

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОНИТОРИНГА СИСТЕМЫ «ЧЕЛОВЕК–МАШИНА–СРЕДА» И ПРАВИЛ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ТРАКТОРОВ

*Николай Алексеевич Петрищев, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: gosniti14@mail.ru;*

*Михаил Николаевич Костомахин, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник;*

*Александр Сергеевич Саяпин, младший научный сотрудник;*

*Ирина Борисовна Ивлева, ведущий специалист*

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

**Реферат.** В период полевых работ машины и технический персонал работают практически на пределе своих возможностей, при этом назрела острая необходимость комплексного контроля взаимодействия состояния системы «Человек–машина–среда» и правил эксплуатации для повышения эксплуатационной надежности тракторов. (Цель исследования) Разработать макетный образец электронной цифровой системы, которая поможет оператору контролировать изменения эксплуатационных факторов для повышения надежности вверенной техники. (Материалы и методы) Провели поисковые исследования по использованию терминала Galileo Sky+, работающего совместно с дополнительными программируемыми бесконтактными датчиками, что дало возможность совершенствования системы для повышения эксплуатационной надежности. (Результаты и обсуждение) Привели примеры, описание процесса учета человеческого фактора в системе «Человек–машина–среда». Определили, что контроль событий используется для помощи оператору, владельцу с целью уменьшения доли субъективных оценок в эффективности эксплуатации тракторов, подготовленности оператора к работе. (Выводы) Использование предложенных решений для совершенствования мониторинга системы «Человек–машина–среда» позволит минимизировать негативное влияние и риски отказов, вызванных человеческим фактором при эксплуатации техники. По предварительным экспертным оценкам эффективность использования системы позволит снизить эксплуатационные затраты и не допускать грубых ошибок при эксплуатации тракторов.

**Ключевые слова:** контроль качества вождения, трактор, трансмиссия, эксплуатационная надежность, терминал, человеческий фактор.

**Для цитирования:** Петрищев Н.А., Костомахин М.Н., Саяпин А.С., Ивлева И.Б. Совершенствование мониторинга системы «Человек–машина–среда» и правил эксплуатации для повышения эксплуатационной надежности тракторов // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N3(140). С. 12-20.

## IMPROVING THE HUMAN-MACHINE-ENVIRONMENT MONITORING SYSTEM AND OPERATION RULES FOR INCREASING OPERATIONAL TRACTOR RELIABILITY

*Nikolay A. Petrishchev, Ph.D (Eng.), leading researcher,  
e-mail: gosniti14@mail.ru;*

*Mikhail N. Kostomakhin, Ph.D (Eng.), leading researcher;*

*Aleksandr S. Sayapin, junior researcher;*

*Irina B. Ivleva, leading specialist*

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

**Abstract.** During fieldwork, machines and technical personnel work almost to the limit of their capabilities, while there is an urgent need for comprehensive monitoring of the interaction of the "Human–machine–environment" system and the operating rules for improving the operational reliability of tractors. (Research purpose) The research purpose is in developing a prototype of an electronic digital system that will help the operator to control changes in operational factors for improving the reliability of the entrusted equipment. (Materials and methods) The article presents conducted

research on the use of the Galileo Sky+ terminal, which works together with additional programmable contactless sensors. This made it possible improving the system for increasing operational reliability. (Results and discussion) The article present examples and describes the accounting process for the human factor in the Human-machine-environment system. Authors have found that using the monitoring helps the operator and owner in reducing the share of subjective assessments in the efficiency of tractor operation and the readiness to work. (Conclusion) Using the proposed solutions for improving monitoring of the "Human-machine-environment" system will minimize the negative impact and risks of failures caused by the human factor in the operation of equipment. According to preliminary expert estimates, the efficiency of using the system will reduce operating costs and prevent gross errors in the operation of tractors.

**Keywords:** driving quality control, tractor, transmission, operational reliability, terminal, human factor.

**For citation:** Petrishchev N.A., Kostomakhin M.N., Sayapin A.S., Ivleva I.B. Sovershenstvovanie monitoringa sistemy «Chelovek–mashina–sreda» I pravil eksluatacii dla povishenia ekspluatacionnoy nadezhnosti traktorov [Improving the human-machine-environment monitoring system and operation rules for increasing operational tractor reliability]. *Technicheskiy servis machin.* 2020. Vol. 58. N3(140). 12-20 (In Russian).

DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-3-21-27

УДК 681.2.08

## НОВОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

<sup>1</sup>*Петр Алексеевич Табаков, кандидат технических наук, профессор, e-mail: petr\_46@mail.ru;*

<sup>2</sup>*Александр Петрович Табаков, инженер,*

<sup>1</sup>*Чебоксарский институт (филиал) Московского политехнического университета, г. Чебоксары,*

*Чувашская Республика, Российская Федерация*

<sup>2</sup>*ООО «Батыревская сельхозтехника», с. Батырево,*

*Чувашская республика, Российская Федерация*

**Реферат.** При ремонте автотракторных узлов часто приходится решать вопрос повторного использования подшипников качения в пределах допустимых размеров. Заводы перестали выпускать недорогие приборы для ремонтных нужд, и при ремонте техники часто все подшипники качения меняются на новые, хотя некоторые старые подшипники могут надежно работать до следующего ремонта. (Цель исследования) Расширение функциональных возможностей имеющего устройства для измерения радиального зазора в подшипниках, разработка чертежей и получение патента на устройство, где возможно повышение точности измерения в подшипниках качения. (Материалы и методы) Создали технологическое оборудование, позволяющее сокращать себестоимость ремонта, повторно используя старые детали в пределах допустимых размеров. (Результаты и обсуждение) Разработали чертежи для изготовления устройства для измерения отклонений параметров подшипников и получили патент N 137925 от 5 февраля 2014 г. Прибор позволяет измерять радиальный и осевой зазор в подшипниках качения, лункообразования на беговых дорожках шарикоподшипников, эллипса деталей (шестерен, шкивов), биения детали в горизонтальной плоскости. (Выводы) Использование данного прибора позволяет измерять зазоры в подшипниках быстро и с высокой точностью. Прибор прост в конструкции и изготовлении, универсален, выполняет несколько операций, имеет небольшие габаритные размеры и высокую надежность. Сокращает время и трудозатраты на проведение контроля. Уменьшает себестоимость ремонтных работ. Улучшает качество ремонта, увеличивая ресурс отремонтированных узлов.

**Ключевые слова:** подшипники качения, отклонение параметров, радиальный и осевой зазор, устройство для измерения.

**Для цитирования:** Табаков П.А., Табаков А.П. Новое устройство для измерения подшипников качения // *Технический сервис машин.* 2020. Т. 58. N3(140). С. 21-27.

## NEW DEVICE FOR MEASURING THE ROLLING BEARINGS

<sup>1</sup>*Petr A. Tabakov, Ph.D (Eng.), professor,*

<sup>2</sup>*Aleksandr P. Tabakov, engineer,*

<sup>1</sup>*Cheboksary Institute (branch) of the Moscow Polytechnic University,*

*Cheboksary, Chuvash Republic, Russian Federation*  
*<sup>2</sup>LLC, Batyrevskaya Agricultural Equipment,*  
*Batyrevo village, Chuvash Republic, Russian Federation*

**Abstract.** *When repairing automotive components, it is often necessary to solve the issue of re-using rolling bearings within acceptable dimensions. Factories have stopped producing inexpensive devices for repair needs, and when repairing equipment, all rolling bearings are often replaced with new ones, although some old bearings can work reliably until the next repair. (Research purpose) The research purpose is in expanding the functionality of the existing device for measuring the radial clearance in bearings, developing drawings and applying a patent for a device where it is possible to increase the accuracy of measurement in rolling bearings. (Materials and methods) Authors have created technological equipment that allows to reduce the cost of repairs by reusing old parts within acceptable dimensions. (Results and discussion) The article presents the drawings for manufacturing a device for measuring deviations of bearing parameters and patent N 137925 dated February 5, 2014. The device allows to measure radial and axial clearance in the bearings, crater wear on treadmills, ball, ellipse parts (gears, pulleys) and beating of parts in a horizontal plane. (Conclusion) The use of this device allows measuring the bearing clearances quickly and with high precision. The device is simple in design and manufacture, versatile, performs several operations, has small dimensions and high reliability. It reduces the time and labor required for monitoring, reduces the cost of repairs and improves the quality of repairs by increasing the resource of repaired parts.*

**Keywords:** *rolling bearings, parameter deviation, radial and axial clearance, device for measurement.*

**For citation:** Tabakov P.A., Tabakov A.P. Novoye ustroystvo dlya izmereniya podshipnikov kacheniya [New device for measuring the rolling bearings]. *Tekhnicheskii servis mashin.* 2020. Vol. 58. N3(140). 21-27 (In Russian).

DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-3-28-37

УДК 631.3-027

## **ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И МАНЕВРЕННОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО МАЛОТОННАЖНОГО АВТОПОЕЗДА ПРИ КРИТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ДВИЖЕНИЯ**

<sup>1</sup>*Захид Адыгезалович Годжаев, член-корреспондент*

*Российской академии наук, профессор,*

*главный научный сотрудник, e-mail: fic51@mail.ru;*

<sup>1</sup>*Теймур Захидович Годжаев, инженер;*

<sup>2</sup>*Владимир Александрович Короляш, инженер;*

<sup>2</sup>*Ольга Юрьевна Соловьева, инженер*

<sup>1</sup>*Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,*

*Москва, Российская Федерация*

<sup>2</sup>*Волгоградский государственный технический университет,*

*г. Волгоград, Российская Федерация*

**Реферат.** *Рассмотрены условия безопасной эксплуатации малотоннажных автопоездов с габаритными прицепами, а именно универсальные платформы грузоподъемностью до 3 тонн, способные перевозить сельскохозяйственные машины, минизаводы и другую технику, а также туристические домики. Транспортировка таких прицепов на колесах сопряжена с большими рисками, возникающими на малых радиусах поворота, при экстренном торможении. (Цель исследования) Повысить безопасность эксплуатации и маневренности сельскохозяйственного малотоннажного автопоезда, работающего в сложных дорожных и рельефных условиях сельскохозяйственного производства. (Материалы и методы) Проанализировали результаты исследований и экспериментов по безопасной эксплуатации малотоннажных автопоездов с прицепами массой до 1 тонны. Разработали и испытали на базе ВИМ и Волжского государственного технического университета механическое сцепное устройство с гибкой связью, повышающее управляемость и маневренность прицепа. (Результаты и обсуждение) Определили критические радиусы поворота в зависимости от скорости малотоннажного автопоезда при различных состояниях дороги и различной загруженности прицепа при движении передним и задним ходом для обычного одноосного прицепа грузоподъемностью в 1,5; 2; 2,5; 3 тонны. Выявили, что возможности маневрирования в значительной мере*

обеспечиваются дополнительным усилием в тросе, поэтому рекомендуем использовать трос диаметром не менее 9 миллиметров. (Выводы) Дальнейшие исследования дадут возможность определить критические показатели безопасной эксплуатации малотоннажного автопоезда грузоподъемностью до 3,5 тонн: безопасную скорость при прохождении критических поворотов, экстренного торможения и движения задним ходом.

**Ключевые слова:** сцепное устройство, малотоннажные автопоезда, эксплуатационная безопасность, торможение, критический радиус поворота.

**Для цитирования:** Годжаев З.А., Годжаев Т.З., Короляш В.А., Соловьева О.Ю. Исследование безопасности эксплуатации и маневренности сельскохозяйственного малотоннажного автопоезда при критических условиях движения // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N3(140). С. 28-37.

## RESEARCH OF OPERATION SAFETY AND MANEUVERABILITY OF AGRICULTURAL LOW-TONNAGE ROAD TRAIN UNDER CRITICAL TRAFFIC CONDITIONS

<sup>1</sup> *Zakhid A. Godzhayev, corresponding member of Russian Academy  
of Sciences, professor, chief researcher, e-mail: fic51@mail.ru;*

<sup>1</sup> *Teymur Z., engineer;*

<sup>2</sup> *Vladimir A. Korolyash, engineer;*

<sup>2</sup> *Ol'ga Yu. Solov'yeva, engineer*

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

<sup>2</sup> *Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation*

**Abstract.** *The article considers conditions for safe operation of low-tonnage road trains with overall trailers, namely universal platforms with a load capacity of up to 3 tons, capable of transporting agricultural machines, mini-factories and other equipment, as well as tourist houses. Transportation of such trailers on wheels is associated with high risks arising at small turning radii and emergency braking. (Research purpose) The research purpose is in improving the safety of operation and maneuverability of agricultural low-tonnage road trains operating in difficult road and terrain conditions of agricultural production. (Materials and methods) Authors have analyzed the results of research and experiments on the safe operation of low-tonnage road trains with trailers weighing up to 1 ton. The authors developed and tested on the basis of VIM and the Volga State Technical University a mechanical coupling device with a flexible connection that increases the handling and maneuverability of the trailer. (Results and discussion) The authors determined that the critical turning radii depending on the speed of a low-tonnage road train in different road conditions and different loading of the trailer when driving in front and rear for a conventional single-axle trailer with a load capacity of 1.5; 2; 2.5; 3 tons. It was found that the maneuverability is largely provided by the additional force in the cable, so authors recommend using a cable with a diameter of at least 9 mm. (Conclusion) Further research will make it possible to determine the critical indicators of safe operation of a low-tonnage road train with a load capacity of up to 3.5 tons: safe speed when passing critical turns, emergency braking and reversing.*

**Keywords:** *coupling device, low-tonnage road trains, operational safety, braking, critical turning radius.*

**For citation:** Godzhayev Z.A., Godzhayev T.Z., Korolyash V.A., Solov'yeva O.Yu. Issledovaniye bezopasnosti ekspluatatsii i manevrennosti sel'skokhozyaystvennogo malotonnazhnogo avtopoyezda pri kriticheskikh usloviyakh dvizheniya [Research of operation safety and maneuverability of agricultural low-tonnage road train under critical traffic conditions]. Tekhnicheskii servis mashin. 2020. Vol. 58. N3(140). 28-37(In Russian).

DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-3-38-48

УДК 621.81

## СТРАТЕГИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

*Алексей Семенович Дорохов,  
член-корреспондент Российской академии наук, профессор;*

*Александр Вячеславович Денисов, доктор технических наук;  
Алексей Алексеевич Соломашкин, ведущий инженер,  
e-mail: littor2013@gmail.com;  
Валерий Сергеевич Герасимов, ведущий специалист;  
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,  
Москва, Российская Федерация*

**Реферат.** *Современные машины подвержены прогрессирующему износу, идущему с различной скоростью изнашивания, что приводит к непрогнозируемым отказам, которые снижают безотказность машин и их долговечность. Стратегии технического обслуживания и ремонта направлены на устранение данных проблем. (Цель исследования) Проанализировать основные принципы определения стратегии технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники с целью обеспечения контроля технического состояния деталей машин. (Материалы и методы) Установили, что при ресурсном диагностировании детали для ее контролируемого ресурсного параметра заранее устанавливают допустимое значение параметра – допуск, который соответствует определенной скорости изнашивания детали. Отметим, что допуск устанавливают исходя из условия, что если текущее значение контролируемого ресурсного параметра при очередном диагностировании окажется меньше установленного значения, то такая деталь при текущем значении скорости изнашивания сможет доработать до следующей межконтрольной проверки. Определили, что учет скорости изнашивания однотипных деталей из группы одноименных деталей при определении допустимых износов при их ресурсном диагностировании становится актуальной задачей. (Результаты и обсуждения) Создали в результате исследований: «Методику определения основных показателей надежности деталей сельскохозяйственных машин с различной скоростью изнашивания» и «Методику определения системы допусков деталей сельскохозяйственных машин с различной скоростью изнашивания». (Выводы) В результате теоретических исследований нами разработана система допусков, позволяющая снизить вероятность отказа деталей машин в эксплуатации. При ресурсном диагностировании выбраковывают те детали, значение ресурсных параметров которых превышает допуск.*

**Ключевые слова:** *техническое состояние, допуск, работоспособность, стратегия, техническое обслуживание, ремонт, остаточный ресурс, наработка, контроль, диагностика.*

**Для цитирования:** *Дорохов А.С., Денисов А.В., Соломашкин А.А., Герасимов В.С. Стратегии технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственных машин // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N3(140). С. 38-48.*

### **STRATEGIES OF MAINTENANCE AND REPAIR OF AGRICULTURAL MACHINERY**

*Aleksey S. Dorokhov, corresponding member  
of Russian Academy of Sciences, professor;  
Aleksandr V. Denisov, Dr. Sc. (Eng.);  
Aleksey A. Solomashkin, leading engineer,  
e-mail: littor2013@gmail.com;  
Valeriy S. Gerasimov, leading specialist  
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,  
Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** *Modern machines are subject to progressive wear that occurs at different rates, which leads to unpredictable failures that reduce the reliability and durability of machines. The strategy of maintenance and repair is aimed at eliminating these problems. (Research purpose) The research purpose is in analyzing the basic principles of the strategy of maintenance and repair of agricultural machinery in order to ensure control of the technical condition of machine parts. (Materials and methods) When resource diagnostics is used, the allowable value of the parameter is set in advance for a part. This value is the tolerance that corresponds to a certain wear rate of the part. The tolerance is set based on the condition that if the current value of the controlled resource parameter during the next diagnosis is less than the set value, then such a part at the current value of the wear rate can be finalized until the next inter-control check. Taking into account the wear rate of the same type of parts from the group when determining the allowable wear during their resource diagnostics becomes an urgent task. (Results and discussions) As a result of research, the article presents "Methodology for determining the main indicators of reliability of parts of agricultural machines with different wear rates" and "Methodology for determining the tolerance system of parts of agricultural machines with different wear rates". (Conclusions) The article presents the tolerance system that reduces the probability of failure of machine parts in operation. During resource diagnostics, those parts whose resource parameters exceed the tolerance are rejected.*



**Abstract.** *The engineering and technical service of an agricultural enterprise is the core of the production management system. The level of its organization largely determines the effectiveness of equipment and technologies used in production. The strategic goal of agricultural engineering services at all levels is to change radically the system of machine and technological security of agricultural producers. (Research purpose) The research purpose is in determining the economic and social tasks of engineering and technical services in the agro-industrial complex. (Materials and methods) In order to assess the efficiency of engineering departments, it is necessary to analyze the level of use of the company's machine-tractor and automobile fleets. Improving the reliability of the machine and tractor fleet now becomes a priority. The majority of experts present this task in the set of measures that practically do not affect the question of perfection of the engineering service. (Results and discussion) The article shows that the development of innovative processes in the field of mechanical engineering contributes to the entry of new equipment and technologies into production and causes the need for farm engineers to study novelties and ways of their effective application. The promising version of the engineering service offers its structure and material support, which will not only provide high production indicators, but also allow specialists to constantly analyze technological processes, search for their reserves using modern information technologies. There is an urgent need to develop models of information support for engineering services, automated workplaces for engineers, the formation of on-farm databases and specialized computer programs to work with it. (Conclusion) The expected efficiency of implementing research results will reduce the cost of maintaining technological machines and equipment.*

**Keywords:** *resource saving, automation, agro-technical terms, energy supply, innovative development.*

**For citation:** Mishina Z.N. Ekonomicheskiye i sotsial'nyye zadachi inzhenerno-tehnicheskikh sluzhb v APK [Economic and social challenges of engineering and technical services in the agro-industrial complex]. *Tekhnicheskii servis mashin.* 2020. Vol. 58. N3(140). 49-56 (In Russian).

DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-3-57-66

УДК:631.3

## **ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ НА МОБИЛЬНОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО КЛАССА 0,6-0,9**

*Александр Владимирович Лавров, кандидат технических наук,  
ведущий научный сотрудник;*

*Владимир Георгиевич Шевцов, кандидат технических наук,  
ведущий специалист;*

*Валерия Александровна Зубина, младший научный сотрудник,  
e-mail: lera\_zubina@mail.ru;*

*Александр Вадимович Русанов, старший специалист.  
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,  
Москва, Российская Федерация*

**Реферат.** *Состояние тракторной промышленности России характеризуется глубокими реструктуризационными процессами. Особенно остро эта проблема стоит в сфере разработки современных мобильных энергетических средств малой мощности для механизации работ в крестьянских (фермерских) хозяйствах. (Цель исследования) Обосновать исходные требования на сельскохозяйственное универсальное блочно-модульное энергетическое средство нового поколения, соответствующие мировым стандартам по техническому уровню, экономическим и эргономическим требованиям, универсальности и конкурентоспособности. (Материалы и методы) Отметили, что в соответствии с проведенным мониторингом производство сельскохозяйственных тракторов в России за период 1990-2019 годов уменьшилось в 23,4 раза. Выявили, что новым технологическим направлением развития мобильных энергетических средств стало повышение энергоэффективности в полном жизненном цикле за счет уменьшения конструкционной массы, расхода топлива и повышения производительности. Предложили инновационные конструкторско-технологические решения. (Результаты и обсуждение) Определили исходные требования на сельскохозяйственные мобильные энергетические средства на основе статистического анализа данных потребности в сельскохозяйственных мобильных энергетических средствах, анализа существующих и перспективных технологий и сельскохозяйственных машин, а также действующих стандартов на мобильные энергетические средства. (Выводы) В результате проведенных исследований разработали исходные требования на сельскохозяйственное универсальное блочно-модульное энергетическое*

средство, которое обеспечит экологическую безопасность, конкурентоспособность, снижение полной удельной энергоёмкости выполнения единицы полезной работы в 1,4-1,6 раза, а также позволит существенно повысить уровень товарности и доходности производства сельскохозяйственной продукции в крестьянских (фермерских) хозяйствах.

**Ключевые слова:** тяговый класс; блочно-модульное энергетическое средство; снижение полной удельной энергоёмкости; механизация работ; крестьянские (фермерские) хозяйства.

**Для цитирования:** Лавров А.В., Шевцов В.Г., Зубина В.А., Русанов А.В. Обоснование требований на мобильное энергетическое средство класса 0,6- 0,9 // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N3(140). С. 57-66.

## JUSTIFICATION OF REQUIREMENTS FOR MOBILE ENERGY TOOL OF 0,6-0,9 TRACTION CLASS

*Aleksandr V. Lavrov, Ph.D. (Eng.), leading researcher;  
Vladimir G. Shevtsov, Ph.D. (Eng.), leading researcher;  
Valeriya A. Zubina, junior researcher,  
e-mail: lera\_zubina@mail.ru;  
Aleksandr V. Rusanov, chief specialist.  
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,  
Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** *The state of the Russian tractor industry is characterized by deep restructuring processes. This problem is particularly acute in the development of modern mobile low-power tools for mechanization of work in peasant farms. (Research purpose) The research purpose is in substantiating the initial requirements for a new-generation agricultural universal block-modular power tool that meets world standards in terms of technical level, economic and ergonomic requirements, versatility and competitiveness. (Materials and methods) According to the monitoring, the production of agricultural tractors in Russia for the period 1990-2019 decreased by 23.4 times. A new technological direction for the development of mobile power tools was to increase energy efficiency in the full life cycle by reducing the structural weight, fuel consumption and increasing productivity. The article offers innovative design and technological solutions. (Results and discussion) The article describes the initial requirements for agricultural mobile power tools based on statistical analysis of data on the need for agricultural mobile power tools, analysis of existing and future technologies and agricultural machines, as well as current standards for mobile power tools. (Conclusion) The article presents developed initial requirements for an agricultural universal block-modular energy tool that will ensure environmental safety, competitiveness, reduce the total specific energy intensity of performing a unit of useful work by 1.4-1.6 times, and will also significantly increase the level of marketability and profitability of agricultural production in peasant farms.*

**Keywords:** *traction class; block-modular energy facility; reduction of the total specific energy intensity; mechanization of work; peasant economy.*

**For citation:** Lavrov A.V., Shevtsov V.G., Zubina V.A., Rusanov A.V. Obosnovaniye trebovaniy na mobil'noye energeticheskoye sredstvo klassa 0,6-0,9 [Justification of requirements for mobile energy tool of 0,6-0,9 traction class]. Tekhnicheskij servis mashin. 2020. Vol. 58. N3(140). 57-66 (In Russian).

DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-3-68-78      УДК 631.31

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ УПРОЧНЕНИЯ СТРЕЛЬЧАТЫХ ЛАП КУЛЬТИВАТОРОВ

*Наталья Сергеевна Крюковская, научный сотрудник,  
e-mail: robotchch@gmail.com  
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,  
Москва, Российская Федерация*



**Реферат.** Стрельчатые лапы культиваторов интенсивно изнашиваются под действием абразивных частиц почвы, что ухудшает качество культивации, нарушает агротехнические требования и приводит к увеличению тяговых усилий и расхода топлива. Упрочнение стрельчатых лап позволяет увеличить их износостойкость и долговечность. (Цель исследования) Проанализировать методы упрочнения стрельчатых лап культиваторов, выявить их основные достоинства и недостатки. (Материалы и методы) Провели обзор методов упрочнения стрельчатых лап культиваторов, изложенных в отечественной и зарубежной литературе и профильных журналах. (Результаты и обсуждение) Установили, что вопросу упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих орудий и, в частности, стрельчатых лап культиваторов уделяется большое внимание и проблема их износа в настоящее время является актуальной. Существует множество методов упрочнения, отличающихся друг от друга как принципом упрочнения, так и трудоемкостью, стоимостью материалов и оборудования для выполнения упрочнения. Построили диаграмму для наглядного сравнения методов упрочнения стрельчатых лап культиваторов. (Выводы) Анализ методов упрочнения стрельчатых лап показал, что возможно увеличить их износостойкость до 5,8 раз. Однако методы упрочнения, обеспечивающие наибольшее увеличение износостойкости рабочих органов почвообрабатывающих орудий требуют больших временных, трудовых и материальных затрат. Выявили, что метод упрочнения наплавкой отдельных износостойких валков на рабочую поверхность стрельчатых лап культиватора становится наиболее перспективным. Данный метод обеспечивает повышение износостойкости до трех раз при высокой производительности и простоте процесса упрочнения, и как следствие его относительно низкой стоимости.

**Ключевые слова:** стрельчатые лапы культиватора, методы упрочнения, повышение износостойкости, абразивное изнашивание, наплавка, напыление.

**Для цитирования:** Крюковская Н.С. Сравнительный анализ методов упрочнения стрельчатых лап культиваторов // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N3(140). С. 68-78.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF HARDENING METHODS OF THE LANCET CULTIVATOR SHOVEL

*Natal'ya S. Kryukovskaya, researcher*

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

**Abstract.** The lancet cultivator shovels wear out intensively under the action of abrasive soil particles, which degrades the quality of cultivation, violates agricultural requirements and leads to an increase in traction force and fuel consumption. Strengthening of lancet shovels allows increasing their wear resistance and durability. (Research purpose) The research purpose is in analyzing the methods of strengthening the lancet cultivator shovels and identifying their main advantages and disadvantages. (Materials and methods) The article reviews the methods of strengthening the lancet cultivator shovels described in domestic and foreign literature and specialized magazines. (Results and discussion) It was found that the issue of strengthening the working parts of tillage tools and the cultivator shovels in particular is given much attention and the problem of their wear is currently relevant. There are many methods of strengthening that differ from each other in the principle of strengthening, as well as in the labor intensity, cost of materials and equipment for performing strengthening. The article presents a diagram for a visual comparison of methods for strengthening the lancet cultivator shovel. (Conclusion) Analysis of methods for strengthening lancet shovels showed that it is possible to increase their wear resistance up to 5.8 times. However, the methods of hardening that provide the greatest increase in wear resistance of working parts of tillage tools require large amount of time, labor and material costs. It was found that the method of hardening by surfacing individual wear-resistant rollers on the working surface of the arrow legs of the cultivator becomes the most promising. This method provides an increase in wear resistance up to three times with high productivity and simplicity of the hardening process, and it's relatively cheap.

**Keywords:** lancet cultivator shovel, hardening methods, increasing wear resistance, abrasive wear, surfacing, spraying.

**For citation:** Kryukovskaya N.S. Sravnitel'nyy analiz metodov uprochneniya strel'chatykh lap kul'tivatorov [Comparative analysis of hardening methods of the lancet cultivator shovel]. Tekhnicheskii servis mashin. 2020. Vol. 58. N3(140). 68- 78(In Russian).

# ОБОСНОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ И ЗАПУЩЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

*Анастасия Владимировна Миронова, младший научный сотрудник, e-mail: timchenko-anastasia93@mail.ru;*  
*Игорь Викторович Лискин, научный сотрудник;*  
*Ирина Ивановна Афонина, старший научный сотрудник*  
**Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,  
Москва, Российская Федерация**

**Реферат.** Запущение почв приводит к их деградации, ухудшает полезные свойства, снижает плодородие и продуктивность. (Цель исследования) Провести сравнительный анализ технологий обработки деградированных почв с учетом экономической целесообразности их восстановления в Нечерноземных регионах России. (Материалы и методы) Показали основную технологическую схему восстановления деградированных почв. Выделили основные группы земельных угодий, которые располагаются в Нечерноземных регионах России. (Результаты и обсуждение) Определили потребность техники, экономических и трудовых затрат на восстановление каждого вида земельных угодий Нечерноземья России. Приняли во внимание, что заработная плата механизаторов зависит от времени непосредственного выполнения задания. Установили, что наиболее предпочтительным с экономической, энергосберегающей и экологической точек зрения стало восстановление целинных и залежных земель. Показали, что восстановление пастбищных территорий превышает стоимость обработки целинных земель, однако количество необходимых машинно-тракторных агрегатов сопоставимо с работами на целинных землях. Рекомендовали осваивать почвы с древесно-кустарниковой растительностью в первую очередь, начиная с земельных угодий, занятых молодняком, при этом необходимо учитывать критерии плодородия почвенного слоя. Выявили, что на почвах с небольшим избытком влаги стоимость ее освоения небольшая, в то время как, на сильно заболоченных почвах, стоимость работ по их освоению во много раз превышает стоимость восстановления других видов земельных угодий. (Выводы) Показали, что восстановление запущенных земель является необходимым условием для улучшения обеспечения человеческих потребностей в продовольственных и ряде промышленных товаров. В первую очередь необходимо осваивать земли, требующих минимального вложения экономических и трудовых затрат.

**Ключевые слова:** почва, деградация, технологии восстановительных работ, целина, пастбища, древесно-кустарниковая растительность, заболоченность.

**Для цитирования:** Миронова А.В., Лискин И.В., Афонина И.И. Обоснование экономической целесообразности восстановления деградированных и запущенных земель // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. №3(140). С. 79-90.

## **ECONOMIC FEASIBILITY OF RESTORATION OF DEGRADED AND NEGLECTED LANDS**

*Anastasiya V. Mironova, junior researcher,  
e-mail: timchenko-anastasia93@mail.ru;*  
*Igor' V. Liskin, researcher;*  
*Irina I. Afonina, senior researcher;*  
**Federal Scientific Agroengineering Center VIM,  
Moscow, Russian Federation**

**Abstract.** Neglect of soils leads to their degradation, worsens useful properties, and reduces fertility and productivity. (Research purpose) The research purpose is in conducting a comparative analysis of technologies for treating degraded soils, taking into account the economic feasibility of their restoration in non-black-soil regions of Russia. (Materials and methods) The article shows the main technological scheme of restoration of degraded soils. Authors have identified the main groups of land that are located in non-black-soil regions of Russia. (Results and discussion) The article presents the need for equipment, economic and labor costs for the restoration of each type of land in the non-black-soil regions of Russia. Authors took into account that the salary of machine operators depends on the time of direct execution of the task. It was found that the restoration of virgin and fallow lands was the most preferable from the economic, energy-saving and environmental points of view. The article shows that the restoration of pasture areas exceeds the cost of processing virgin lands, but the number of necessary machine and tractor units is comparable to work on virgin lands. Authors recommend to develop the soils with woody and shrubby vegetation in the first place, starting with land occupied by young plants. It is necessary to take into account the criteria for the fertility of the soil layer. It was found that soils with a small excess of

moisture have small cost of its development, while on heavily swampy soils the cost of work on their development is many times higher than the cost of restoring other types of land. (Conclusion) The article shows that the restoration of neglected land is a necessary condition for improving the provision of human needs for food and a number of industrial goods. First of all, it is necessary to develop land that requires minimal investment of economic and labor costs.

**Keywords:** soil, degradation, technologies of restoration work, virgin land, pastures, wood-shrub vegetation, swampiness.

**For citation:** Mironova A.V., Liskin I.V., Afonina I.I. Obosnovaniye ekonomicheskoy tselesoobraznosti vosstanovleniya degradirovannykh i zapushchennykh zemel' [Economic feasibility of restoration of degraded and neglected lands]. Tekhnicheskij servis mashin. 2020. Vol. 58. N3(140). 79-90 (In Russian).

DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-3-91-97

УДК 62-4

## ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКА И ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ДИСПЕРСНОСТЬ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ

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

**Реферат.** Научно доказано, что уменьшение размера частиц в металлических порошках приводит к заметному улучшению свойств материалов. Большое значение форма частиц порошков и их наноразмерность имеют в технологиях спекания для формирования плотных однородных сплавов, а также в аддитивном производстве. Негативной особенностью наночастиц служит то, что они могут «слипаться» и формировать агломераты и агрегаты. (Цель исследования) Доказать влияние ультразвука на дисперсность металлических порошков, а также изучить вопрос предотвращения «слипания» частиц порошковых материалов с помощью поверхностно-активных веществ. (Материалы и методы) Провели испытания на базе Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. Использовали порошок трех марок, полученный методом электроэрозионного диспергирования (Т15К6, ЛЦ38МцС2 и БрАЖ9-12), портативный цифровой УЗИ-аппарат серии Logiq-E высокого класса, сканирующий электронный микроскоп серии DESK-TOP AURA, спектро-фотокориметр Spekol-210. (Результаты и обсуждение) Подвергли воздействию ультразвука в течение 1, 5 и 10 минут суспензии металлических порошков в дистиллированной воде. Исследовали на сканирующем микроскопе процентное содержание частиц трех фракций: 40-150; 150-300 и более 300 нанометров. Вводили в суспензию полиэтиленгликоль ПЭГ-35 в разных пропорциях для исследования влияния поверхностно-активных веществ. Исследовали растворы спектрофотометрическим методом с целью определения адсорбции поверхностно-активных веществ на наполнителе. (Выводы) В ходе работ доказали влияние ультразвука на дисперсность металлических порошков. Выдвинули гипотезу, что проведение процесса электроэрозионного диспергирования в ультразвуковом поле может обеспечить получение более качественного порошкового материала. Исследования с применением поверхностно-активных веществ показали перспективность их использования для адсорбционного модифицирования металлических наполнителей с целью улучшения адгезионных свойств.

**Ключевые слова:** металлические порошки, дисперсность, ультразвуковая обработка, поверхностно-активные вещества, агломераты.

**Для цитирования:** Романов И.В., Задорожний Р.Н. Влияние ультразвука и поверхностно-активных веществ на дисперсность металлических порошков // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N3(140) С. 91-97.

## INFLUENCE OF ULTRASOUND AND SURFACE-ACTIVE SUBSTANCES ON THE DISPERSION OF METAL POWDERS

*Ilya V. Romanov, junior researcher;  
Roman N. Zadorozhniy, Ph.D. (Eng.),  
leading researcher, e-mail:login.s111@gmail.com  
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,*

**Abstract.** It is scientifically proven that reducing the particle size in metal powders leads to a noticeable improvement in the materials properties. The shape of powder particles and their nanoscale are of great importance in sintering technologies for the formation of dense homogeneous alloys, as well as in additive manufacturing. A negative feature of nanoparticles is that they can stick together and form agglomerates and aggregates. (Research purpose) The research purpose is in proving the influence of ultrasound on the dispersion of metal powders, as well as studying the issue of preventing sticking of particles of powder materials with the help of surfactants. (Materials and methods) The article presents conducted tests at the Lomonosov Moscow State University. Authors used three brands of powder obtained by electroerosive dispersion (T15K6, Lc38mts2 and Brazh9-12), a high-class portable digital ultrasound device of the Logiq-E series, a scanning electron microscope of the DESK-TOP AURA series, and a Spectro-photocolorimeter "Spekol-210". (Results and discussion) A suspension of metal powders in distilled water was subjected to ultrasound for 1, 5 and 10 minutes. The percentage of particles of three fractions was studied on a scanning microscope: 40-150; 150-300 and more than 300 nanometers. Polyethylene glycol PEG-35 was introduced into the suspension in different proportions to study the effect of surfactants. Solutions were studied using a spectrophotometric method to determine the adsorption of surfactants on the filler. (Conclusions) The effect of ultrasound on the dispersion of metal powders has been proved. It was hypothesized that conducting the process of electroerosive dispersion in an ultrasonic field can provide a better quality powder material. Studies with the use of surfactants have shown the prospects of their use for adsorption modification of metal fillers in order to improve the adhesion properties.

**Keywords:** metal powders, dispersion, ultrasonic treatment, surface-active substances (surfactants), agglomerates.

**For citation:** Romanov I.V., Zadorozhnyi R.N. Vliyaniye ul'trazvuka i poverkhnostno-aktivnykh veshchestv na dispersnost' metallicheskikh poroshkov [Influence of ultrasound and surface-active substances on the dispersion of metal powders]. Tekhnicheskii servis mashin. 2020. Vol. 58. N3(140). 91-97 (In Russian).

DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-3-98-107      УДК 621.9.048

## ПРИЧИНЫ ПОТЕРИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ШЕСТЕРЕНЧАТОГО НАСОСА И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

<sup>1,2</sup> *Виталий Александрович Зуевский, магистрант, инженер;*

<sup>2</sup> *Даниил Олегович Климяк, магистрант;*

<sup>1</sup> *Иван Алексеевич Шемберев, младший научный сотрудник*

<sup>1</sup> *Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,*

*Москва, Российская Федерация;*

<sup>2</sup> *Московский государственный технический университет*

*им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация*

**Реферат.** Шестеренные насосы служат важным элементом многих производственных систем и их замена при выходе из строя может быть довольно затратна, в связи с чем представляется важным иметь современную и отлаженную технологию их восстановления. На данный момент существует множество методов восстановления работоспособности насоса в зависимости от причины, приведшей к его отказу. (Цель исследования) Определить, какие причины чаще всего приводят к потере работоспособности насоса, и разработать метод восстановления, обеспечивающий наибольший послеремонтный ресурс насоса и невысокую стоимость ремонта. (Материалы и методы) Учли, что нанесенные покрытия должны иметь достаточную прочность сцепления и стойкость в условиях механических, тепловых и коррозионных нагрузок в процессе эксплуатации. Выявили, что чаще всего значительные утечки рабочей жидкости, приводящие к отказу, происходят из-за увеличения зазора между внутренней поверхностью корпуса и шестернями ввиду активного изнашивания колодцев корпуса. Определили, что метод электроискровой обработки изношенных колодцев корпуса лучше всего подходит для выполнения поставленной задачи (большой послеремонтный ресурс и небольшие затраты). (Результаты и обсуждение) Установили путем лабораторных исследований прочности сцепления электроискровых покрытий различными электродами, что лучшим переносом материала на подложку обладают электроды из бронзы БрМКц3-1. Отметили, что покрытия, нанесенные с применением электрода БрМКц3-1, обладают высокими прочностными свойствами. (Выводы) Проведенные

исследования в Центре коллективного пользования «Нано-Центр» ВИМ подтвердили возможность эффективного восстановления шестеренчатого насоса методом электроискровой обработки.

**Ключевые слова:** электроискровая наплавка, шестеренчатые насосы, износ, подложка, корпус, покрытие.

**Для цитирования:** Зуевский В.А., Климык Д.О., Шемберев И.А. Причины потери работоспособности шестеренчатого насоса и методы их устранения // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N3(140). С. 98-107.

## CAUSES OF GEAR PUMP FAILS AND METHODS FOR THEIR ELIMINATION

<sup>1,2</sup> Vitaliy A. Zuyevskiy, master student, engineer;

<sup>2</sup> Daniil O. Klimyuk, master student;

<sup>1</sup> Ivan A. Shemberev, junior researcher

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

<sup>2</sup> Moscow State Technical University N.E.  
Bauman Moscow, Russian Federation

**Abstract.** Gear pumps are an important element of many production systems and their replacement in case of failure can be quite expensive, so it is important to have a modern and well-tuned technology for their recovery. There are many methods for restoring the pump's performance, depending on the reason that led to its failure. (Research purpose) The research purpose is in determining what causes most often lead to loss of pump performance, and developing a recovery method that provides the greatest post-repair service life of the pump and low cost of repair. (Materials and methods) Authors took into account that the applied coatings must have sufficient adhesion strength and resistance to mechanical, thermal and corrosion loads during operation. It was found that most often significant leaks of the working fluid, leading to failure, occur due to an increase in the gap between the inner surface of the housing and the gears due to active wear of the housing wells. Authors determined that the method of electric spark treatment of worn-out housing wells is best suited to perform the task (a large post-repair resource and low costs). (Results and discussion) It was found by laboratory studies of the adhesion strength of electric spark coatings with various electrodes that the best transfer of the material to the substrate is provided by bronze electrodes BrMKts3-1. It was noted that the coatings applied using the BrMKts3-1 electrode have high strength properties. (Conclusions) Research conducted in the center for collective use "Nano-Center" VIM confirmed the possibility of effective recovery of the gear pump by electric spark treatment.

**Keywords:** electric spark surfacing, gear pumps, wear, substrate, body, coating.

**For citation:** Zuyevskiy V.A., Klimyuk D.O., Shemberev I.A. Prichiny poteri rabotosposobnosti shesterenchatogo nasosa i metody ikh ustraneniya [Causes of gear pump fails and methods for their elimination]. Tekhnicheskii servis mashin. 2020. Vol. 58. N3(140). 98-107 (In Russian).

DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-3-108-118      УДК 620.3

## ПОРОШКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И СПОСОБЫ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ

*Анна Павловна Карпуничева, техник,  
e-mail: a.karpunicheva@gmail.com;*

*Дарья Александровна Лебедева, инженер  
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,  
Москва, российская Федерация*

**Реферат.** Порошковая металлургия наряду с другими наукоемкими отраслями промышленности служит одним из приоритетных направлений высококачественного, современного, технологически развитого производства, основная задача которого применение ресурсосберегающих технологий. (Цель исследования) Проанализировать основные существующие методы и способы получения порошков металлов и

металлоподобных соединений с целью обзора и систематизации информации. (Материалы и методы) Изучили научно-техническую литературу по теме изготовления материалов для порошковой металлургии. Отметили преимущества производства изделий из металлических порошков. Решение поставленной задачи осуществили посредством сравнительного и логического анализа на основе теоретического и эмпирического методов научного исследования. (Результаты и обсуждение) Рассмотрели агрегаты, для измельчения сырьевых материалов. Привели две группы методов производства металлических порошков: механические и физико-химические, а также способы изготовления металлоподобных соединений. Исследовали каждый из способов производства с точки зрения технологии, оборудования, целесообразности применения и получаемых материалов. (Выводы) При изготовлении порошков механическими методами велика вероятность попадания в конечный продукт частиц размольных тел или футеровки. Диспергирование позволяет автоматизировать процесс, регулировать свойства порошков при достаточно низких энергозатратах. Физико-химические методы получения требуют сложной аппаратуры, а также соблюдения правил техники безопасности по причине высокой пожароопасности.

**Ключевые слова:** порошковая металлургия, измельчение, диспергирование, диссоциация карбониллов, межкристаллитная коррозия, самовоспламеняющийся высокотемпературный синтез, металлоподобные соединения, золь-гель процесс.

**Для цитирования:** Карпуничева А.П., Лебедева Д.А. Порошковые материалы и способы их получения // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N3(140). С. 108-118.

## POWDER MATERIALS AND METHODS FOR THEIR PREPARATION

*Anna P. Karpunicheva, technician,  
e-mail: a.karpunicheva@gmail.com;*

*Dar'ya A. Lebedeva, engineer  
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,  
Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** Powder metallurgy, along with other knowledge-intensive industries, is one of the priority areas of high-quality, modern, technologically advanced production, one of the main tasks of which is resource-saving technologies. (Research purpose) The research purpose is in analyzing the existing methods for obtaining metal powders and metal-like compounds in order to review and systematize information. (Materials and methods) The methodological basis is the scientific and technical literature on the topic of manufacturing materials for powder metallurgy. The solution of the problem was carried out by means of comparative and logical analysis based on theoretical and empirical methods of scientific research. (Results and discussion) There are two groups of methods for producing metal powders: mechanical and physical-chemical, as well as methods for manufacturing metal-like compounds. Each of the production methods is analyzed from the point of view of technology, equipment, feasibility of application and the resulting materials. (Conclusions) When manufacturing powders by mechanical methods, there is a high probability of particles of grinding bodies or linings entering the final product. Dispersion allows to automate the process, adjust the properties of powders at a fairly low energy consumption. Physical and chemical methods of production require complex equipment, as well as compliance with safety regulations due to high fire hazard.

**Keywords:** powder metallurgy, powders, grinding, dispersion, dissociation of carbonyls, intergranular corrosion, self-igniting high temperature synthesis, metal-like compounds, ash-gel process.

**For citation:** Karpunicheva A.P., Lebedeva D. A. Poroshkovye materialy i sposoby ih palycheniya [Powder materials and methods for their preparation]. Tekhnicheskii servis mashin. 2020. Vol. 58. N3(140). 108-118 (In Russian)

DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-3-119-127      УДК 620.3

## ВЫДЕЛЕНИЕ МЕЛКОДИСПЕРСНОЙ ФРАКЦИИ ПОРОШКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ

*Илья Владимирович Романов, младший научный сотрудник;  
Роман Николаевич Задорожний, кандидат технических наук,*

**Реферат.** У металлических порошков с частицами малых размеров изменяются фундаментальные свойства, что открывает широкий диапазон применения подобных материалов. В настоящее время нанопорошки применяются во многих отраслях промышленности для улучшения качества получаемых изделий. (Цель исследования) Выделить мелкодисперсную фракцию металлических порошков, полученных методом электроэрозионного диспергирования, для проведения дальнейших опытов с этим материалом, а также доказать возможность получения таких фракций данным методом. (Материалы и методы) Выделили мелкодисперсную фракцию металлических порошков, полученных методом электроэрозионного диспергирования, который доказал свою эффективность в вопросах получения токопроводящих порошковых материалов с нужными итоговыми физико-механическими свойствами. Показали, что при таком методе получается достаточно большой разброс по фракциям. Получили материал для исследования на собственных экспериментальных установках Центра коллективного пользования «Нано-Центр». Привели методы экспериментального исследования фракционного состава на примере металлических порошков твердого сплава марок Т15К6 и ВК8, медного порошка марки М1, латунного порошка марки ЛЦ38МцС2 и бронзового порошка марки БрАЖ9-12, полученных электроэрозионным диспергированием. (Результаты и обсуждение) Разделили металлический порошок по трем фракциям, в зависимости от размера частиц: более 0,071 мм, от 0,02 до 0,071 мм и менее 0,02 мм. Доказали с помощью мембранного метода с применением керамического фильтра наличие мелкодисперсных частиц размером менее 1,5 мкм в общей массе исследуемых порошков. Седиментация показала конкретные размеры минимальных частиц (от 86,4 до 116 нм). (Вывод) Исходя из результатов экспериментов можно сделать вывод, что методом электроэрозионного диспергирования возможно получать металлические порошки мелкодисперсной фракции.

**Ключевые слова:** электроэрозионное диспергирование, металлические порошки, твердый сплав, фракционный состав, мелкодисперсная фракция, наноразмерность, седиментация, ситовой метод.

**Для цитирования:** Романов И.В., Задорожний Р.Н. Выделение мелкодисперсной фракции порошков, полученных методом электроэрозионного диспергирования // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N3(140). С. 119-127.

## ISOLATION OF FINE POWDER FACTION OBTAINED BY ELECTROEROSION DISPERSION METHOD

*И'ya V. Romanov, junior researcher;  
Roman N. Zadorozhniy, Ph.D. (Eng.), leading researcher,  
e-mail:login.s111@gmail.com  
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,  
Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** The fundamental properties of metal powders with small particles change, which opens up a wide range of applications of such materials. Currently, nanopowders are used in many industries to improve the quality of the resulting products. (Research purpose) The research purpose is in isolating a fine fraction of metal powders obtained by electroerosive dispersion for further experiments with this material, and also proving the possibility of obtaining such fractions by this method. (Materials and methods) A fine fraction of metal powders obtained by the method of electroerosive dispersion was isolated, which proved its effectiveness in obtaining conductive powder materials with the desired final physical and mechanical properties. This method results in a fairly large spread across fractions. Authors received material for research on experimental installations of the "Nano-Center" Center for Collective Use. The article presents the methods of experimental research of fractional composition on the example of metal powders of hard alloy grades T15K6 and VK8, copper powder M1, brass powder LTs38MTsS2 and bronze powder BrAZh9-12 obtained by electroerosive dispersion. (Results and discussion) The metal powder was divided into three fractions, depending on the particle size: more than 0.071 mm, from 0.02 to 0.071 mm and less than 0.02 mm. The presence of fine particles of less than 1.5 microns in the total mass of the studied powders was proved using a membrane method with a ceramic filter. Sedimentation showed specific sizes of minimal particles (from 86.4 to 116 nm). (Conclusions) Based on the results of experiments, it is possible to obtain metal powders of a fine fraction using the method of electroerosive dispersion.

**Keywords:** electroerosive dispersion, metal powders, hard alloy, fractional composition, fine fraction, nanoscale, sedimentation, sieve method.

**For citation:** Romanov I.V., Zadorozhnyj R.N. Vydeleniye melkodispersnoy fraktsii poroshkov, poluchennykh metodom elektroerozionnogo dispergirovaniya [Isolation of fine powder fraction obtained by electroerosion dispersion method]. Tekhnicheskij servis mashin. 2020. Vol.58. N3(140). 119-127(In Russian).

DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-3-128-136 УДК 621.792.3

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ МАЛЫХ ДИАМЕТРОВ ХОЛОДНЫМ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ НАПЫЛЕНИЕМ

*Анатолий Валентинович Чавдаров, кандидат технических наук,  
ведущий научный сотрудник, e-mail: info@firma-tom.ru;  
Алексей Александрович Толкачев, младший научный сотрудник  
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,  
Москва, Российская Федерация*

**Реферат.** Износ внутренних поверхностей цилиндрических деталей малых диаметров – распространенный дефект техники, задействованной в агропромышленном комплексе. Существуют проблемы низкого коэффициента использования порошка и отсутствия конструктивного решения для нанесения покрытий на внутренние поверхности цилиндрических деталей малых диаметров. (Цель исследования) Провести оценку адгезионной и когезионной прочности и разработать технологию восстановления внутренних поверхностей цилиндрических деталей малых диаметров холодным газодинамическим напылением. (Материалы и методы) Применили метод холодного газодинамического напыления. Разработали устройство для газодинамического нанесения покрытий на внутренние поверхности цилиндрических деталей и определили оптимальные режимы напыления по расходу порошка и температуре нагрева. Использовали для проведения исследования портативную установку ДИМЕТ-403, порошок оксида алюминия для подготовки поверхности, алюминиевый порошок марки А-20-11 и стальную пластину. Измерили вес на аналитических весах с точностью 0,001 грамма. Провели испытания на адгезионную и когезионную прочность покрытия на цилиндрических образцах, подготовленных механической обработкой, на наиболее благоприятных режимах с длительностью напыления, равной 60 секунд. Обработали образцы после напыления на токарном станке для получения цилиндрического пояса. (Результаты и обсуждение) Определили, что значения адгезионной и когезионной прочности покрытий укладываются в интервал значений, пригодных для эксплуатации, и удовлетворяют условиям получения износостойкого керамического покрытия. Разработали технологию получения подслоя для изготовления керамических износостойких поверхностей в паре трения кольцо поршня – цилиндр. (Выводы) Разработанная технология восстановления внутренних поверхностей цилиндрических деталей малых диаметров холодным газодинамическим напылением решила проблему их износа.

**Ключевые слова:** холодное газодинамическое напыление, технология восстановления, износ, цилиндрические детали малых диаметров, новое сопло, адгезионная и когезионная прочность.

**Для цитирования:** Чавдаров А.В., Толкачев А.А. Восстановление внутренних поверхностей цилиндрических деталей малых диаметров холодным газодинамическим напылением // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N3(140). С. 128-136.

## RESTORATION OF INTERNAL SURFACES OF CYLINDRICAL PARTS OF SMALL DIAMETERS BY COLD GAS DYNAMIC SPRAYING

*Anatoliy V. Chavdarov,  
Ph.D. (Eng.), leading researcher, e-mail: info@firma-tom.ru;  
Aleksey A. Tolkachev, junior researcher  
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,  
Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** Wear of internal surfaces of cylindrical parts of small diameters is a common defect of equipment used in the agro-industrial complex. There are problems with low powder utilization and lack of a design solution for coating the inner surfaces of cylindrical parts with small diameters. (Research purpose) The research purpose is in evaluating



*the adhesive and cohesive strength and developing a technology for restoring the internal surfaces of cylindrical parts of small diameters by cold gas-dynamic spraying. (Materials and methods) Authors applied the method of cold gas dynamic spraying. The article presents a device for gas-dynamic coating on the inner surfaces of cylindrical parts and determines the optimal deposition modes for powder consumption and heating temperature. A portable DIMET-403 unit, aluminum oxide powder for surface preparation, a-20-11 aluminum powder, and a steel plate were used for the study. The weight was measured on analytical scales with an accuracy of 0.001 grams. Tests were performed on the adhesive and cohesive strength of the coating on cylindrical samples prepared by mechanical processing, under the most favorable conditions with a duration of deposition equal to 60 seconds. Samples were processed after sputtering on a lathe to obtain a cylindrical belt. (Results and discussion) The values of adhesive and cohesive strength of coatings fit into the range of values suitable for operation, and meet the conditions for obtaining a wear-resistant ceramic coating. The article presents a technology for obtaining a sublayer for the manufacture of ceramic wear-resistant surfaces in a pair of friction piston ring-cylinder. (Conclusions) The developed restoration technology of internal surfaces of cylindrical parts of small diameters by cold gas-dynamic spraying solved the problem of their wear.*

**Keywords:** cold gas dynamic spraying, recovery technology, wear, cylindrical parts of small diameters, new nozzle, adhesive and cohesive strength.

**For citation:** Chavdarov A.V., Tolkachev A.A. Vosstanovleniye vnutrennikh poverkhnostey tsilindricheskikh detaley malykh diametrov kholodnym gazodinamicheskim napyleniyem [Restoration of internal surfaces of cylindrical parts of small diameters by cold gas dynamic spraying]. Tekhnicheskii servis mashin. 2020. Vol. 58. N3(140). 128-136(In Russian).

DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-3-137-145    УДК 620.3

## МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Иван Алексеевич Шемберев, младший научный сотрудник,  
e-mail: Shemberev-ivan@mail.ru;*

*Виталий Александрович Зуевский, магистрант, инженер,  
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,  
Москва, Российская Федерация*

**Реферат.** На практике известно большое число методов получения металлических порошков, их разнообразие обусловлено технологическими возможностями изготовления порошков несколькими способами из разного вида сырья, а также различными требованиями к характеристикам порошков для всевозможных областей и условий применения. Металлические порошки в большинстве случаев представляют собой вторичный продукт, на свойства которого влияет способ изготовления, поэтому теоретические основы их производства занимают важное место в процессах порошковой металлургии. (Цель исследования) Проанализировать существующие методы получения металлических порошковых материалов и разработать новый энерго- и ресурсосберегающий способ получения порошков, такой, как электроэрозионное диспергирование. (Материалы и методы) Изучили литературные источники, труды видных ученых и специалистов по тематике исследования. (Результаты и обсуждение) Рассмотрели основные методы получения порошка: механические и физико-химические, а также относительно новый метод электроэрозионного диспергирования. Отметили, что в производство внедряются более производительные методы получения порошков, в которых значительное внимание уделяется способам очистки порошков от кислорода и углерода, управлению формой частиц, их размерами. (Выводы) Анализ существующих методов получения порошковых материалов показал, что они не в полной мере удовлетворяют требованиям по качественному составу новым технологическим решениям, в частности, аддитивным технологиям, поэтому развитие принципиально новых методов получения порошков, таких как электроэрозионное диспергирование служит перспективным направлением, который дает возможность получить порошки практически из всех токопроводящих материалов, регулируя размер и форму гранул.

**Ключевые слова:** металлический порошок, диспергирование, распыление, порошковая металлургия, гранулы, твердофазное восстановление, диссоциация карбониллов, электролиз, метод электроэрозионного диспергирования.

**Для цитирования:** Шемберев И.А., Зуевский В.А. Методы получения металлических порошковых материалов // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N3(140). С. 137-145

## METHODS FOR OBTAINING METAL POWDER MATERIALS

*Ivan A. Shemberev, junior researcher,  
e-mail: Shemberev-ivan@mail.ru;*

*Vitaliy A. Zuyevskiy, master student, engineer,  
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,  
Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** *In practice, a large number of methods for obtaining metal powders are known, their diversity is due to the technological capabilities of manufacturing powders in several ways from different types of raw materials, as well as different requirements for the characteristics of powders for various fields and conditions of application. Metal powders in most cases are a secondary product, the properties of which are affected by the manufacturing method, so the theoretical foundations of their production occupy an important place in the processes of powder metallurgy. (Research purpose) The research purpose is in analyzing existing methods for obtaining metal powder materials and develop a new energy- and resource-saving method for obtaining powders, such as electroerosive dispersion. (Materials and methods) Authors have studied literary sources, works of prominent scientists and specialists on the subject of research. (Results and discussion) The article presents the main methods of powder production: mechanical and physical-chemical, as well as a relatively new method of electroerosive dispersion. More productive methods of obtaining powders are being introduced into production, in which considerable attention is paid to methods of cleaning powders from oxygen and carbon, controlling the shape of particles and their sizes. (Conclusions) Analysis of existing methods for obtaining powder materials has shown that they do not fully meet the requirements for quality composition of new technological solutions, in particular, additive technologies. The development of fundamentally new methods for obtaining powders, such as electroerosive dispersion, is a promising direction that makes it possible to obtain powders from almost all conductive materials, adjusting the size and shape of granules.*

**Keywords:** *metal powder, dispersion, atomization, powder metallurgy, granules, solid-phase reduction, carbonyl dissociation, electrolysis, method of electroerosive dispersion.*

**For citation:** Shemberev I.A., Zuyevskiy V.A. Metody polucheniya metallicheskih poroshkovykh materialov [Methods for obtaining metal powder materials]. Tekhnicheskii servis mashin. 2020. Vol 58. N3(140). 137- 145(In Russian).

DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-3-146-153    УДК 621.791.925

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ВОССТАНОВЛЕНИЯ КУЛАЧКОВ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ВАЛОВ ГАЗОПОРОШКОВОЙ НАПЛАВКОЙ

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

<sup>1</sup>*Вячеслав Александрович Денисов, доктор технических наук,  
главный научный сотрудник;*

<sup>1</sup>*Сергей Алексеевич Сидоров, доктор технических наук,  
главный научный сотрудник;*

<sup>1</sup>*Валерий Петрович Мурзаев, старший специалист*

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

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

**Реферат.** *Износу наиболее подвержены детали цилиндропоршневой группы и газораспределительного механизма, в частности, распределительные валы, основным дефектом которых становится износ кулачков по высоте. Важно выявить характер износа и выбрать рациональный метод восстановления распределительных валов. (Цель*

исследования) Повысить надежность и долговечность восстановленных кулачков распределительных валов включением дополнительной операции – обкатки с введением в зону «кулачок – толкатель» модификатора – дисульфида молибдена, обладающего антифрикционными противозадирными и износостойкими свойствами. (Материалы и методы) Отметили, что распределительные валы изготавливают из малоуглеродистых, среднеуглеродистых сталей и высокопрочных чугунов и относят к разряду деталей сложной конфигурации с высокими точностными параметрами; при их эксплуатации преобладающим дефектом служит износ кулачков по высоте. Реализовали для их восстановления газотермический способ наплавки кулачков горелкой ГН-2 с использованием самофлюсующихся сплавов на никелевой основе типа ПГ-СР2,3,4. (Результаты и обсуждение) Установили, что определяющими факторами работоспособности восстановленных газопорошковой наплавкой кулачков распределительных валов дизельных двигателей становятся не только физические характеристики (прочность сцепления покрытия с основой – адгезия, твердость, плотность), но и такие характеристики, как фрикционная совместимость с контртелом, прирабатываемость и задиростойкость. Предложили включить в технологический процесс операцию их предварительной обкатки с введением в зону обкатки сухого дисульфида молибдена MoS<sub>2</sub>. (Выводы) Применение сухого трения при помощи дисульфида молибдена в первой стадии обкатки подготавливает поверхность трения для дальнейшей приработки двигателя с применением соответствующих трибопрепаратов. Дисульфид молибдена в трущихся поверхностях ускоряет приработку поверхностей, ликвидирует возможность задиров, снижает силу трения, и, следовательно, увеличивает ресурс отремонтированного двигателя.

**Ключевые слова:** распределительный вал, износ, газопорошковая наплавка, материалы, надежность, прирабатываемость, износостойкость.

**Для цитирования:** Слинко Д.Б., Денисов В.А., Сидоров С.А., Мурзаев В.П. Совершенствование метода восстановления кулачков распределительных валов газопорошковой наплавкой // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N3(140). С. 146-153.

## IMPROVEMENT OF RESTORATION METHOD OF CAMSHAFT BY GAS-POWDER SURFACING

<sup>1,2</sup>*Dmitriy B. Slinko, Ph.D. (Eng.), associate professor,  
leading researcher, e-mail:maks52@inbox.ru;*

<sup>1</sup>*Vyacheslav A. Denisov, Dr. Sc. (Eng.), chief researcher;*

<sup>1</sup>*Sergey A. Sidorov, Dr. Sc. (Eng.), chief researcher;*

<sup>1</sup>*Valeriy P. Murzayev, chief specialist*

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

<sup>2</sup> *Moscow State Technical University them. N.E. Bauman,  
Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** Wear is most susceptible to parts of the cylinder-piston group and the gas distribution mechanism, in particular, camshafts, the main defect of which is the wear of the cams in height. It is important to identify the nature of wear and choose a rational method for restoring camshafts. (Research purpose) The research purpose is in increasing the reliability and durability of the restored camshafts by including an additional running-in operation with the introduction in the cam-pusher zone of a molybdenum disulfide modifier, which has antifriction, extreme-pressure and wear-resistant properties. (Materials and methods) Camshafts are made of low-carbon, medium-carbon steels and high-strength cast iron and are classified as parts of a complex configuration with high accuracy parameters; in their operation, the prevailing defect is the wear of the cams in height. For their recovery, a gas-thermal method of surfacing the cams was implemented with a GN-2 burner using self-fluxing Nickel-based alloys of the PG-CP2,3,4. (Results and discussion) The determining factors for the performance of restored gas-powder surfacing camshafts of diesel engines are not only physical characteristics (strength of adhesion of the coating to the base – adhesion, hardness, density), but also friction compatibility with the counterbody, workability and burr-proof. The article proposes to include in the technological process the operation of pre-run with the introduction of dry molybdenum disulfide (MoS<sub>2</sub>) into the run-in zone. (Conclusions) The use of dry friction with the help of molybdenum disulfide in the first stage of running-in prepares the friction surface for further engine running-in with the use of appropriate tribo-preparations. Molybdenum disulfide in the friction surfaces accelerates the running-in of the surfaces, eliminates the possibility of scuffing, reduces the friction force and increases the service life of the repaired engine.

**Keywords:** camshaft, wear, gas-powder surfacing, materials, reliability, running-time, wear resistance.

**For citation:** Slinko D.B., Denisov V.A., Sidorov S.A., Murzayev V.P. Sovershenstvovaniye metoda vosstanovleniya kulachkov raspredelitel'nykh valov gazoporoshkovoy naplavkoy [Improvement of restoration method of camshaft by gas-powder surfacing] . Tekhnicheskiy servis mashin. 2020. Vol. 58. N3(140). 146-153 (In Russian).

DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-3-154-159    УДК: 621.79.03

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СКОЛЬЗЯЩИХ ТОКОПОДВОДОВ

<sup>1</sup>*Алексей Владимирович Бурякин, кандидат технических наук,  
доцент, e-mail: albur55@yandex.ru;*

<sup>1</sup>*Никита Сергеевич Нестеренко, старший преподаватель;*

<sup>2</sup>*Павел Александрович Цирков, старший преподаватель*

<sup>1</sup>*Российский государственный университет нефти и газа (НИУ)  
имени И.М. Губкина, Москва, Российская Федерация;*

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

**Реферат.** Пластический изгиб электродной проволоки служит причиной увеличения необходимого усилия подачи ее в токоподвод. Это может приводить к неравномерности подачи и нестабильности процессов сварки, наплавки и напыления. (Цель исследования) Рассмотреть характер поведения подаваемой электродной проволоки в токоподводе и предложить пути снижения усилия ее проталкивания. (Материалы и методы) Определили, что для уменьшения усилий подачи проволоки в токоподвод ее изгиб должен быть упругим. Отметили, что в случае если проволока должна быть деформирована пластически, она должна быть изогнута до входа в токоподвод и изгиб канала токоподвода должен соответствовать кривизне проволоки. Рассчитали радиус кривизны проволоки для оценки поведения проволоки при ее изгибе, при котором она начинает деформироваться пластически. (Результаты и обсуждение) Привели расчетные результаты по радиусам изгиба проволок из различных материалов, при которых они начинают деформироваться пластически. Выбрали для расчетов материалы проволок и их диаметры, наиболее часто применяемые для электродуговой наплавки и напыления. Установили, что с увеличением прочностных свойств и с уменьшением диаметров проволок их изгиб происходит упруго при меньшем его радиусе. Данные сведения и описываемый характер поведения проволоки при подаче ее в скользящий токоподвод могут быть полезны разработчикам в создании металлizationной и наплавочной аппаратуры. (Выводы) В целях уменьшения усилия проталкивания проволоки в канал токоподвода при подаче желательнее деформировать ее упруго. Для наиболее часто применяемых материалов для дуговой сварки, наплавки и металлizationи рассчитаны величины радиусов изгиба проволок, при которых начинается пластическая деформация. При пластическом изгибе проволоки для снижения усилия подачи она должна быть изогнута до входа в канал токоподвода. Изгиб проволоки должен соответствовать радиусу канала.

**Ключевые слова:** металлizationные установки, токоподвод, проволока, изгиб, пластичные материалы.

**Для цитирования:** Бурякин А.В., Нестеренко Н.С., Цирков П.А. Некоторые особенности проектирования скользящих токоподводов // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N3(140). С. 154-159.

## SOME DESIGN FEATURES OF SLIDING CURRENT LEADS

<sup>1</sup>*Aleksey V. Buryakin, Ph.D. (Eng.), associate professor,  
e-mail: albur55@yandex.ru;*

<sup>1</sup>*Nikita S. Nesterenko, chief lecturer;*

<sup>2</sup>*Pavel A. Tsirkov, chief lecturer*

<sup>1</sup>*Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Moscow,  
Russian Federation;*

<sup>2</sup>*Bauman Moscow State Technical University,*

**Abstract.** Plastic bending of the electrode wire causes an increase in the required force of its supply to the current supply. This can lead to uneven feed and instability of welding, surfacing and spraying processes. (Research purpose) The research purpose is in considering the behavior of the supplied electrode wire in the current supply and suggest ways of reducing the force of its pushing. (Materials and methods) In order to reduce the force of feeding the wire to the current supply, its bend must be elastic. If the wire must be deformed plastically, it must be bent before entering the current supply and the bend of the current supply channel must correspond to the curvature of the wire. The article presents calculations of the radius of curvature of the wire to assess the behavior of the wire when it bends, at which it begins to deform plastically. (Results and discussion) The article presents results for the bending radii of wires made of various materials, at which they begin to deform plastically. Authors selected for calculations the wire materials and their diameters, which are most often used for electric arc welding and sputtering. With an increase in strength properties and a decrease in wire diameters, their bending occurs elastically at a smaller radius. This information and the described behavior of the wire when it is fed into a sliding current supply can be useful for developers in creating metallization and surfacing equipment. (Conclusions) In order to reduce the force of pushing the wire into the current supply channel, it is desirable to deform it elastically when feeding. For the most commonly used materials for arc welding, surfacing and metallization, the values of the bending radii of the wires at which plastic deformation begins are calculated and presented. When plastic bending of the wire is used to reduce the feed force, it must be bent before the entrance to the current supply channel. The bend of the wire must correspond to the radius of the channel.

**Keywords:** metallization equipment, current lead, wire, bend, plastic materials.

**For citation:** Buryakin A.V., Nesterenko N.S., Tsirkov P.A. Nekotoryye osobennosti proyektirovaniya skol'zyashchikh tokopodvodov [Some design features of sliding current leads]. Tekhnicheskii servis mashin. 2020. Vol. 58. N3(140). 154-159 (In Russian).

DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-3-161-172      УДК 629.366, 21.436.413

## ПЕРВЫЕ АВТОТРАКТОРНЫЕ ДИЗЕЛИ НАТИ

<sup>1</sup>Андрей Владимирович Карасев, кандидат технических наук,  
научный сотрудник ИИЕТ РАН, e-mail: andrey.karasev@nami.ru

<sup>2</sup>Юлия Сергеевна Ценч, кандидат педагогических наук,  
ведущий научный сотрудник

<sup>1</sup>Научно-исследовательский автомобильный и автомоторный  
институт НАМИ, Москва, Российская Федерация

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

**Реферат.** В конце 20-х годов прошлого века автотракторные дизели дебютировали на рынках стран Европы. В СССР Научный автомоторный институт в 1929 году начал проводить испытания тракторов, работающих на нефти, и исследования их двигателей. (Цель исследования) Определить ключевые моменты, повлиявшие на создание Научным автомоторным институтом первых дизелей автотракторного типа, выбор типа и характеристика этих двигателей; выявить факторы, оказавшие воздействие на воплощение данных конструкций в металле. (Материалы и методы) Отметили, что первые директивные решения об автотракторных дизельмоторах появились в СССР в 1929 году; они были изложены в постановлении ЦК ВКП(б) от 29 июля 1929 года «О состоянии обороны СССР». Разработали в Научно-исследовательском автомобильном и автомоторном институте дизель НАТИ-1-60 и его вариант НАТИ 2-40 для автотранспортной промышленности. Установили, что дизель НАТИ-1-60 развивал мощность 60 лошадиных сил при 1600 оборотах в минуту; дизель НАТИ-2-40 был предназначен для колесных тракторов типа «Интернационал», имел мощность 40 лошадиных сил при 1400 оборотах в минуту. (Результаты и обсуждение) Определили, что изготовление прототипов двигателей затруднялось отсутствием у НАТИ производственной базы, производство опытных образцов на заводе института не осуществляли. Правительство не выделило валюты для закупки импортного оборудования. (Выводы) Научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт, не имея возможности самостоятельно изготовить дизели своей конструкции, пытался сделать это путем широкой кооперации между отечественными предприятиями. Однако строительство первых дизелей столкнулось с нежеланием заводо-

гигантов их изготавливать, несмотря на руководящие директивы. Это вызвало задержку в «дизелефикации» автотракторного моторостроения страны на начальном этапе.

**Ключевые слова:** дизель, форкамерный дизель, испытания тракторов, тяжелое топливо, двигатель НАТИ-1-60, двигатель НАТИ-2-40.

**Для цитирования:** Карасев А.В., Ценч Ю.С. Первые автотракторные дизели НАТИ // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N3(140). С. 161-172.

## FIRST NATI AUTOTRACTOR DIESELS

<sup>1</sup>Andrey V. Karasev, Ph.D.(Eng.), researcher of IHST RAS,  
e-mail: andrey.karasev@nami.ru

<sup>2</sup>Yuliya S. Tsench, PhD (Eng.), leading researcher

<sup>1</sup>NAMI Research Automobile and Motor Institute,  
Moscow, Russian Federation

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

**Abstract.** At the end of the 20s of the last century, automotive diesels made their debut on the markets of European countries. In the USSR, the Scientific Automobile Engine Institute in 1929 began to test tractors running on oil, and research their engines. (Research purpose) The research purpose is in searching for the key points that influenced the creation of the first automobile-type diesels by the Scientific Automotive Institute, the choice of the type and characteristics of these engines; identifying the factors that influenced the implementation of these structures in metal. (Materials and methods) The first directive decisions on automotive dieselmotors appeared in the USSR in 1929; they were set out in the resolution of the Central Committee of the CPSU (b) of July 29, 1929. "On the state of defense of the USSR". NATI-1-60 diesel and its NATI 2-40 version for the automotive industry has been developed by the Research Automobile and Motor Institute. The NATI-1-60 diesel had a power of 60 horsepower at 1600 rpm; NATI-2-40 diesel was designed for wheeled tractors of the "International" type, had a power of 40 horsepower at 1400 rpm. (Results and discussion) The production of prototype engines was complicated by the lack of production facilities at NATI, and the production of prototypes at the Institute's plant was not carried out. The government did not allocate currency for the purchase of imported equipment. (Conclusions) The Automobile and Motor Research Institute, not being able to produce its own diesel engines, tried to do this through broad cooperation between domestic enterprises. However, the construction of the first diesels faced the reluctance of the giant factories to produce them, despite the guidelines. This caused a delay in the dieselefication of the country's automotive engine industry at the initial stage.

**Keywords:** diesel, pre-chamber diesel, tractor testing, heavy fuel, NATI-1-60 engine, NATI-2-40 engine.

**For citation:** Karasev A.V., Tsench Yu.S. Pervyye avtotraktornyye dizeli NATI [First NATI autotractor diesels]. Tekhnicheskii servis mashin. 2020. Vol. 58. N3(140). 161-172 (In Russian).

DOI 10.22314/2618-8287-2020-58-3-173-178     УДК 629.366

## ИСТОРИЯ УБОРКИ УРОЖАЯ РЖИ В СОВЕТСКОМ СОЮЗЕ

**Валентин Павлович Лялякин, доктор технических наук, профессор, главный специалист, e-mail: valpra-1938@mail.ru**

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

**Реферат.** Рожь одна из самых важных и ценных хлебных пород. Она очень неприхотлива к возделыванию, ей не требуется плодородных почв, она растет даже на кислых почвах, морозоустойчива, выдерживается засуху. Уборка ржи до внедрения комбайновой уборки была трудоемка, требовала большого количества работников. (Цель исследования) Ознакомить с существующими технологиями уборки ржи в довоенные и послевоенные годы; вспомнить и отдать долг благодарности многотысячным работникам села, которые

добывали ценное зерно ржи и обеспечивали хлебом страну. (Материалы и методы) Рассмотрели существующие на раннем этапе развития Советского Союза технологии уборки ржи: ручная уборка с помощью серпа и конная с применением жнейки-лобогрейки. (Результаты и обсуждение) Привели последовательность уборки ржи. Изложили приемы работы с серпом; изготовления снопов, сбора их в сороковики, транспортировки на зерновой ток; технологического процесса молотбы. Дали описание силовой установки для привода молотильного барабана. (Выводы) Представили технологии уборки ржи в докомбайновый период, в которых принимал участие автор статьи. Они трудоемки, но вызывают уважение и сочувствие к труженикам села, которые убрали ценную культуру – рожь.

**Ключевые слова:** рожь, ручная уборка, серп, жнейка, молотильный барабан.

**Для цитирования:** Лялякин В.П. История уборки урожая ржи в Советском Союзе // Технический сервис машин. 2020. Т. 58. N3(140). С. 173-178.

## HISTORY OF RYE HARVESTING IN THE SOVIET UNION

*Valentin P. Lyalyakin, Dr. Sc. (Eng.), professor, chief specialist*

*E-mail: valpal-1938@mail.ru*

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

**Abstract.** *Rye is one of the most important and valuable breads. It is very unpretentious to cultivation, it does not require fertile soils, it is cultivated even on acidic soils, it is frost-resistant, it can withstand drought. Harvesting rye before the introduction of combine harvesting was labor-intensive, requiring a large number of workers. (Research purpose) The research purpose is in presenting the existing technologies of rye harvesting in the pre-war and post-war years; to remember and pay a debt of gratitude to the many thousands of village workers who extracted valuable rye grain and provided bread to the country. (Materials and methods) The article reviews the existing technologies of rye harvesting at an early stage of the Soviet Union: manual harvesting with a sickle and horse harvesting with the use of reapers. (Results and discussion) The article shows the sequence of rye harvesting and describes techniques for working with a sickle; making sheaves, collecting them in fourths, transporting them to the thrashing floor; the technological process of threshing, gave a description of the power plant for driving the threshing drum. (Conclusions) The article presents technologies for harvesting rye in the pre-combine period, in which the author of the article participated. They are labor-intensive, but they arouse respect and sympathy for the workers of the village who harvested the valuable crop, rye.*

**Keywords:** *rye, manual harvesting, sickle, reaper, threshing drum.*

**For citation:** Lyalyakin V.P. Istoriya uborki urozhaya rzhi v Sovetskom Soyuze [History of rye harvesting in the soviet union]. Tekhnicheskii servis mashin. 2020. Vol. 58. N3(140). 173-178 (In Russian).