agricultural standards. Under-watering or overdosing of the introduced fertilizers can adversely affect the yield. Sprayers used on agricultural machines must be carefully selected and tested. (Research purpose) The research purpose is in analyzing the features of testing sprayers used on agricultural machines. (Materials and methods) The article presents reviewed data on the use of various methods of sprayer testing. Authors studied open sources as research materials and conducted a comparative analysis of the information. (Results and discussion) The article describes successive stages and test methods. The initial stage of testing sprayers is to determine the size (diameter) of drops at a certain pressure (1.5-3 bar) of the pump system. The liquid demolition directly depends on the size of the drop. Authors used the method of distribution of the solution into measuring cups on specialized test benches to determine the discharge rate. The article presents an example of the resulting table for testing sprayers.

Keywords: spraying devices, methods, drop size, discharge rate, bench testing, spray tip wear.

For citation: Potemkin R.A., Sviridov A.S. Osobennosti ispytaniy raspyliteley sel'skokhozyaystvennykh opryskivatelye [Features of testing sprayers of agricultural machines]. Tekhnicheskii servis mashin. 2020. Vol. 58. N4(140). 47-53 (In Russian).

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ОБЪЕМНОГО ГИДРОПРИВОДА SAUER DANFOSS СЕРИИ 90

¹Павел Александрович Ионов, кандидат технических наук,
доцент, e-mail: resurs-ime@yandex.ru;

¹Александр Михайлов Земсков, кандидат технических наук, доцент;

¹Алексей Владимирович Столяров,
кандидат технических наук, доцент;

²Сергей Викторович Тимохин, доктор технических наук, профессор

¹Национальный исследовательский Мордовский государственный
университет им. Н.П. Огарёва, г. Саранск, Российская Федерация

²Пензенская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Пенза, Российская Федерация

Реферат. В процессе эксплуатации возникают отказы гидропривода Sauer-Danfoss серии 90, приводящие к простоям техники и убыткам эксплуатирующих предприятий. Не всегда удается определить истинную причину потери работоспособности импортного гидропривода в силу малой его изученности и сложности конструкции. (Цель исследования) Установить влияние давления в системе управления на параметры работоспособности и долговечности объемного гидропривода Sauer Danfoss серии 90. (Материалы и методы) Провели анализ конструкции и работ, посвященных изучению причин отказов объемных гидроприводов, которые позволили предложить новый механизм потери работоспособности и наметить пути повышения долговечности Sauer Danfoss серии 90. (Результаты и обсуждение) Установили в результате силового расчета качающего узла насоса 90R100 величины давления в системе управления, при которых качающий узел отклоняется от минимального до максимального положения, что подтверждено экспериментальным путем при помощи стендового оборудования. Выявили, что величина расхождения расчетных и экспериментальных значений составляет 0,04-0,07 мегапаскалей. Определили, что повышение производительности в системе управления, приводит к повышению параметров работоспособности и к повышению доремонтного ресурса гидропривода Sauer Danfoss серии 90. (Выводы) Для повышения доремонтного ресурса гидропривода Sauer Danfoss необходимо использование более производительного насоса подпитки, поскольку при одинаковых значениях зазоров в соединениях он способен дольше компенсировать утечки рабочей жидкости, при этом поддерживая параметры работоспособности выше предельных значений.

Ключевые слова: объемный гидропривод, насос подпитки, подача, линия управления, гидросистема, гидронасос, КПД, ресурс, работоспособность, механизм отказа.

Для цитирования: Ионов П.А., Земсков А.М., Столяров А.В., Тимохин С.В. Исследование влияния давления в системе управления на работоспособность и долговечность объемного гидропривода Sauer Danfoss серии 90 // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N4(140). С. 54-63.

STUDY OF THE EFFECT OF PRESSURE ON THE PERFORMANCE AND DURABILITY OF THE SAUER DANFOSS 90 SERIES VOLUMETRIC HYDRAULIC DRIVE

¹ Pavel A. Ionov, Ph.D. (Eng.), associate professor,
e-mail: resurs-ime@yandex.ru;

¹ Aleksandr M. Zemskov, Ph.D. (Eng.), associate professor;

¹ Aleksey V. Stolyarov, Ph.D. (Eng.), associate professor;

² Sergey V. Timokhin, Dr. Sc. (Eng.), professor

¹National Research Mordovia State University, Saransk, Russian Federation

²Penza State Agrarian University, Penza, Russian Federation

Abstract. During operation, there are occur failures of the Sauer-Danfoss 90 series hydraulic drive, resulting in downtime of equipment and losses to operating companies. It is not always possible to determine the true cause of the loss of performance of an imported hydraulic drive due to its low level of knowledge and complexity of the design. (Research purpose) The research purpose is in studying the influence of pressure in the control system on the performance and durability parameters of the Sauer Danfoss 90 series volumetric hydraulic drive. (Materials and methods) An analysis of the design and works devoted to the study of the failures of volumetric hydraulic drives allows proposing a new scheme for loss of performance and outlining ways to improve the durability of the Sauer Danfoss 90 series. (Results and discussion) The pressure values in the control system were calculated for the pumping unit of the 90R100, at which the pumping unit moves from the minimum to the maximum position, which was confirmed experimentally using bench equipment. The difference between the calculated and experimental values is 0.04-0.07 megapascals. The increase in productivity in the control system leads to an increase in the performance parameters and to an increase in the pre-repair life of the Sauer Danfoss 90 series hydraulic drive. (Conclusions) To improve pre-repair life of a Sauer Danfoss hydraulic drive it is required the use of more powerful feed pump, as at the same values of the clearances in the joints, he is able to compensate for leakage of working fluid longer, while maintaining the performance above the limits.

Keywords: volumetric hydraulic drive, feed pump, supply, control line, hydraulic system, hydraulic pump, efficiency, resource, operability, failure mechanism.

For citation: Ionov P.A., Zemskov A.M., Stolyarov A.V., Timokhin S.V. Issledovaniye vliyaniya davleniya v sisteme upravleniya na rabotosposobnost' i dolgovechnost' ob'yemnogo gidroprivoda Sauer Danfoss serii 90 [Study of the effect of pressure on the performance and durability of the Sauer Danfoss 90 series volumetric hydraulic drive]. Tekhnicheskii servis mashin. 2020. Vol. 58. N4(140). 54-63 (In Russian).

DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-4-64-73

УДК 62-12:664.65.05:001.891.57

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ РАСХОДА ПИЩЕВОГО МАСЛА ТЕСТОДЕЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН ВАКУУМНО-ПОРШНЕВОГО ТИПА С ИЗНОСАМИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

*Сергей Анатольевич Величко, доктор технических наук,
профессор, e-mail: Velichko2005@yandex.ru;*

Елена Геннадьевна Мартынова, аспирант;

*Алексей Владимирович Мартынов,
кандидат технических наук, доцент*

*Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева,
г. Саранск, Российская Федерация*

Реферат. Наиболее сложная операция в технологическом процессе производства хлеба – деление готового теста на заготовки одинаковой массы. За эту операцию отвечают тестоделительные машины вакуумно-поршневого типа. В условиях эксплуатации срок службы машин на 30-40 процентов ниже заявленного заводом-изготовителем. (Цель исследования) Определить допустимые без ремонта значения износов рабочих поверхностей деталей тестоделительных машин вакуумно-поршневого типа. (Материалы и методы) Рассмотрели метод множественной регрессии, состоящий в исследовании связи между максимальными износами рабочих поверхностей деталей и расходом пищевого масла для определения допустимых без ремонта размеров деталей тестоделительных машин. Проводили измерения деталей в нескольких сечениях по ширине и по высоте. Сечения выбирали в местах контакта деталей при их перемещении относительно друг друга за рабочий ход. (Результаты и обсуждение) Получили статистическую связь расхода пищевого масла со значимо влияющими износами рабочих поверхностей деталей делительного устройства тестоделительных машин. Определили методом крутого восхождения значения допустимых износов рабочих поверхностей деталей. (Выводы) Используя метод множественной регрессии, получили линейное уравнение регрессии, адекватно описывающее связь расхода пищевого масла с износами рабочих поверхностей деталей делительных устройств тестоделительных машин вакуумно-поршневого типа ТД-4. Определили износы поверхностей деталей делительных устройств и степень их влияния на зависимую переменную – расход пищевого масла. Полученные значения являются основополагающими при дефектации и выборе метода восстановления изношенных поверхностей деталей.

Ключевые слова: тестоделительная машина, точность развесовки теста, расход пищевого масла, износ деталей, регрессионный анализ.

Для цитирования: Величко С.А., Мартынова Е.Г., Мартынов А.В. Моделирование статистической связи расхода пищевого масла тестоделительных машин вакуумно-поршневого типа с износами рабочих поверхностей деталей // Технический сервис машин. 2020. Т.58. N4(140). С. 64-73.

MODELING STATISTICAL RELATIONS BETWEEN THE CONSUMPTION OF EDIBLE OIL OF VACUUM-PISTON TYPE DOUGH DIVIDING MACHINES WITH WEAR SURFACES

*Sergey A. Velichko, Dr. Sc. (Eng.), professor,
e-mail: Velichko2005@yandex.ru;*

Elena G. Martynova, postgraduate;

Aleksey V. Martynov, Ph.D. (Eng.), associate professor

Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russian Federation

Abstract. *The most complex operation in the technological process of bread production is the division of the finished dough into blanks of the same mass. Vacuum-piston type dough separators perform this operation. Under operating conditions, the service life of the machines is 30-40 percent lower than the manufacturer's stated one. (Research purpose) The research purpose is in studying the permissible values of wear on the working surfaces of parts of vacuum-piston type dough dividing machines without repair. (Materials and methods) The article considers the method of multiple regression, which consists in studying the relationship between the maximum wear of the working surfaces of parts and the consumption of edible oil to determine the permissible sizes of parts of dough-dividing machines without repair. The parts were measured in several cross-sections in width and height. The sections were selected at the points of contact of the parts when they were moved relative to each other during the working stroke. (Results and discussion) The article presents a statistical relationship between the consumption of edible oil and the significantly affecting wear of the working surfaces of the parts of the dividing device of dough dividing machines. The values of permissible wear on the working surfaces of parts were determined by the method of steep ascent. (Conclusions) Using the method of multiple regression, the received linear regression equation adequately describes the relationship of the consumption of edible oil with the wear surfaces of separating device of TD-4 vacuum-piston type dough dividing machines. Authors determined the wear on the surfaces of parts of dividing devices and their influence on the dependent variable, the consumption of edible oil. The obtained values are fundamental for fault detection and the choice of a method for restoring worn surfaces of parts.*

Keywords: *dough dividing machine, accuracy of weight distribution of the dough, consumption of edible oil, wear of parts, regression analysis.*

For citation: Velichko S.A., Martynova E.G., Martynov A.V. Modelirovaniye statisticheskoy svyazi raskhoda pishchevogo masla testodelitel'nykh mashin vakuumno-porshnevogo tipa s iznosami rabochikh poverkhnostey detaley [Modeling statistical relations between the consumption of edible oil of vacuum-piston type dough dividing machines with wear surfaces]. *Tekhnicheskij servis mashin. 2020. Vol.58. N4(140). 64-73 (In Russian).*

DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-4-74-82

УДК 629.083

УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИХ ФОРСУНОК АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

¹*Сергей Викторович Тимохин, доктор технических наук,
профессор, e-mail: timohinsv@gmail.com;*

¹*Павел Владимирович Богатырёв, инженер;*

²*Дмитрий Александрович Галин, кандидат технических наук, доцент*

¹*Пензенский государственный аграрный университет,
г. Пенза, Российская Федерация;*

²*Национальный исследовательский Мордовский государственный
университет им. Н.П. Огарева, г. Саранск, Российская Федерация*

Реферат. *Фактический ресурс электрогидравлических форсунок автотракторных дизелей с аккумуляторной системой питания высокого давления типа Cotton Rail в эксплуатации значительно ниже заявляемого, и его восстановление путем проведения ремонта актуально с технической и экономической точек зрения. Один из*

наиболее изнашиваемых элементов электрогидравлических форсунок – контактная поверхность седла шарикового электромагнитного клапана. (Цель исследования) Разработать усовершенствованную технологию ремонта электрогидравлических форсунок автотракторных дизелей с вибронаклепом контактной поверхности седла шарикового клапана. (Материалы и методы) Провели теоретическое обоснование процесса вибронаклепа седла шарикового клапана электрогидравлических форсунок и его лабораторные и стендовые исследования с использованием серийных стендов для испытаний электрогидравлических форсунок, проверки их элементов и восстановления геометрии седла притиранием, электронного цифрового микроскопа. (Результаты и обсуждение) Подтвердили рабочую гипотезу о возможности формирования упрочненной вибронаклепом кольцевой контактной поверхности шарикового клапана электрогидравлических форсунок путем создания определенных гидравлических и электрических режимов ее работы в течении требуемого времени. Для электрогидравлических форсунок модели 0445110376 дизеля Cummins ISF 2.8 общая площадь упрочненной поверхности правильной кольцевой формы составила 0,07 квадратных миллиметров, а глубина – около 0,003 миллиметров при времени процесса 45 минут. Параметры экспериментальных электрогидравлических форсунок соответствовали требованиям тест-плана, и в настоящее время они успешно проходят эксплуатационные испытания. (Выводы) Применение вибронаклепа седла клапана позволит увеличить ресурс отремонтированных форсунок при небольших затратах на его реализацию.

Ключевые слова: дизель, электрогидравлическая форсунка, управляющий клапан, контактная поверхность, вибронаклеп, электромагнит.

Для цитирования: Тимохин С.В., Богатырёв П.В., Галин Д.А. Усовершенствованная технология ремонта электрогидравлических форсунок автотракторных дизелей // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N4(140). С. 74-82.

IMPROVED REPAIR TECHNOLOGY OF AUTOMOBILE AND TRACTOR ELECTRO-HYDRAULIC FUEL INJECTORS

¹*Sergey V. Timokhin, Dr. Sc. (Eng.), professor,
e-mail: timohinsv@gmail.com;*

¹*Pavel V. Bogatyrev, engineer;*

²*Dmitriy A. Galin, Ph.D. (Eng.), associate professor*

¹*Penza State Agricultural University, Russia*

²*National Research Ogarev Mordovia State University,
Saransk, Russian Federation*

Abstract. *The actual service life of electrohydraulic injectors of automotive diesel engines with a high-pressure battery system of the Common Rail type in operation is significantly lower than the claimed one, and its restoration by repair is relevant from a technical and economic point of view. One of the most wearable elements of electrohydraulic injectors is the contact surface of the ball valve seat. (Research purpose) The research purpose is in developing an improved technology for repairing electro-hydraulic injectors of automotive diesel engines with a vibration-rivet of the contact surface of the ball valve seat. (Materials and methods) The article presents the carried out theoretical substantiation of the process of vibration riveting of the ball valve seat of electrohydraulic injectors and its laboratory and bench studies using serial stands for testing electrohydraulic injectors, checking their elements and restoring the seat geometry by lapping, an electronic digital microscope. (Results and discussion) Authors confirmed the working hypothesis about the possibility of forming the ring contact surface of the ball valve of electrohydraulic injectors reinforced with a vibration riveting by creating certain hydraulic and electrical modes of its operation during the required time. For the model 0445110376 electrohydraulic injectors of the Cummins ISF 2.8 diesel engine, the total area of the hardened surface of the regular ring shape was 0.07 square millimeters, and the depth was about 0.003 millimeters with a process time of 45 minutes. The parameters of the experimental electrohydraulic injectors met the requirements of the test plan, and they are currently successfully undergoing operational tests. (Conclusions) The use of a valve seat vibration rivet will increase the life of repaired injectors at a low cost for its implementation.*

Keywords: *diesel, electro-hydraulic fuel injector, control valve, contact surface, vibrate peening, solenoid.*

For citation: Timokhin S.V., Bogatyrev P.V., Galin D.A. Usovershenstvovannaya tekhnologiya remonta elektrogidravlicheskih forsunok avtotraktornykh dizeley [Improved repair technology of automobile and tractor electro-hydraulic fuel injectors]. Tekhnicheskii servis mashin. 2020. Vol. 58. N4(140). 74-82 (In Russian).

ВЛИЯНИЕ ДВУХСЛОЙНОГО ПОКРЫТИЯ «АЛМАЗОПОДОБНЫЙ УГЛЕРОД + TiN/ALTiN» НА ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАСЕЛ ПРИ ГРАНИЧНОЙ СМАЗКЕ

¹Илья Александрович Буяновский, доктор технических наук,
главный научный сотрудник, e-mail: buyan37@mail.ru;

¹Владимир Дмитриевич Самусенко, кандидат технических наук,
научный сотрудник;

¹Юрий Иванович Щербаков, научный сотрудник;

¹Софья Сергеевна Стрельникова, инженер-исследователь;

²Владимир Анатольевич Левченко, кандидат
физико-математических наук, ведущий научный сотрудник

¹Институт машиноведения им. А.А. Благонравова
Российской академии наук, Москва, Российская Федерация;

²Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация

Реферат. Нанесение монокристаллического углерода на стальные поверхности трущихся тел существенно повышает антифрикционные и противоизносные свойства смазочных сред. (Цель исследования) Выбрать оптимальный материал промежуточного слоя на основе оценки и сравнения между собой физико-механических и трибологических характеристик двухслойных покрытий, полученных с использованием в качестве твердого промежуточного слоя соответственно нитрида титана и алюминитрида титана, и сравнения их между собой. (Материалы и методы) Нанесли на цилиндрические поверхности роликов из стали 100Cr6 диаметром 8 миллиметров покрытия соответственно нитрида титана и алюминитрида титана с использованием новейших технологий, и поверх этих покрытий методом импульсной конденсации углеродной плазмы с дополнительной бомбардировкой ионами аргона – монокристаллический углерод. Оценили микромеханические и микрогеометрические характеристики исследуемых поверхностей соответственно на приборах НаноСкан-4D и SNeox. Использовали в качестве смазочной среды чистое базовое масло ПАО-4, масло с добавлением олеиновой кислоты в качестве поверхностно-активной присадки и диалкилдитиофосфата цинка в качестве химически активной присадки. (Результаты и обсуждение) Выявили, что использование промежуточных слоев нитрида титана и алюминитрида титана позволяет улучшить адгезию углеродного покрытия, что положительно сказывается на его износостойкости. Определили, что основную роль в антифрикционном действии двухслойных покрытий выполняет тонкослойное углеродное покрытие. (Выводы) Исследования показали, что применение композиционных покрытий монокристаллический углерод + жаростойкое покрытие в узлах трения, работающих в режиме граничной смазки, служит резервом повышения смазочных свойств масел, не требуя при этом химически активных присадок, содержащих элементы, негативно влияющие на экологию. В качестве промежуточного покрытия лучший результат показал алюминитрид титана, он более стоек к износу, а также обеспечивает более низкое трение.

Ключевые слова: твердое углеродное покрытие, алюминитрид титана, нитрид титана, коэффициент трения, пятно износа, смазочная способность, двухслойное покрытие, смазочная среда, граничная смазка, лабораторное испытание.

Для цитирования: Буяновский И.А., Самусенко В.Д., Щербаков Ю.И., Стрельникова С.С., Левченко В.А. Влияние двухслойного покрытия «алмазоподобный углерод + TiN/ALTiN» на трибологические характеристики масел при граничной смазке // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N4(140). С. 84-92.

INFLUENCE OF TWO-LAYER COATINGS OF THE “DLC + TIN / ALTiN” ON THE TRIBOLOGICAL PROPERTIES OF OILS UNDER BOUNDARY LUBRICATION

¹Il'ya A. Buyanovskiy, Dr. Sc. (Eng.),
chief researcher, e-mail: buyan37@mail.ru;

¹Vladimir D. Samusenko, Ph.D. (Eng.), researcher;

¹Yuriy I. Shcherbakov, researcher;

¹ Sof'ya S. Strel'nikova, research engineer;

² Vladimir A. Levchenko, Ph.D. (Phys.-Math.), leading researcher;

¹ Blagonravov Mechanical Engineering Research Institute

of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation;

² Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

Abstract. The application of monocrystalline carbon to steel surfaces of rubbing bodies significantly increases the anti-friction and anti-wear properties of lubricants. (Research purpose) The research purpose is in choosing the optimal intermediate layer material based on the evaluation and comparison of the physical, mechanical and tribological characteristics of two-layer coatings obtained using titanium nitride and titanium aluminide, respectively, as a solid intermediate layer, and compare them with each other. (Materials and methods) The cylindrical surfaces of 100Cr6 steel rollers with a diameter of 8 mm were coated with titanium nitride and titanium aluminide, using the latest technologies, and on top of these coatings by pulsed condensation of carbon plasma with additional bombardment with argon ions – monocrystalline carbon. The micromechanical and microgeometric characteristics of the studied surfaces were evaluated using NanoScan-4D and SNeox devices. Pure base oil PAO-4, oil with the addition of oleic acid as a surface-active additive, and zinc dialkyldithiophosphate as a chemically active additive were used as a lubricant. (Results and discussion) The use of intermediate layers of titanium nitride and titanium aluminide improves the adhesion of the carbon coating, which has a positive effect on its wear resistance. The main role in the antifriction effect of two-layer coatings is performed by a thin-layer carbon coating. (Conclusions) The article shows that the use of composite coatings from monocrystalline carbon + heat-resistant coating in friction units operating in the boundary lubrication mode serves as a reserve for improving the lubricating properties of oils, without requiring chemically active additives containing elements that negatively affect the environment. As an intermediate coating, the best result was shown by titanium aluminide, it is more resistant to wear, and also provides lower friction.

Keywords: hard carbon coatings, titanium aluminum nitride, titanium nitride, friction coefficient, wear scars, lubricity, two-layer coatings, lubricating media, boundary lubrication, laboratory tests.

For citation: Buyanovskiy I.A., Samusenko V.D., Shcherbakov Y.I., Strel'nikova S.S., Levchenko V.A. Vliyaniye dvukhsloynogo pokrytiya «almazopodobnyy uglerod TiN/ ALTiN» na tribologicheskiye kharakteristiki masel pri granichnoy smazke [Influence of two-layer coatings of the “DLC + TiN / ALTiN” on the tribological properties of oils under boundary lubrication]. Tekhnicheskij servis mashin. 2020. Vol. 58. N4(140). 84-92 (In Russian).

DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-4-93-99

УДК 631.794.61

ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ ГЛУБИНЫ ЛУЧЕВИДНОГО ИЗНОСА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ АРМИРОВАНИЯ ДОЛООБРАЗНОЙ ОБЛАСТИ ЛЕМЕХОВ ПРИ ВСПАШКЕ ТЯЖЕЛЫХ ПОЧВ

Александр Михайлович Михальченков, доктор технических наук, профессор;

Нэлли Юрьевна Кожухова, кандидат технических наук, доцент, e-mail: nellikozh@yandex.ru;

Анна Анатольевна Тюрева, кандидат технических наук, доцент;

Василий Анатольевич Лузик, магистр

Брянский государственный аграрный университет,

г. Брянск, Российская Федерация

Реферат. В процессе эксплуатации плужного корпуса на долотообразной части лемеха образуется ряд дефектов, один из которых – лучевидный износ. Возобновление ресурса данной детали нередко сводится к устранению такого износа различными способами, которые не всегда рациональны. Это обусловлено недостаточной изученностью динамики развития лучевидного износа, особенно мало сведений в отношении тяжелых почв. (Цель исследования) Выявить характер изменения глубины лучевидного износа при различных вариантах армирования долотообразной области лемехов при вспашке тяжелых почв. (Материалы и методы) Провели исследования с использованием цельнометаллических лемехов отечественного производства в состоянии поставки и упрочненные по схемам расположения армирующих валиков. Осуществили формирование армирующих валиков электродами Э42А-УОНИИ-13/45, предназначенными для сварки углеродистых сталей. Определили

толщину в области износа лемеха при помощи поверочной плиты, призм, индикаторного микрометра с точностью 0,01 миллиметров. Для обеспечения одинаковых условий эксперимента его осуществляли на полях, где почвы имели одинаковый гранулометрический состав, который представлял собой суглинки с содержанием физической глины 33-38 процентов. (Результаты и обсуждение) Выявили динамику развития глубины лучевидного износа в зависимости от наработки и технологических приемов упрочняющего армирования долотообразной части лемеха. Определили технологию упрочняющего армирования, обеспечивающую минимальную глубину износа при одинаковой наработке. (Выводы) Разработали методику определения глубины лучевидного износа. Предлагаемая технология армирования лемехов валиками, перпендикулярными полевому обрезу, с наплавкой заглубляющей части на длину 100 миллиметров и армирование пятки позволит увеличить ресурс детали в 1,3 раза.

Ключевые слова: лучевидный износ, упрочнение армированием, лемех плуга, суглинистые почвы, предельное состояние.

Для цитирования: Михальченков А.М., Кожухова Н.Ю., Тюрева А.А., Лузик В.А. Характер изменения глубины лучевидного износа при различных вариантах армирования долотообразной области лемехов при вспашке тяжелых почв // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N4(140). С. 93-99.

THE NATURE OF CHANGES IN THE DEPTH OF XIPHOID WEAR IN VARIOUS OPTIONS FOR REINFORCING THE CHISEL-SHAPED AREA OF PLOUGHSHARES WHEN PLOWING HEAVY SOILS

Aleksandr M. Mikhal'chenkov, Dr. Sc. (Eng.), professor;

Nelli Yu. Kozhukhova, Ph.D. (Eng.), associate professor,

e-mail: nellikozh@yandex.ru;

Anna A. Tyureva, Ph.D. (Eng.), associate professor;

Vasilii A. Luzik, master

Bryansk State Agrarian University, Bryansk, Russian Federation

Abstract. During the operation of the plow body, a number of defects are formed on the bit-shaped part of the plowshare, one of which is xiphoid wear. Renewing the life of a given part is often reduced to eliminating such wear in various ways that are not always rational. This occurs due to insufficient knowledge of the dynamics of xiphoid wear, especially little information about plowing heavy soils. (Research purpose) The research purpose is in identifying the nature of changes in the depth of xiphoid wear in various options for reinforcing the chisel-shaped area of ploughshares when plowing heavy soils. (Materials and methods) Authors conducted research using all-metal ploughshares of domestic production in the state of delivery and reinforced according to the schemes of the location of reinforcing rollers. The reinforcement rollers were formed using E42A-UONII-13/45 electrodes designed for welding carbon steels. The thickness in the area of the plowshare wear was determined using a calibration plate, prisms, and an indicator micrometer with an accuracy of 0.01 millimeters. To ensure the same conditions of the experiment, it was carried out in fields where the soils had the same granulometric composition, which was loam with a physical clay content of 33-38 percent. (Results and discussion) The article reveals dynamics of the development of the xiphoid wear depth depending on the operating time and technological methods of strengthening reinforcement of the chisel-shaped part of the plowshare. The article describes the technology of strengthening reinforcement that provides the minimum wear depth with the same operating time. (Conclusions) The article presents a method for determining the depth of xiphoid wear. The proposed technology of reinforcement of plowshares with rollers perpendicular to the field edge, with surfacing of the buried part to a length of 100 millimeters and reinforcement of the heel will increase the resource of the part by 1.3 times.

Keywords: xiphoid wear, hardening by reinforcement, plowshares, loam soil, wear limit state.

For citation: Mikhal'chenkov A.M., Kozhukhova N.Yu., Tyureva A.A., Luzik V.A. Kharakter izmeneniya glubiny luchevidnogo iznosa pri razlichnykh variantakh armirovaniya dolotoobraznoy oblasti lemekhov pri vspashke tyazhelykh pochv [The nature of changes in the depth of xiphoid wear in various options for reinforcing the chisel-shaped area of plowshares when plowing heavy soils]. Tekhnicheskii servis mashin. 2020. Vol. 58. N4(140). 93-99 (In Russian).

DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-4-100-113 УДК 621.9.048

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ЛЕГИРОВАНИЯ.

ЧАСТЬ 2: РАЗРАБОТКА МЕТОДОЛОГИИ ИССЛЕДОВАНИЯ, КРИТЕРИЕВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

¹Валерий Игоревич Иванов, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: tehnoinvest-vip@mail.ru;

²Леонид Алексеевич Коневцов, кандидат технических наук, научный сотрудник

¹Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

²Институт материаловедения Хабаровского научного центра Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск, Российская Федерация

Реферат. В литературе отсутствуют систематические сведения о методологии достижения требуемых функциональных свойств исполнительных поверхностей различных объектов: деталей машин, инструментов и технологической оснастки для механической обработки материалов в холодном и горячем состоянии. (Цель исследования) Разработать методологию создания исполнительных поверхностей деталей различного назначения применением электроискрового легирования и обосновать критерии и параметры оценки данного метода. (Материалы и методы) Создали методологическую базу путем использования дедуктивного метода с постепенной уровневой конкретизацией и дополнением разрабатываемой тематики. Отметили, что основу разработки составила четырехзвенная парадигма Г.В. Самсонова «состав–технология–структура–свойства», дополненная признаком функционального назначения материала и расширенными признаками состава и технологии. Использовали для разработки методологии создания исполнительных поверхностей деталей методом ЭИЛ гипотетико-дедуктивную модель получения научного знания. (Результаты и обсуждение) Показали роль твердости, температуры плавления, модуля упругости материалов в процессе формирования электроискровых покрытий и их свойств; выявили технологические варианты макроструктуры легированного слоя, влияние на эффективность процесса его формирования смачиваемости материала анода с материалом катода, взаимной растворимости материалов системы «анод–катод–среда» и их химического родства. (Выводы) Привели методологические схемы исследования и выбора анодного материала, который в значительной мере предопределяет получение требуемых свойств легированного слоя. Предложили методологический подход к разработке критериев и показателей эффективности электроискрового легирования, анализ и обобщение основных методологических положений упрочнения и восстановления исполнительных поверхностей данным методом с учетом их функционального назначения. Рассмотрели ряд доминирующих факторов, влияющих на эффективность электроискрового легирования, выбор и разработку критериев эффективности в области материаловедения поверхности.

Ключевые слова: электроискровое легирование, методология, функциональные свойства, деталь, исполнительная поверхность, легированный слой, технология, анод, катод.

Для цитирования: Иванов В.И., Коневцов Л.А. Методологические аспекты применения электроискрового легирования. Ч. 2. Разработка методологии исследования, критериев и показателей эффективности // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N4(140). С. 100-113.

METHODOLOGICAL ASPECTS OF THE APPLICATION OF ELECTRIC SPARK ALLOYING. PART 2: DEVELOPING RESEARCH METHODOLOGY, CRITERIA AND PERFORMANCE INDICATORS

¹Valeriy I. Ivanov, Ph.D. (Eng.), leading researcher, e-mail: tehnoinvest-vip@mail.ru;

² Leonid A. Konevtsov, Ph.D. (Eng.), researcher

¹ Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

² Institute of Materials Science of Khabarovsk Scientific Center of Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russian Federation

Abstract. *There is no systematic information in the literature about the methodology for achieving the required functional properties of the executive surfaces of various objects: machine parts, tools and technological equipment for mechanical processing of materials in cold and hot conditions. (Research purpose) The research purpose is in developing a methodology for creating executive surfaces of parts for various purposes using electric spark alloying and justifying the criteria and parameters for evaluating this method. (Materials and methods) The authors created a methodological base by using the deductive method with gradual level specification and addition of the developed topics. The basis of the development was the four-link paradigm of G. V. Samsonov "composition-technology-structure-properties", supplemented by a feature of the functional purpose of the material and extended features of the composition and technology. Authors used a hypothetical-deductive model for obtaining scientific knowledge to develop a methodology for creating executive surfaces of parts using the ESA method. (Results and discussion) The article shows the role of hardness, melting temperature, and elastic modulus of materials in the formation of electric spark coatings and their properties, identifies technological variants of the doped layer macrostructure, reveals the wettability of the anode material with the cathode material, the mutual solubility of the materials of the "anode-cathode-medium" system, and their chemical affinity. (Conclusions) The article presents the methodological schemes for the study and selection of the anode material, which largely determines the desired properties of the doped layer. Authors proposed a methodological approach to the development of criteria and indicators for the effectiveness of electric spark alloying, analysis and generalization of the main methodological provisions for strengthening and restoring the executive surfaces by this method, taking into account their functional purpose. The article considers a number of dominant factors that affect the efficiency of electrospark doping, as well as the selection and development of performance criteria in the field of surface materialology.*

Keywords: *electric spark alloying, methodology, functional properties, detail, executive surface, alloyed layer, technology, anode, cathode.*

For citation: Ivanov V.I., Konevtsov L.A. Metodologicheskiye aspekty primeneniya elektroiskrovogo legirovaniya. Ch. 2. Razrabotka metodologii issledovaniya, kriteriyev i pokazateley effektivnosti [Methodological aspects of the application of electric spark alloying. Part 2: developing research methodology, criteria and performance indicators]. Tekhnicheskiy servis mashin. 2020. Vol. 58. N4(140). 100-113 (In Russian).

DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-4-114-122 УДК 621.771.07

МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВАЛКОВ ПРОКАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Дарья Александровна Лебедева, инженер;

Анна Павловна Карпуничева, техник,

e-mail: a.karpunicheva@gmail.com;

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,

Москва, Российская Федерация

Реферат. *При прокатывании листов создаются большие усилия и значительные термические воздействия на валки. Чем выше стойкость валков, тем меньше простоев при их перевалке и выше производительность. (Цель исследования) Проанализировать способы восстановления прокатных валков и выбрать наиболее приемлемый метод восстановления данных деталей. (Материалы и методы) Изучили научно-техническую литературу по теме прокатного производства, способам восстановления крупногабаритных деталей машин машиностроительных и металлургических производств, работающих в сложных условиях и подверженных высокой степени износа. Решили поставленную задачу посредством сравнительного и логического анализа на основе теоретического и эмпирического методов научного исследования. (Результаты и обсуждение) Привели две группы методов восстановления прокатных валков: бандажирование и наплавка рабочего слоя валка. Проанализировали каждый способ с точки зрения технологии, оборудования, целесообразности применения. Отметили достоинства и недостатки рассматриваемых методов. (Выводы) Наиболее приемлемым способом восстановления деталей с большой степенью износа становится наплавка. Наиболее рационально применять наплавку под флюсом с использованием дополнительной горячей присадки. Такая наплавка, несмотря на некоторое усложнение конструкции оборудования, позволяет наплавлять на валок металл при малом тепловложении и в большинстве случаев за один проход. Наплавка с использованием дополнительной горячей присадки позволяет повысить производительность процесса до 250 процентов при снижении глубины проплавления в 2-3 раза и экономии электроэнергии до 40 процентов.*

Ключевые слова: прокатные валки, работоспособность валков, дуго-контактная наплавка, наплавка с дополнительной горячей присадкой, остаточные напряжения, легирующие элементы.

Для цитирования: Лебедева Д.А., Карпуничева А.П. Методы восстановления валков прокатного производства // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N4(140). С. 114-122.

METHODS FOR RESTORING WOLVES OF ROLLING PRODUCTION

*Dar'ya A. Lebedeva, engineer;
Anna P. Karpunicheva, technician,
e-mail: a.karpunicheva@gmail.com;
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,
Moscow, Russian Federation*

Abstract. Large forces and significant thermal effects are created on the rolls when rolling sheets. The higher the stability of the rolls, the less downtime during their rerolling and higher productivity. (Research purpose) The research purpose is in analyzing the ways of restoring rolls and choose the most appropriate method for restoring these parts. (Materials and methods) The article presents the analysis of the scientific and technical literature on the topic of rolling production, methods for restoring large-sized machine parts of machine-building and metallurgical industries that work in difficult conditions and are subject to a high degree of wear. Authors try to solve the problem by means of comparative and logical analysis based on theoretical and empirical methods of scientific research. (Results and discussion) The article presents two groups of methods for restoring rolled rolls: banding and surfacing the working layer of the roll. Authors have analyzed each method in terms of technology, equipment, and feasibility. The article presents the advantages and disadvantages of the methods under consideration. (Conclusions) The most acceptable way to restore parts with a high degree of wear is surfacing. It is most efficient to apply submerged surfacing using an additional hot additive. Such surfacing, despite some complication of the equipment design, allows to deposit the metal on the roll with low heat input and in most cases in one pass. Surfacing using an additional hot additive allows to increase the productivity of the process by up to 250 percent while reducing the penetration depth by 2-3 times and saving energy by up to 40 percent.

Keywords: rolling rolls, roll performance, arc-contact surfacing, surfacing with an additional hot additive, residual stresses, alloying elements.

For citation: Lebedeva D.A., Karpunicheva A.P. Metody vosstanovleniya valkov prokatnogo proizvodstva [Methods for restoring wolves of rolling production]. Tekhnicheskii servis mashin. 2020. Vol. 58. N4(140). 114-122 (In Russian).

DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-4-123-131 УДК 620.3

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН МЕТОДОМ ТВЧ С ДОБАВЛЕНИЕМ ПОРОШКА, ПОЛУЧЕННОГО СПОСОБОМ ЭЭД

*Илья Владимирович Романов, младший научный сотрудник,
e-mail: login.s111@gmail.com
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация*

Реферат. Разработка энерго- и ресурсосберегающих методов и технологий упрочнения и восстановления рабочих органов сельхозтехники позволит обеспечить повышение их абразивной износостойкости и долговечности за счет использования материалов из отходов машиностроительного производства и уменьшение на 10-30 процентов себестоимости без снижения эксплуатационных характеристик. (Цель исследования) Повысить абразивную износостойкость и долговечность стрелчатых лап культиваторов наплавкой токами высокой частоты порошковых материалов, полученных электроэрозионным диспергированием из отходов твердых сплавов. (Материалы и методы) Произвели для исследования порошок на собственных экспериментальных установках ЦКП «Нано-Центр» электроэрозионного диспергирования из

отходов спеченных твердых сплавов марки T15K6. Измерили микротвердость порошков и покрытий на микрошлифах с использованием прибора ПМТ-3, твердость покрытий микротвердомером КМТ-1 методом Роквелла по ГОСТ 9013-59. Использовали установку СВЧ-40АВ для оценки износостойкости материалов рабочих органов почвообрабатывающих машин. (Результаты и обсуждение) Показали в ходе лабораторных испытаний на изнашивание, что относительная износостойкость образцов, упрочненных наплавкой токами высокой частоты, значительно превышает износостойкость неупрочненных образцов из стали 65Г, принятых за эталон сравнения. (Выводы) По результатам экспериментальных исследований предложили новый ресурсосберегающий технологический процесс упрочнения рабочих органов сельскохозяйственной техники за счет использования материалов из отходов машиностроительного производства, что позволило увеличить абразивную износостойкость рабочих органов в 1,5-2 раза за счет применения вольфрамсодержащих материалов.

Ключевые слова: электроэрозионное диспергирование, ток высокой частоты, микротвердость, долговечность, абразивная износостойкость, межэлектродное пространство, шлиф, твердосплавные пластины, переработка отходов.

Для цитирования: Романов И.В. Повышение износостойкости рабочих органов сельскохозяйственных машин методом ТВЧ с добавлением порошка, полученного способом ЭЭД // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N4(140). С. 123-131.

INCREASING THE WEAR RESISTANCE OF THE WORKING BODIES OF AGRICULTURAL MACHINES BY THE HDTV METHOD WITH ADDING POWDER OF THE EED METHOD

Ilya V. Romanov, junior researcher,

e-mail: login.s111@gmail.com

Federal Scientific Agroengineering Center VIM,

Moscow, Russian Federation

Abstract. *The development of energy and resource-saving methods and technologies for strengthening and restoring the working bodies of agricultural machinery will increase their abrasive wear resistance and durability by using materials from machine-building waste and reduce the cost by 10-30 percent without reducing operational characteristics. (Research purpose) The research purpose is in increasing the abrasive wear resistance and durability of cultivator legs by surfacing powder materials obtained by electroerosive dispersion from solid alloy waste by high-frequency currents. (Materials and methods) Authors obtained a powder for research on their own experimental installations of the CCP "Nano-Center" of electroerosive dispersion from waste of sintered hard alloys of the T15K6 brand. The microhardness of powders and coatings on microshifts was measured using the PMT-3 device, and the hardness of coatings with the KMT-1 microhardometer was measured using the Rockwell method according to GOST 9013-59. The microwave-40AV installation was used to assess the wear resistance of materials of working bodies of tillage machines. (Results and discussion) In the course of laboratory wear tests the relative wear resistance of samples hardened by high-frequency surfacing currents significantly exceeds the wear resistance of non-hardened samples made OF 65g steel, accepted as the reference standard. (Conclusions) Based on the results of experimental studies, the article proposes a new resource-saving technological process for strengthening the working bodies of agricultural machinery through the use of materials from machine-building waste, which allows increasing the abrasive wear resistance of working bodies by 1.5-2 times due to the use of tungsten-containing materials.*

Keywords: *Electroerosive dispersion, (HDTV) high frequency current, microhardness, durability, abrasive wear resistance, interelectrode space, thin section, carbide plates, waste processin.*

For citation: Romanov I.V. Povysheniye iznosostoykosti rabochikh organov sel'skokhozyaystvennykh mashin metodom TVCH s dobavleniyem poroshka, poluchennogo sposobom EED [Increasing the wear resistance of the working bodies of agricultural machines by the HDTV method with adding powder of the EED method]. Tekhnicheskii servis mashin. 2020. Vol. 58. N4(140). 123-131 (In Russian).

DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-4-132-139

УДК 631.372.001.76

**ПЕРЕОБОРУДОВАНИЕ КУЛЬТИВАТОРА ДЛЯ
РАЗБРОСНОГО ПОСЕВА ЗЕРНА ПО СТЕРНЕ**

¹*Петр Алексеевич Табаков, кандидат технических наук, профессор, e-mail: petr_46@mail.ru;*

²*Василий Петрович Табаков, инженер;*

²*Алексей Петрович Табаков, инженер;*

²*Александр Петрович Табаков, инженер*

¹*Чебоксарский институт (филиал)*

Московского политехнического университета;

²*ООО «Батыревская сельхозтехника»*

Реферат. По сравнению с 1990 годом в Чувашской республике посевные площади сократились на 25 процентов. Соответственно сокращается и валовое производство продукции сельского хозяйства. Одним из важнейших способов поддержания работоспособности машинно-тракторного парка служит модернизация имеющейся техники. (Цель исследования) Переоборудовать культиватор в посевной агрегат разбросного посева по стерне, опробовать его в полевых условиях, организовать серийное производство и получить патент на его конструкцию. (Материалы и методы) Показали возможность переоборудования культиватора в посевной агрегат для зерновых культур разбросного посева по стерне без обработки почвы из списанных сельхозмашин в условиях аграрных предприятий. (Результаты и обсуждение) Отметили, что основной резерв снижения себестоимости производства сельхозкультур заключается в применении комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин, позволяющих за один проход агрегата проводить несколько операций. Модернизировали стандартную культиваторную лапу со стойкой от культиватора-глубококорыхлителя КФГ-3,6 для разбросного посева. Доказали, что затраты на модернизацию минимальные; получили патент. (Выводы) При внутрпочвенном разбросном способе посева зерновых культур можно обеспечить оптимальную площадь питания растений, разместив их равномерно в почве. Поскольку 22 процента засеваемой площади в зоне Среднего Поволжья подвержены ветровой и водной эрозии, применение ресурсосберегающих технологий посева приобретает еще большую актуальность. Метод переоборудования культиватора для посева зерновых культур даст возможность засеять посевные площади, пустующие из-за нехватки сельхозмашин.

Ключевые слова: дефицит техники, модернизация сельхозмашин, уменьшение посевных площадей, разбросный посев, ресурсосбережение.

Для цитирования: Табаков П.А., Табаков В.П., Табаков А.П., Табаков А.П. Переоборудование культиватора для разбросного посева зерна по стерне // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N4(140). С. 132-139.

REEQUIPMENT OF A CULTIVATOR FOR SPREADING GRAIN ON STUBBLE

¹ *Petr A. Tabakov, Ph.D. (Eng.), professor,
e-mail: petr_46@mail.ru;*

² *Vasilii P. Tabakov, engineer;*

² *Aleksey P. Tabakov, engineer;*

² *Aleksandr P. Tabakov, engineer*

¹ *Cheboksary Institute (branch) of the
Moscow Polytechnic University,*

² *LLC Batyrevskaya Selkhoztekhnika*

Abstract. Compared to 1990, the Chuvash Republic's acreage decreased by 25 percent. The gross production of agricultural products is also reduced accordingly. One of the most important ways to maintain the efficiency of the machine and tractor fleet is the modernization of existing equipment. (Research purpose) The research purpose is in reequipment of the cultivator into a sowing unit for scattered sowing on stubble, testing it in the field, organizing mass production and applying a patent for its design. (Materials and methods) The article shows the possibility of converting the cultivator into a sowing unit for grain crops of scattered sowing on stubble without tillage from decommissioned agricultural machines in the conditions of agricultural enterprises. (Results and discussion) The main reserve for reducing the cost of crop production is the use of combined tillage and sowing machines, which allow several operations to be performed in one pass of the unit. the standard cultivator paw was upgraded with a stand from the cultivator-deep cultivator KFG-3,6 for scattered seeding. It was proved that the cost of modernization is minimal; a patent was applied. (Conclusions) With the intra-soil spread method of sowing grain crops, one can get the optimal area of plant nutrition by placing them evenly in the soil. Since 22 percent of the sown area in the Middle Volga region is subject to wind and

water erosion, the use of resource-saving seeding technologies becomes even more relevant. The method of reequipping the cultivator for sowing grain crops will make it possible to sow acreage that is empty due to a lack of agricultural machinery.

Keywords: shortage of equipment, modernization of agricultural machinery, reduction of acreage, widespread sowing, resource conservation.

For citation: Tabakov P.A., Tabakov V.P., Tabakov A.P., Tabakov A.P. Pereoborudovaniye kul'tivatora dlya razbrosnogo poseva zerna po sterne [Reequipping of a cultivator for spreading grain on stubble]. Tekhnicheskii servis mashin. 2020. Vol. 58. N4(140). 132-139 (In Russian).

DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-4-140-147 УДК 629.114.2.01.004.67

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ГАЛЬВАНИЧЕСКИМИ ЦИНКОВЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

¹Михаил Николаевич Вихарев, старший преподаватель,
e-mail: vmn83@yandex.ru;

²Владимир Михайлович Юдин, доктор технических наук, профессор;

¹Николай Иванович Веселовский, кандидат технических наук, доцент

¹Российский государственный аграрный заочный университет,
г. Балашиха, Российская Федерация;

²Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

Реферат. Показали роль гальванических покрытий при восстановлении деталей, указали преимущества восстановления деталей гальваническими покрытиями перед другими способами, привели характеристики и свойства покрытий, полученных гальваническим цинкованием. (Цель исследования) Повысить скорость нанесения цинковых гальванических покрытий при восстановлении деталей. (Материалы и методы) Отметили, что решающее влияние на скорость нанесения покрытий оказывает катодная плотность тока. Подтвердили, что основной причиной ограничения катодной плотности тока при цинковании из сернокислых электролитов служит химическая поляризация катода. Провели исследования на разработанной и изготовленной установке для нанесения гальванических покрытий. Использовали при нанесении покрытий на внутренние поверхности деталей устройство с активирующими элементами, имеющее электромеханический привод вращения. Выявили, что данное устройство предотвращает обеднение прикатодного слоя электролита и уменьшает химическую поляризацию катода. В качестве активаторов применяли элементы из влагостойкой шкурки. (Результаты и обсуждение) Представили результаты экспериментов в виде зависимости скорости нанесения покрытия от скорости движения активатора относительно восстанавливаемой поверхности. Определили зависимость между размером зерен абразива активирующих элементов, усилием их прижатия к катодной поверхности, скоростью движения активатора и скоростью нанесения цинкового покрытия, а также его качеством. За счет активирования катодной поверхности удалось поднять рабочую плотность тока до 100-150 ампер на квадратный дециметр. Скорость нанесения цинковых покрытий составляет 16-25 микрометров в минуту. (Выводы) В ходе исследований определили условия электролиза при цинковании, обеспечивающие значительное увеличение катодной плотности тока и скорости нанесения этих покрытий при восстановлении деталей.

Ключевые слова: детали, восстановление, гальванические покрытия, цинкование, активатор, катодная плотность тока.

Для цитирования: Вихарев М.Н., Юдин В.М., Веселовский Н.И. Восстановление деталей машин гальваническими цинковыми покрытиями // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N4(140). С. 140-147.

RESTORATION OF MACHINE PARTS WITH GALVANIZED ZINC COATINGS

¹Mikhail N. Vikharev, senior lecturer, e-mail: vmn83@yandex.ru;

²Vladimir M. Yudin, Dr. Sc. (Eng.), professor;

¹Nikolay I. Veselovskiy, Ph.D. (Eng.), associate professor

¹Russian State Agricultural Correspondence University,

Abstract. *The article shows the role of electroplating in the restoration of parts, indicates the advantages of restoring parts with electroplating over other methods, and gives the characteristics and properties of coatings obtained by electroplating. (Research purpose) The research purpose is in increasing the speed of application of zinc electroplating when restoring parts. (Materials and methods) The cathode current density has a decisive influence on the coating speed. The main reason for limiting the cathode current density during galvanizing from sulfuric acid electrolytes is the chemical polarization of the cathode. The article presents a study on the designed installation for the application of galvanic coatings. When applying coatings to the internal surfaces of parts, there was used a device with activating elements having an electromechanical rotation drive. This device prevents depletion of the near-cathode layer of the electrolyte and reduces the chemical polarization of the cathode. Elements made of moisture-resistant skin were used as activators. (Results and discussion) The article presents the results of experiments as a dependence of the coating speed on the speed of the activator relative to the restoring surface. It also presents the relationship between the size of the abrasive grains of the activating elements, the force of their pressing against the cathode surface, the speed of movement of the activator and the speed of applying the zinc coating, as well as its quality. By activating the cathode surface, it was possible to raise the operating current density to 100-150 amperes per square decimeter. The speed of application of zinc coatings is 16-25 micrometers per minute. (Conclusions) In the course of research, authors determined the conditions of electrolysis during galvanizing, which provide a significant increase in the cathode current density and the rate of application of these coatings during the restoration of parts.*

Keywords: *details, component recovery, galvanic coatings, zinc plating, activator, cathode current density.*

For citation: *Vikharev M.N., Yudin V.M., Veselovskiy N.I. Vosstanovleniye detaley mashin gal'vanicheskimi tsinkovymi pokrytiyami [Restoration of machine parts with galvanized zinc coatings]. Tekhnicheskii servis mashin. 2020. Vol. 58. N4(140). 140-147(In Russian).*

DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-4-148-156 УДК 620.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БРОНЗОВЫХ ПОРОШКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ

*Илья Владимирович Романов, младший научный сотрудник;
Роман Николаевич Задорожний, кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник, e-mail: login.s111@gmail.com
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация*

Реферат. *Среди известных ремонтных технологий восстановления бронзовых деталей практически нет технологий с использованием металлических порошков из цветных металлов. Электроэрозионное диспергирование – энергоэффективный процесс, позволяющий получать порошковую медь и бронзу из отходов машиностроительных производств с меньшими затратами и воздействием на окружающую среду. (Цель исследования) Оценить физико-механические свойства бронзовых порошков, полученных методом электроэрозионного диспергирования из отходов машиностроительных производств, и обосновать возможность их применения в технологиях ремонта и восстановления деталей. (Материалы и методы) Получили материал для исследования на собственных экспериментальных установках ЦКП «Нано-Центр». Использовали для исследований инвертированный металлографический микроскоп Olympos GX-51, растровый электронный микроскоп TESCAN VEGA II с системой рентгеноспектрального анализа INCA Energy 350, лазерный анализатор размеров частиц Microtrac Bluewave, рентгенофлуорисцентный спектрометр Niton XL3t GOLDD+, микротвердомер KMT-1. (Результаты и обсуждение) Привели качественные и количественные показатели бронзового порошка, полученного электроэрозионным диспергированием, дали оценку свойствам этого порошка при конкретном методе получения. Определили гранулометрический состав порошка, форму и морфологию частиц, фракционный состав, микротвердость и химический состав. (Выводы) В исследуемом порошке преобладают частицы, имеющие правильную сферическую форму. Изменение микротвердости в меньшую сторону объясняется процессом рекристаллизации. Расхождения в химическом составе*

объясняются взаимодействием с рабочей жидкостью и различными элементами конструкции установки. Порошковый материал, полученный из отходов бронзы электроэрозионным диспергированием, в большинстве своем соответствует параметрам исходных металлов и пригоден для восстановления и ремонта деталей.

Ключевые слова: электроэрозионное диспергирование, металлические отходы, бронзовые порошки, форма и морфология частиц, гранулометрический состав, химический состав, микротвердость.

Для цитирования: Романов И.В., Задорожний Р.Н. Исследование физико-механических свойств бронзовых порошков, полученных методом электроэрозионного диспергирования // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N4(140). С. 148-156.

STUDY OF THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF BRONZE POWDERS OBTAINED BY ELECTROEROSION DISPERSION

*Ilya V. Romanov, junior researcher;
Roman N. Zadorozhniy, Ph.D.(Eng.), leading researcher
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,
Moscow, Russian Federation*

Abstract. Among the well-known repair technologies for restoring bronze parts, there are practically no technologies using metal powders from non-ferrous metals. Electroerosive dispersion is an energy-efficient process that makes it possible to obtain powdered copper and bronze from machine-building waste with lower costs and environmental impact. (Research purpose) The research purpose is in evaluating the physical and mechanical properties of bronze powders obtained by electroerosive dispersion from machine-building waste, and justifying the possibility of their application in the technologies of repair and restoration of parts. (Materials and methods) Authors received material for research on their own experimental facilities of the Nano-Center Central Research Center. Authors used an inverted metallographic microscope Olympus GX-51, a TESCAN VEGA II scanning electron microscope with an INCA Energy 350 X-ray spectral analysis system, a Microtrac Bluewave laser particle size analyzer, a Niton XL3t GOLDD+ X-ray fluorescence spectrometer, and a KMT-1 microhardness meter. (Results and discussion) The article presents qualitative and quantitative indicators of the bronze powder obtained by electroerosive dispersion, and the properties of this powder were evaluated for a specific method of production. The article presents granulometric composition of the powder, the shape and morphology of the particles, the fractional composition, microhardness and chemical composition. (Conclusions) In the studied powder, particles with a regular spherical shape prevail. The decrease in microhardness is explained by the recrystallization process. Differences in the chemical composition are explained by the interaction with the working fluid and various elements of the installation structure. Powder material obtained from bronze waste by electroerosive dispersion mostly corresponds to the parameters of the source metals and is suitable for the restoration and repair of parts.

Keywords: electroerosive dispersion, metal waste, bronze powders, shape and morphology of particles, particle size distribution, chemical composition, microhardness.

For citation: Romanov I.V., Zadorozhniy R.N. Issledovaniye fiziko-mekhanicheskikh svoystv bronzovykh poroshkov, poluchennykh metodom elektroerozionnogo dispergirovaniya [Study of the physical and mechanical properties of bronze powders obtained by electroerosion dispersion]. Tekhnicheskii servis mashin. 2020. Vol. 58. N4(140). 148-156 (In Russian).

DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-1-157-163 УДК 620.1

ОЦЕНКА ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОКРЫТИЯ, ПОЛУЧЕННОГО ЭЛЕКТРОИСКРОВЫМ УПРОЧНЕНИЕМ

*Илья Владимирович Романов, младший научный сотрудник;
Роман Николаевич Задорожний, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail:
login.s111@gmail.com
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация*

Реферат. При нанесении покрытий различными методами на поверхности подвижных деталей, работающих в соединениях, с целью возвращения им исходного ресурса важно убедиться в прочности и износостойкости покрытий. Все существующие технологии упрочнения и применяемые для выполнения покрытий материалы имеют свои особенности, следовательно, о качестве получаемых покрытий можно судить только после конкретных испытаний. (Цель исследования) Оценить свойства покрытия, полученного методом электроискрового упрочнения, и его способность противостоять трению и механическому износу. (Материалы и методы) Провели испытания на базе Центра коллективного пользования «Нано-Центр». Наносили покрытие на установке БИГ-4М электродом из твердого сплава марки ВК-8, триботехнические свойства оценивали на трибометре TRB-S-DE-0000 фирмы CSM Instruments, измерение ширины дорожки трения после испытания осуществляли на инвертированном оптическом микроскопе OLYMPUS GX51, взвешивали образцы до и после испытания на аналитических весах ВЛР-200. Провели исследования в соответствии с ГОСТ 23.224-86 и методическими указаниями РД 50-662-88. (Результаты и обсуждение) Выполнили испытания на прирабатываемость и износостойкость покрытия. Образцы прирабатывали при ступенчатом повышении нагрузки. Фиксировали в течение испытаний на диаграмме силу трения. Сравнили результаты с эталонным образцом – поверхностью без покрытия. (Выводы) Полученное покрытие обладает лучшей прирабатываемостью и износостойкостью по сравнению с эталоном, причем увеличение износостойкости в условиях сухого трения весьма значительное.

Ключевые слова: триботехнические свойства, износостойкость, прирабатываемость, трибометр, электроискровое покрытие, твердый сплав.

Для цитирования: Романов И.В., Задорожний Р.Н. Оценка триботехнических свойств покрытия, полученного электроискровым упрочнением // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N4(140). С. 157-163.

EVALUATION OF TRIBOTECHNICAL PROPERTIES OF THE COATING OBTAINED BY ELECTRIC SPARK HARDENING

*Ilya V. Romanov, junior researcher;
Roman N. Zadorozhniy, Ph.D.(Eng.), leading researcher
Federal Scientific Agroengineering
Center VIM, Moscow, Russian Federation*

Abstract. When applying coatings using various methods on the surfaces of moving parts that work in joints, it is important to make sure that the coatings are strong and wear-resistant in order to return them to their original resource. All existing hardening technologies and materials used to perform coatings have their own characteristics, therefore, the quality of the resulting coatings can be judged only after specific tests. (Research purpose) The research purpose is in evaluating the properties of the coating obtained by the method of electric spark hardening, and its ability to resist friction and mechanical wear. (Materials and methods) Authors conducted tests on the basis of the "Nano-Center" center for collective use. A coating was applied on the BIG-4M unit with a VK-8 hard alloy electrode, tribological properties were evaluated on a CSM Instruments TRB-S-DE-0000 tribometer, the width of the friction track was measured after the test using an inverted OLYMPUS gx51 optical microscope, and samples were weighed before and after the test on a VLR-200 analytical balance. Conducted research in accordance with GOST 23.224-86 and RD 50-662-88 guidelines. (Results and discussion) The article presents performed tests on the run-in and wear resistance of the coating. The samples were worked on with a step-by-step increase in the load. During the tests, the friction force was drawn on the diagram. Authors compared the results with the reference sample, an uncoated surface. (Conclusions) The resulting coating has better run-in and wear resistance compared to the standard, and the increase in wear resistance in dry friction conditions is very significant.

Keywords: tribotechnical properties, wear resistance, running-in, tribometer, electrospark coating, hard alloy.

For citation: Romanov I.V., Zadorozhniy R.N. Otsenka tribotekhnicheskikh svoystv pokrytiya, poluchennogo elektroiskrovym uprochneniyem [Evaluation of tribotechnical properties of the coating obtained by electric spark hardening]. Tekhnicheskii servis mashin. 2020. Vol. 58. N4(140). 157-163 (In Russian).

DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-4-165-175 УДК 629.3014.2

**Вячеслав Иванович Черноиванов, академик Российской академии наук, главный научный консультант;
Валентин Павлович Лялякин, доктор технических наук, профессор, главный специалист, valpal-1938@mail.ru**
**Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация**

Реферат. С увеличением выпуска новых машин требовалось больше уделять внимания вопросам их ремонта и обслуживания, расширения научных исследований, создания соответствующих нормативов, постоянного пополнения и обновления технической документации. Существующие до 1953 года лаборатории ремонта были малоэффективными для решения возрастающих проблем. В 1953 году было принято решение о создании Государственного союзного научно-исследовательского института ремонта и эксплуатации тракторов и сельскохозяйственных машин. (Цель исследования) Изложить историю создания ГОСНИТИ, проанализировать задачи и результаты деятельности института за первое десятилетие. (Материалы и методы) Представили базу нового института и количественный состав. Привели основные задачи института и направления деятельности. (Результаты и обсуждение) Отметили, что была выполнена работа по созданию автопередвижных мастерских заправочных фильтров, электротормозных стендов, стендов для испытания топливной аппаратуры, оборудования для виброконтактной наплавки. Показали, что проводились расчеты ремонтной базы для регионов. Привели перечень работ, которые были широко внедрены в народное хозяйство. Представили перечень изданий технической документации. Указали, что за внедрение системы и передовой технологии ремонта машин 25 мая 1967 года Указом Президиума Верховного Совета СССР ГОСНИТИ был награжден Орденом Трудового Красного Знамени. (Выводы) Коллектив созданного института в первое десятилетие успешно выполнил поставленные задачи.

Ключевые слова: ремонт, техническое обслуживание, нормирование труда, технологические процессы, оборудование, ремонтные мастерские.

Для цитирования: Черноиванов В.И., Лялякин В.П. История организации ГОСНИТИ // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N4(140). С. 165-175.

HISTORY OF THE GOSNITI ESTABLISHMENT

**Vyacheslav I. Chernoiivanov, member of Russian Academy
of Sciences, leading scientific consultant;
Valentin P. Lyalyakin, Dr. Sc. (Eng.), professor, leading specialist,
e-mail: valpal-1938@mail.ru**
Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. With the increase in the production of new machines, it was necessary to pay more attention to their repair and maintenance, expand research, create appropriate standards, and constantly update technical documentation. The pre-1953 repair laboratories were not powerful enough to solve the growing problems. In 1953, it was decided to establish The State Union Research Institute for the Repair and Operation of Tractors and Agricultural Machinery. (Research purpose) The research purpose is in describing the history of GOSNITI establishment, analyzing the tasks and results of the Institute's activities over the first decade. (Materials and methods) The article presents the base of the new Institute and its quantitative composition. The article describes the main objectives of the Institute and its activities. (Results and discussion) Work was carried out to create self-moving workshops for filling filters, electric brake stands, stands for testing fuel equipment, equipment for vibration contact surfacing. The calculations of the repair base for the regions were carried out. The article presents the list of works that were widely implemented in the national economy and the list of publications of technical documentation. GOSNITI was awarded the Order of the Red Banner of Labor by the decree of the Presidium of the Supreme Soviet of the USSR on May 25, 1967, for implementing the system and advanced technology for repairing cars. (Conclusions) The staff of the established Institute successfully completed the tasks set in the first decade.

Keywords: repair, maintenance, labor rationing, technological processes, equipment, repair shops.

For citation: Chernoiivanov V.I., Lyalyakin V.P. Istoriya organizatsii GOSNITI [History of the GOSNITI establishment]. Tekhnicheskii servis mashin. 2020. Vol. 58. N4(140). 165-175(In Russian).

ОТ ГОЭЛРО ДО ЭЛЕКТРОРОБОТИЗАЦИИ АПК.

К 90-ЛЕТИЮ ФНАЦ ВИМ

*Валентин Робертович Краусп, доктор технических наук, профессор,
лауреат золотой медали им. И.А. Будзко,
главный специалист, krausp@mail.ru
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация*

Реферат. За почти 100 лет, прошедших от ГОЭЛРО до проекта ЭКО-1ВК (Электророботизированные комбинаты органик 1-й модификации Валентина Крауспа), развиты новые теоретические положения, найдены и запатентованы практические решения, выполненные под руководством основателей научных школ, в том числе и автора данной статьи, показаны последующие научно-технические, технологические и комплексные междисциплинарные решения по электрификации, автоматизации и электророботизации сельскохозяйственных конвейерных машинных технологий. (Цель исследования). Проанализировать временные этапы разработки, развития и внедрения промышленных технологий в сельскохозяйственное производство. (Материалы и методы). Материалами исследования стали исторические документы, архивы, научные труды известных ученых, заложивших основы развития электрификации, автоматизации, роботизации в агропромышленном комплексе. (Результаты и обсуждение). Проанализировали этапы развития и внедрения электрификации, автоматизации и роботизации сельскохозяйственного производства. Охарактеризовали каждый этап, отметили их достоинства и особенности. Представили завершающий этап создания конвейерных технологий производства продовольствия в полном цикле «поле – магазин», в которых главную роль играет электророботизация и интеллектуализация производства и переработка органических отходов в удобрение. (Выводы) Освещена история развития науки АПК и авторской молодежной научной школы. Международное сотрудничество по линии СЭВ позволило выйти в вопросах автоматизации молочного животноводства на международный уровень. Разработаны математические оптимизации технологий молочных ферм и откорма молодняка сельскохозяйственных животных. Проведены исследования и разработаны комплексные системы автоматизации с АСУТП ферм в молочном животноводстве. Разрабатывается авторский типовый проект модульного комбината 1-й модификации ЭКО-1ВК, в котором комплексно решаются все проблемы: социальные – создаются агрогорода, обеспечивающие молодежи городскую жизнь; воспитывается новое поколение молодежи: киберзоотехники, ветеринары, инженеры, менеджеры. Гарантируется экологическая чистота полей кормопроизводства; животные содержатся в естественных условиях без применения антибиотиков; осуществляется переработка молока и мяса в продовольствие органик.

Ключевые слова: электророботизация, комбинат органик, продовольствие, агрогород, мини-ТЭС, генплан, железная дорога, линия электропередачи.

Для цитирования: Краусп В.Р. От ГОЭЛРО до электророботизации АПК. К 90-летию ФНАЦ ВИМ // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N4(140). С. 176-187.

FROM GOELRO TO ELECTRO-ROBOTIZATION OF AGRICULTURE ACCORDING.

ON THE 90TH ANNIVERSARY OF FEDERAL SCIENTIFIC AGROENGINEERING CENTER VIM

*Valentin R. Krausp, Dr. Sc. (Eng.), professor,
laureate of the I.A. Budzko Gold Medal, chief specialist,
e-mail: krausp@mail.ru
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,
Moscow, Russian Federation*

Abstract. For almost 100 years that have passed from GOELRO to the ECO-1VK project (Electro-Robotic organic plants of the 1st modification of Valentin Krausp), new theoretical positions are developed, practical solutions made under the guidance of the founders of scientific schools, including the author of this article, are found and patented, and subsequent scientific and technical, technological and complex interdisciplinary solutions for electrification, automation and electrobotization of agricultural conveyor machine technologies are shown. (Research purpose). The research purpose is in analyzing the time stages of development and implementation of industrial technologies in agricultural production. (Materials and methods). The research materials are historical documents, archives, and scientific works of famous scientists who laid the foundations for the development of electrification, automation, and

robotics in the agro-industrial complex. (Results and discussion). Author analyzed the stages of development and implementation of electrification, automation and robotization of agricultural production. The article describes each stage, notes their advantages and features. The article presents the final stage of creating conveyor technologies for food production in the full "field-shop" cycle, in which the main role is played by electric robotics and intellectualization of production and processing of organic waste into fertilizer. (Conclusions) The article highlights the history of the development of agricultural science and the author's youth scientific school. International cooperation through CMEA has allowed us to reach the international level in the automation of dairy farming. It also allowed the developing of mathematical optimizations of technologies for dairy farms and fattening of young farm animals. Research has been conducted and have been developed integrated automation systems with automated control systems for farms in dairy farming. The author's developed model design of ECO-IVK modular plant of 1st modification, which comprehensively solved all the problems: social by creating agricultural cities that provides youth in urban life; brought a new generation of youth: cyber-zoo-technologists, veterinarians, engineers, managers. The ecological cleanliness of feed production fields is ensured; animals are kept in natural conditions without the use of antibiotics; milk and meat are processed into organic food.

Keywords. *electro-robotization, organic plant, food, agricultural city, mini-thermal power plants, general plan, railway, power line.*

For citation: Krausp V. R. Ot GOELRO do elektrorobotizatsii APK. K 90-letiyu FNATs VIM [From GOELRO to electro-robotization of agriculture according. The 90 th anniversary of Federal Scientific Agroengineering Center VIM]. Tekhnicheskij servis mashin. 2020. Vol. 58. N4(140). 176-187 (In Russian).