

ОЦЕНКА ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ ФАКТОРОВ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА МАШИН В АПК

*Галина Михайловна Буреава, аспирант,
e-mail: lavaki2009@yandex.ru
Иркутский государственный аграрный университет имени
А.А. Ежовского, г. Иркутск, Российская Федерация*

Реферат. Представили результаты анализа условий и факторов формирования управленческих решений при организации технического сервиса сельскохозяйственной техники. (Цель исследования) Разработать методику оценки внешних и внутренних факторов осуществления технического сервиса на основе SWOT-анализа функционирования ремонтного предприятия. (Материалы и методы) Рассмотрели варианты SWOT-анализа для оценки сильных и слабых сторон предприятия технического сервиса, а также возможности и угрозы, исходящие от его ближайшего окружения (внешней среды). (Результаты и обсуждение) Определили, что организация технического сервиса, основанная на знании результатов SWOT-анализа деятельности ремонтного предприятия, может существенно повлиять на степень экономического благополучия изготовителей машин и на уровень надежности и ресурсосбережения в сфере их использования, в том числе за счет сокращения времени выполнения работ и перечня технологических операций. Отметили, что позитивное развитие технического сервиса в агропромышленном комплексе определяют отслеживание и контроль процессов, происходящих на внутренних и внешних траекториях деятельности ремонтного предприятия. Выстроили концепцию и стратегию развития системы технического сервиса в реальном времени функционирования сервисного предприятия с учетом установления возникающих между факторами связей. (Выводы) Применение SWOT-анализа инженерных решений технического сервиса позволяет определить сильные и слабые стороны ремонтного предприятия, а также возможности и угрозы со стороны внешней окружающей среды. Количественная и качественная оценка состояния производства с помощью экспертов, работающих в инженерной сфере АПК и хорошо разбирающихся в вопросах организации и технологии технического сервиса, помогает найти внутренние резервы реализации имеющихся возможностей и противостоять угрозам, а также служить базисным элементом при разработке стратегических целей и задач организации технического сервиса машин.

Ключевые слова: технический сервис, управление, среда, стратегия, угрозы, деятельность, развитие.

Для цитирования: Буреава Г.М. Оценка внешних и внутренних факторов организации технического сервиса машин в АПК // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N4(149). С. 13-20. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-13-20. RUZTYE.

EXTERNAL AND INTERNAL ORGANIZATION OF TECHNICAL SERVICE IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

*Galina M. Buraeva, postgraduate
Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Yezhevsky,
Irkutsk, Russian Federation*

Abstract. The article presents the analysis of factors of management decisions in the organization of technical service of agricultural machinery. (Research purpose) The research purpose is developing a methodology for assessing external and internal factors of technical service implementation based on a SWOT analysis of a repair company. (Materials and methods) The article describes options for SWOT analysis to assess the strengths and weaknesses of a technical service enterprise, as well as opportunities and threats emanating from its environment. (Results and discussion) The organization of technical service on the results of SWOT analysis of the company activities can significantly improve the economic well-being of machine manufacturers and the reliability and resource preservation, including by reducing the work time and the list of technological operations. Development of technical service in the agro-industrial complex is determined by the monitoring and control of processes in the internal and external activities of the repair enterprise. The article presents a concept and strategy for the development of a real-time technical service system for the functioning of a service enterprise, taking into account the relationships between factors. (Conclusions) The use of SWOT analysis of engineering solutions allows you to determine the strengths and weaknesses of the repair company, as well as opportunities and threats from the environment. Quantitative and qualitative assessment of production with the use of

experts working in the engineering field of agriculture and well informed in the organization and technology of technical service, allows you to find reserves for the implementation of existing opportunities and to counter threats, as well as serve as a basis in the strategic goals of technical service of machines.

Keywords: *technical service, management, environment, strategy, threats, activity, development.*

For citation: Burayeva G.M. Otsenka vneshnikh i vnutrennikh faktorov organizatsii tekhnicheskogo servisa mashin v APK [External and internal organization of technical service in the agro-industrial complex]. Tekhnicheskii servis mashin. 2022. Vol. 60. N4(149). 13-20 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-13-20. RUZTYE

DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-21-28

УДК 631.153:006.057

СТАНДАРТ ПО УТИЛИЗАЦИИ ТРАКТОРОВ

*Вера Александровна Казакова, младший научный сотрудник;
Валерий Сергеевич Герасимов, ведущий специалист,
e-mail: lab-stand@mail.ru
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация*

Реферат. *В настоящее время в агропромышленном комплексе России возникла необходимость актуализировать перечень нормативных документов, необходимых при сертификации и техническом обслуживании сельскохозяйственной техники, находящейся в эксплуатации, включая утилизацию выведенной из эксплуатации сельскохозяйственной техники. Разработка ГОСТ «Тракторы сельскохозяйственные и лесохозяйственные. Утилизация. Порядок проведения. Технические условия» стала актуальной, так как отсутствует единая нормативная законодательная база в области утилизации техники (Цель исследования) Изложить основные положения стандарта по утилизации тракторов и проанализировать предложения государств – членов Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации Содружества Независимых Государств. (Материалы и методы) Использовали методологию разработки стандартов межгосударственного уровня. Отметили, что специфика данной работы состоит в прохождении публичного обсуждения и экспертизе проекта стандарта специалистами инженерной службы и заинтересованными организациями и предприятиями Российской Федерации и государств – членов Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации Содружества Независимых Государств, а также в детальном анализе полученных отзывов. (Результаты и обсуждение) Изучили рекомендации и полученные предложения заинтересованных организаций; подготовили проект стандарта, соответствующий условиям современного состояния машинно-тракторного парка и инженерной службы агропромышленного комплекса и направили на голосование и принятие в Росстандарт. (Выводы) Внедрение современного стандарта по утилизации тракторов актуализирует перечень нормативных документов, необходимых при утилизации тракторов, будет способствовать техническому прогрессу отечественного агропромышленного комплекса, повышению уровня обновления тракторного парка в агропромышленном комплексе, стабильному получению вторичных ресурсов в виде годных, восстановленных деталей, металла (черный, цветной), полимеров, резины, стекла. Реализация требований стандарта позволит корректно выстраивать процессы утилизации, повысить экономичность работы машинно-тракторного парка.*

Ключевые слова: *тракторы сельскохозяйственные и лесохозяйственные, утилизация, стандарт, технологические требования, отходы, ресурс, дефектация, специализированные предприятия, специализированный цех (участок), рециклирование.*

Для цитирования: Казакова В.А., Герасимов В.С. Стандарт по утилизации тракторов // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N4(149). С. 21- 28. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-21-28. SHHBSN.

A STANDARD FOR TRACTOR RECYCLING

*Vera A. Kazakova, junior researcher;
Valeriy S. Gerasimov, leading specialist
Federal Scientific Agroengineering Center VIM
Moscow, Russian Federation*

Abstract. In the agro-industrial complex of Russia there is a need to update the list of standard documents for certification and maintenance of agricultural machinery, including the disposal of decommissioned agricultural machinery. Development of GOST "Agricultural and forestry tractors. Disposal. The procedure. Technical conditions" has become relevant, since there is no unified legal framework in the field of equipment recycling (Research purpose) The research purpose is define the main directions of the standard for tractor recycling and analyze the proposals of the member states of the Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification of the Commonwealth of Independent States. (Materials and methods) The methodology of developing standards at the interstate level was used. The specifics of this work consists in a public discussion of the draft standard by specialists of the engineering service and interested organizations and enterprises of the Russian Federation and members of the Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification of the Commonwealth of Independent States, as well as in a detailed analysis of the feedback received. (Results and discussion) The recommendations and proposals received from interested organizations were carefully studied. Authors have prepared a draft standard that meets the conditions of the current state of the machine and tractor fleet and the engineering service of the agro-industrial complex and sent it for voting and adoption to Rosstandart. (Conclusions) The introduction of a modern standard for the disposal of tractors updates the list of regulatory documents required for the disposal of tractors, contributes to the technical progress of the domestic agro-industrial complex, increases the renewal speed of the tractor fleet in the agro-industrial complex, provides secondary resources in the form of usable, restored parts, metal (black, non-ferrous), polymers, rubber, glass. The implementation of the requirements of the standard will allow you to correctly build recycling processes and increase the efficiency of the machine and tractor fleet.

Keywords: agricultural and forestry tractors, recycling, standard, process requirements, waste, resource, fault detection, specialized enterprises, specialized workshop (site), recycling.

For citation: Kazakova V.A., Gerasimov V.S. Standart po utilizacii traktorov [A standard for tractor recycling]. Tekhnicheskij servis mashin. 2022. Vol. 60. N4(149). 21-28 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-21-28. SHHBSN

DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-29-36

УДК 631.3

СОЗДАНИЕ В АПК РОССИИ НАУКОЕМКОЙ СИСТЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

**Юрий Владимирович Катаев, кандидат технических наук, доцент,
ведущий научный сотрудник, e-mail: ykataev@mail.ru;
Валерий Сергеевич Герасимов, ведущий специалист;
Игорь Александрович Тишанинов, инженер;
Маргарита Сергеевна Мордасова, научный сотрудник
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация**

Реферат. В данной статье авторы рассмотрели процесс утилизации сельскохозяйственной техники как завершающий этап жизненного цикла машин. Отразили вопрос ответственности производителей техники за утилизацию после вывода ее из эксплуатации, а также экономическое обеспечение проведения утилизации выведенной из эксплуатации техники. (Цель исследования) Изучить вопрос формирования системы утилизации техники в России и за рубежом, рассмотреть задачи по совершенствованию этой системы и ее эффективности. (Материалы и методы) Отметили, что утилизация материало- и наукоемкой техники служит завершающим этапом ее жизненного цикла, которому в циркулярной экономике отводится важное место. Показали, что в России имеются законодательная и экономическая базы и теоретическое обоснование, позволяющие создать ресурсосберегающую экологоориентированную систему утилизации сельскохозяйственной техники на федеральном и региональном уровнях. (Результаты и обсуждение) Определили, что отраслевая система утилизации выведенной из эксплуатации сельскохозяйственной техники после преодоления имеющихся барьеров позволит решить ряд задач, важнейшие из которых – ресурсосбережение и экологическая безопасность. Специалисты ФНАЦ ВИМ разработали вариант дорожной карты по созданию отраслевой системы утилизации выведенной из эксплуатации техники на региональном уровне и определили ориентировочный объем инвестиций для ее реализации. (Выводы) В результате проведенных исследований и расчетов установили, что для создания эффективной российской системы утилизации сельскохозяйственной техники потребуется около четырех-пяти

лет, затягивание этих сроков значительно ухудшит экономику и экологию агропромышленного комплекса России.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, система утилизации, SWOT-анализ, ремонтные предприятия, участок утилизации, годные детали, экономический эффект.

Для цитирования: Катаев Ю.В., Герасимов В.С., Тишанинов И.А., Мордасова М.С. Создание в АПК России наукоемкой системы утилизации сельскохозяйственной техники // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N4(149). С. 29-36. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-29-36. NBSQGO.

A SCIENCE INTENSIVE SYSTEM FOR UTILIZATION OF AGRICULTURAL MACHINERY IN THE AIC OF RUSSIA

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

Valeriy S. Gerasimov, reading specialist;

Igor' A. Tishaninov, engineer;

Margarita S. Mordasova, researcher

Federal Scientific Agroengineering Center VIM,

Moscow, Russian Federation

Abstract. *The article describes the process of recycling agricultural machinery as the final stage of its life cycle. The issue of responsibility of equipment manufacturers for disposal, as well as economic support for the disposal of decommissioned equipment were described. (Research purpose) The research purpose is studying the recycling system of equipment in Russia and abroad, considering the tasks for improving this system and its effectiveness. (Materials and methods) The utilization of material and science-intensive equipment serves as the final stage of its life cycle, which is important in the circular economy. Russia has legislative and economic bases and theoretical justification that allow creating a resource-saving, environmentally oriented system for the disposal of agricultural machinery at the federal and regional levels. (Results and discussion) The sectoral system of disposal of agricultural machinery after overcoming the existing barriers will solve a number of tasks, the most important of which are resource preservation and environmental safety. Specialists of FNAC VIM have developed a roadmap for the creation of an industry system for the disposal of decommissioned equipment at the regional level and have determined the amount of investment for its implementation. (Conclusions) According to the result of the conducted research and calculations, it will take 4 to 5 years to create an effective Russian system for the disposal of agricultural machinery, delaying these terms will significantly worsen the economy and ecology of the agro-industrial complex of Russia.*

Keywords: *agricultural machinery, recycling system, SWOT-analysis, repair enterprises, recycling site, suitable parts, economic effect.*

For citation: Katayev Yu.V., Gerasimov V.S., Tishaninov I.A., Mordasova M.S. Sozdaniye v apk rossii naukoymkoy sistemy utilizatsii sel'skokhozyaystvennoy tekhniki [A science intensive system for utilization of agricultural machinery in the aic of Russia]. Tekhnicheskij servis mashin. 2022. Vol. 60. N4(149). 29-36 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-29-36. NBSQGO.

DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-37-45

УДК 629.3:665:661.8

ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

¹*Анатолий Валентинович Федотов,*

доктор технических наук, ведущий научный сотрудник,

e-mail: fedotov48@list.ru;

¹*Алексей Семенович Дорохов, доктор технических наук,*

профессор, академик Российской академии наук;

²*Александр Анатольевич Гвоздев, доктор технических наук, профессор,*

¹*Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,*

Москва, Российская Федерация;

²*Ивановская ГСХА им. Д.К. Беляева, г. Иваново, Российская Федерация*

Реферат. Исследование и разработка отечественных, искусственных, профилактических и ремонтно-восстановительных трибопрепаратов представляет собой актуальную задачу. (Цель исследования) Оценить перспективы применения бемита в качестве профилактической и ремонтно-восстановительной добавки (Материалы и методы) Использовали наноструктурный бемит, полученный гидротермальным синтезом из промышленных порошков алюминия. Растирали бемит с поверхностно-активным веществом и обрабатывали суспензию ультразвуком. Проводили приработку дизеля Д-243 на обкаточно-тормозном стенде КИ-3540-ГОСНИТИ и редукторе мобильной буровой установки. Выполняли триботехнические исследования на машине трения модели 2070 СМТ-1М и на модернизированной машине трения модели 77МТ-1М. (Результаты и обсуждение) Установили, что приработочное масло с добавкой бемита уменьшает время полной приработки цилиндро-поршневой группы дизеля и приработочный износ. Для деталей редуктора лучшие результаты показала композиция, содержащая дизельное отработанное масло, каолин, тальк, бемит и поверхностно-активные вещества. Предположили, что эффективность обкатки зависит не только от физико-химических свойств компонентов добавки, но и от соотношения размера частиц компонентов и шероховатости поверхности притираемых деталей. Триботехнические исследования показали, что введение бемита в масла уменьшает коэффициент трения, замедляет скорость изнашивания ресурсных сопряжений при эксплуатации. Разработали схему, поясняющую увеличение ресурса за счет сокращения времени обкатки и скорости изнашивания. По многим физико-химическим свойствам (дисперсность, температура дегидратации, твердость, способность образовывать химические соединения и твердые растворы с оксидами железа, каталитические свойства) бемит подобен серпентину, что позволяет считать его перспективным и для ремонтно-восстановительного применения. (Выводы) Наноструктурный бемит гидротермального синтеза служит эффективной приработочной и профилактической добавкой, перспективной и в качестве ремонтно-восстановительной.

Ключевые слова: техническое обслуживание, триботехника, бемит, коэффициент трения, износ.

Для цитирования: Федотов А.В., Дорохов А.С., Гвоздев А.А. Триботехнические материалы для технического обслуживания сельскохозяйственной техники // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N4(149). С. 37-45. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-37-45. HSSJLN.

TRIBOTECHNICAL MATERIALS FOR THE MAINTENANCE OF AGRICULTURAL MACHINERY

¹Anatoliy V. Fedotov, Dr.Sc.(Eng.), leading researcher;

¹Aleksey S. Dorokhov, Dr.Sc.(Eng.), professor,
academician Russian Academy of Sciences;

²Alexander A. Gvozdev, Dr.Sc.(Eng.), professor

¹Federal Scientific Agroengineering Center VIM,
Moscow, Russian Federation;

²Ivanovskaya State Agricultural Academy
named after D.K. Belyaeva, Ivanovo, Russian Federation

Abstract. Research and development of domestic artificial preventive and repair-restoration tribo-preparations is an urgent task. (Research Purpose) The research purpose is evaluating the prospects for the use of boehmite as a preventive and repair-restoring additive. (Materials and methods) Nanostructured boehmite obtained by hydrothermal synthesis from industrial aluminum powders was used. The boehmite was rubbed with a surfactant and the suspension was treated by ultrasound. The D-243 diesel engine was run-in on the KI-3540-GOSNITI run-in stand and the gearbox of the mobile drilling rig. Tribotechnical studies were carried out on the friction machine model 2070 SMT-1M and on the upgraded friction machine model 77MT-1M. (Results and discussion) The working oil with the addition of boehmite reduces the time of complete running-in of the cylinder-piston group of diesel and the run-in wear. For gearbox parts, the composition containing diesel waste oil, kaolin, talc, boehmite and surfactants showed the best results. The efficiency of running-in depends not only on the physical and chemical properties of the additive components, but also on the particle size of the components and the surface roughness of the lapped parts. Tribotechnical studies have shown that the introduction of boehmite into oils reduces the friction coefficient, slows down the wear rate of resource interfaces during operation. The article presents a scheme explaining the increase in resource by reducing the running-in time and wear rate. According to many physicochemical properties (dispersion, dehydration temperature, hardness, ability to form chemical compounds and solid solutions with iron oxides, catalytic properties), boehmite is similar to serpentine, which makes it promising for repair and restoration applications. (Conclusions) Nanostructured boehmite of hydrothermal synthesis serves as an effective pre-production and preventive additive, promising and as a repair and restoration.

Keywords: maintenance, tribotechnics, boehmite, friction coefficient, wear.

For citation: Fedotov A.V., Dorokhov A.S., Gvozdev A.A . Tribotekhnicheskiye materialy dlya tekhnicheskogo obsluzhivaniya sel'skokhozyaystvennoy tekhniki [Tribotechnical materials for the maintenance of agricultural machinery]. Tekhnicheskyy servis mashin. 2022. Vol. 60. N4(149). 37-45 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-37-45. HSSJLN.

DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-46-53

УДК 629.3.054.29

СИГНАЛИЗАТОР УРОВНЯ ВОДЫ В ТОПЛИВНОМ ФИЛЬТРЕ ДИЗЕЛЯ

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

¹*Иван Алексеевич Спицын, доктор технических наук, профессор;*

²*Юрий Владимирович Родионов, доктор технических наук, профессор*

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

²*Пензенский государственный университет архитектуры
и строительства, г. Пенза, Российская Федерация*

Реферат. Представили конструкцию кондуктометрического датчика уровня и электрическую схему системы контроля предельно-допустимого уровня воды в топливном фильтре, а также технологии их изготовления и установки на автомобиль. (Цель исследования) Повысить надежность работы топливной системы дизеля путем применения встроенных сигнализаторов критического уровня воды в топливном фильтре дизеля на примере КамАЗ-5320. (Материалы и методы) Использовали в качестве чувствительного элемента датчика уровня воды элемент от распространенного в России топливного фильтра-водоотделителя Ситтинс 5297619 автомобилей семейства «Газель». (Результаты и обсуждение) Устанавливали чувствительный элемент в отверстие сливной пробки топливного фильтра грубой очистки топлива и заливали эпоксидным компаундом. Заворачивали датчик-пробку в отверстие стакана топливного фильтра грубой очистки и соединяли его штыревой разъем с ответной частью кабеля, проложенного к плате с элементами электрической схемы системы на приборной панели автомобиля. Корпус сигнального светодиода, размещенного на плате, устанавливали изнутри в отверстие панели, после чего плату крепили термоклеем к внутренней плоскости приборной панели. Определили в результате экспериментальных исследований зависимость потребляемого системой тока от уровня воды в стакане. Разработали технологии установки датчика и предложенной системы на автомобиль. (Выводы) Внедрение разработанной системы контроля предельно-допустимого уровня воды в топливном фильтре грубой очистки топлива автомобиля типа КамАЗ-5320 позволит осуществлять слив отстоя не только при плановом техническом обслуживании, а также по необходимости, и тем самым исключить нештатные режимы работы топливной аппаратуры и обеспечить установленный ресурс ее элементов при повышенной обводненности используемого топлива.

Ключевые слова: дизель, топливо, вода, фильтр, чувствительный элемент, датчик уровня, система контроля, топливная аппаратура.

Для цитирования: Тимохин С.В., Спицын И.А., Родионов Ю.В. Сигнализатор уровня воды в топливном фильтре дизеля // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N4(149). С. 46-53. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-46-53. SJECYI.

WATER LEVEL INDICATOR IN THE DIESEL FUEL FILTER

¹*Sergey V. Timokhin, Dr.Sc.(Eng.), professor;*

¹*Ivan A. Spitsyn, Dr.Sc.(Eng.), professor;*

²*Yuriy V. Rodionov, Dr.Sc.(Eng.), professor*

¹*Penza State Agrarian University, Penza, Russian Federation*

²*Penza State University of Architecture and Construction,*

Abstract. The article presents the conductometric level sensor and the electrical circuit of the control system for the water level in the fuel filter, as well as the technology of their manufacture and installation on the car. (Research purpose) The research purpose is increasing the reliability of the diesel fuel system by using built-in critical water level alarms in the diesel fuel filter on the example of KAMAZ-5320. (Materials and methods) As a sensitive element of the water level sensor was used an element from the Cummins 5297619 fuel filter-water separator common in Russia for cars of the Gazelle family. (Results and discussion) A sensitive element was installed in the drain plug hole of the fuel filter for rough cleaning and filled with an epoxy compound. The sensor plug was wrapped into the hole of the coarse fuel filter cup and was connected to the mating part of the cable laid to the board with the electrical circuit of the car dashboard. The housing of the signal LED placed on the board was installed from the inside into the opening of the panel, after which the board was attached with hot glue to the inner plane of the dashboard. As a result of experimental studies, the dependence of the current consumed by the system on the water level in the glass was determined. The article describes developed technologies for installing the sensor and the proposed system on the car. (Conclusions) The implementation of the developed system for monitoring the water level in the fuel filter of the coarse fuel of a KamAZ-5320 type car will allow draining the sludge not only during scheduled maintenance, but also if necessary, and thereby eliminate abnormal operating modes of fuel equipment and ensure the resource of its elements with increased water content of the fuel used.

Keywords: diesel, fuel, water, filter, sensor element, level sensor, control system, fuel equipment.

For citation: Timokhin S.V., Spitsyn I.A., Rodionov Yu.V. Signalizator urovnya vody v toplivnom fil'tre dizelya [Water level indicator in the diesel fuel filter]. Tekhnicheskii servis mashin. 2022. Vol. 60. N4(149). 46-53 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-46-53. SJECYI.

DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-54-66

УДК 631.173;658.562.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТРАКТОРОВ

**Михаил Николаевич Костомахин, кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник;
Александр Сергеевич Саяпин, младший научный сотрудник;
Ефим Вадимович Пестряков, младший научный сотрудник;
Николай Алексеевич Петрищев, кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник, e-mail: gosniti14@mail.ru
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация**

Реферат. В настоящее время предприятия сельхозтоваропроизводителей и сельхозмашиностроения пытаются минимизировать риски, связанные с внешними и внутренними стресс-факторами, вызванными изменениями в логистических и финансовых сферах. Минимизировать риски можно при помощи сервисного сопровождения техники, которое основано на использовании FMEA-анализа и CALS-технологий. Назрела необходимость разработки многофункциональных цифровых диагностических средств. (Цель исследования) Проанализировать используемые системы для контроля технического состояния техники и определить возможности разработки и изготовления экспериментальных многофункциональных цифровых средств для осуществления ресурсного диагностирования тракторов. (Материалы и методы) Использовали данные отечественных и зарубежных производителей диагностического оборудования, а также нормативные и правоустанавливающие документы и стандарты, регламентирующие техническую эксплуатацию сельскохозяйственных тракторов и машин за счет мониторинга технического состояния. Отметили, что при нынешнем уровне обеспеченности цифровыми диагностическими средствами при проведении ежесменного технического обслуживания и технического обслуживания техники затруднительно определять отклонения в техническом состоянии на начальных стадиях в ресурсопределяющих узлах и компонентах. (Результаты и обсуждение) Показали, что в настоящее время для минимизации технологического риска органы Гостехнадзора при осмотре используют цифровые средства инструментального контроля, а технологии непрерывной информационной поддержки реализуются технологическим порталом Минсельхоза России – Федеральной государственной информационной системой учета и регистрации техники. Согласно ГОСТ Р 27.013-2019 разработали и предложили для использования опытные экспериментальные образцы многофункциональных цифровых средств диагностирования, оценки степени расходования ресурсных

показателей, которые могут служить прототипами для создания цифровых систем мониторинга. (Выводы) Проведенный анализ и исследования показали возможность дальнейшего совершенствования технического обслуживания тракторов за счет разработки и внедрения новых многофункциональных цифровых диагностических средств.

Ключевые слова: диагностирование, счетчик-индикатор, надежность, FMEA-анализ, CALS-технологии.

Для цитирования: Костомахин М.Н., Саяпин А.С., Пестряков Е.В., Петрищев Н.А. Использование многофункциональных цифровых средств для диагностирования тракторов // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N4(149). С. 54-66. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-54-66. UEFBEL.

MULTIFUNCTIONAL DIGITAL TOOLS FOR TRACTOR DIAGNOSING

*Mikhail N. Kostomakhin, Ph.D.(Eng.), leading researcher;
Aleksandr S. Sayapin, junior researcher;
Efim V. Pestryakov, junior researcher,
Nikolay A. Petrishchev, Ph.D.(Eng.), leading researcher
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,
Moscow, Russian Federation*

Abstract. Agricultural producers and agricultural machinery enterprises are trying to minimize the risks associated with external and internal stress factors caused by changes in logistics and financial spheres. Risks can be minimized with the service maintenance of equipment, which is based on the use of FMEA analysis and CALS technologies. There is a need to develop multifunctional digital diagnostic tools. (Research purpose) The research purpose is analyzing the systems used to monitor the technical state of equipment and determining the possibilities of developing and manufacturing experimental multifunctional digital tools for the resource diagnostics of tractors. (Materials and methods) Data from domestic and foreign manufacturers of diagnostic equipment, as well as standards regulating the technical operation of agricultural tractors and machines by monitoring the technical condition were used. With the current level of availability of digital diagnostic tools during daily maintenance, it is difficult to determine deviations in technical condition at the initial stages in re-sourcedetermining nodes and components. (Results and discussion) In order to minimize technological risk, Gostekhnadzor use digital means of instrumental control during inspection, and continuous information support technologies are implemented by the technological portal of the Ministry of Agriculture of Russia – the Federal State Information System for Accounting and Registration of Equipment. According to GOST R 27.013-2019, experimental samples of multifunctional digital diagnostic tools, assessment of expenditure of resource indicators, which can serve as prototypes for the creation of digital monitoring systems, are developed and presented. (Conclusions) The conducted analysis and research have shown the possibility of further improvement of tractor maintenance through the development and implementation of new multifunctional digital diagnostic tools.

Keywords: diagnostics, counter-indicator, reliability, FMEA analysis, CALS technologies.

For citation: Kostomakhin M.N., Sayapin A.S., Pestryakov E.V., Petrishchev N.A. Ispol'zovanie mnogofuktsionalnykh tsifrovyykh sredstv dlya diagnostirovaniya traktorov [Multifunctional digital tools for tractor diagnosing]. Tekhnicheskii servis mashin. 2022. Vol. 60. N4(149). 54-66 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-54-66. UEFBEL.

DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-68-77

УДК 621.794.61

КОМБИНИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ ВТУЛОК ШЕСТЕРЕННЫХ ГИДРОМОТОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ

¹Александр Викторович Коломейченко, доктор
технических наук, профессор;

²Владимир Николаевич Логачев, кандидат технических наук,
доцент, e-mail: vn.logachev@orelsau.ru;

²Николай Владимирович Титов, кандидат

технических наук, доцент
¹*Центральный научно-исследовательский автомобильный
и автомоторный институт «НАМИ», Москва, Российская Федерация*
²*Орловский государственный аграрный университет
имени Н.В. Парахина, г. Орел, Российская Федерация*

Реферат. За последние 10-15 лет значительно увеличилось использование деталей из алюминиевых сплавов в конструкциях узлов гидравлических систем сельскохозяйственной техники. Большая доля подобных деталей приходится на подшипники скольжения (втулки), рабочие поверхности которых при эксплуатации подвергаются значительному изнашиванию. Современным способом упрочнения деталей из алюминиевых сплавов служит микродуговое оксидирование, однако оно не позволяет восстанавливать детали, имеющие износы более 0,15 миллиметров. Для восстановления деталей из алюминиевых сплавов со значительными износами перспективен способ сверхзвукового газодинамического напыления. (Цель исследования) Провести анализ технического состояния изношенных втулок шестеренных гидромоторов REXROTH и разработать комбинированную технологию восстановления их рабочих поверхностей способом сверхзвукового газодинамического напыления с последующим упрочнением микродуговым оксидированием. (Материалы и методы) Выбрали для исследования 60 втулок. Применили цифровой микрометр МКЦ-25-0,001 ГОСТ 6507 для измерения износов. Использовали порошки марок А-80-13 и А-20-11, выпускаемые Обнинским центром порошкового напыления. Применили силикатно-щелочной электролит типа $\text{KOH-Na}_2\text{SiO}_3$ при микродуговом оксидировании. (Результаты и обсуждение) Разработали по результатам анализа информации об износе комбинированную технологию восстановления с упрочнением торцовых поверхностей втулок шестеренных гидромоторов, которая включает: очистку втулок; их дефектацию; предварительную механическую обработку; сверхзвуковое газодинамическое напыление изношенных поверхностей; их последующее упрочнение микродуговым оксидированием; финишную механическую обработку покрытия и контроль. (Выводы) Разработанная комбинированная технология втулок позволит в 2,2-2,3 раза повысить их износостойкость и значительно увеличить ресурс гидромоторов. Технология универсальна, а возможность восстановления втулок зарубежных гидромоторов с использованием предлагаемой технологии особенно актуальна в связи с необходимостью широкомасштабного импортозамещения.

Ключевые слова: подшипники скольжения, втулки гидромотора, сверхзвуковое газодинамическое напыление, микродуговое оксидирование, восстановление, упрочнение.

Для цитирования: Коломейченко А.В., Логачев В.Н., Титов Н.В. Комбинированная технология восстановления и упрочнения втулок шестеренных гидромоторов с использованием газодинамического напыления // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N4(149). С. 68-77. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-68-77. VPRKAS.

COMBINED TECHNOLOGY FOR RESTORATION AND HARDENING OF BUSHINGS OF GEAR HYDRO MOTORS USING GAS-DYNAMIC SPRAYING

¹*Aleksandr V. Kolomeychenko, Dr.Sc.(Eng.), professor;*

²*Vladimir N. Logachev, Ph.D.(Eng.), associate professor;*

²*Nikolay V. Titov, Ph.D.(Eng.), associate professor*

¹*Central Research Automotive and Automotive Institute NAMI,
Moscow, Russian Federation*

²*Oryol State Agrarian University named
after N.V. Parakhin, Orel, Russian Federation*

Abstract. Over the past 10-15 years, the use of aluminum alloy parts in the structures of hydraulic systems of agricultural machinery has increased significantly. A large proportion of such parts account for sliding bearings (bushings), the working surfaces of which are subjected to significant wear during operation. Micro-arc oxidation is a modern method of hardening aluminum alloy parts, but it does not allow to restore parts with wear greater than 0.15 millimeters. For the restoration of parts made of aluminum alloys with significant wear, the method of supersonic gas dynamic spraying is promising. (Research purpose) The research purpose is analyzing the technical condition of worn bushings REXROTH of gear hydraulic motors and develop a combined technology for restoring their working surfaces by gas-dynamic spraying with subsequent hardening by micro-arc oxidation. (Materials and methods) Sixty bushings were chosen for the study. A digital micrometer MCC-25-0.001 GOST 6507 was used to measure wear. Powders A-80-13 and A-20-11 by Obninsk Powder Spraying Center were used. A silicate-alkaline electrolyte $\text{KOH-Na}_2\text{SiO}_3$ was used for microarc oxidation. (Results and discussion) Based on the information on wear, authors have developed a combined recovery technology with hardening of the end surfaces of gear motor bushings, which includes: cleaning of bushings; fault detection; pre-machining; supersonic gas dynamic spraying of worn surfaces; hardening by micro-arc oxidation; finishing mechanical treatment of the coating and final control.

(Conclusions) The developed combined technology of bushings will allow to increase their wear resistance up to 2.2-2.3 times and significantly increase the service life of hydraulic motors. The technology is universal, and the possibility of restoring the bushings of foreign hydraulic motors using the proposed technology is especially relevant due to the need for large-scale import substitution.

Keywords: *sliding bearings, hydraulic motor bushings, supersonic gas-dynamic spraying, microarc oxidation, restoration, hardening.*

For citation: Kolomeychenko A.V., Logachev V.N., Titov N.V. Kombinirovannaya tekhnologiya vosstanovleniya i uprochneniya vtulok shesterennykh gidromotorov s ispol'zovaniyem gazodinamicheskogo napyleniya [Combined technology for restoration and hardening of bushings of gear hydro motors using gasdynamic spraying]. *Tekhnicheskii servis mashin.* 2022. Vol. 60. N4(149). 68-77 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-68-77. VРPKAS.

DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-78-84

УДК 627.7.015

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ ВНЕВАННОГО ПРОЦЕССА МДО ПРИ НАНОЛЕГИРОВАНИИ

*Анатолий Валентинович Чавдаров, ведущий научный сотрудник,
e-mail: info@firma-tom.ru
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация*

Реферат. *Использование покрытий с повышенными триботехническими характеристиками при выполнении процесса микродугового оксидирования с нанодобавками служит перспективным направлением повышения эксплуатационных свойств деталей и узлов. (Цель исследования) Определить математическими и экспериментальными исследованиями оптимальные режимы ведения процесса микродугового оксидирования при введении в электролит наноприсадок. (Материалы и методы) Установили закономерности и пределы концентрации добавок в электролит математическим моделированием на основе теории физики твердого тела для полупроводниковых материалов. Провели эксперименты с различными добавками по химическому составу и по концентрации для подтверждения математических выводов. Использовали анодно-катодный метод ведения процесса микродугового оксидирования с аналогичными для всех экспериментов режимами. (Результаты и обсуждение) Установили, что введение в качестве добавок элементов не вентильной группы металлов приводит к прекращению процесса микродугового оксидирования при достижении определенной концентрации добавок в покрытии. Представили результаты экспериментального исследования процесса микродугового оксидирования при введении в электролит нанопорошков. Показали, что добавки в электролит соединений, оксиды которых не обладают полупроводниковыми свойствами, ограничивают возможность получения покрытий свыше 60 микрометров. Введение в состав покрытия соединений меди и ванадия может привести к снижению коэффициента трения и уменьшению износа в парах трения. (Выводы) Разработали математическую модель прогнозирования скорости роста покрытия при нанолегировании для вневанного метода микродугового оксидирования. Добавки в электролит соединений, оксиды которых не обладают полупроводниковыми свойствами, ограничивают возможность получения покрытий свыше 60 микрометров. Установили, что наиболее технологичной нанодобавкой служат соединения, которые имеют хорошую растворимость в растворе, например, вольфрамат натрия.*

Ключевые слова: *микродуговое оксидирование, керамические покрытия, наноприсадки, вентильная группа металлов, кинетика роста покрытия.*

Для цитирования: Чавдаров А.В. Особенности формирования покрытий методом вневанного процесса МДО при нанолегировании // *Технический сервис машин.* 2022. Т. 60. N4(149). С. 78-87. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-78-87. XZLDKU.

FEATURES OF COATING LAYERING BY THE MICRO-ARC OXIDATION DURING NANOALLOYING

Anatoliy V. Chavdarov, leading researcher

Abstract. The use of coatings with increased tribotechnical characteristics in the microarc oxidation process with nanoadditives is a promising direction for improving the operational properties of parts and assemblies. (Research purpose) The research purpose is evaluating by mathematical and experimental studies the optimal modes of the microarc oxidation process when applying nanoadditives to the electrolyte. (Materials and methods) The article presents the regularities and limits of the concentration of additives in the electrolyte by mathematical modeling based on the theory of solid state physics for semiconductor materials. Experiments were conducted with various additives both in chemical composition and concentration to confirm mathematical conclusions. The anode-cathode method of conducting the microarc oxidation process with similar modes for all experiments was used. (Results and discussion) The introduction of elements of a non-valve group of metals as additives leads to the termination of the microarc oxidation process when a certain concentration of additives in the coating is reached. The results of an experimental study of the microarc oxidation process during the introduction of nanopowders into the electrolyte were presented. Compound additives to the electrolyte whose oxides do not have semiconductor properties limit the thickness of the coatings up to 60 micrometers. The introduction of copper and vanadium compounds into the coating can lead to a decrease in the friction coefficient and a decrease in wear in friction pairs. (Conclusions) The article describes the mathematical model for predicting the growth rate of the coating during nanoloading for an out-of-pocket microarc oxidation method. Compound additives to the electrolyte whose oxides do not have semiconductor properties limit the thickness of the coatings up to 60 micrometers. The most technologically advanced nanoadditives are compounds that have good solubility, for example, sodium tungstate.

Keywords: microarc oxidation, ceramic coatings, nano additives, valve group of metals, kinetics of coating growth.

For citation: Chavdarov A.V. Osobennosti formirovaniya pokrytiy metodom vnevannogo protsesssa mdo pri nanolegirovanii [Features of coating layering by the micro-arc oxidation during nanoalloying]. Tekhnicheskiiy servis mashin. 2022. Vol. 60. N4(149). 78-84 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-78-84. XZLDKU.

DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-85-93 УДК 621.9.047

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ И НАГРЕВА ЧАСТИЦ ПОРОШКА В ПЛАЗМЕННОЙ СТРУЕ

¹Сергей Юрьевич Жачкин, доктор технических наук, профессор;

²Никита Алексеевич Пеньков, кандидат технических наук;

²Роман Владимирович Беляев, кандидат педагогических наук;

³Роман Николаевич Задорожний, кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник, e-mail: warrior-saint@yandex.ru;

¹Воронежский государственный технический университет,
Воронеж, Российская Федерация

²Военный учебно-научный центр военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
г. Воронеж, Российская Федерация

³Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация

Реферат. Рассмотрели процесс нанесения газотермических композиционных покрытий. Данные покрытия повышают надежность деталей машин, работающих в агрессивных внешних средах. Широко распространенным материалом для формирования газотермических композиционных покрытий служат порошки, частицы которых представляют собой простые вещества (металлы, оксиды и др.) и механические смеси. (Цель исследования) Определить рациональные параметры плазменной струи, а также размер и концентрацию композиционных включений для получения покрытий заданного качества. (Материалы и методы) Рассмотрели в качестве модели струю газа с допущениями механики сплошных сред. Указали, что при записи уравнений компоненты радиус-векторов положения частиц, их скоростей, а также компоненты тензоров напряжений формируемого покрытия раскладываются по базисам в декартовой системе координат. Рассмотрели поведение отдельной частицы при движении в струе. Предположили, что частица

однородна, имеет сферическую форму, изменение формы которой при движении не учитывали. (Результаты и обсуждение) Представили алгоритм численного решения системы дифференциальных уравнений в частных производных. Для случая использования в качестве наполнителя частиц оксида алюминия диаметром 45 микрон определили зависимость скорости частиц от пройденного ими расстояния и температуры. (Выводы) установили расстояние до обрабатываемой детали и температуру нагрева струи, при которой обеспечивается требуемая адгезия покрытия к обрабатываемой поверхности и появляется возможность осуществлять контролируемое плавление частиц композиционного материала. При поиске рациональных режимов нанесения плазменного покрытия использовали критерий контролируемого плавления частиц композиционного материала, что обеспечивает получение требуемой адгезии покрытия с обрабатываемой поверхностью и создает сжимающие остаточные напряжения в формируемом слое.

Ключевые слова: плазменная струя, композиционное покрытие, уравнение теплопроводности, тензор напряжения, параметры осаждения.

Для цитирования: Жачкин С.Ю., Пеньков Н.А., Беляев Р.В., Задорожний Р.Н. Моделирование движения и нагрева частиц порошка в плазменной струе // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N4(149). С. 85-93. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-85-93. ANARUP.

SIMULATION OF THE MOTION AND HEATING OF POWDER PARTICLES IN A PLASMA JET

¹*Sergey Yu. Zhachkin, Dr.Sc.(Eng.), professor;*

²*Nikita A. Penkov, Ph.D.(Eng.);*

²*Roman V. Belyaev, Ph.D.(Ped.);*

³*Roman N. Zadorozhny, Ph.D.(Eng.), leading researcher*

¹*Voronezh State Technical University,
Voronezh, Russian Federation*

²*Military Education and Research Center of the Air Forces "Air-Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin",*

Voronezh, Russian Federation

³*Federal Scientific Agroengineering Center VIM,
Moscow, Russian Federation*

Abstract. The article considers the process of applying gas-thermal composite coatings. These coatings increase the reliability of machine parts operating in aggressive environments. Powders whose particles are simple substances (metals, oxides, etc.) and mechanical mixtures serve as a widespread material for the layering of gas-thermal composite coatings. (Research purpose) The research purpose is evaluating the rational parameters of the plasma jet, as well as the size and concentration of composite inclusions to create coatings of a predefined quality. (Materials and methods) The article considers a gas jet as a model with assumptions of continuum mechanics. When writing the equations, the components of the radius vectors of the particle positions, their velocities, as well as the components of the stress tensors of the created coating are decomposed according to the bases in the Cartesian coordinate system. The article considers the behavior of a single particle when moving in a jet. It was assumed that the particle is homogeneous, has a spherical shape, the change in the shape of which was not taken into account during movement. (Results and discussion) An algorithm for the numerical solution of a system of partial differential equations was presented. For the case of using aluminum oxide particles with a diameter of 45 micrometers as a filler, the dependencies of the particle velocity on the distance traveled and temperature were described. (Conclusions) In the case of using corundum as a filler of the applied composite coating, the distance to the particle and the heating temperature of the jet were set, at which the required adhesion of the layer to the treated surface is ensured. It becomes possible to carry out controlled melting of the composite material particles. When searching for rational modes of plasma coating application, the criterion of controlled melting of composite material particles was used, which ensures the required adhesion of the coating to the treated surface and creates compressive residual stresses in the formed layer.

Keywords: plasma jet, composite coating, heat equation, stress tensor, deposition parameters.

For citation: Zhachkin S.Yu., Pen'kov N.A., Belyayev R.V., Zadorozhniy R.N. Modelirovaniye dvizheniya i nagreva chastits poroshka v plazmennoy struye [Simulation of the motion and heating of powder particles in a plasma jet]. Tekhnicheskii servis mashin. 2022. Vol. 60. N4(149). 85-93 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-85-93. ANARUP.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОИСКРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ НА ДЕТАЛИ МАШИН

*Александр Юрьевич Костюков, кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник, e-mail: 11-lab@mail.ru
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация*

Реферат. В современных условиях, когда резко увеличилась стоимость новых запасных частей, проблемы восстановления изношенных деталей актуальны. (Цель исследования) Изложить наиболее перспективные типовые технологические процессы восстановления базовых деталей двигателей внутреннего сгорания способом электроискровой обработки. (Материалы и методы) Представили описание нового поколения установок для электроискровой обработки типа БИГ-5 и привели их технические характеристики. Использовали в качестве легирующих материалов инструментальные сплавы типа 65Г, ШХ15, Р6М5, а также твердые сплавы и бронзы. Отметили, что для выполнения операции оплавления нанесенного легирующего слоя служат токопроводящие материалы с высокой электро- и теплопроводностью, эрозионной стойкостью. К ним в первую очередь относятся медь, вольфрам и графит. (Результаты и обсуждение) Разработали технологические процессы и привели перечень деталей с указанием поверхностей, где успешно применяется электроискровая обработка. Дали подробное описание технологического процесса восстановления нескольких базовых деталей, рекомендовали режимы нанесения и применяемые материалы. Определили, что основным принципом восстановления их работоспособности служит увеличение твердости и несущей способности рабочей поверхности, а также подбор оптимальных пар трения. Выполнили производственные испытания технологий, которые подтвердили сто процентный ресурс восстановленных деталей. Себестоимость восстановления с использованием электроискровой обработки не превышает 30-40 процентов стоимости детали. (Выводы) Приведенные примеры восстановленных деталей показывают эффективность применения технологии электроискровой обработки, а также снижение трудоемкости и стоимости работ, связанных с ремонтом и восстановлением машин. Электроискровое нанесение покрытий во многом превосходит известные технологии по качеству полученной поверхности и трудозатратам, отличается низкой энергоемкостью, простотой исполнения, высоким коэффициентом использования электродного материала и экологичностью процесса.

Ключевые слова: электроискровая обработка, технология, электрод, искра, деталь, восстановление, покрытие, установка.

Для цитирования: Костюков А.Ю. Опыт применения электроискровых технологий нанесения покрытий на детали машин // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N4(149). С. 94-103. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-94-103. УМЖОТИ.

EXPERIENCE IN THE ELECTROSPARK LAYERING TECHNOLOGIES FOR MACHINE PARTS

*Aleksandr Yu. Kostyukov, Ph.D.(Eng.), leading researcher
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,
Moscow, Russian Federation*

Abstract. When the cost of new spare parts has sharply increased, the problems of restoring worn parts are relevant. (Research purpose) The research purpose is to present the most promising technological processes for the restoration of parts of internal combustion engines by the electric spark processing. (Materials and methods) The article presents a description of new generation installations for electric spark processing BIG-5 and their technical characteristics. Tool alloys 65G, SHX15, P6M5, as well as hard alloys and bronzes were used as alloying materials. Conductive materials with high electrical and thermal conductivity, erosion resistance were used to perform the operation of melting the deposited alloying layer. These primarily include copper, tungsten and graphite. (Results and discussion) The article presents developed technological processes and provides a list of details where electric spark processing is successfully used and a detailed description of the technological process of restoring several basic parts, recommends application modes and materials. The main principle of restoring operability is to increase the hardness and bearing capacity of the working surface, as well as the selection of optimal friction pairs. The production tests of technologies confirm 100

percent of the life of the restored parts. The cost of restoration using electric spark processing does not exceed 30-40 percent of the cost of the part. (Conclusions) The examples of restored parts show the effectiveness of the electric spark processing technology, as well as the reduction of labor intensity and cost of work related to the repair and restoration of machines. Electric spark coating is in many ways superior to known technologies in terms of the quality of the resulting surface and labor costs, it is characterized by low energy consumption, simplicity, high utilization of electrode material and environmental friendliness of the process.

Keywords: electric spark processing, technology, electrode, spark, part, restoration, coating, installation.

For citation: Kostyukov A.Yu. Opyt primeneniya elektroiskrovykh tekhnologiy nanoseniya pokrytiy na detali mashin [Experience in the electrospark layering technologies for machine parts]. Tekhnicheskii servis mashin. 2022. Vol. 60. N4(149). 94-103 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-94-103. YMJQTI.

DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-104-110 УДК 62.529

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРОЧНОЙ УСТАНОВКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МАЛОЙ СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ

*Анатолий Валентинович Чавдаров, ведущий научный сотрудник,
e-mail: info@firma-tom.ru
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация*

Реферат. Важнейшей тенденцией развития современного производства технических изделий служит повышение производительности труда и качества выпускаемой продукции. Один из основных технологических процессов производства представляет собой процесс полуавтоматической сварки различных узлов МТГ. Использование современных сварочных инверторных полуавтоматов позволяет получать качественные швы при соответствующей квалификации сварщика. Следует отметить в мировом масштабе острую нехватку квалифицированных сварщиков и зависимость получаемых сварных соединений от человеческого фактора. (Цель исследования) Провести анализ существующей технологии сварки трансмиссионных валов при производстве малой сельхозтехники на конкретном предприятии и предложить к внедрению автоматическую сварочную установку для данной операции. (Материалы и методы) Оценили трудоемкость выполнения операции по сборке и сварке двух фланцев трансмиссионного вала для каждого типоразмера по существующей технологии. Проанализировали результаты хронометража по каждому переходу. (Результаты и обсуждение) Предложили автоматическую установку с пневматической фиксацией и позиционированием двух фланцев и трубы для сокращения производственного цикла и исключения человеческого фактора. Разработали блок-схему установки с управлением от программируемого логического контроллера и сенсорной операторской панели. Подготовили конструкторскую документацию и изготовили опытный образец. Провели производственные испытания установки на предприятии. Разработали технологическую схему выполнения двух кольцевых швов. (Выводы) Полностью исключили из технологической карты процесс сборки узла рабочим. Время полного цикла по сборке и сварке узла сократилось в три раза. Устранили влияние человеческого фактора на качество выполнения работ. Внедрение автоматической установки позволило использовать на данной операции низкоквалифицированный персонал.

Ключевые слова: сборочно-сварочные работы, автоматическая сварочная установка, человеческий фактор, трансмиссионные валы, хронометраж рабочего времени.

Для цитирования: Чавдаров А.В. Опыт внедрения автоматической сварочной установки при производстве малой сельхозтехники // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N4(149). С. 104-110. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-104-110. CRVCUH.

EXPERIENCE IN THE IMPLEMENTATION OF AN AUTOMATIC WELDING PLANT IN THE PRODUCTION OF SMALL AGRICULTURAL MACHINERY

*Anatoliy V. Chavdarov, leading researcher
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,
Moscow, Russian Federation*

Abstract. The most important trend in the development of modern technical production is increasing labor productivity and the quality of products. One of the main technological processes is the process of semi-automatic welding of various MIG units. The use of modern welding inverter semi-automatic machines allows you to obtain high-quality seams with the appropriate qualification of the welder. In a global scale, there are the acute shortage of qualified welders and the dependence of the resulting welded joints on the human factor. (Research purpose) The research purpose is analyzing the existing technology of welding transmission shafts in the production of small agricultural machinery at a particular enterprise and propose the introduction of an automatic welding machine for this operation. (Materials and methods) The article describes the complexity of performing the operation of assembling and welding two transmission shaft flanges for each standard size according to the existing technology and presents the timing results for each operation. (Results and discussion) An automatic installation with pneumatic holding and positioning of two flanges and a pipe was proposed to shorten the production cycle and eliminate the human factor. The article presents a block diagram of the installation with a programmable logic controller and a touch operator panel. The article also presents the design documentation, a prototype and results of production tests of the installation at the enterprise. Authors have developed a technological scheme for welding two ring seams. (Conclusions) The assembly process of the node by the worker was completely excluded from the technological map. The time of the full cycle for assembly and welding of the unit has been reduced by three times. The human factor was eliminated from the welding process and doesn't influence the quality of the operation. The introduction of an automatic installation made it possible to use low-skilled personnel in this operation.

Keywords: assembly and welding works, automatic welding machine, human factor, transmission shafts, timing of works.

For citation: Chavdarov A.V. Opyt vnedreniya avtomaticheskoy svarochnoy ustanovki pri proizvodstve maloy sel'khoztekhniki [Experience in the implementation of an automatic welding plant in the production of small agricultural machinery]. *Tekhnicheskii servis mashin*. 2022. Vol. 60. N4(149). 104-110 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-104-110. CRVCUH.

DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-111-117 УДК 631.3.02

АКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРОЧНЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

*Дмитрий Александрович Добрин, младший научный сотрудник,
e-mail: baks245@mail.ru
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация*

Реферат. Использование современных почвообрабатывающих машин позволяет существенно повысить производительность, качество и эффективность обработки почвы. Значительная часть рабочих органов (более 60 процентов) теряет работоспособность по причине износа рабочих поверхностей, что приводит к простоям в работе и значительным материальным затратам. (Цель исследования) Проанализировать наиболее применяемые технологии упрочнения рабочих органов сельскохозяйственных машин с целью определения занимаемой ими доли рынка. (Материалы и методы) Собрали данные на сайтах компаний, реализующих запасные части для сельскохозяйственной техники, в целях анализа применяемых на сегодняшний день технологий упрочнения рабочих органов сельскохозяйственных машин. Систематизировали сведения по трем основным категориям рабочих органов: рабочие органы для культивации, рабочие органы для вспашки, рабочие органы для дискования. (Результаты и обсуждение) Составили гистограмму по итогам проведенного анализа технологий упрочнения рабочих органов, показывающую долю использования различных технологий по следующим направлениям: объемная закалка; закалка токами высокой частоты режущих кромок; нанесение порошковых материалов с последующим оплавлением токами высокой частоты; электродуговая наплавка твердосплавными материалами; без применения упрочняющих технологий; плазменная закалка режущих промок. (Выводы) Провели анализ российского рынка рабочих органов почвообрабатывающих машин с целью оценки наиболее актуальных и востребованных технологий упрочнения. Собрали и обработали данные о занимаемой доле рынка в процентном соотношении теми или иными видами упрочнения. Дали сравнительный анализ методов упрочнения, применяемых зарубежными и российскими производителями.

Ключевые слова: технологии упрочнения, объемная закалка, наплавка токами высокой частоты, электродуговая наплавка, плазменная закалка, скорость изнашивания.

Для цитирования: Добрин Д.А. Актуальные технологии упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N4(149). С. 111-117. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-111-117. CTLLAA.

RELEVANT HARDENING TECHNOLOGIES FOR TILLAGE MACHINES WORK TOOLS

Dmitriy A. Dobrin, junior researcher

Federal Scientific Agroengineering Center VIM Moscow, Russian Federation

Abstract. *The use of modern tillage machines can significantly improve the productivity, quality and efficiency of tillage. A significant part of the work tools (more than 60 percent) loses their operability due to wear of the working surfaces, which leads to downtime and significant material costs. (Research purpose) The research purpose is analyzing the most used technologies for strengthening the work tool of agricultural machines in order to determine the occupied market share. (Materials and methods) The data were collected on the websites of companies that sell spare parts for agricultural machinery in order to analyze the technologies used to strengthen the work tools of agricultural machinery. The information was divided in three main categories of work tools: work tools for cultivation, work tools for plowing, work tools for disking. (Results and discussion) The article presents the histogram based on the analysis of the hardening technologies of work tools, showing the share of various technologies in the following areas: volumetric hardening; quenching with high-frequency currents of cutting edges; application of powder materials followed by melting with high-frequency currents; electric arc surfacing with carbide materials; without the use of hardening technologies; plasma hardening of cutting holes. (Conclusions) The analysis of the Russian market of work tools of tillage machines was carried out in order to assess the most relevant and in-demand hardening technologies. The article presents collected and processed data on the occupied market share as a percentage of certain types of hardening. A comparative analysis of the hardening methods of foreign and Russian manufacturers was given.*

Keywords: *hardening technologies, volumetric hardening, surfacing with high frequency currents, electric arc surfacing, plasma hardening, wear rate.*

For citation: Dobrin D.A. Aktual'nyye tekhnologii uprochneniya rabochikh organov pochvoobrabatyvayushchikh mashin [Relevant hardening technologies for tillage machines work tools]. Tekhnicheskii servis mashin. 2022. Vol. 60. N4(149). 111-117 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-111-117. CTLLAA.

DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-118-126

УДК 625.871

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЛЕГИРОВАННОГО ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПРИ ЭИЛ СТАЛИ 35 РЕНИЕМ

¹Валерий Игоревич Иванов, кандидат технических наук;

²Павел Сергеевич Гордиенко, доктор технических наук,
профессор, pavel.gordienko@mail.ru;

³Леонид Алексеевич Коневцов, кандидат технических наук;

²Евгений Савельевич Панин, кандидат химических наук;

⁴Александр Александрович Карабцов, кандидат
геолого-минералогических наук

¹Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация;

²Институт химии Дальневосточного отделения
Российской академии наук, г. Владивосток, Российская Федерация;

³Институт материаловедения Хабаровского научного центра
Дальневосточного отделения Российской академии наук,
г. Хабаровск, Российская Федерация;

⁴Дальневосточный геологический институт
Дальневосточного отделения Российской академии наук,

Реферат. Показали результаты исследования влияния режимов формирования легированного слоя на поверхности стали 35 при электроискровом легировании с использованием анодного материала из рения. Применение данного метода позволило материаловедам разработать ряд новых технологий создания защитных легируемых слоев поверхностей изделий из токопроводящих материалов с заданными функциональными свойствами. (Цель исследования) Изучить влияние режимов электроискрового легирования при формировании легируемых слоев на стали 35 с использованием анодного материала из рения, исследовать кинетику электропереноса анодного материала на поверхность в зависимости от энергии в импульсе, его длительности. (Материалы и методы) Использовали рений Re (99,99 процентов) в качестве материала анода, катода – сталь 35. Применили оборудование: БИГ-1, Элитрон-22-АМ с блоком АГ-2, установку «ИМЭИЛ»; СЭМ EVO-50 XVP S. ZEISS, дифрактометр RigakuMiniFlex-II (Japan), Cu-K α излучение, базу данных ICDD; весы ВЛО-200, ВЛР-220; микротвердомер ПМТ-3М. Очищали образцы в ультразвуковой ванне. (Результаты и обсуждение) Получили данные суммарного изменения эрозии анода, привеса катода, коэффициента электропереноса на различных режимах. Наибольший средний коэффициент массопереноса наблюдали при электроискровом легировании с наибольшими значениями величин энергии 1,8 (62,2 процента) и 0,32 джоуля (37,4 процента) при наименьших значениях частот соответственно 20 и 80 герц. Соотношения величин энергии и глубины легируемого слоя показывает тенденцию снижения глубины при увеличении энергии и рост с увеличением частоты. (Выводы) Представили результаты исследования влияния режимов электроискрового легирования стали 35 рением на кинетику массопереноса, элементный, фазовый состав.

Ключевые слова: легированный слой, электроискровое легирование, анодный материал, рений, сталь, импульсы, твердость, износостойкость.

Для цитирования: Иванов В.И., Гордиенко П.С., Коневцов Л.А., Панин Е.С., Карабцов А.А. Исследование формирования легированного поверхностного слоя при ЭИЛ стали 35 рением // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N4(149). С. 118-126. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-118-126 .DJPCRG.

BUILDING OF ALLOYED SURFACE LAYER DURING ELECTRIC SPARK TREATMENT OF STEEL 35 BY THE RHENIUM

¹Valeriy I. Ivanov , Ph.D.(Eng.);

²Pavel S. Gordienko, Dr.Sc.(Eng.), professor;

³Leonid A. Konevtsov, Ph.D.(Eng.);

²Evgeniy S. Panin, Ph.D.(Chem.);

⁴Aleksandr A. Karabtsov, Ph.D.(Geol.)

¹Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

²Institute of Chemistry of Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russian Federation

³Khabarovsk Federal Research Center Institute of Materials Science of Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russian Federation

⁴Far Eastern Geological Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russian Federation

Abstract. The article presents the influence of the modes of electric spark placement of the alloyed layer on the surface of steel 35 during electric spark alloying using rhenium anode material. The use of this method allowed material scientists to develop a number of new technologies for creating protective alloyed layers of surfaces made of conductive materials with specified functional properties. (Research purpose) The research purpose is studying the effect of electric spark alloying modes during the layering of alloyed layers on steel 35 using rhenium anode material, to study the kinetics of the electro-mass transfer of the anode material to the surface depending on the energy in the pulse and its duration. (Materials and methods) Rhenium Re (99.99 percent) was used as the anode material, the cathode was steel 35. The next equipment was used: BIG-1, Elitron-22-AM with AG-2 unit, IMEIL installation; EVO-50 XVP S. ZEISS SEM, RigakuMiniFlex-II diffractometer (Japan), Cu-K α radiation, ICDD database; scales VLO-200, VLR-220; micro hardness tester PMT-3M. The samples were cleaned in an ultrasonic bath. (Results and discussion) The data of the total change in the erosion of the anode, the gain of the cathode, the coefficient of electric mass transfer in various modes were obtained. The highest average mass transfer coefficient was observed with electric spark alloying with the highest energy values of 1.8 (62.2 percent) and 0.32 joules (37.4 percent) at the lowest frequencies of 20 and 80 hertz. The ratio of the values of energy and depth of the alloyed layer shows a tendency to decrease the depth with increasing energy and increase with increasing frequency. (Conclusions) The article describes the results of the study of the effect of the modes of electrospray alloying of 35 rhenium steel on the kinetics of mass transfer, elemental, phase composition.

Keywords: alloyed layer, electric spark alloying, anodic material, rhenium, steel, pulses, hardness, wear resistance.

For citation: Ivanov V.I., Gordiyenko P.S., Konevtsov L.A., Panin E.S., Karabtsov A.A. Issledovaniye formirovaniya legirovannogo poverkhnostnogo sloya pri EIL stali 35 reniyem [Building of alloyed surface layer during electric spark treatment of steel 35 by the rhenium]. Tekhnicheskiy servis mashin. 2022. Vol. 60. N4(149). 118-126 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-118-126. DJPCRG.

DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-127-135 УДК 621.7.01

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОКОНЧАТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ДОРОЖЕК КАЧЕНИЯ ПОДШИПНИКОВ

¹Тимур Асхатович Балтаев, кандидат технических наук,
e-mail: statmail_87@mail.ru;

²Галия Муратовна Жазыкбаева, кандидат технических наук;

²Хайрат Тендибаевич Турлыбаев, кандидат технических наук

¹Казахстанский университет инновационных и
телекоммуникационных систем, г. Уральск, Республика Казахстан

²Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет, г. Уральск, Республика
Казахстан

Реферат. Наиболее перспективными методами улучшения качества поверхностей дорожек качения колец шарикоподшипников с многоточечным контактом служат импульсная упрочняющая ультразвуковая обработка и суперфиниширование наклонным абразивным бруском. (Цель исследования) Рассмотреть современные технологии улучшения качества поверхностей дорожек качения колец шарикоподшипников с многоточечным контактом; провести математическое моделирование процесса формирования рациональной геометрической формы сложной поверхности дорожки качения в процессе применения ультразвуковой обработки и суперфиниширования наклонным абразивным бруском. (Материалы и методы) Отметили, что достижение рациональной геометрической формы сложной поверхности дорожки качения без применения усовершенствованных устройств обработки крайне затруднительно. Определили, что в случае импульсной упрочняющей ультразвуковой обработки стальному шарик, соприкасающемуся с совершающей колебательные движения стенкой волновода, сообщается начальная скорость V_0 . При ударе об обрабатываемую поверхность шарик проникает в нее на некоторую глубину $\Delta_{сж}$, в результате поверхность обрабатываемой детали подвергается кратковременному воздействию сжимающей силы $F_{сж}$. Выявили, что в процессе суперфиниширования наклонным абразивным бруском заготовка вращается вокруг своей оси, а к поверхности дорожки качения заготовки с силой P прижимается абразивный брусок. Ось осцилляции бруска наклонена под углом α к оси заготовки. (Результаты и обсуждение) Показали, что технологии ультразвуковой обработки и суперфиниширования наклонным абразивным бруском были опробованы на упорно-радиальных подшипниках качения и шарикоподшипниках с многоточечным контактом. (Выводы) В первом варианте в процессе выглаживания происходят деформация поверхностного слоя дорожки качения колец шарикоподшипников, разогрев детали и инструмента до более высоких температур, что в свою очередь ведет к быстрому износу инструмента. Во втором варианте технология обработки сложного профиля дорожки качения колец шарикоподшипников требует особого контроля. Необходимо совершенствование суперфинишных операций в направлении повышения их технологических возможностей.

Ключевые слова: дорожка качения подшипника, поверхностно-упрочняющая обработка, ультразвук, суперфинишная обработка, процесс выглаживания, тороидальная форма.

Для цитирования: Балтаев Т.А., Жазыкбаева Г.М., Турлыбаев Х.Т. Современные технологии окончательной обработки дорожек качения подшипников // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N4(149). С. 127-135. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-127-135. FADQSR.

MODERN TECHNOLOGIES FOR FINISHING BEARING ROLLWAYS

¹Timur A. Baltaev, Ph.D.(Eng.);

²Galiya M. Zhazykbayeva, Ph.D.(Eng.);

²Khayrat T. Turlybaev, Ph.D.(Eng.)

Abstract. The most promising methods for improving the quality of the surfaces of the raceways of ball bearing rings with multipoint contact are pulse hardening ultra-sonic treatment and superfinish with an inclined abrasive bar. (Research purpose) The research purpose is studying modern technologies for improving the quality of the surfaces of the raceways of ball bearing rings with multipoint contact; to carry out mathematical modeling of the process of forming a rational geometric shape of a complex raceway surface during the application of ultrasonic treatment and superfinish with an inclined abrasive bar. (Materials and methods) It was noted that achieving a rational geometric shape of a complex raceway surface without the use of advanced processing devices is extremely difficult. It was determined that in the case of pulsed hardening ultrasonic treatment, the initial velocity V_0 is reported to the steel ball in contact with the oscillating wall of the waveguide. Upon impact with the treated surface, the ball penetrates into it to a certain depth $\Delta_{сжс}$, as a result, the surface of the treated part is exposed to a short-term compressive force $F_{сжс}$. It was revealed that during the superfinish process, the workpiece rotates around its axis with an inclined abrasive bar, and an abrasive bar is pressed against the surface of the rolling track of the workpiece with force P . The oscillation axis of the bar is inclined at an angle to the axis of the workpiece. (Results and discussion) It was shown that the technologies of ultrasonic processing and superfinish with an inclined abrasive bar were tested on thrust-radial rolling bearings and ball bearings with multipoint contact. (Conclusions) In the first variant, during the smoothing process, the surface layer of the raceway of the ball bearing rings is deformed, the part and the tool are heated to higher temperatures, which in turn leads to rapid tool wear. In the second variant, the technology of processing the complex profile of the raceway of ball bearing rings requires special control. It is necessary to improve superfinish operations in the direction of increasing their technological capabilities.

Keywords: bearing raceway, surface hardening treatment, ultrasound, superfinishing, burnishing process, toroidal shape.

For citation: Baltayev T.A., Zhazykbayeva G.M., Turlybayev Kh.T. Sov-remennyye tekhnologii okonchatel'noy obrabotki dorozhek kacheniya podshipnikov [Modern technologies for finishing bearing rollways]. Tekhnicheskii servis mashin. 2022. Vol. 60. N4(149).127-135 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-127-135. FADQSR.

DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-137-148 УДК 631.1(091)

ВКЛАД НАУЧНОЙ ШКОЛЫ И.Е УЛЬМАНА В СОЗДАНИЕ НАУЧНЫХ ОСНОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА МАШИН

¹Юлия Сергеевна Ценч, доктор технических наук, доцент,
главный научный сотрудник;

²Елена Владимировна Годлевская, кандидат педагогических наук,
заместитель директора по научно-методической работе,
e-mail: elengodl@ya.ru

¹Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация

²Челябинский государственный промышленно-гуманитарный
техникум им. А.В. Яковлева, г. Челябинск, Российская Федерация

Реферат. Наука о ремонте и восстановлении узлов и деталей сельскохозяйственных машин активно развивалась в условиях плановой экономики страны в 1950-1980-е годы. Работа развернутой во всех регионах страны сети специализированных ремонтных заводов, станций технического обслуживания, диагностических пунктов базировалась на научно-технологической основе, созданной отечественными учеными. Большой вклад в накопление значительного научного и практического опыта в процессы восстановления сельскохозяйственной техники внесла научная школа Челябинского института механизации и электрификации сельского хозяйства, возглавляемая И.Е. Ульманом. (Цель исследования) Проанализировать направления исследований и разработок в области создания системы организации и проведения технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственных машин и выявить ее роль в развитии агропромышленного комплекса региона. (Материалы и методы) Определили, что начало трудовой деятельности И.Е. Ульмана

связано с освоением экспериментальных методов исследования на различных узлах трения механизмов и машин в лаборатории Ленинградского политехнического института им. М.И. Калинина и производственной подготовкой на Путиловском заводе. (Результаты и обсуждение) Научные исследования школы И.Е. Ульмана охватывали следующие основные направления: исследование и разработка технологических процессов восстановления изношенных деталей электрофизическими методами; оценка надежности отремонтированных агрегатов и восстановленных деталей методами ускоренных испытаний; диагностирование агрегатов мобильной техники в процессе их ремонта, исследование и разработка организационных основ технического обслуживания и ремонта машин, восстановление изношенных деталей широкой номенклатуры. (Выводы) Научная школа И.Е. Ульмана внесла значительный вклад в развитие технологий восстановления изношенных деталей машин различными покрытиями (гальваникой, вибродуговой наплавкой, напеканием металлических порошков).

Ключевые слова: научные исследования, сельскохозяйственная техника, плановое техническое обслуживание, направления научной деятельности, восстановление изношенных деталей, технологические карты, вибродуговая наплавка.

Для цитирования: Ценч Ю.С., Годлевская Е.В. Вклад научной школы И.Е. Ульмана в создание научных основ технического сервиса машин // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N4(149). С. 137-148. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-137-148. HBNMXL.

**CONTRIBUTION OF THE I.E. ULMAN SCIENTIFIC SCHOOL TO
THE CREATION OF THE SCIENTIFIC FOUNDATIONS
OF THE TECHNICAL SERVICE OF MACHINES**

¹*Yuliya S. Tsench, Dr.Sc.(Eng.), associate professor, chief researcher;*

²*Elena V. Godlevskaya, Ph.D.(Ped.), deputy director for scientific
and methodological work, e-mail: elengodl@ya.ru*

¹*Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation*

²*Chelyabinsk State Industrial and Humanitarian College
named after A.V. Yakovlev, Chelyabinsk, Russian Federation*

Abstract. *The science of repair and restoration of components and parts of agricultural machinery was actively developed in the conditions of the planned economy of the country in the 1950-1980 s. The work of the network of specialized repair plants, maintenance stations, diagnostic points deployed in all regions of the country was based on the scientific and technological basis created by domestic scientists. A great contribution to the accumulation of significant scientific and practical experience in the restoration of agricultural machinery was made by the scientific school of the Chelyabinsk Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture, headed by I.E. Ulman. (The purpose of the study) To analyze the directions of research and development in the field of creating a system for organizing and carrying out maintenance and repair of agricultural machinery and to identify its role in the development of the agro-industrial complex of the region. (Materials and methods) Determined that the beginning of work I.E. Ulman is associated with the development of experimental research methods on various friction units of mechanisms and machines in the laboratory of the Leningrad Polytechnic Institute named after M.I. Kalinin and industrial training at the Putilov plant. (Results and discussion) The scientific research of the I.E. Ulman school covered the following main areas: research and development of technological processes for the restoration of worn parts by electrophysical methods; evaluation of the reliability of repaired units and restored parts by accelerated testing methods; diagnostics of mobile equipment units in the process of their repair, research and development of organizational bases for maintenance and repair of machines, restoration of worn parts of a wide range. (Conclusions) The scientific school of I.E. Ulman has made a significant contribution to the development of technologies for restoring worn-out machine parts with various coatings (galvanics, vibro-arc surfacing, baking metal powders).*

Keywords: *scientific research, agricultural machinery, scheduled maintenance, areas of scientific activity, restoration of worn parts, technological maps, vibration arc surfacing.*

For citation: Tsench Yu.S., Godlevskaya E.V. Vklad nauchnoy shkoly I.E. Ul'mana v sozдание nauchnykh osnov tekhnicheskogo servisa mashin [Contribution of the I.E. Ulman scientific school to the creation of the scientific foundations of the technical service of machines]. Tekhnicheskii servis mashin. 2022. Vol. 60. N4(149). 137-148(In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-137-148. HBNMXL.

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ УЧЕБНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЦЕНТРОВ ПРИ КАФЕДРАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УНИВЕРСИТЕТОВ

*Валентин Павлович Лялякин, доктор технических наук,
профессор, главный специалист, e-mail: valral-1938@mail.ru
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация*

Реферат. В современных условиях вопросу внедрения в производство результатов деятельности научных подразделений уделяется недостаточное внимание. (Цель исследования) Изучить опыт создания при ремонтных кафедрах учебных университетов научно-производственных центров по разработке и внедрению в производство результатов их деятельности. (Материалы и методы) Рассмотрели результаты деятельности отраслевых проблемных лабораторий при ведущих сельскохозяйственных вузах Минсельхоза; отдельных лабораторий, созданных ВНПО «Ремдеталь» (НПО «Ремдеталь», ВНИИТУВИД «Ремдеталь») при кафедрах госуниверситетов. Изучили подробно результаты деятельности двух лабораторий. (Результаты и обсуждение) Показали, что для организации ремонтного производства, разработки технологических процессов были созданы в советское время пять отраслевых лабораторий, которые финансировались Россельхозтехникой. Представили перечень лабораторий на кафедрах учебных институтов, которые финансировались ВНПО «Ремдеталь» и работали по совместным планам, утвержденным Россельхозакадемией. Проанализировали подробно деятельность лабораторий, созданных при Челябинском ГАУ и Мордовском ГУ. Отметили, что лаборатория при Челябинском ГАУ за пять лет деятельности выполнила пять хозяйственных договоров по внедрению технологий и оборудования, защищена одна кандидатская диссертация и две подготовлены к защите. Привели результаты деятельности научно-производственного предприятия, созданного лабораторией НИ ГОСНИТИ в 2000 г. при кафедре технического сервиса Мордовского ГУ. Данное предприятие в 2021 г. было преобразовано и в настоящее время функционирует как малое инновационное предприятие ООО «Техсервис»; осуществляет ремонт изношенной техники для товаропроизводителей с обеспечением 100 процентов ресурса за 40-50 процентов стоимости нового изделия, включая импортные агрегаты. (Выводы) Опыт создания научно-производственных центров при ремонтных кафедрах университетов показывает эффективность интеграции академической науки с вузовской по практическому внедрению результатов совместных исследований в производство.

Ключевые слова: внедрение, результат научной деятельности, ремонтные кафедры, ремонтное производство, технический сервис, ремонт изношенной техники, восстановление деталей.

Для цитирования: Лялякин В.П. История создания учебно-производственных центров при кафедрах сельскохозяйственных университетов // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N4(149). С. 149-157. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-149-157. HBNMXL.

HISTORY OF TRAINING AND PRODUCTION CENTERS OF AGRICULTURAL UNIVERSITIES

*Valentin P. Lyalyakin, Dr.Sc.(Eng.), professor, chief specialist
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,
Moscow, Russian Federation*

Abstract. In modern conditions, insufficient attention is paid to the issue of introducing the results of scientific departments into production. (Research purpose) The research purpose is studying the experience of creating research and production centers for the development and implementation of the results of their activities at the repair departments of educational universities. (Materials and methods) Reviewed the results of the activities of industry problem laboratories at the leading agricultural universities of the Ministry of Agriculture; individual laboratories created by VNPO "Remdetal" (NGO "Remdetal", VNIITUVid "Remdetal") at the departments of state universities. We studied in detail the results of the activities of two laboratories. (Results and discussion) It was shown that five branch laboratories were created in Soviet times for the organization of repair production, development of technological processes, which were funded by Rosselkhoz nadzor. They presented a list of laboratories at the departments of educational institutions that were funded by VNPO "Remdetal" and worked according to joint plans approved by the Russian Agricultural Academy. We analyzed in detail the activities of the laboratories established at the Chelyabinsk State University and

Mordovia State University. It was noted that the laboratory at the Chelyabinsk State University for five years of activity has completed five agreements on the introduction of technologies and equipment, one PhD thesis has been defended and two have been prepared for defense. The results of the activity of the scientific and production enterprise created by the laboratory No. 11 of GOSNITI in 2000 at the Department of Technical Service of the Mordovian State University were presented. This enterprise was transformed in 2021 and currently functions as a small innovative enterprise of LLC Techservice; repairs worn-out equipment for commodity producers with 100 percent of the resource for 40-50 percent of the cost of a new product, including imported units. (Conclusions) The experience of creating research and production centers at the repair departments of universities shows the effectiveness of integrating academic science with university science in the practical implementation of the results of joint research into production.

Keywords: introduction, result of scientific activity, repair departments, repair production, technical service, repair of worn-out equipment, restoration of parts.

For citation: Lyalyakin V.P. Istoriya sozdaniya uchebno-proizvodstvennykh tsentrov pri kafedrah sel'skokhozyaystvennykh universitetov [History of training and production centers of agricultural universities]. *Tekhnicheskii servis mashin*. 2022. Vol. 60. N4(149). 149-157 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-149-157. HBNMXL.

DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-158-170 УДК 631.3

ПРИОРИТЕТЫ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ СССР В ПЕРИОД С 1950 ПО 1970 ГОД

*Юлия Сергеевна Ценч, доктор технических наук, доцент,
главный научный сотрудник;*

*Елена Сергеевна Курбанова, руководитель отдела образования,
e-mail: kurbanova.es@mail.ru*

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

Реферат. В статье проанализировали послевоенное состояние сельского хозяйства, выявили приоритетные направления развития сельскохозяйственной техники, основные научные направления исследований в области сельскохозяйственного машиностроения. (Цель исследования) Рассмотреть приоритетные направления послевоенного развития сельскохозяйственной техники; задачи и основные этапы работ по проблеме «Повышение рабочих скоростей движения машинно-тракторных агрегатов», роль В.Н. Болтинского в работе над этой проблемой. (Материалы и методы) Организовали специализированные институты и отделы механизации, расширили сеть СКБ, создали сеть машиноиспытательных станций для разработки новых и улучшения имеющихся конструкций машин. Командировали специалистов в США, Германию, Францию, Голландию для закупки образцов импортной техники. Поставили задачу внедрить в сельскохозяйственное производство новые высокопроизводительные тракторы, самоходные комбайны, навесные машины с гидравлическим управлением, специализированные машины для технических, пропашных, кормовых культур. (Результаты и обсуждение) Выявили необходимость научного обеспечения комплексной механизации сельского хозяйства страны. Определили, что в рассматриваемый период ВИМ за счет системного подхода, охватывающего разные аспекты развития сельскохозяйственной техники превратился в ведущее научное учреждение системы ВАСХНИЛ. Сформировали на государственном уровне сложную научно-техническую проблему – увеличение скорости движения агрегатов путем повышения их энергонасыщенности. Создали многочисленные испытательные установки для лабораторных и макеты тракторов для полевых исследований. Результаты испытаний в виде отчетов передавали заказчикам и использовали при создании новых конструкций отечественных тракторов, для совершенствования показателей тракторных дизелей, методики испытаний тракторов и двигателей. (Выводы) Разработанные научные основы повышения рабочих скоростей машинно-тракторных агрегатов позволили совершить поворот в отечественном тракторном и сельскохозяйственном машиностроении в направлении создания энергонасыщенных скоростных тракторов и высокопроизводительных комплексов машин. Рассмотрели основные задачи и этапы работ по отметили вклад В.Н. Болтинского в успешное завершение работ по проблеме.

Ключевые слова: машинно-тракторные агрегаты, повышение рабочих скоростей, энергонасыщенность, скоростная техника, сельскохозяйственное машиностроение, агроинженерные науки, научно-исследовательские работы.

Для цитирования: Ценч Ю.С., Курбанова Е.С. Приоритеты развития сельскохозяйственной техники СССР в период с 1950 по 1970 год. // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N4(149). С. 158-170. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-158-170. NBJTMC.

PRIORITIES FOR THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL MACHINERY OF THE USSR IN THE PERIOD FROM 1950 TO 1970

*Yuliya S. Tsench, Dr.Sc.(Eng.), associate professor,
chief researcher;*

*Elena S. Kurbanova, head of the education department
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,
Moscow, Russian Federation*

Abstract. *The article analyzed the post-war state of agriculture, identified priority areas for the development of agricultural machinery, the main scientific directions of research in the field of agricultural engineering. (Research purpose) The research purpose is considering the priority directions of the post-war development of agricultural machinery; tasks and main stages of work on the problem of "Increasing the working speeds of machine and tractor units", the role of V.N. Boltinsky in working on this problem. (Materials and methods) Organized specialized institutes and departments of mechanization, expanded the SKB network, created a network of machine testing stations to develop new and improve existing machine designs. Specialists were sent to the USA, Germany, France, and the Netherlands to purchase samples of imported equipment. The task was set to introduce into agricultural production new high-performance tractors, self-propelled combines, mounted machines with hydraulic control, specialized machines for technical, tilled, forage crops. (Results and discussion) Identified the need for scientific support for the integrated mechanization of agriculture in the country. It was determined that during the period under review, VIM, due to a systematic approach covering various aspects of the development of agricultural machinery, turned into a leading scientific institution of the VASHNIL system. We have formed a complex scientific and technical problem at the state level - increasing the speed of movement of aggregates by increasing their energy saturation. We have created numerous testing facilities for laboratory and models of tractors for field research. The test results were transmitted to customers in the form of reports and used in the creation of new designs of domestic tractors, to improve the performance of tractor diesels, methods of testing tractors and engines. (Conclusions) The developed scientific foundations for increasing the working speeds of machine-tractor units allowed us to make a turn in the domestic tractor and agricultural engineering in the direction of creating energy-saturated high-speed tractors and high-performance machine complexes. We reviewed the main tasks and stages of work on the problem of "Increasing the working speeds of machine and tractor units", noted the contribution of V.N. Boltinsky to the successful completion of work on the problem.*

Keywords: *machine-tractor units, increase of working speeds, energy saturation, high-speed machinery, agricultural engineering, agroengineering sciences, research work.*

For citation: Tsench Yu.S., Kurbanova E.S. *Prioritety razvitiya sel'skokhozyaystvennoy tekhniki SSSR v period s 1950 po 1970 g* [Priorities for the development of agricultural machinery of the USSR in the period from 1950 to 1970]. *Tekhnicheskii servis mashin.* 2022. Vol. 60. N4(149). 158-170 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-4-158-170. NBJTMC.