

## СОТРУДНИЧЕСТВО ГОСНИТИ И ЧГАУ В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

<sup>1</sup>Юлия Сергеевна Ценч, доктор технических наук,  
главный научный сотрудник;

<sup>2</sup>Елена Владимировна Годлевская, кандидат педагогических  
наук, доцент

<sup>1</sup>Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,  
Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>Челябинский государственный промышленно-гуманитарный  
техникум имени А.В. Яковлева, г. Челябинск, Российская Федерация

К 85-летию Вячеслава Ивановича Черноиванова, государственного  
деятели, видного ученого, доктора технических наук, профессора, академика Российской академии наук, Заслуженного  
деятели науки и техники РСФСР

**Реферат.** Конец 90-х – начало 2000-х годов можно охарактеризовать как период, в котором сложилась критическая ситуация, связанная с финансированием научно-исследовательских работ в агроинженерных вузах. Важную роль в системе агроинженерного обучения играли учебно-опытные хозяйства, которые выполняли функцию технического оснащения учебного и научно-производственного процесса. С прекращением выделения ассигнований из бюджета на развитие учебно-опытных хозяйств количество научных разработок сократилось. (Цель исследования) Изучить опыт организации новых форм поддержки учебно-научно-производственной деятельности на основе интеграции научного центра ГОСНИТИ с Челябинским государственным агроинженерным университетом на базе кафедры ремонта машин, инициатором выступил Вячеслав Иванович Черноиванов. (Материалы и методы) Рассмотрены основные направления и результаты деятельности Сектора №18, связанные с вопросами улучшения технического оснащения агропромышленного комплекса Южного Урала. (Результаты и обсуждение) Показано, что основными направлениями деятельности Сектора №18 являлись разработка технологий безразборного продления послеремонтного ресурса ДВС и агрегатов сельскохозяйственной техники с помощью применения наноматериалов; разработка технологий заострения рабочих органов почвообрабатывающих сельхозмашин с использованием электрофизических методов обработки; совершенствование производственного процесса с разработкой и внедрением СМК по стандарту ГОСТ Р ИСО 9001-2008 при модернизации тракторов и комбайнов; реновация ремонтно-технологического оборудования; восстановление деталей электрофизическими методами. Отмечен важный вклад ученых в улучшение качества образования при подготовке инженеров технического сервиса сельскохозяйственных машин. (Выводы) Подготовка конкурентоспособных инженеров-механиков в вузах с необходимыми профессиональными знаниями, компетенциями и практическими навыками невозможна без тесного научного сотрудничества выпускающих кафедр вузов с соответствующими лабораториями ведущих научно-исследовательских институтов.

**Ключевые слова:** интеграция науки ГОСНИТИ и ЧГАУ, технический сервис, продление ресурса машин, безразборный ремонт, результат научной деятельности.

**Для цитирования:** Ценч Ю.С., Годлевская Е.В. Сотрудничество ГОСНИТИ и ЧГАУ в научно-исследовательской деятельности // Технический сервис машин. 2023. Т 61. N2(152). С. 12-23. DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-12-23. VGMWTY.

## COOPERATION BETWEEN GOSNITI AND CHGAU IN RESEARCH ACTIVITIES

<sup>1</sup> Yuliya S. Tsench, Dr.Sc.(Eng.), chief researcher;

<sup>2</sup> Elena V. Godlevskaya, Ph.D. (Ped.), associate professor

<sup>1</sup> Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Chelyabinsk State Industrial and Humanitarian  
College named after A.V. Yakovlev, Chelyabinsk, Russian Federation

To the 85 th anniversary of Vyacheslav Ivanovich Chernov, statesman, prominent scientist, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Science (Eng.), Professor, Honored Worker of Science and Technology of the RSFSR

**Abstract.** *The end of the 90 – the beginning of the 2000 s can be characterized as a period in which there was a critical situation related to the financing of research in agroengineering universities. An important role in the system of agroengineering training was played by educational and experimental farms, which performed the function of technical equipment of the educational and scientific-production process. With the termination of the allocation of budget allocations for the development of educational and experimental farms, the number of scientific developments has decreased. (Research purpose) The research purpose is studying the experience of organizing new forms of support for educational, scientific and production activities based on the integration of the GOSNITI research Center with the Chelyabinsk State Agroengineering University on the basis of the Department of Machine Repair, initiated by Vyacheslav Ivanovich Chernov. (Materials and methods) The main directions and results of the activity of Sector 18 related to the issues of improving the technical equipment of the agro-industrial complex of the Southern Urals are considered. (Results and discussion) It is shown that the main activities of Sector 18 were the development of technologies for the non-disassembly extension of the post-repair life of internal combustion engines and agricultural machinery units using nanomaterials; development of technologies for sharpening the working bodies of tillage agricultural machines using electrophysical processing methods; improvement of the production process with the development and implementation of QMS according to GOST R ISO 9001-2008 during the modernization of tractors and combines; renovation repair and technological equipment; restoration of parts by electrophysical methods. The important contribution of scientists to improving the quality of education in the training of engineers of technical service of agricultural machinery was noted. (Conclusions) The training of competitive mechanical engineers in universities with the necessary professional knowledge, competencies and practical skills is impossible without close scientific cooperation of the graduating departments of universities with the relevant laboratories of leading research institutes.*

**Keywords:** *integration of science of GOSNITI and ChGAU, technical service, prolongation of service life of machines, non-disassembly repair, result of scientific activity.*

**For citation:** Tsench Yu.S., Godlevskaya E.V. Sotrudnichestvo GOSNITI i CHGAU v nauchno-issledovatel'skoy deyatel'nosti [Cooperation between gosniti and chgau in research activities]. Tekhnicheskiy servis mashin. 2023. Vol. 61. N2(152). 12-23 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-12-23. VGMWTY.

DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-25-31

УДК 681.518.5

## **ДИАГНОСТИКА ДВС, СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ В ИНЖЕНЕРНОЙ СЛУЖБЕ АПК**

**Юрий Владимирович Катаев, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, e-mail:**  
[ykataev@mail.ru](mailto:ykataev@mail.ru);

**Валерий Сергеевич Герасимов, ведущий специалист;**

**Игорь Александрович Тишанинов, инженер;**

**Евгений Анатольевич Градов, ведущий специалист**

**Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ**

**Москва, Российская Федерация**

**Реферат.** *В работе представили тенденции развития технической диагностики в инженерной службе агропромышленного комплекса, наиболее перспективные направления ее развития. (Цель исследования) Проанализировать состояние современной технической диагностики в инженерной службе агропромышленного комплекса, рассмотреть разработки новых способов и технических средств диагностики, базирующихся на компьютерных, информационных технологиях. (Материалы и методы) Применили современные информационные технологии, автоматизированные системы контроля и управления. Определили, что расширение номенклатуры приборов и оборудования для получения объективной информации о эксплуатационной надежности двигателей внутреннего сгорания энергонасыщенной сельскохозяйственной техники позволяет проводить комплексные исследования по данному перспективному направлению – технической диагностике. (Результаты и обсуждение) Использовали комплексный подход при проведении исследований в части разработки методов бесконтактной диагностики, оценки уровня технического обслуживания с использованием указанного метода диагностики, анализа способов бесконтактной диагностики, позволяющих реагировать на выходные сигналы неисправностей элементов двигателей внутреннего сгорания энергонасыщенной сельскохозяйственной техники. Установили, что бесконтактная диагностика двигателей внутреннего сгорания позволяет в 1,5 и более раз уменьшить число отказов, увеличить в 1,2-1,5 раза межремонтный технический ресурс, снизить на 15-20 процентов затраты на*

техническое обслуживание, 12-15 – расход топлива и на 10-12 процентов повысить долговечность деталей. (Выводы) Проведенные в данной работе исследования формируют научные основы эффективного использования бесконтактной диагностики. Внедрение данного способа технической диагностики двигателей внутреннего сгорания позволяет сократить эксплуатационные издержки сельхозтоваропроизводителей на 12-15 процентов за счет фактически использованного ресурса, обеспечить сокращение числа ремонтов и уменьшение объемов закупаемых запасных частей.

**Ключевые слова:** диагностика, исследование, сельскохозяйственная техника, информационные технологии, работоспособность, остаточный ресурс.

**Для цитирования:** Катаев Ю.В., Герасимов В.С., Тишанинов И.А., Градов Е.А. Диагностика ДВС, состояние и перспективы развития в инженерной службе АПК // Технический сервис машин. 2023. Т. 61. N2(151). С. 25-31. DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-25-31. DTVPMD.

## DIAGNOSTICS OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES, STATE AND PROSPECTS IN THE ENGINEERING SERVICE OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

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

*Valeriy S. Gerasimov, leading specialist;*

*Igor' A. Tishaninov, engineer;*

*Evgeniy A. Gradov, leading specialist*

*Federal Scientific Agroengineering Center VIM*

*Moscow Russian Federation*

**Abstract.** *The paper presents the trends in the development of technical diagnostics in the engineering service of the agro-industrial complex, the most promising areas of its development. (Research purpose) The research purpose is analyzing the state of modern technical diagnostics in the engineering service of the agro-industrial complex, considering the development of new methods and technical diagnostic tools based on computer and information technologies. (Materials and methods) Modern information technologies, automated control and management systems were used during the research. The expansion of the range of devices and equipment to collect and proceed the information about the operational reliability of internal combustion engines of high-energy agricultural machinery allows for comprehensive research in the technical diagnostic. (Results and discussion) Authors used the integrated approach when conducting research in terms of developing methods of contactless diagnostics, assessing the level of maintenance using this diagnostic method, analyzing methods of contactless diagnostics that allow us to respond to the output signals of malfunctions of internal combustion engine components. Contactless diagnostics of internal combustion engines can reduce the number of failures by 1.5 or more times, increase the repair service life by 1.2-1.5 times, reduce maintenance costs by 15-20 percent, reduce fuel consumption by 12-15 percent and increase the durability of parts by 10-12 percent. (Conclusions) The research forms the scientific basis for the effective use of contactless diagnostics. The introduction of this method of technical diagnostics of internal combustion engines makes it possible to reduce the operating costs of agricultural producers by 12-15 percent due to the economical using of resources, to ensure a reduction in the number of repairs and a reduction in the number of spare parts purchased.*

**Keywords:** *diagnostics, research, agricultural machinery, information technology, performance, residual life.*

**For citation:** Katayev Yu.V., Gerasimov V.S., Tishaninov I.A., Gradov E.A. Diagnostika DVS, sostoyaniye i perspektivy razvitiya v inzhenernoy sluzhbe APK [Diagnostics of internal combustion engines, state and prospects in the engineering service of the agro-industrial complex]. Tekhnicheskiy servis mashin. 2023. Vol. 61. N2(151). 25-31 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-25-31. DTVPMD.

DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-32-39

УДК 681.518.5

## БЕСКОНТАКТНАЯ ДИАГНОСТИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

*Евгений Анатольевич Градов, младший научный сотрудник,*

**Реферат.** В работе раскрыли возможности использования бесконтактной диагностики для получения цифровых данных, полученных по локальной сети контроллеров шины CAN трактора. (Цель исследования) Провести анализ определения номенклатуры показателей эксплуатационно-технических характеристик двигателя внутреннего сгорания тракторной техники и создать современные технологии диагностики и контроля технического состояния тракторной техники. (Материалы и методы) Отметили, что диагностирование энергонасыщенной сельскохозяйственной техники (тракторы, комбайны), проводимое с использованием внешних и встроенных средств контроля, позволяет определять техническое состояние двигателей внутреннего сгорания без разборки, прогнозировать сроки службы их деталей, фактически управлять техническим состоянием двигателя машины. Показали, что большое внимание в инженерной службе агропромышленного комплекса оказывают техническому диагностированию, связанному с предупреждением отказов важнейших узлов и агрегатов энергонасыщенной сельскохозяйственной техники. Определили, что реализация данных операций положительно сказывается на сроках выполнения сельскохозяйственных работ, получении дополнительного объема сельскохозяйственной продукции. Для каждой диагностируемой машины (трактора) должны быть установлены нормативные показатели исправности (работоспособности) при эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте. (Результаты и обсуждение) Выявили, что использование бесконтактной диагностики обеспечивает своевременное обнаружение и устранение значительных неисправностей в системах питания или зажигания двигателей, агрегатов трансмиссии или ходовой части; улучшает на 5-10 процентов топливо-экономические показатели; мощность двигателей в 2-3 раза; экологические показатели; повышает безопасность эксплуатации машины. (Выводы) В процессе проведенных исследований определили функциональные возможности диагностических приборов с расширенными возможностями сбора информации – универсального USB адаптера CAN шины.

**Ключевые слова:** трактор, бесконтактная диагностика, техническое обслуживание, ремонт, цифровые данные, CAN-шина, двигатель внутреннего сгорания.

**Для цитирования:** Градов Е.А. Бесконтактная диагностика определения технического состояния двигателей внутреннего сгорания энергонасыщенной сельскохозяйственной техники // Технический сервис машин. 2023. Т. 61. N2(151). С. 32-39. DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-32-39. CCWBKW.

#### THE CONTACTLESS DIAGNOSTICS TO DETERMINE THE TECHNICAL CONDITION OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES OF HIGH-ENERGY AGRICULTURAL MACHINERY

*Evgeniy A. Gradov, junior researcher*  
*Federal Scientific Agroengineering Center VIM,*  
*Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** The paper revealed the possibilities of using contactless diagnostics to obtain digital data obtained over the local network of tractor CAN bus controllers. (Research purpose) The research purpose is analyzing of the nomenclature of indicators of the operational and technical characteristics of the internal combustion engine of tractor equipment and creating modern technologies for diagnostics and control of the technical condition of tractor equipment. (Materials and methods) It was noted that the diagnosis of energy-saturated agricultural machinery (tractors, combines), carried out using external and built-in controls, allows you to determine the technical condition of internal combustion engines without disassembly, predict the service life of their parts, actually manage the technical condition of the engine of the machine. It has been shown that the engineering service of the agro-industrial complex pays great attention to technical diagnostics related to the prevention of failures of the most important components and aggregates of energy-saturated agricultural machinery. It was determined that the performance of these operations has a positive effect on the timing of agricultural work, obtaining an additional volume of agricultural products. For each diagnosed machine (tractor), normative indicators of serviceability (operability) during operation, maintenance and repair must be established. (Results and discussion) It was revealed that the use of contactless diagnostics provides timely detection and elimination of significant malfunctions in the power or ignition systems of engines, transmission units or chassis, improves fuel and economic indicators by 5-10 percent, engine power by 2-3 times, improves environmental performance, increases the safety of machine operation. (Conclusions) In the course of the conducted research, the functionality of diagnostic devices with advanced information collection capabilities – a universal USB CAN bus adapter-was determined.

**Keywords:** tractor, contactless diagnostics, maintenance, repair, digital data, CAN bus, internal combustion engine.

**For citation:** Gradov E.A. Beskontaktnaya diagnostika opredeleniya tekhnicheskogo sostoyaniya dvigateley vnutrennego sgoraniya energonasyshchenoy sel'skokhozyaystvennoy tekhniki [The contactless diagnostics to determine the technical

## РЕЦИКЛИНГ БРОНЗОВЫХ ОТХОДОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

*Илья Владимирович Романов, младший научный сотрудник;  
Роман Николаевич Задорожний, кандидат технических наук,  
ведущий научный сотрудник;  
Елизавета Юрьевна Кудряшова, кандидат технических наук,  
научный сотрудник, e-mail: gosniti1953@mail.ru  
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,  
Москва, Российская Федерация*

**Реферат.** *Использование вторичных металлов имеет важнейшее значение, поскольку затраты на вовлечение металлоотходов в оборот значительно меньше, чем на выплавку первичного металла из руды. Рециклинг лома цветных металлов, в том числе бронзы, особенно актуален из-за высокой стоимости сырья. Все применяемые на сегодняшний день способы переработки металлолома очень энергоемкие, поэтому актуален поиск новых технологий. (Цель исследования) Изучить современные методы переработки отходов цветных металлов и сплавов машиностроительных производств, выявить проблемы и недостатки таких методов; доказать целесообразность применения электроэрозионного диспергирования в процессах рециклинга металлического лома. (Материалы и методы) Использовали комплексный подход, который включал анализ литературных и патентных источников, научных работ. Исследования проводили на лабораторном оборудовании Нано-центра ФНАЦ ВИМ. (Результаты и обсуждение) Изучили различные способы переработки машиностроительных отходов цветных металлов и сплавов, выявили недостатки данных способов, предложили в качестве перспективного метод электроэрозионного диспергирования. Определили, что в современном ремонтном производстве для восстановления работоспособности изношенных деталей в более 60 процентов случаев используют сварочно-наплавочные процессы. Наплавка позволяет проводить легирование, управлять твердостью и микроструктурой наплавляемого слоя. Порошковые материалы для технологий восстановления и упрочнения деталей экономически более выгодны, поскольку изготовление проволоки или прутков из твердых и хрупких материалов требует дорогостоящих специальных способов. (Выводы) Переработка металлических отходов, особенно цветных металлов и сплавов, дает ощутимый экономический эффект для экономики. Применение новых перспективных технологий помогает снизить энергоемкость процессов рециклинга.*

**Ключевые слова:** *утилизация, рециклинг, переработка, бронзовые отходы, машиностроение.*

**Для цитирования:** Романов И.В., Задорожний Р.Н., Кудряшова Е.Ю. Рециклинг бронзовых отходов машиностроительных производств // *Технический сервис машин*. 2023. Т. 61. N2(151). С. 40-47. DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-40-47. BCCGRG.

## RECYCLING OF BRONZE WASTE IN MACHINE-BUILDING INDUSTRY

*Ilya V. Romanov, junior researcher;  
Roman N. Zadorozhnyi, Ph.D.(Eng.), leading researcher;  
Elizaveta Yu. Kudryashova, Ph.D.(Eng.), research assistant  
Federal Scientific Agroengineering  
Center VIM, Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** *The use of secondary metals is of crucial importance, since the costs of involving metal waste into circulation are significantly less than for smelting primary metal from ore. Recycling of non-ferrous metal scrap, including bronze, is especially relevant due to the high cost of raw materials. All the methods of scrap metal processing used today are very energy-intensive, so the search for new technologies is relevant. (Research purpose) The research purpose is studying modern methods of processing waste of non-ferrous metals and alloys in machine-building industries, identifying*

problems and disadvantages of such methods; proving the expediency of the use of electroerosive dispersion in the recycling of scrap metal. (Materials and methods) Used an integrated approach, which included the analysis of literary and patent sources, scientific papers. The research was carried out on laboratory equipment of the FNAC VIM Nano-Center. (Results and discussion) We studied various methods of processing machine-building waste of non-ferrous metals and alloys, identified the disadvantages of these methods, and proposed an electroerosive dispersion method as a promising one. It was determined that in modern repair production, welding and surfacing processes are used in more than 60 percent of cases to restore the operability of worn parts. Surfacing allows alloying, controlling the hardness and microstructure of the deposited layer. Powder materials for the technologies of restoration and hardening of parts are economically more profitable, since the manufacture of wire or rods from hard and brittle materials requires expensive special methods. (Conclusions) Recycling of metal waste, especially non-ferrous metals and alloys, gives a tangible economic effect for the economy. The use of new promising technologies helps to reduce the energy intensity of recycling processes.

**Keywords:** utilization, recycling, processing, bronze waste, mechanical engineering.

**For citation:** Romanov I.V., Zadorozhniy R.N., Kudryashova E.Yu. Retsikling bronzovykh otkhodov mashinostroitel'nykh proizvodstv [Recycling of bronze waste in machine-building industry]. Tekhnicheskii servis mashin. 2023. Vol. 61. N2(151). 40-47 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-40-47. BCCGRG.

DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-48-55

УДК 631.3

## КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ – ОСНОВА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ РОССИЙСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

*Леонид Иванович Кушнарев, доктор технических наук,  
профессор, e-mail: kushnarevl@mail.ru*

*Сергей Леонидович Кушнарев, кандидат технических наук, доцент  
Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация*

**Реферат.** Низкий уровень конкурентоспособности отечественной техники существенно снижает потребительский спрос. Решить данную проблему можно только на основе повышения качественного уровня и эксплуатационной надежности выпускаемых машин, которые закладываются при производстве техники. (Цель исследования) Повысить качество изготовления и надежность машин и оборудования российского производства на основе совершенствования их производства и технического сервиса. (Материалы и методы) Исследовали в качестве исходной информации и материалов фактические данные о машинах и оборудовании, задействованных в сельскохозяйственном производстве страны, показатели интенсивности их использования и эксплуатационной надежности. Применили следующие методы исследования: монографический, сравнительных оценок, статистический, анализа и синтеза. (Результаты и обсуждение) Указали, что работа направлена на определение причин низкого уровня качества российской техники, обоснование необходимости инновационного развития систем производства и технического сервиса машин и оборудования. Определили, что в основе высокой конкурентоспособности зарубежной техники – применение фирменного метода технического сервиса. Установили целесообразность инновационного развития производственно-технологической системы и создания машиностроительных фирм. Только фирма заинтересована в повышении качества выпускаемой техники и может организовать фирменный технический сервис своей продукции. (Выводы) Проведенные организационно-технологические исследования показали, что повышение качества изготовления и параметров надежности машин и оборудования на основе разработанного инновационного метода организации производства и технического сервиса позволит вывести российское машиностроение на конкурентоспособный уровень и обеспечить импортозамещение в техники.

**Ключевые слова:** технический уровень, качество, надежность, эффективность, конкурентоспособность.

**Для цитирования:** Кушнарев Л.И., Кушнарев С.Л. Качество продукции – основа конкурентоспособности российского машиностроения // Технический сервис машин. 2023. Т. 61. N2(151). С. 48-55. DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-48-55. АЖЕНРА.

*Leonid I. Kushnarev, Dr.Sc.(Eng.), professor;  
Sergey L. Kushnarev, Ph.D.(Eng.), associate professor,  
Bauman Moscow State Technical University,  
Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** *The low level of competitiveness of domestic equipment significantly reduces consumer demand. This problem can be solved only on the basis of improving the quality level and operational reliability of manufactured machines, which are laid down in the production of equipment. (Research purpose) The research purpose is improving the manufacturing quality and reliability of Russian-made machines and equipment by improving their production and technical service. (Materials and methods) Investigated as initial information and materials the actual data on machines and equipment involved in agricultural production of countries; indicators of the intensity of their use and operational reliability. The following research methods were applied: monographic, comparative assessments, statistical, analysis and synthesis. (Results and discussion) The work is aimed at determining the reasons for the low level of quality of Russian equipment, substantiating the need for innovative development of production systems and technical service of machinery and equipment. It was determined that the basis of the high competitiveness of foreign equipment is the use of a proprietary method of technical service. The expediency of innovative development of the production and technological system and the creation of machine-building firms has been established. Only the company is interested in improving the quality of manufactured equipment, and only the company can organize branded technical service of its products. (Conclusions) The conducted organizational and technological studies have shown that improving the quality of manufacturing and reliability parameters of machinery and equipment based on the developed innovative method of organizing production and technical service will bring Russian engineering to a competitive level and ensure competitiveness and import substitution in technology.*

**Keywords:** *technical level, quality, reliability, efficiency, competitiveness.*

**For citation:** Kushnarev L.I., Kushnarev S.L. Kachestvo produktsii – osnova konkurentosposobnosti rossiyskogo mashinostroyeniya [Product quality as the basis of competitiveness of Russian engineering]. *Tekhnicheskiy servis mashin.* 2023. Vol. 61. N2(151). 48-55(In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-48-55. AJENPA

DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-56-64

УДК 621.11

## **ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ В МОТОРНОЕ ТОПЛИВО**

*Денис Фаилевич Балтиков, кандидат технических наук,  
e-mail: baltikov21@gmail.com;*

*Аделина Фаниловна Шайхлисламова, аспирант;  
Дмитрий Сергеевич Леонтьев, старший преподаватель;  
Денис Дамирович Харисов, кандидат технических наук  
Башкирский государственный аграрный университет,  
Уфа, Республика Башкортостан, Российская Федерация*

**Реферат.** *В Российской Федерации преобладающее направление в области обращения с отходами не переработка, а захоронение и складирование, как санкционированное, так и несанкционированное. На свалках захораниваются различные виды продукции, пищевые отходы, стекло, текстиль, отходы полимерного производства. Пластиковые пакеты, различные упаковочные материалы, резинотехнические изделия разлагаются десятки и сотни лет, загрязняя окружающую среду. (Цель исследования) Разработать энергетическую установку для получения моторного топлива и удобрения путем переработки агропромышленных отходов на основе пиролиза. (Материалы и методы) Применены методы численного анализа, в теоретических исследованиях использовали основные положения и законы теплового баланса и математики. Полученные экспериментальные данные обработали методами математической статистики с применением электронно-вычислительных машин. (Результаты и обсуждение) Разработали технологию утилизации отработанных резинотехнических изделий с попутной выработкой тепловой и электрической энергии. Определили характеристики работы энергетической установки при переработке резинотехнических изделий, а также состав пиролизного газа: CO – 25, CO<sub>2</sub> – 18, CH<sub>4</sub> – 17 процентов, температура пиролиза – 700-800 градусов Цельсия. С учетом характеристик резинотехнических изделий в качестве топлива собрали экспериментальный образец энергетической установки. Определили, что средний срок окупаемости данной энергетической установки приблизительно 1,5-2 года. (Выводы) Данная технология позволяет решить проблему утилизации отходов автомобильных шин с точки зрения экологической и экономической*

целесообразности. При утилизации вырабатывается дополнительная тепловая и электрическая энергия, которая направляется на нужды производства собственного хозяйства.

**Ключевые слова:** пиролизная установка, реактор, тепловая энергия, шина, моторное топливо, экология, переработка, альтернативный источник.

**Для цитирования:** Балтиков Д.Ф., Шайхлисламова А.Ф., Леонтьев Д.С., Харисов Д.Д. Энергетическая установка для переработки агропромышленных отходов в моторное топливо // Технический сервис машин. 2023. Т. 61. N2(151). С. 56-64. DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-56-64. GQWYGV.

## POWER PLANT FOR PROCESSING AGRO-INDUSTRIAL WASTE INTO MOTOR FUEL

*Denis F. Baltikov, Ph.D.(Eng.);  
Adelina F. Shaikhislamova, postgraduate;  
Dmitriy S. Leont'ev, senior lecturer;  
Denis D. Harisov, Ph.D.(Eng.);  
Bashkir State Agrarian University,  
Ufa, Respublika Bashkortostan, Rossiyskaya Federatsiya*

**Abstract.** *In the Russian Federation, the predominant direction in the field of waste management is not recycling, but burial and storage, both authorized and unauthorized. Various types of products, food waste, glass, textiles, polymer production waste are buried in landfills. Plastic bags, various packaging materials, rubber products decompose for tens and hundreds of years, polluting the environment. (Research purpose) The research purpose is developing an energy plant for the production of motor fuel and fertilizers by processing agro-industrial waste based on pyrolysis. (Materials and methods) Applied methods of numerical analysis, in theoretical studies used the basic provisions and laws of heat balance and mathematics. The experimental data obtained were processed by methods of mathematical statistics using electronic computers. (Results and discussion) We have developed a technology for recycling used rubber products with associated generation of thermal and electrical energy. The characteristics of the power plant operation during the processing of rubber products, as well as the composition of pyrolysis gas were determined: CO – 25, CO<sub>2</sub> – 18, CH – 17 percent, pyrolysis temperature – 700-800 degrees Celsius. Taking into account the characteristics of rubber products, an experimental sample of a power plant was assembled as fuel. It was determined that the average payback period of this power plant is approximately 1.5-2 years. (Conclusions) This technology makes it possible to solve the problem of recycling car tire waste both from an environmental point of view and from an economic feasibility. During recycling, additional thermal and electrical energy is generated, which is directed to the needs of the production of its own economy.*

**Keywords:** *pyrolysis plant, reactor, thermal energy, tire, motor fuel, ecology, recycling, alternative source.*

**For citation:** Baltikov D.F., Shaykhlislamova A.F., Leont'yev D.S., Kharisov D.D. Energeticheskaya ustanovka dlya pererabotki agropromyshlennykh otkhodov v motornoye toplivo [Power plant for processing agro-industrial waste into motor fuel]. Tekhnicheskii servis mashin. 2023. Vol. 61. N2(151). 56-64 (In Russian). DOI 10. 22314/2618-8287-2023-61-2-56-64. GQWYGV.

DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-65-74

УДК 621.436.2

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ И РЕМОНТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

*Аслан Каральбиевич Апажеев, доктор технических наук, профессор;  
Юрий Ахметханович Шекихачев, доктор технических наук,  
профессор, e-mail: shek-fmer@mail.ru;  
Таймира Хасановна Пазова, доктор технических наук, доцент;  
Хусен Лёлович Губжоков, кандидат технических наук;  
Амур Григорьевич Фианшеев, кандидат технических наук, доцент  
Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет  
имени В.М. Кокова, г. Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация*



**Реферат.** В логическом представлении технологический процесс сборки любого механизма или узла, в том числе и кривошипно-шатунного механизма двигателя, всегда можно рассматривать как одну из форм отображения функциональных и конструктивных признаков поиска некоторой целевой функции. (Цель исследования) Обосновать эффективность оригинальных подходов к математическому моделированию технологических процессов сборки в машиностроительном и ремонтном производстве. (Материалы и методы) Провели исследования с использованием полной информации об объекте моделирования в составе единой системы математического моделирования технологических процессов сборки, формирующейся на уровнях абстрагирования структуры, логических и количественных предикатов. (Результаты и обсуждение) Показали, что современные принципы математического моделирования базируются на основных положениях теории множеств, графов и математической логики. Отметили, что из всех рассматриваемых пространств производственных систем, описывающих сборочные технологические процессы, с проблемой обеспечения заданной точности замыкающего звена в той или иной реальной размерной цепи наиболее тесно связано пространство предикатов механизма и технологической системы. В результате осуществления сборочного технологического процесса в общем случае детали или узлы преобразуются в связанную систему декартовых тел с ограниченным количеством степеней свободы. Математическое моделирование технологических процессов сборки на уровне количественных предикатов отличается наименьшей степенью реагирования, но зато дает описание в более строгом математическом виде, позволяющем осуществлять вполне обоснованную оптимизацию точностных параметров и методов выполнения технологических приемов, которые обеспечивают однозначную оптимизацию. Прикладное значение моделирования на уровне количественных предикатов существенно выше, чем описание на уровнях структурных и логических свойств и отношений. (Выводы) Математическое моделирование сборочных технологических процессов при кибернетическом подходе на уровнях множественных, логических и количественных предикатов обеспечивает наилучшую адекватность и прикладную значимость в случае построения аналитических моделей.

**Ключевые слова:** машиностроение, ремонтное производство, сборка, изделие, механизм, моделирование, матрица, абстрагирование.

**Для цитирования:** Апажев А.К., Шекихачев Ю.А., Пазова Т.Х., Губжоков Х.Л., Фиапшев А.Г. Математическое моделирование технологических процессов сборки в машиностроительном и ремонтном производстве // Технический сервис машин. 2023. Т. 61. N2(151). С. 65-74. DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-65-74. GKSKXJ.

## MATHEMATICAL MODEL OF TECHNOLOGICAL ASSEMBLY PROCESSES IN MACHINE-BUILDING AND REPAIR PRODUCTION

*Aslan K. Apazhev, Dr.Sc.(Eng.), professor;*

*Yuriy A. Shekikhachev, Dr.Sc.(Eng.), professor;*

*Taimira Kh. Pazova, Dr.Sc.(Eng.), associate professor;*

*Khusen L. Gubzhokov, Ph.D.(Eng.);*

*Amur G. Fiapshev, Ph.D.(Eng.), associate professor*

*Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokova,*

*Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russian Federation*

**Abstract.** In a logical representation, the technological process of assembling any mechanism or assembly, including the crank mechanism of the engine, can always be considered as one of the forms of displaying functional and constructive signs of searching for some objective function. (Research purpose) The research purpose is substantiating the effectiveness of original approaches to mathematical modeling of assembly processes in machine-building and repair industries. (Materials and methods) Conducted research using complete information about the modeling object as part of a unified system of mathematical modeling of assembly processes formed at the levels of abstraction of structure, logical and quantitative predicates. (Results and discussion) It has been shown that modern principles of mathematical modeling are based on the basic provisions of the theory of sets, graphs and mathematical logic. It was noted that of all the considered spaces of production systems describing assembly technological processes, the space of predicates of the mechanism and technological system is most closely related to the problem of ensuring a given accuracy of the closing link in a particular real dimensional chain. As a result of the assembly process, in general, parts or assemblies are transformed into a connected system of Cartesian bodies with a limited number of degrees of freedom. Mathematical modeling of assembly processes at the level of quantitative predicates is characterized by the least degree of response, but it gives a description in a more rigorous mathematical form that allows for a well-founded optimization of accuracy parameters and methods of performing technological techniques that provide unambiguous optimization. The applied value of modeling at the level of quantitative predicates is significantly higher than the description at the levels of structural and logical properties and relationships. (Conclusions) Mathematical modeling of assembly

*technological processes with a cybernetic approach at the levels of multiple, logical and quantitative predicates provides the best adequacy and applied significance in the case of building analytical models.*

**Keywords:** *mechanical engineering, repair production, assembly, product, mechanism, modeling, matrix, abstraction.*

**For citation:** Apazhev A.K., Shekikhachev Yu.A., Pazova T.Kh., Gubzhokov Kh.L., Fiapshev A.G. Matematicheskoye modelirovaniye tekhnologicheskikh protsessov sborki v mashinostroitel'nom i remontnom proizvodstve [Mathematical model of technological assembly processes in machine-building and repair production]. *Tekhnicheskiy servis mashin.* 2023. Vol. 61. N2(151). 65-74 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-65-74. GKSKXJ.

DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-75-82

УДК 631.3

## **РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ СИСТЕМА УТИЛИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ КАК ОДНО ИЗ ВАЖНЕЙШИХ НАПРАВЛЕНИЙ УКРЕПЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

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

**Валерий Сергеевич Герасимов, ведущий специалист;**

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

**Евгений Анатольевич Градов, младший научный сотрудник**

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

**Реферат.** В настоящей работе рассмотрели вопросы необходимости создания эффективной системы утилизации сельскохозяйственной техники, поскольку в настоящее время в агропромышленном комплексе эксплуатируется значительное количество устаревшей сельскохозяйственной техники, в том числе энергонасыщенной, которую необходимо либо восстанавливать, либо утилизировать. (Цель исследования) Выявить необходимость и целесообразность создания системы утилизации сельскохозяйственной техники, обосновать структуру финансовых ресурсов для ее создания, а также рассмотреть вопрос предельного состояния машин, находящихся в эксплуатации за пределами сроков службы, для принятия решений об их ремонте, модернизации либо утилизации. (Материалы и методы) Предложили методику подсчета величины финансовых ресурсов, необходимых для создания системы утилизации сельскохозяйственной техники, а также основные критерии определения предельного состояния основных узлов и агрегатов сельскохозяйственной техники, устанавливающие границу целесообразности проведения ремонта, модернизации либо утилизации конкретной машины, определили методологические подходы для решения данного вопроса. (Результаты и обсуждение) Выявили, что определяющим этапом в создании системы утилизации выведенной из эксплуатации техники стал 2012 год, когда был введен утилизационный сбор на колесную технику. Средства от этого сбора предполагалось использовать на формирование системы утилизации техники. (Выводы) Как показывает практика и проведенные учеными ФНАЦ ВИМ исследования, решение этой важнейшей для сельского хозяйства России задачи носит комплексный характер, в том числе технический, технологический, финансово-экономический и экологический. Решение указанных основных факторов позволит в ближайшее 2-3 года создать в агропромышленном комплексе эффективную систему утилизацию сельскохозяйственной техники.

**Ключевые слова:** *методика, рециклинг, утилизация, утилизационный сбор, сельскохозяйственная техника, ремонт, экология, информация.*

**Для цитирования:** Катаев Ю.В., Герасимов В.С., Тишанинов И.А., Градов Е.А. Ресурсосберегающая система утилизации сельскохозяйственной техники как одно из важнейших направлений укрепления технического потенциала агропромышленного комплекса // *Технический сервис машин.* 2023. Т. 61. N2(151). С. 75-82. DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-75-82. KTHOMP.

## **RESOURCE-SAVING SYSTEM OF RECYCLING OF AGRICULTURAL MACHINERY AS ONE OF THE MOST IMPORTANT DIRECTIONS FOR STRENGTHENING THE TECHNICAL POTENTIAL OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX**

**Yuriy V. Kataev, Ph.D.(Eng.), associate professor, leading researcher;**  
**Valeriy S. Gerasimov, leading specialist;**

**Abstract.** In this paper, the issues of the need to create an effective system for the disposal of agricultural machinery have been considered, since at present a significant amount of obsolete agricultural machinery, including energy-saturated, is being operated in the agro-industrial complex, which must either be restored or disposed of. (Research purpose) The research purpose is identifying the necessity and expediency of creating a system for the disposal of agricultural machinery, justifying the structure of financial resources for its creation, as well as considering the issue of the limiting condition of machines in operation beyond their service life, for making decisions about their repair, modernization or disposal. (Materials and methods) Proposed a methodology for calculating the amount of financial resources needed to create a system for the disposal of agricultural machinery, as well as the main criteria for determining the limit state of the main components and aggregates of agricultural machinery, setting the limit of the feasibility of repair, modernization or disposal of a particular machine, identified methodological approaches to address this issue. (Results and discussion) It was revealed that the defining stage in the creation of a system for the disposal of decommissioned equipment was 2012, when the recycling fee for wheeled vehicles was introduced. The funds from this collection were supposed to be used for the formation of a system for the disposal of equipment. (Conclusions) As practice and research conducted by scientists of FNAC VIM shows, the solution of this most important task for agriculture in Russia is of a complex nature, including technical, technological, financial, economic and environmental. The solution of these main factors will allow in the next 2-3 years to create an effective system for the disposal of agricultural machinery in the agro-industrial complex.

**Keywords:** methodology, recycling, utilization, recycling fee, agricultural machinery, repair, ecology, information.

**For citation:** Katayev Yu.V., Gerasimov V.S., Tishaninov I.A., Gradov E.A. Resursosberegayushchaya sistema utilizatsii sel'skokhozyaystvennoy tekhniki kak odno iz vazhneyshikh napravleniy ukrepleniya tekhnicheskogo potentsiala agropromyshlennogo kompleksa [Resource-saving system of recycling of agricultural machinery as one of the most important directions for strengthening the technical potential of the agro-industrial complex]. Tekhnicheskii servis mashin. 2023. Vol. 61. N2(151). 75-82 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-75-82. КТНОМР.

DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-84-94

УДК 621.762.227

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН ПЛАЗМЕННО-ПОРОШКОВОЙ НАПЛАВКОЙ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

<sup>1</sup>**Екатерина Владимировна Агеева, доктор технических наук, профессор, e-mail: ageeva-ev@yandex.ru;**

<sup>2</sup>**Владимир Исаевич Серебровский, доктор технических наук, профессор;**

<sup>1</sup>**Евгений Викторович Агеев, доктор технических наук, профессор;**

<sup>2</sup>**Владимир Алексеевич Кончин, аспирант**

<sup>1</sup>**Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация**

<sup>2</sup>**Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, г. Курск, Российская Федерация**

**Реферат.** Использование порошков, полученных из отходов твердых сплавов в качестве высокотвердой дисперсной составляющей композиции для плазменно-порошковой наплавки, позволит повысить качество, надежность и долговечность плазменных покрытий рабочих органов почвообрабатывающих машин с минимумом затрат на порошковые материалы. Однако свойства данных плазменных покрытий изучены недостаточно, поэтому необходимо проведение комплексных исследований. (Цель исследования) Усовершенствовать технологию восстановления и упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин плазменно-порошковой наплавкой порошковых материалов, полученных электроэрозионным диспергированием отходов твердого сплава марки Т30К4. (Материалы и методы) Использовали для получения плазменных покрытий твердосплавные порошки, изготовленные электродиспергированием отходов твердого сплава Т30К4 в керосине. Выбрали для объекта реновации стрелчатую лапу культиватора из листового проката стали 40ХС. Полученные плазменные покрытия исследовали с использованием современного оборудования и взаимодополняющих методов физического материаловедения. (Результаты и обсуждение) Разработали, апробировали и исследовали новую технологию восстановления и упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин на примере стрелчатой лапы культиватора путем плазменно-порошковой наплавки твердосплавных электроэрозионных порошковых материалов. Подтвердили эффективность разработки свойствами плазменных покрытий: микроструктура покрытия имеет мелкозернистое

строение, без включений, равномерное распределение фаз и отсутствие пор, трещин и несплошностей; элементы W, Ti и Co в покрытии распределены равномерно; присутствуют фазы карбидов WC и TiC; размер зерна покрытий составляет порядка 0,3 микрометров; микротвердость покрытий составляет порядка 14245 мегапаскалей. (Выводы) Результаты полевых испытаний показали, что ресурс рабочих органов почвообрабатывающих машин, восстановленных и упрочненных твердосплавными электроэрозионными материалами, выше ресурса новых деталей в 1,25 раза.

**Ключевые слова:** рабочий орган, восстановление и упрочнение, плазменно-порошковая наплавка, твердосплавные электроэрозионные порошки, свойства плазменных покрытий.

**Для цитирования:** Агеева Е.В., Серебровский В.И., Агеев Е.В., Кончин В.А. Повышение эффективности процесса восстановления и упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин плазменно-порошковой наплавкой твердосплавных электроэрозионных материалов // Технический сервис машин. 2023. Т. 61. N2(151). С. 84-94. DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-84-94. SMWJHI.

## IMPROVING THE EFFICIENCY OF RESTORATION AND HARDENING OF THE WORKING BODIES OF TILLAGE MACHINES BY PLASMA-POWDER SURFACING OF CARBIDE ELECTROEROSIVE MATERIALS

<sup>1</sup>*Ekaterina V. Ageeva, Dr.Sc.(Eng.), professor;*

<sup>2</sup>*Vladimir I. Serebrovskiy, Dr.Sc.(Eng.), professor;*

<sup>1</sup>*Evgeniy V. Ageev, Dr.Sc.(Eng.), professor;*

<sup>2</sup>*Vladimir A. Konchin, postgraduate*

<sup>1</sup>*Southwest State University, Kursk, Russian Federation*

<sup>2</sup>*Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov, Kursk, Russian Federation*

**Abstract.** *The use of powders obtained from solid alloy waste as a highly solid dispersed component of the composition for plasma-powder surfacing will improve the quality, reliability and durability of plasma coatings of working bodies of tillage machines with a minimum of costs for powder materials. However, the properties of these plasma coatings have not been studied enough, so it is necessary to conduct comprehensive studies. (Research purpose) The research purpose is improving the technology of restoration and hardening of the working bodies of tillage machines by plasma-powder surfacing of powder materials obtained by electroerosive dispersion of solid alloy waste T30K4. (Materials and methods) Carbide powders made by electrodispersing solid alloy waste T30K4 in kerosene were used to obtain plasma coatings. We chose for the renovation object a pointed cultivator paw made of 40XC rolled steel. The obtained plasma coatings were studied using modern equipment and complementary methods of physical materials science. (Results and discussion) We have developed, tested and investigated a new technology for restoring and strengthening the working bodies of tillage machines using the example of a pointed cultivator paw by plasma-powder surfacing of carbide electroerosive powder materials. The effectiveness of the development was confirmed by the properties of plasma coatings: the microstructure of the coating has a fine-grained structure, without inclusions, uniform phase distribution and the absence of pores, cracks and discontinuities; elements W, Ti and Co in the coating are evenly distributed; phases of carbides WC and TiC are present; the grain size of the coatings is about 0.3 micrometers; the microhardness of the coatings is about 14245 megapascals. (Conclusions) The results of field tests showed that the resource of the working bodies of tillage machines, restored and strengthened with carbide electroerosion materials, is 1.25 times higher than the resource of new parts.*

**Keywords:** *working body, restoration and hardening, plasma-powder surfacing, carbide electroerosive powders, properties of plasma coatings.*

**For citation:** Ageyeva E.V., Serebrovskiy V.I., Ageyev E.V., Konchin V.A. Povysheniye effektivnosti protsessy vosstanovleniya i uprochneniya rabochikh organov pochvoobrabatyvayushchikh mashin plazmenno-poroshkovoy naplavkoy tverdosplavnykh elektroerozionnykh materialov [Improving the efficiency of restoration and hardening of the working bodies of tillage machines by plasma-powder surfacing of carbide electroerosive materials]. Tekhnicheskii servis mashin. 2023. Vol. 61. N2(151). 84- 94 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-84-94. SMWJHI.

DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-95-102

УДК 621.791

(НА ПРИМЕРЕ КОМПАНИИ «ЛЕМКЕН»)

*Александр Михайлович Михальченков, доктор технических наук,  
профессор, e-mail: mihalchenkov.alexandr@yandex.ru;*  
*Александр Федорович Шустов, доктор философских наук, профессор;*  
*Наталья Викторовна Синяя, кандидат технических наук, доцент;*  
*Максим Олегович Лещев, магистрант*  
*Брянский государственный аграрный университет,  
г. Брянск, Российская Федерация*

**Реферат.** Ориентирование сельского хозяйства России на использование импортной техники привело к негативным последствиям. Введение санкций со стороны европейских государств повлекло за собой увеличение рыночной цены сменяемых деталей и рост дефицитности. Выход из положения заключается в организации мастерских по восстановлению изношенных деталей. (Цель исследования) Разработать и подробно описать (с поясняющими иллюстрационными материалами) технологический процесс восстановления ножей составных лемехов плугов. (Материалы и методы) Определили, что необходимо обеспечить минимальные экономические издержки; простоту выполнения операций; возможность выполнения элементов технологии низкоквалифицированным персоналом; простоту и доступность материалов, инструмента, приспособлений и оборудования. (Результаты и обсуждение) Положили в основу технологического процесса метод ремонтных вставок, которые привариваются к ножу вместо изношенной области. Вставки можно изготавливать из выбракованных листов рессор, имеющих твердость около 45 по шкале Роквелла. Установили, что процесс восстановления состоит из трех этапов: подготовка ножа к восстановлению; подготовка вставки; восстановление. Показали, что технологический процесс отличается простотой, универсальностью, отсутствием сложного оборудования и может быть реализован в условиях предприятий с минимальным техническим оснащением. Его можно адаптировать для восстановления ножей лемехов других компаний. Отметили, что данная технология вписывается в программу импортозамещения. (Выводы) Разработанную технологию восстановления ножей составных лемехов компании «Лемкен» представили в текстовом варианте и в иллюстрациях. Технология отличается простотой исполнения, универсальностью и может быть адаптирована для ремонта ножей других компаний.

**Ключевые слова:** составные лемеха, ножи лемехов, технология восстановления, ремонтные вставки, ресурс.

**Для цитирования:** Михальченков А.М., Шустов А.Ф., Синяя Н.В., Лещев М.О. Технология восстановления ножей составных лемехов импортного производства (на примере компании «Лемкен») // Технический сервис машин. 2023. Т. 61. N2(151). С. 95-102. DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-95-102. TICXUT.

**RESTORATION OF KNIVES OF COMPOSITE PLOUGHSHARES  
(ON THE EXAMPLE OF THE COMPANY «LEMKEN»)**

*Aleksandr M. Mihalchenkov, Dr.Sc.(Eng.), professor;*  
*Aleksandr F. Shustov, Dr.Sc.(Eng.), professor;*  
*Natal'ya V. Sinyaya, Ph.D.(Ped.), associate professor;*  
*Maksim O. Leshchev, postgraduate*  
*Bryansk State Agrarian University, Bryansk, Russian Federation*

**Abstract.** The orientation of Russian agriculture to the use of imported machinery has led to negative consequences. The introduction of sanctions by European states led to an increase in the market price of replaceable parts and an increase in scarcity. The way out of this situation is to organize workshops for the restoration of worn parts. (Research purpose) The research purpose is developing and describing in detail (with explanatory illustrative materials) the technological process of restoring knives of composite ploughshares. (Materials and methods) We have determined that it is necessary to ensure minimum economic costs; simplicity of operations; the ability to perform technology elements by low-skilled personnel; simplicity and availability of materials, tools, fixtures and equipment. (Results and discussion) The technological process was based on the method of repair inserts, which are welded to the knife instead of the worn area. Inserts can be made from discarded spring sheets having a hardness of about 45 on the Rockwell scale. It was established that the restoration process consists of three stages: preparation of the knife for restoration; preparation of the insert; restoration. They have shown that the technological process is simple, versatile, there is no need for complex equipment and can be implemented in enterprises with minimal technical equipment. It can be adapted to restore the

knives of ploughshares of other companies. It was noted that this technology fits into the import substitution program. (Conclusions) The developed technology of restoration of knives of composite ploughshares of the Lemken company was presented in a text version and in illustrations. The technology is characterized by simplicity of execution, versatility and can be adapted for the repair of knives from other companies.

**Keywords:** composite ploughshares, ploughshare knives, restoration technology, repair inserts, resource.

**For citation:** Mikhal'chenkov A.M., Shustov A.F., Sinyaya N.V., Leshchev M.O. Tekhnologiya vosstanovleniya nozhey sostavnykh lemekhov importnogo proizvodstva (na primere kompanii «Lemken») [Restoration of knives of composite ploughshares (on the example of the company «Lemken»)]. Tekhnicheskii servis mashin. 2023. Vol. 61. N2(151). 95-102 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-95-102. ТИСУТ

DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-103-112 УДК 629.4.048.4:658.588.8

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА СИСТЕМЫ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УЧАСТКОВ РЕМОНТА ТЕСТОДЕЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН ВАКУУМНО-ПОРШНЕВОГО ТИПА

<sup>1,2</sup>**Игорь Николаевич Кравченко, доктор технических наук, профессор,**  
e-mail: [kravchenko-in71@yandex.ru](mailto:kravchenko-in71@yandex.ru);

<sup>3</sup>**Елена Геннадьевна Мартынова, кандидат технических наук;**

<sup>3</sup>**Юлия Викторовна Величко, кандидат педагогических наук, доцент;**

<sup>1</sup>**Светлана Геннадьевна Ярина, инженер**

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

<sup>2</sup>**Институт машиноведения имени А.А. Благонравова  
Российской академии наук, Москва, Российская Федерация**

<sup>3</sup>**Национальный исследовательский Мордовский государственный  
университет имени Н.П. Огарёва, г. Саранск,  
Республика Мордовия, Российская Федерация**

**Реферат.** Работоспособность тестоделительных машин вакуумно-поршневого типа определяет механизм всасывания делительного устройства, при износе деталей которого происходит потеря вакуума, из-за чего нарушается точность развесовки теста. Наиболее перспективным методом восстановления изношенных поверхностей деталей механизма всасывания служит электроискровая обработка. (Цель исследования) Разработать участок ремонта тестоделительных машин с восстановлением деталей методом электроискровой обработки и предложить методику расчета системы энергообеспечения. (Материалы и методы) Рекомендовали маршрут технологического процесса для ремонта тестоделительных машин, который состоит из следующих операций: моечной, дефектовочной, слесарной, механической, наплавочной и контрольной. Анализ рассматриваемого процесса на участке показал, что на здоровье работающего воздействует комплекс вредных производственных факторов, таких как шум, вибрации, запыленность, световое воздействие, выделение химических веществ в воздух рабочей зоны. Выполнили в процессе экспериментального исследования с помощью современных высокоточных приборов измерения уровня показателей данных факторов на участке ремонта тестоделительных машин. (Результаты и обсуждение) Измерения в условиях реализации технологического процесса позволили сделать следующие заключения: уровень шума и вибрации ниже предельно-допустимого; загрязненность воздуха в два раза превышает предельно-допустимую концентрацию. Рекомендовали на основании полученных данных обеспечивать работников спецодеждой и средствами индивидуальной защиты. Произвели на примере приточно-вытяжной вентиляции расчет выбора технических параметров электродвигателя и вентиляционных каналов. Отметили, что внедрение предложенной системы энергообеспечения значительно снижает уровень вредных примесей в воздухе до оптимальных и допустимых значений и исключает серьезные заболевания и отравления организма человека. (Выводы). Разработанная методика расчета энергообеспечения производственных участков по ремонту тестоделительных машин позволяет выявить и устранить вредные факторы проектируемого технологического процесса. Данную методику можно применять для определения опасных и вредных факторов при проектировании производственных участков ремонта других объектов.

**Ключевые слова:** тестоделительная машина, ремонт, опасные и вредные факторы, условия труда, вентиляция.

Для цитирования: Кравченко И.Н., Мартынова Е.Г., Величко Ю.В., Ярина С.Г. Методика расчета системы энергообеспечения производственных участков ремонта тестоделительных машин вакуумно-поршневого типа // Технический сервис машин. 2023. Т. 61. N2(151). С. 103-112. DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-103-112. XROWSJ.

## METHODOLOGY FOR CALCULATING THE ENERGY SUPPLY SYSTEM FOR REPAIR PRODUCTION SITES OF DOUGH DIVIDERS OF A VACUUM PISTON TYPE

<sup>1,2</sup>Igor' N. Kravchenko, Dr.Sc.(Eng.), professor;

<sup>3</sup>Elena G. Martynova, Ph.D.(Eng.);

<sup>3</sup>Yuliya V. Velichko, Ph.D.(Ped.), associate professor;

<sup>1</sup>Svetlana G. Yarina, engineer

<sup>1</sup>Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,  
Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>Institute of Machines Science named after A.A. Blagonravov  
of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup>National Research Mordovia State University named after N.P. Ogarev, Saransk,  
Republic of Mordovia, Russian Federation

**Abstract.** The efficiency of vacuum-piston type dough dividing machines is determined by the suction mechanism of the dividing device, when the parts of which are worn out, vacuum loss occurs due to which the accuracy of the dough weight is violated. The most promising method of restoring worn surfaces of parts of the suction mechanism is electric spark treatment. (Research purpose) The research purpose is developing a repair site for dough-dividing machines with the restoration of parts by the method of electric spark processing and proposing a methodology for calculating the energy supply system. (Materials and methods) Recommended the route of the technological process for the repair of dough dividing machines, which consists of the following operations: washing, defect, locksmith, mechanical, surfacing and control. The analysis of the process under consideration at the site showed that the health of the worker is affected by a complex of harmful production factors, such as noise, vibrations, dustiness, light exposure, release of chemicals into the air of the working area. Performed in the process of experimental research with the help of modern high-precision instruments measuring the level of indicators of these factors at the repair site of dough dividing machines. (Results and discussion) Measurements in the conditions of the implementation of the technological process allowed us to draw the following conclusions: the noise and vibration level is below the maximum permissible; air pollution is twice as high as the maximum permissible concentration. It was recommended, based on the data obtained, to provide workers with overalls and personal protective equipment. Using the example of supply and exhaust ventilation, we calculated the choice of technical parameters of the electric motor and ventilation ducts. It was noted that the introduction of the proposed energy supply system significantly reduces the level of harmful impurities in the air to optimal and acceptable values and eliminates serious diseases and poisoning of the human body. (Conclusions). The developed method of calculating the energy supply of production sites for the repair of dough-dividing machines allows to identify and eliminate harmful factors of the projected technological process. This technique can be used to determine dangerous and harmful factors in the design of production sites for the repair of other facilities.

**Keywords:** dough dividing machine, repair, dangerous and harmful factors, working conditions, ventilation.

**For citation:** Kravchenko I.N., Martynova E.G., Velichko Yu.V., Yarina S.G. Metodika rascheta sistemy energoobespecheniya proizvodstvennykh uchastkov remonta testodelitel'nykh mashin vakuumno-porshneвого tipa [Methodology for calculating the energy supply system for repair production sites of dough dividers of a vacuum piston type] Tekhnicheskii servis mashin. 2023. Vol. 61. N2(151). 103-112 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-103-112. XROWSJ.

DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-113-123 УДК 621.9.048

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИУСОВ ЗАКРУГЛЕНИЯ РЕЖУЩИХ КРОМОК УПРОЧНЕННЫХ ПЛОСКИХ НОЖЕЙ ПОСЛЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ

Валентин Павлович Лялякин, доктор технических наук,  
профессор, главный научный сотрудник, e-mail: valpal-1938@mail.ru;  
Вячеслав Федорович Аулов, кандидат технических наук,

*ведущий научный сотрудник;*  
**Юрий Николаевич Рожков, младший научный сотрудник;**  
*Алексей Алексеевич Евсюков, инженер*  
**Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,**  
**Москва, Российская Федерация**

**Реферат.** Одной из важных характеристик плоских ножей служит радиус закругления режущей кромки. Чем меньше радиус закругления, тем эффективнее происходит процесс резания. С помощью различных методов упрочнения можно добиться уменьшения износа плоских ножей, благодаря чему радиус закругления режущей кромки будет дольше оставаться малым, а нож будет эффективнее скашивать травяные культуры. Наиболее перспективные методы упрочнения ножей – ТВЧ-борирование, ТВЧ-наплавка FeSi, а также комбинированный метод, включающий ТВЧ-борирование и электроискровую обработку. (Цель исследования) Показать динамику изменения радиуса закругления режущей кромки плоских ножей в зависимости от технологии упрочнения и времени их работы. (Материалы и методы) Исследовали ножи из стали 65Г длиной 125 и 150 миллиметров, упрочненные ТВЧ-борированием, ТВЧ-наплавкой FeSi, комбинированным методом, состоящим из ТВЧ-борирования и электроискровой обработки, а также упрочненные ТВЧ-закалкой на заводе-изготовителе. Радиусы закругления режущей кромки плоских ножей измеряли по разработанной методике, состоящей в изготовлении слепков ножей из силикона, просмотре полученных слепков на микроскопе и вычислении радиуса с помощью специального программного обеспечения. (Результаты и обсуждение) Показали, что все три технологии способствуют уменьшению динамики изменения радиусов закругления режущих кромок. Выявили, что наилучшей технологией упрочнения оказалась комбинированная обработка, а наихудшей – ТВЧ-наплавка FeSi. (Выводы) Измерили радиусы скругления режущих кромок. Построили гистограммы средних радиусов упрочненных ножей в зависимости от технологии упрочнения и скошенной площади. Определили, что упрочнение ножей уменьшает динамику изменения радиусов скругления режущих кромок.

**Ключевые слова:** нож, радиус закругления режущей кромки, износостойкость, ресурс, упрочнение, ТВЧ-борирование, электроискровая обработка.

**Для цитирования:** Лялякин В.П., Аулов В.Ф., Рожков Ю.Н., Евсюков А.А. Исследование радиусов закругления режущих кромок упрочненных плоских ножей после производственных испытаний // Технический сервис машин. 2023. Т. 61. N2(151). С. 113-123. DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-113-123. EIJQBW.

## INVESTIGATION OF CUTTING EDGE RADIUS OF HARDENED FLAT KNIVES AFTER PRODUCTION TESTS

*Valentin P. Lyalyakin, Dr.Sc.(Eng.), professor, chief researcher;*  
*Vyacheslav F. Aulov, Ph.D.(Eng.), leading researcher;*  
*Yuriy N. Rozhkov, junior researcher;*  
*Aleksey A. Evsyukov, engineer;*  
**Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation**

**Abstract.** One of the important characteristics of flat knives is the radius of rounding of the cutting edge. The smaller the radius of rounding, the more efficient the cutting process is. With the help of various hardening methods, it is possible to reduce the wear of flat knives, so that the radius of rounding of the cutting edge will remain small for longer, and the knife will mow grass crops more efficiently. The most promising methods of knife hardening are HDPE boring, HDPE surfacing FeSi, as well as a combined method including HDPE boring and electric spark treatment. (Research purpose) The research purpose is studying the changes in the radius of the cutting edge of flat knives depending on the hardening technology and the time of their operation. (Materials and methods) Knives made of 65G steel with a length of 125 and 150 millimeters, hardened by HDPE boration, HDPE surfacing by FeSi, a combined method consisting of HDPE boration and electric spark treatment, as well as hardened by HDPE quenching at the manufacturer, were studied. The radii of rounding of the cutting edge of flat knives were measured according to the developed technique, consisting in the production of knife casts made of silicone, viewing the resulting casts on a microscope and calculating the radius using special software. (Results and discussion) It was shown that all three technologies contribute to reducing the dynamics of changes in the radii of rounding of the cutting edges. It was revealed that the best hardening technology was combined processing, and the worst was HDPE surfacing FeSi. (Conclusions) The radii of rounding of the cutting edges were measured. Histograms of the average radii of hardened knives were constructed depending on the hardening technology and the beveled area. It was determined that the hardening of the knives reduces the dynamics of changes in the radii of the rounding of the cutting edges.



**Keywords:** *knife, cutting edge radius, wear resistance, service life, hardening, high-frequency borating, electrospark machining.*

**For citation:** Lyalyakin V.P., Aulov V.F., Rozhkov Yu.N., Evsyukov A.A. Issledovaniye radiusov zakrugleniya rezhushchikh kromok uprochnennykh ploskikh nozhey posle proizvodstvennykh ispytaniy [Investigation of cutting edge radius of hardened flat knives after production tests]. *Tekhnicheskii servis mashin.* 2023. Vol. 61. N2(151). 113-123 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-113-123. EIJQBW.

DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-124-130     УДК 621.791.927.5

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ МЕТАЛЛОФОРМ ДЛЯ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ЛИТЬЯ ТРУБ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА ДУГОВОЙ НАПЛАВКОЙ**

<sup>1,2</sup>*Дмитрий Борисович Слинко, кандидат технических наук, доцент*  
*e-mail: maks52@inbox.ru;*

<sup>1</sup>*Анатолий Валентинович Чавдаров, кандидат технических наук*  
<sup>1</sup>*Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,*  
*Москва, Российская Федерация*

<sup>2</sup>*Московский государственный технический университет*  
*имени Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация*

**Реферат.** *В настоящее время металлоформы для отливки чугунных труб работают в тяжелых температурно-деформационных условиях, в результате чего они выходят из строя из-за износа их внутренней поверхности и образования там же трещин и сетки разгара. (Цель исследования) Изучить возможность бездефектной восстановительной наплавки внутренней поверхности металлоформ без предварительного подогрева в среде защитных газов. (Материалы и методы) Все работы по отработке технологии наплавки металлоформ проводили на образцах, вырезанных из оригинальных металлоформ. Приняли за основу способ дуговой наплавки в среде защитных газов. Опробовали для наплавки различные сварочные проволоки и защитные среды. Оценку качества наплавки на наличие пор и трещин до и после механической обработки проводили визуально с последующим определением химического состава и твердости наплавленного слоя. (Результаты и обсуждение) Осуществляли наплавку на внутренние поверхности образцов без их предварительного подогрева. Для наплавки опробовали различные проволоки: Св-18ХГС, Св-18ХМ и Нп-30ХГСА из расчета получения в наплавленном слое состава, близкого к составу основного металла. В результате для восстановительной наплавки была выбрана сварочная проволока Св-18ХМА диаметром 2,0 миллиметра, а в качестве защитной среды – сварочная смесь, обеспечивающие на выбранных режимах удовлетворительное формирование наплавленного слоя без пор и трещин с минимальным разбрызгиванием. Провели исследования по определению твердости и химического состава наплавленного слоя и основного металла металлоформ. (Выводы) Предложили технологию восстановительной наплавки внутренней поверхности металлоформ без предварительного подогрева. Сравнительный анализ твердости и химического состава наплавленного слоя и основного металла металлоформ показал в них сопоставимый уровень твердости и легирующих элементов, что позволит обеспечить необходимые износо- и термостойкость восстановленных металлоформ.*

**Ключевые слова:** *металлоформы, восстановительная наплавка, сварочные проволоки, защитный газ, наплавленный металл, твердость, химический состав.*

**Для цитирования:** Слинко Д.Б., Чавдаров А.В. Восстановление металлоформ для центробежного литья труб из высокопрочного чугуна дуговой наплавкой // *Технический сервис машин.* 2023. Т. 61. N2(151). С. 124-130. DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-124-130. JYJLPG.

**RESTORATION OF METAL MOLDS FOR CENTRIFUGAL CASTING OF PIPE FROM HIGH-STRENGTH IRON BY ARC  
WELDING**

<sup>1,2</sup>*Dmitriy B. Slinko, Ph.D.(Eng.), associate professor;*

<sup>1</sup>*Anatoliy V. Chavdarov, Ph.D.(Eng.)*

<sup>1</sup>*Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation*  
*State Technical University named after N.E. Bauman, Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** Currently, metal molds for casting cast-iron pipes operate under severe temperature and deformation conditions, as a result of which they fail due to wear of their inner surface and the formation of cracks and a mesh of heat in the same place. (Research purpose) The research purpose is studying the possibility of defect-free restorative surfacing of the inner surface of metal molds without preheating in the environment of protective gases. (Materials and methods) All work on the development of the metalform surfacing technology was carried out on samples cut from the original metalforms. The method of arc surfacing in the environment of protective gases was taken as a basis. Various welding wires and protective media were tested for surfacing. Assessment of the surfacing quality for the presence of pores and cracks before and after mechanical treatment was carried out visually, followed by determination of the chemical composition and hardness of the deposited layer. (Results and discussion) Surfacing was carried out on the inner surfaces of the samples without preheating them. Various wires were tested for surfacing: Sv-18XGS, Sv-18XM and Np-30XGSA based on obtaining a composition close to the composition of the base metal in the deposited layer. As a result, Sv-18XMA welding wire with a diameter of 2.0 millimeters was chosen for the restorative surfacing, and a welding mixture was used as a protective medium, ensuring satisfactory formation of the deposited layer without pores and cracks with minimal splashing in the selected modes. Studies were carried out to determine the hardness and chemical composition of the deposited layer and the base metal of metal forms. (Conclusions) Proposed a technology for reducing the surfacing of the inner surface of metal molds without preheating. A comparative analysis of the hardness and chemical composition of the deposited layer and the base metal of the metal forms showed a comparable level of hardness and alloying elements in them, which will ensure the necessary wear and heat resistance of the restored metal forms.

**Keywords:** metal molds, recovery surfacing, welding wires, shielding gas, deposited metal, hardness, chemical composition.

**For citation:** Slinko D.B., Chavdarov A.V. Vosstanovleniye metalloform dlya tsentrobezhnogo lit'ya trub iz vysokoprochnogo chuguna dugovoy naplavkoy [Restoration of metal molds for centrifugal casting of pipe from high-strength iron by arc welding]. Tekhnicheskii servis mashin. 2023. Vol. 61. N2(151). 124-130 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-124-130. JYJLPG.

DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-131-137

УДК 621.9.048

## **РАСЧЕТ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ НОЖЕЙ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ-РАЗБРАСЫВАТЕЛЯ СОЛОМЫ КОМБАЙНА**

**Юрий Николаевич Рожков, младший научный сотрудник;  
Валентин Павлович Лялякин, доктор технических наук, профессор,  
главный научный сотрудник, e-mail: valpal-1938@mail.ru;  
Вячеслав Федорович Аулов, кандидат технических наук,  
ведущий научный сотрудник  
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,  
Москва, Российская Федерация**

**Реферат.** Для утилизации незерновой части вороха различных культур в современных комбайнах осуществляется их измельчение, как правило, специальным агрегатом – измельчителем-разбрасывателем соломы. При его работе раздробленная солома рассеивается по полю, при этом ширина рассеивания регулируется конструктивно и технологически в зависимости от ширины захвата жатки комбайна, скорости движения, оборотов ротора. Качество раздробления и рассеивания растительного материала зависит от состояния рабочих органов измельчителя-разбрасывателя соломы – его ножей, при износе и затуплении которых ухудшаются основные параметры агротехнологии, возрастают энергозатраты, увеличиваются потери. (Цель исследования) Рассчитать и теоретически исследовать процесс резания ножей, а также определить зависимость толщины лезвия ножа от высоты сжимаемого (разрезаемого) слоя. (Материалы и методы) Приняли в качестве разрезаемого материала солому яровой пшеницы. Взяли в качестве исследуемого агрегата измельчитель-разбрасыватель соломы зерноуборочного комбайна Acros-590 Plus, оборудованного оригинальными ножами фирмы MWS (Германия). Выполнили расчеты оптимальной толщины лезвия ножа измельчителя-разбрасывателя соломы от высоты поступающего в него слоя незерновой части вороха. (Результаты и обсуждение) Исследования показали, что при различной высоте исходного слоя его разрезание ножом с толщиной режущей кромки 100 микрометров происходит при достижении высоты сжатия в 1,4 миллиметров для слоя 2 миллиметра и 99,4 миллиметров для слоя 100 миллиметров. Величина сжатия исходного двухмиллиметрового слоя при его разрезании составила 30 процентов (кратность или коэффициент сжатия  $k_{сж}$  примерно 1,3 раза), а для исходного стомиллиметрового слоя – 0,6 процентов (кратность сжатия примерно 0,03 раза). (Выводы) Из технологических соображений и существующей конструкции ножа ИРС комбайнов РСМ (Acros-590 Plus) целесообразно затачивать их лезвие на толщину 100 мкм и более.

**Ключевые слова:** нож, комбайн, измельчитель-разбрасыватель соломы, износостойкость, толщина лезвия, ресурс, упрочнение, процесс резания.

**Для цитирования:** Рожков Ю.Н., Лялякин В.П., Аулов В.Ф. Расчет и исследование процесса резания для повышения долговечности ножей измельчителя-разбрасывателя соломы комбайна // Технический сервис машин. 2023. Т. 61. N2(151). С. 131-137. DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-131-137. FBTSTQ.

**CALCULATION AND INVESTIGATION OF THE CUTTING PROCESS FOR IMPROVING THE DURABILITY OF KNIVES OF STRAW CHOPPER-SPREADER**

*Yuriy N. Rozhkov, junior researcher;  
Valentin P. Lyalyakin, Dr.Sc.(Eng.), professor, chief researcher;  
Vyacheslav F. Aulov, Ph.D.(Eng.), leading researcher  
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,  
Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** For the disposal of the non-grain part of the heap of various crops in modern combines, they are crushed, as a rule, by a special unit – a shredder-a straw spreader. During its operation, the crushed straw is scattered across the field, while the scattering width is regulated structurally and technologically depending on the width of the harvester's reaper, the speed of movement, the rotor speed. The quality of fragmentation and dispersion of plant material depends on the condition of the working organs of the shredder-straw spreader – its knives, with wear and blunting of which the basic parameters of agricultural technology deteriorate, energy consumption increases, losses increase. (Research purpose) The research purpose is calculation and theoretical investigation of the cutting process of the shredder-straw spreader, as well as determining the dependence of the thickness of the knife blade on the height of the compressible (cut) layer. (Materials and methods) Adopted spring wheat straw as the cut material. We took the straw shredder-spreader of the Acros-590 Plus combine harvester equipped with original knives from MWS (Germany) as the unit under study. Calculations of the optimal thickness of the blade of the straw shredder-spreader knife from the height of the layer of the non-grain part of the pile entering it were performed. (Results and discussion) Studies have shown that at different heights of the initial layer, its cutting with a knife with a cutting edge thickness of 100 micrometers occurs when a compression height of 1.4 millimeters is reached for a layer of 2 millimeters and 99.4 millimeters for a layer of 100 millimeters. The compression value of the initial two-millimeter layer when it is cut will be 30 percent (the multiplicity or compression ratio of the CSF is about 1.3 times), and for the initial hundred-millimeter layer - 0.6 percent (the compression ratio is about 0.03 times). (Conclusions) It is advisable to sharpen the blade for technological reasons and the existing design of the knife IRS combines PCM (Acros-590 Plus) to a thickness of 100  $\mu\text{m}$  or more.

**Keywords:** knife, harvester, straw chopper-spreader, wear resistance, blade thickness, resource, hardening, cutting process.

**For citation:** Rozhkov Yu.N., Lyalyakin V.P., Aulov V.F. Raschet i issledovaniye protsessa rezaniya dlya povysheniya dolgovechnosti nozhey izmel'chitelya-razbrasyvatelya solomy kombayna [Calculation and investigation of the cutting process for improving the durability of knives of straw chopper-spreader]. Tekhnicheskiiy servis mashin. 2023. Vol. 61. N2(151). 131-137 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-131-137. FBTSTQ.

DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-138-146

УДК:621.9.048.4

## УСТРАНЕНИЕ ТРЕЩИН В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДЕТАЛЯХ

*Александр Юрьевич Костюков, кандидат технических наук,  
ведущий научный сотрудник, e-mail: 11-lab@mail.ru;  
Вячеслав Федорович Аулов, кандидат технических наук,  
ведущий научный сотрудник;  
Алексей Алексеевич Евсюков, инженер  
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,  
Москва, Российская Федерация*

**Реферат.** Один из наиболее универсальных и эффективных методов восстановления деталей – способ электроискровой обработки. На базе данного метода был разработан технологический процесс, позволяющий получить толстослойное покрытие повышенной сплошности. Использование электроискровой обработки при восстановлении деталей представляет собой актуальную задачу устранения трещин в металлических деталях машин. (Цель исследования) Провести экспериментальные работы по устранению трещин в металлических

деталей машин способом электроискровой обработки, в том числе в целях получения герметичных покрытий. (Материалы и методы) Выбрали в качестве основных электродов бронзу БрКМц3-1, для электрода оплавления – медь М1 для экспериментальных работ по устранению трещин способом электроискровой обработки. Определили, что процесс устранения трещин проходил за несколько циклов. (Результаты и обсуждение) Эксперименты показали, что, используя только прием толстослойного электроискрового покрытия, возможно, закрыть трещину шириной до 1,5 миллиметров включительно, но практически невозможно получить герметичное покрытие. Установили в результате исследований влияния поверхностной пластической обработки, что средняя микротвердость покрытия, не обработанного способом поверхностно-пластической деформации, составила 250 по Виккерсу. Максимальная микротвердость образца, обработанного способом поверхностно-пластической деформации на глубине 0,05 миллиметров, составила более 500 по Виккерсу. (Выводы) Проведенные эксперименты по устранению трещин показали, что, используя только прием толстостенного электроискрового покрытия, несложно закрыть трещину шириной до 1,5 миллиметров включительно, но практически невозможно получить герметичное покрытие, так как оно имеет значительную пористость. Для тех случаев, где герметичность шва обязательна, необходима дополнительная обработка способом поверхностно-пластической деформации.

**Ключевые слова:** электроискровая обработка, электрод, восстановление деталей, трещина, поверхностно-пластическая деформация, пористость, герметизация.

**Для цитирования:** Костюков А.Ю., Аулов В.Ф., Евсюков А.А. Устранение трещин в металлических деталях // Технический сервис машин. 2023. Т. 61. N2(151). С. 138-146. DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-138-146. MVPOGT.

## ELIMINATION OF CRACKS IN METAL PARTS

*Aleksandr Yu. Kostyukov, Ph.D.(Eng.), leading researcher;*

*Vyacheslav F. Aulov, Ph.D.(Eng.), leading researcher;*

*Aleksey A. Evsyukov, engineer*

*Federal Scientific Agroengineering Center VIM,*

*Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** *One of the most versatile and effective methods of restoring parts is the method of electric spark processing. On the basis of this method, a technological process was developed that allows to obtain a thick-layer coating of increased continuity. The use of electric spark processing in the restoration of parts is an urgent task of eliminating cracks in metal parts of machines. (Research purpose) The research purpose is eliminating cracks in metal parts of machines by the electric spark processing to obtain sealed coatings. (Materials and methods) BRKMTS3-1 bronze was chosen as the main electrodes, M1 copper was chosen for the reflow electrode for experimental work to eliminate cracks by electric spark treatment. It was determined that the process of eliminating cracks took place in several cycles. (Results and discussion) Experiments have shown that, using only the reception of a thick-layer electric spark coating, it is possible to close a crack up to 1.5 millimeters wide inclusive, but it is practically impossible to obtain a sealed coating. It was established as a result of studies of the effect of surface plastic treatment that the average microhardness of the coating, untreated by the method of surface plastic deformation, was 250 according to Vickers. The maximum microhardness of the sample treated by the method of surface plastic deformation at a depth of 0.05 millimeters was more than 500 Vickers. (Conclusions) The experiments carried out to eliminate cracks have shown that using only the reception of a thick-walled electric spark coating, it is easy to close a crack up to 1.5 millimeters wide inclusive, but it is almost impossible to obtain a sealed coating, since it has significant porosity. For those cases where the tightness of the seam is mandatory, additional processing by the method of surface plastic deformation is necessary.*

**Keywords:** *electrospark machining, electrode, restoration of parts, crack, surface plastic deformation, porosity, sealing.*

**For citation:** Kostyukov A.Yu., Aulov V.F., Evsyukov A.A. Ustraneniye treshchin v metallicheskih detalyakh [Elimination of cracks in metal parts]. Tekhnicheskii servis mashin. 2023. Vol. 61. N2(151). 138-146 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-138-146. MVPOGT.

DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-147-156      УДК 621.762.227

## ИЗНОСОСТОЙКИЕ ПОРОШКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### ДЛЯ ПЛАЗМЕННО-ПОРОШКОВОЙ НАПЛАВКИ

<sup>1</sup>*Екатерина Владимировна Агеева, доктор технических наук,*

*профессор, e-mail: ageeva-ev@yandex.ru;*

<sup>2</sup>*Владимир Исаевич Серебровский, доктор технических наук,  
профессор;*

<sup>1</sup>*Евгений Викторович Агеев, доктор технических наук, профессор*

<sup>2</sup>*Владимир Алексеевич Кончин, аспирант*

<sup>1</sup>*Юго-Западный государственный университет,  
г. Курск, Российская Федерация*

<sup>2</sup>*Курская государственная сельскохозяйственная академия  
имени И.И. Иванова, г. Курск, Российская Федерация*

**Реферат.** Среди порошковых наплавочных материалов, обладающих высокой твердостью и стойкостью к абразивному износу, одни из наиболее перспективных – порошки на основе систем WC-TiC-Co, представляющие собой основу твердых сплавов. (Цель исследования) Получить и исследовать износостойкие порошковые материалы для плазменно-порошковой наплавки электродиспергированием отходов твердого сплава марки T30K4 в керосине. (Материалы и методы) Выбрали в качестве исходного материала некондиционные твердосплавные пластины марки T30K4; в качестве рабочей жидкости – осветительный керосин. Решали поставленные в работе задачи по исследованию состава, структуры и свойств полученных твердосплавных порошков с использованием современного оборудования и взаимодополняющих методов физического материаловедения. Осуществляли электродиспергирование отходов твердого сплава на оригинальной установке; исследовали форму и морфологию поверхности частиц на электронно-ионном сканирующем микроскопе с полевой эмиссией электронов QUANTA 600 FEG; гранулометрический состав частиц – на лазерном анализаторе размеров частиц Analysette 22 NanoTec; рентгеноспектральный микроанализ частиц проводили на энергодисперсионном анализаторе рентгеновского излучения фирмы EDAX, встроенном в растровый электронный микроскоп QUANTA 200 3D; фазовый анализ частиц выполняли на рентгеновском дифрактометре Rigaku Ultima IV. (Результаты и обсуждение) Разработали и исследовали новую технологию получения твердосплавного электроэрозионного порошка, пригодного для плазменно-порошковой наплавки, эффективность которой подтверждается свойствами предложенного порошкового материала: сферическая форма частиц порошка; средний размер частиц порошка составляет 58,4 микрометров; частицы порошка с равномерным распределением легирующих элементов: C, Co, Ti и W; частицы порошка включают в себя фазы карбидов WC и TiC. (Выводы) Проведенные исследования показали, что способом электроэрозионного диспергирования отходов твердого сплава марки T30K4 возможно получить износостойкий порошок-сплав с равномерным распределением легирующих элементов.

**Ключевые слова:** плазменно-порошковая наплавка, износостойкие порошки, электродиспергирование, отходы твердого сплава, гранулометрический состав, сферическая форма.

**Для цитирования:** Агеева Е.В., Серебровский В.И., Агеев Е.В., Кончин В.А. Износостойкие порошковые материалы для плазменно-порошковой наплавки // Технический сервис машин. 2023. Т. 61. N2(151). С. 147-156. DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-147-156. MFSZJW.

## WEAR-RESISTANT POWDER MATERIALS FOR PLASMA-POWDER SURFACING

<sup>1</sup>*Ekaterina V. Ageeva, Dr.Sc.(Eng.), professor;*

<sup>2</sup>*Vladimir I. Serebrovskiy, Dr.Sc.(Eng.), professor;*

<sup>1</sup>*Evgeniy V. Ageev, Dr.Sc.(Eng.), professor;*

<sup>2</sup>*Vladimir A. Konchin, postgraduate*

<sup>1</sup>*Southwest State University, Kursk, Russian Federation*

<sup>2</sup>*Kursk State Agricultural Academy  
named after I.I. Ivanov, Kursk, Russian Federation*

**Abstract.** Among powder surfacing materials with high hardness and resistance to abrasive wear, powders based on WC-TiC-Co systems, which are the basis of hard alloys, are among the most promising. (Research purpose) The research purpose is investigating wear-resistant powder materials for plasma-powder surfacing by electrodispersing solid alloy waste of the T30K4 brand in kerosene. (Materials and methods) We chose substandard carbide plates of the T30K4 brand as the starting material; lighting kerosene as the working fluid. We solved the tasks set in the work on the study of the composition, structure and properties of the obtained carbide powders using modern equipment and complementary methods of physical materials science. Electrodispersion of solid alloy waste was carried out on the

original installation; the shape and morphology of the particle surface were studied on an electron-ion scanning microscope with field emission of electrons QUANTA 600 FEG; particle size composition – on a laser particle size analyzer Analysette 22 NanoTec; X-ray spectral microanalysis of particles was carried out on an energy dispersive X-ray analyzer of EDAX company, integrated into a scanning electron microscope QUANTA 200 3D; phase analysis of particles was performed on an X-ray diffractometer Rigaku Ultima IV. (Results and discussion) A new technology for producing a carbide electroerosive powder suitable for plasma-powder surfacing has been developed and investigated, the effectiveness of which is confirmed by the properties of the proposed powder material: the spherical shape of powder particles; the average size of powder particles is 58.4 micrometers; powder particles with a uniform distribution of alloying elements: C, Co, Ti and W; powder particles include phases of carbides WC and TiC. (Conclusions) The conducted studies have shown that it is possible to obtain a wear-resistant powder alloy with a uniform distribution of alloying elements by the method of electroerosive dispersion of solid alloy waste of the T30K4 brand.

**Keywords:** plasma-powder surfacing, wear-resistant powders, electrodispersion, hard alloy waste, particle size distribution, spherical shape.

**For citation:** Ageyeva E.V., Serebrovskiy V.I., Ageyev E.V., Konchin V.A. Iznosostoykiye poroshkovyye materialy dlya plazmenno-poroshkovoy naplavki [Wear-resistant powder materials for plasma-powder surfacing]. Tekhnicheskii servis mashin. 2023. Vol. 61. N2(151). 147-156 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-147-156 MFSZJW.

#### IMPROVING THE EFFICIENCY OF RESTORATION AND HARDENING OF THE WORKING BODIES OF TILLAGE MACHINES BY PLASMA-POWDER SURFACING OF CARBIDE ELECTROEROSIVE MATERIALS

<sup>1</sup>Ekaterina V. Ageeva, Dr.Sc.(Eng.), professor;

<sup>2</sup>Vladimir I. Serebrovskiy, Dr.Sc.(Eng.), professor;

<sup>1</sup>Evgeniy V. Ageev, Dr.Sc.(Eng.), professor;

<sup>2</sup>Vladimir A. Konchin, postgraduate

<sup>1</sup>Southwest State University, Kursk, Russian Federation

<sup>2</sup>Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov,

Kursk, Russian Federation

**Abstract.** The use of powders obtained from solid alloy waste as a highly solid dispersed component of the composition for plasma-powder surfacing will improve the quality, reliability and durability of plasma coatings of working bodies of tillage machines with a minimum of costs for powder materials. However, the properties of these plasma coatings have not been studied enough, so it is necessary to conduct comprehensive studies. (Research purpose) The research purpose is improving the technology of restoration and hardening of the working bodies of tillage machines by plasma-powder surfacing of powder materials obtained by electroerosive dispersion of solid alloy waste T30K4. (Materials and methods) Carbide powders made by electrodispersing solid alloy waste T30K4 in kerosene were used to obtain plasma coatings. We chose for the renovation object a pointed cultivator paw made of 40XC rolled steel. The obtained plasma coatings were studied using modern equipment and complementary methods of physical materials science. (Results and discussion) We have developed, tested and investigated a new technology for restoring and strengthening the working bodies of tillage machines using the example of a pointed cultivator paw by plasma-powder surfacing of carbide electroerosive powder materials. The effectiveness of the development was confirmed by the properties of plasma coatings: the microstructure of the coating has a fine-grained structure, without inclusions, uniform phase distribution and the absence of pores, cracks and discontinuities; elements W, Ti and Co in the coating are evenly distributed; phases of carbides WC and TiC are present; the grain size of the coatings is about 0.3 micrometers; the microhardness of the coatings is about 14245 megapascals. (Conclusions) The results of field tests showed that the resource of the working bodies of tillage machines, restored and strengthened with carbide electroerosion materials, is 1.25 times higher than the resource of new parts.

**Keywords:** working body, restoration and hardening, plasma-powder surfacing, carbide electroerosive powders, properties of plasma coatings.

**For citation:** Ageyeva E.V., Serebrovskiy V.I., Ageyev E.V., Konchin V.A. Povysheniye effektivnosti protsessa vosstanovleniya i uprochneniya rabochikh organov pochvoobrabatывayushchikh mashin plazmenno-poroshkovoy naplavkoy tverdosplavnykh elektroerozionnykh materialov [Improving the efficiency of restoration and hardening of the working bodies of tillage machines by plasma-powder surfacing of carbide electroerosive materials]. Tekhnicheskii servis mashin. 2023. Vol. 61. N2(151). 147-156 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-147-156. MFSZJW.

*Илья Владимирович Романов, младший научный сотрудник;  
Роман Николаевич Задорожний, кандидат технических наук,  
ведущий научный сотрудник;  
Елизавета Юрьевна Кудряшова, кандидат технических наук,  
научный сотрудник, e-mail: gosniti1953@mail.ru  
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,  
Москва, Российская Федерация*

**Реферат.** *Очень часто в технологиях ремонта и восстановления деталей, а также при создании новых деталей, используют порошки металлов и сплавов. С развитием машиностроения к таким материалам предъявляются высокие требования, которые связаны с определенными физико-химическими и гранулометрическими показателями. В настоящее время известно большое количество разнообразных способов получения металлических порошков. Многие из них имеют ряд недостатков: высокие энергозатраты, неправильная форма частиц, наличие примесей. Метод электроэрозионного диспергирования служит одним из наиболее энергоэффективных и позволяет получать металлические порошки с частицами правильной формы и малых размеров. Однако существующие установки не дают возможности вывести процесс на промышленный уровень в связи с устаревшими и маломощными компонентами электрических схем. (Цель исследования) Увеличить производительность и коэффициент полезного действия установки для электроэрозионного диспергирования, а также улучшить качественные характеристики металлических порошков, получаемых с ее помощью. (Материалы и методы) Изучили литературные источники, научные работы и патенты, использовали лабораторную установку ЦКП «Нано-Центр» ФНАЦ ВИМ. (Результаты и обсуждение) Описали процесс электроэрозионного диспергирования, рассмотрели принцип работы существующей лабораторной установки. Выявили, что данная установка имеет ряд недостатков, которые существенно влияют на показатели производительности и коэффициент полезного действия. Предложили варианты модернизации и разработали новую электрическую схему наиболее важного узла установки, которую дополнили вспомогательными электронными компонентами. Оснастили конструкцию принципиально новыми узлами. (Выводы) Предложенная схема модернизированной установки для электроэрозионного диспергирования обеспечивает повышение производительности и коэффициента полезного действия и отвечает современным промышленным требованиям.*

**Ключевые слова:** *электроэрозионное диспергирование, лабораторная установка, модернизация, электронные компоненты, производительность.*

**Для цитирования:** Романов И.В., Задорожний Р.Н., Кудряшова Е.Ю. Модернизация установки для электроэрозионного диспергирования // Технический сервис машин. 2023. Т. 61. N2(151). С. 157-164. DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-157-164. QOMNPC.

## MODERNIZATION OF THE INSTALLATION FOR ELECTRIC EROSION DISPERSION

*Il'ya V. Romanov, junior researcher;  
Roman N. Zadorozhnyi, Ph.D.(Eng.), leading researcher;  
Elizaveta Yu. Kudryashova, Ph.D.(Eng.), research assistant  
Federal Scientific Agroengineering  
Center VIM, Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** *Very often, powders of metals and alloys are used in the technologies of repair and restoration of parts, as well as when creating new parts. With the development of mechanical engineering, high requirements are imposed on such materials, which are associated with certain physico-chemical and granulometric indicators. Currently, a large number of different methods for producing metal powders are known. Many of them have a number of disadvantages: high energy consumption, irregular particle shape, the presence of impurities. The method of electroerosive dispersion is one of the most energy-efficient and allows to obtain metal powders with particles of the correct shape and small sizes. However, existing installations do not make it possible to bring the process to the industrial level due to outdated and low-power components of electrical circuits. (Research purpose) The research purpose is increasing the productivity and efficiency of the installation for electroerosive dispersion, as well as improving the quality characteristics of metal powders obtained with its use. (Materials and methods) Studied literary sources, scientific papers and patents, used the laboratory installation of the CCP "Nano-Center" FNAC VIM. (Results and discussion) Described the process of electroerosive dispersion, examined the principle of operation of the existing laboratory installation. It was revealed that this installation has a number of disadvantages that significantly affect performance indicators and efficiency. They proposed modernization options and developed a new electrical circuit of the most important unit of the installation, which was supplemented with auxiliary electronic components. The structure was equipped with fundamentally new nodes. (Conclusions) The proposed scheme of an upgraded installation for electroerosive dispersion provides an increase in productivity and efficiency and meets modern industrial requirements.*

**Keywords:** *electroerosive dispersion, laboratory installation, modernization, electronic components, productivity.*

**For citation:** Romanov I.V., Zadorozhniy R.N., Kudryashova E.Yu. Modernizatsiya ustanovki dlya elektroerozionnogo dispergirovaniya [Modernization of the installation for electric erosion dispersion]. *Tekhnicheskii servis mashin.* 2023. Vol. 61. N2(151). 157-164 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-157-164. QOMNPC.

DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-166-176 УДК 631.372:629.735

## **АВИАЦИЯ НА СЛУЖБЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР: ИСТОРИЯ ВОПРОСА**

*Дмитрий Алексеевич Соболев, кандидат технических наук,  
ведущий научный сотрудник, e-mail: daso1152@mail.ru  
Институт истории естествознания и техники  
Российской академии наук, Москва, Российская Федерация*

**Реферат.** Советский Союз был первой страной, где на государственном уровне велись работы по опылению химикатами и севу сельскохозяйственных культур с воздуха. (Цель исследования) Провести полноценный обзор по истории применения авиации в народном хозяйстве СССР почти за 70 лет; описать типы летательных аппаратов для опыления растений и борьбы с вредными насекомыми – «Конёк-Горбунок», АП, Ан-2СХ, М-15, легкие вертолеты «Ми» и «Ка». (Материалы и методы) Написали работу на основе сбора и анализа архивных документов и мемуарной литературы по данной теме. (Результаты и обсуждение) Показали ошибочность решения о применении реактивной авиации для сельскохозяйственных задач. Данная идея возникла в связи с желанием повсеместно перейти на использование керосина вместо более дорогого авиационного бензина, но особенности турбореактивного двигателя оказались несовместимы с задачами сельскохозяйственных авиаработ. Отметили – по себестоимости использования самым удачным был биплан Ан-2 – от 1,2 рубля на гектар, что заметно дешевле по сравнению с М-15 и вертолетами. На создание самолета уходило около 10 лет, а применялся он в сельскохозяйственной авиации более 40 лет. (Выводы). Составили диаграмму авиационной обработки полей и лесов в 1932-1990 годах по результатам отчетов Министерства гражданской авиации. Выделили три этапа в истории авиационных сельскохозяйственных работ: 1932-1952 годы – этап ограниченного применения из-за недостаточного финансирования, 1953-1985 годы – этап быстрого роста объема авиаработ; 1986-1990 годы – резкое двукратное снижение показателей из-за общего экономического кризиса в стране, повышения цен на химикаты и горючее, а также устаревания авиапарка.

**Ключевые слова:** самолет, химикаты, биплан, сельскохозяйственная авиация, обработка полей, распылитель.

**Для цитирования:** Соболев Д.А. Авиация на службе сельского хозяйства СССР: история вопроса // *Технический сервис машин.* 2023. Т. 61. N2(151). С. 166-176. DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-166-176. TXFSDI.

## **AVIATION AT THE SERVICE OF AGRICULTURE IN THE USSR: BACKGROUND**

*Dmitriy A. Sobolev, Ph.D.(Eng.), leading researcher  
Institute for the History of Science and Technology  
Russian Academy of Science, Moscow, Russian Federation*

**Abstracts.** The Soviet Union was the first country where chemical pollination and aerial sowing of agricultural crops were carried out at the state level. (Research purpose) The research purpose is a full review of the history of the aviation in the national economy of the USSR for almost 70 years; description of the aircraft for pollination of plants and control of harmful insects – "Humpback Horse", AP, An-2SH, M-15, light helicopters "Mi" and "Ka". (Materials and methods) Wrote a paper based on the collection and analysis of archival documents and memoir literature on this topic. (Results and discussion) They showed the fallacy of the decision on the use of jet aircraft for agricultural tasks. This idea arose in connection with the desire to switch everywhere to the use of kerosene instead of more expensive aviation gasoline, but the features of the turbojet engine turned out to be incompatible with the tasks of agricultural aircraft. They noted that the An-2 biplane was the most successful at the cost of use - from 1.2 rubles per hectare, which is noticeably cheaper compared to the M-15 and helicopters. It took about 10 years to create the aircraft, and it was used in agricultural aviation for more than 40 years. (Conclusions). We made a diagram of the aviation processing of fields and forests in 1932-1990 based on the results of the reports of the Ministry of Civil Aviation. Three stages in the history of aviation agricultural work were identified: 1932-1952 – the stage of limited use due to insufficient funding, 1953-1985 - the stage of rapid growth in the volume of aircraft work; 1986-1990 – a sharp twofold decline



in indicators due to the general economic crisis in the country, rising prices for chemicals and fuel, as well as the obsolescence of the fleet.

**Keywords:** aircraft, chemicals, biplane, agricultural aviation, field treatment, sprayer.

**For citation:** Sobolev D.A. Aviatsiya na sluzhbe sel'skogo khozyaystva SSSR: istoriya voprosa [Aviation at the service of agriculture in the USSR: background]. Tekhnicheskij servis mashin. 2023. Vol. 61. N2(151). 166-176 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-166-176. TXFSDI.

DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-177-185

УДК 631.311

**РЕАЛИЗАЦИЯ ИДЕЙ В.П. ГОРЯЧКИНА  
В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ РАБОЧИХ СКОРОСТЕЙ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ  
АГРЕГАТОВ**

*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.** Труды академика В.П. Горячкина, в том числе созданная им «Земледельческая механика», послужили фундаментом и основой широкого развития исследований по решению проблемы повышения рабочих скоростей машинно-тракторных агрегатов, их научным и методическим ядром. Одной из его важнейших научных разработок стала теория масс и скоростей, которая позволила коренным образом изменить направление развития энергетических и технологических средств для обработки почвы. (Цель исследования) Проанализировать реализацию идей В.П. Горячкина в решении одной из крупнейших научно-технических проблем – проблеме повышения рабочих скоростей машинно-тракторных агрегатов. (Материалы и методы) Провели анализ литературных источников путем применения историко-аналитического метода. Использовали в качестве объектов исследования оригинальные работы отечественных авторов: монографии, отчеты научно-исследовательских учреждений, научные журналы, материалы конференций. (Результаты и обсуждение) Выявили, что успешное внедрение двух поколений скоростной техники способствовало постановке вопроса о дальнейшем повышении скорости работы машинно-тракторных агрегатов. Определили оптимальные параметры перспективной скоростной сельскохозяйственной техники, режимы ее работы, рациональные диапазоны повышения рабочих скоростей, наметили пути ее конструирования и использования, убедительно доказали эффективность и техническую возможность создания, внедрения и рационального использования скоростной техники. Отметили, что в технической политике в области тракторного и сельскохозяйственного машиностроения был совершен решительный поворот в сторону создания скоростной техники, обеспечивающей существенное повышение производительности машинно-тракторных агрегатов. (Выводы) Успех крупных научно-технических проектов базируется на преемственности научных разработок и технических достижений предшественников, их реализации и развитии с учетом последних современных достижений.

**Ключевые слова:** повышение рабочих скоростей, теория масс и скоростей, машинно-тракторные агрегаты, сельскохозяйственное производство, увеличение сменной производительности, скоростная техника.

**Для цитирования:** Ценч Ю.С., Курбанова Е.С. Реализация идей В.П. Горячкина в решении проблемы повышения рабочих скоростей машинно-тракторных агрегатов // Технический сервис машин. 2023. Т. 61. N2(151). С. 177-185. DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-177-185.UWGOWO.

**IMPLEMENTATION OF V.P. GORYACHKIN'S IDEAS IN INCREASING  
THE WORKING SPEEDS OF MACHINE-TRACTOR UNITS**

*Yulia 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 works of academician V.P. Goryachkin, including the "Agricultural Mechanics" created by him, served as the foundation and basis for the broad development of research to solve the problem of increasing the working speeds of machine-tractor units, their scientific and methodological core. One of his most important scientific developments was the theory of masses and velocities, which made it possible to radically change the direction of development of energy and technological means for tillage. (Research purpose) The research purpose is analyzing the implementation of Goryachkin's ideas in solving one of the largest scientific and technical problems, the problem of increasing the working speeds of machine-tractor units. (Materials and methods) Conducted an analysis of literary sources by applying the historical-analytical method. Original works of Russian authors were used as objects of research: monographs, reports of research institutions, scientific journals, conference materials. (Results and discussion) It was revealed that the successful introduction of two generations of high-speed equipment gave reason to raise the question of further increasing the speed of machine-tractor units. We determined the optimal parameters of promising high-speed agricultural machinery, its operating modes, rational ranges of increasing operating speeds, outlined the ways of its design and use, convincingly proved the effectiveness and technical feasibility of creating, implementing and rational use of high-speed machinery. It was noted that in the technical policy in the field of tractor and agricultural engineering, a decisive turn was made towards the creation of high-speed equipment that provides a significant increase in the productivity of machine-tractor units. (Conclusions) The success of major scientific and technical projects is based on the continuity of scientific developments and technical achievements of their predecessors, their implementation and development taking into account the latest modern achievements.*

**Keywords:** *increase of working speeds, theory of masses and velocities, machine-tractor units, agricultural production, increase of shift productivity, high-speed machinery.*

**For citation:** Tsench Yu.S., Kurbanova E.S. Realizaciya idej V.P. Goryachkina v reshenii problemy povysheniya rabochih skorostej mashinno-traktornyh agregatov [Implementation of V.P. Goryachkin's ideas in increasing the working speeds of machine-tractor units]. *Tekhnicheskij servis mashin.* 2023. Vol. 61. N2(151). 177-185 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2023-61-2-177-185. UWGOWO.