

ПРОБЛЕМА ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

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

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

Реферат. Основой удовлетворительного уровня работоспособности современных машин и оборудования отечественного производства была и остается инженерно-техническая служба потребителей техники и «Планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве». Своевременное проведение механизированных процессов и работ при низкой надежности техники агропроизводителей требуют повышения уровня безотказности и исправности парка машин и оборудования. (Цель исследования) Повысить уровень эксплуатационной надежности современной сельскохозяйственной техники на основе разработки и внедрения фирменного технического сервиса. (Материалы и методы) Использовали при проведении исследований материалы, полученные в результате собственных исследований автора и данные о надежности отечественных машин и оборудования из открытых источников. Применили следующие методы: сравнительных оценок, анализа и синтеза результатов обследования эксплуатационной надежности машин и оборудования сельскохозяйственного назначения в условиях реальной эксплуатации, эффективность использования различных форм и методов организации их производства и технического сервиса. (Результаты и обсуждение) Определили, что повышение уровня работоспособности и безотказности современной отечественной техники может быть обеспечено только при существенном повышении качества изготовления машин и оборудования и при непосредственном участии фирмы-производителя техники в техническом сервисе на основе фирменного метода технического сервиса. Отметили, что организация фирменного технического сервиса возможна только при создании фирменной производственно-технологической системы машиностроения. Решение данной проблемы силами и средствами существующих обособленных заводов-изготовителей техники не представляется возможным. (Выводы) Для повышения надежности современной отечественной техники требуется реорганизация существующей системы обособленных заводов-изготовителей, создание крупных машиностроительных фирм и фирменных центров технического сервиса.

Ключевые слова: надежность, техническое обслуживание, работоспособность, фирменный технический сервис, повышение качества, снижение спроса.

Для цитирования: Кушнарев Л.И. Проблема повышения надежности машин и оборудования // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. №2. С. 5-9. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-5-9. EDN: OYGOLR.

Research article

THE PROBLEM OF INCREASING THE RELIABILITY OF MACHINERY AND EQUIPMENT

Leonid I. Kushnarev, Dr.Sc.(Eng.), professor

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

Abstract. The basis for a satisfactory level of operability of modern machines and equipment of domestic production was and remains the engineering and technical service of equipment and the "Planned preventive maintenance and repair system of machines in agriculture." Timely implementation of mechanized processes and work with low reliability of agricultural machinery requires an increase in the level of reliability and serviceability of the fleet of machines and equipment. (Research purpose) The research purpose is increasing the operational reliability of modern agricultural machinery based on the development and implementation of proprietary technical service. (Materials and methods) Materials obtained as a result of the author's own research and data on the reliability of domestic machinery and equipment from open sources were used in the research. The following methods were applied: comparative assessments, analysis and synthesis of the results of a survey of the operational reliability of agricultural machinery and equipment in real-world operation, the effectiveness of using various forms and methods of organizing their production and

technical service. (Results and discussion) It was determined that an increase in the level of operability and reliability of modern domestic equipment can be ensured only with a significant improvement in the quality of manufacturing machinery and equipment and with the direct participation of the equipment manufacturer in technical service based on the proprietary method of technical service. It was noted that the organization of corporate technical service is possible only when creating a corporate production and technological system of mechanical engineering. The solution of this problem by the forces and means of existing separate equipment manufacturing plants is not possible. (Conclusions) To improve the reliability of modern domestic technology, it is necessary to reorganize the existing system of separate manufacturing plants, create large machine-building firms and branded technical service centers.

Keywords: reliability, maintenance, operability, proprietary technical service, quality improvement, demand reduction.

For citation: Kushnarev L.I. The problem of increasing the reliability of machinery and equipment. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N2. 5-9 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-5-9. EDN: OYGOLR.

EDN: PUBPFG

Научная статья

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-10-19

УДК 631.3.004.58

ГОДОВОЙ ПЛАН-ГРАФИК ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ MICROSOFT EXCEL

¹*Владимир Викторович Леонтьев, старший преподаватель, lion1802@yandex.ru;*

²*Аркадий Максимович Криков, доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник;*

³*Иван Иванович Руденко, кандидат технических наук, ассистент*

¹*Новосибирский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации,
г. Новосибирск, Российская Федерация*

²*Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации
сельского хозяйства Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий
Российской академии наук, р.п. Краснообск, Новосибирская область, Российская Федерация*

³*Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная
академия имени К.А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация*

Реферат. Рассмотрели основные этапы разработки годового плана-графика технического обслуживания и технического диагностирования парка грузовых автомобилей на компьютере с учетом индивидуальных сведений по каждому их образцу и временных особенностей формирования парка в отдельном хозяйстве. (Цель исследования) Разработать годовой план-график технического обслуживания и технического диагностирования парка грузовых автомобилей в программе MS-Office. (Материалы и методы) Показали, что для решения задачи необходимые сведения вводятся в компьютер в специально разработанные табличные формы. Использовали в качестве входной информации: списочный состав грузовых автомобилей хозяйства; срок их ввода в эксплуатацию/капитального ремонта и пробег после него; годовой график отпусков водителей хозяйства; годовой график праздничных и выходных дней; среднегодовой пробег моделей грузовых автомобилей хозяйства за прошедший год; графики проведения напряженных весенних и осенних механизированных транспортных работ хозяйства; индивидуальный пробег всех грузовых автомобилей за прошедший год; индивидуальный планируемый пробег каждого грузового автомобиля на год; индивидуальный пробег их после последнего номерного технического обслуживания. (Результаты и обсуждение) Выходная информация формируется в виде таблицы по всем грузовым автомобилям со сроками проведения их номерных технических обслуживаний и технических диагностирований по месяцам года. Использовали в качестве программной среды для разработки годового плана-графика технического обслуживания и технического диагностирования пакет электронной таблицы Microsoft Excel, позволяющий реализовать принцип однократного ввода данных, сокращая тем самым трудоемкость их переноса в компьютер. (Выводы) Разработку представили в виде специального варианта системы программно-алгоритмических и информационных средств, сформированного в среде электронной таблицы MS-Office.

Ключевые слова: грузовой автомобиль, годовой план-график, техническое обслуживание, техническое диагностирование, специализированная информационная система.

Для цитирования: Леонтьев В.В., Криков А.М., Руденко И.И. Годовой план-график технического обслуживания с использованием программы Microsoft Excel // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N2. С. 10-19. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-10-19. EDN: PUBPFG.

Scientific article

ANNUAL MAINTENANCE SCHEDULE USING MICROSOFT EXCEL

¹Vladimir V. Leontiev, senior lecturer;

²Arkadiy M. Krikov, Dr.Sc.(Eng.), professor, chief researcher;

³Ivan I. Rudenko, Ph.D.(Eng.), assistant

¹Novosibirsk Military Institute of the National Guard of the Russian Federation, Novosibirsk, Russian Federation

²Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture of the Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russian Federation

³Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russian Federation

Abstract. We reviewed the main stages of the development of the annual schedule of maintenance and technical diagnostics of the fleet of trucks on a computer, taking into account individual information on each of their samples and the time features of the formation of the fleet in a separate farm. (Research purpose) The research purpose is developing an annual schedule of maintenance and technical diagnostics of the fleet of trucks in the MS-Office program. (Materials and methods) It was shown that in order to solve the problem, the necessary information is entered into the computer in specially designed tabular forms. Used as input information: the list of trucks of the farm; the term of their commissioning/overhaul and mileage after it; the annual schedule of vacations of farm drivers; the annual schedule of holidays and weekends; the average annual mileage of farm truck models over the past year; schedules of intensive spring and autumn mechanized transport operations of the farm; individual mileage of all trucks over the past year year; individual planned mileage of each truck for a year; individual mileage of them after the last license plate maintenance. (Results and discussion) The output information is presented in the table for all trucks with the dates of their numbered technical services and technical diagnoses by month of the year. We used the Microsoft Excel spreadsheet package as a software environment for developing an annual maintenance schedule and technical diagnostics, which allows us to implement the principle of single data entry, thereby reducing the complexity of transferring them to a computer. (Conclusions) The development was presented as a special version of the system of software-algorithmic and information tools generated in the MS-Office spreadsheet environment.

Keywords: truck, annual schedule, maintenance, technical diagnostics, specialized information system.

For citation: Leontiev V.V., Krikov A.M., Rudenko I.I. Annual maintenance schedule using Microsoft Excel. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N2. 10-19 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-10-19. EDN: PUBPFG.

EDN: PURZSB

Научная статья

DOI:10.22314/2618-8287-2024-62-2-20-26

УДК 621.7

РОБОТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

*Александр Викторович Коломейченко, доктор технических наук,
профессор, e-mail: cxt@nami.ru;*

*Максим Владимирович Шипов, начальник управления перспективных технологий
сельскохозяйственного машиностроения;*

Рудольф Юрьевич Соловьев, кандидат технических наук, доцент;

Иван Васильевич Грибов, кандидат технических наук;

Сергей Борисович Карякин, кандидат технических наук;

Константин Геннадьевич Совин, кандидат технических наук;

*Центральный научно-исследовательский автомобильный и автомоторный
институт «НАМИ», Москва, Российская Федерация*

Реферат. Увеличение производительности труда на предприятиях сельскохозяйственного машиностроения в современных условиях невозможно без использования роботов, которые должны заменить труд человека на технологических операциях с опасными и вредными производственными процессами. (Цель исследования) Оценить использование предприятиями отрасли сельскохозяйственного машиностроения средств робототехники при производстве продукции. (Материалы и методы) Провели оценку использования средств робототехники при посещении предприятий отрасли сельскохозяйственного машиностроения. (Результаты и обсуждение) Установили, что для устойчивого присутствия и укрепления своих позиций на рынке, компании, производящие сельскохозяйственную технику, наращивают объем научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ по развитию конструкций и технологий производства современных машин. Отметили, что увеличение производительности труда в современных условиях невозможно без использования роботов, которые призваны заменить труд человека на работах с вредными и опасными производственными факторами в заготовительном производстве, при очистке заготовок, при тепловых и физических методах обработки поверхностей изделий из различных материалов, при окраске, а также в целях снижения брака. Определили, что использование предприятиями отрасли сельскохозяйственного машиностроения средств роботизации не превышает трех процентов от общего объема выполняемых технологических операций. Средства робототехники используются главным образом при проведении сварочных работ. Остается практически не охваченной загрузка и разгрузка, замена рабочего инструмента на станках с числовым программным управлением, а также многие другие технологические операции. (Выводы) Проведенные исследования показали наличие больших резервов у машиностроительных компаний по использованию средств робототехники при выполнении технологических операций с целью снижения издержек при производстве продукции и увеличения производительности труда. В качестве мер поддержки внедрения роботов в производство выделяются гранты российскими фондами «Цифровая экономика» и «Сколково», льготные займы через фонд развития промышленности «Цифровизация промышленности».

Ключевые слова: продукция, производство, роботизация, робототехника, робот, НИОКР, сварочные работы, Концепция.

Для цитирования: Коломейченко А.В., Шипов М.В., Соловьев Р.Ю., Грибов И.В., Карякин С.Б., Совин К.Г. Роботизация производства сельскохозяйственной техники // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. №2. С. 20-26. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-20-26. EDN: PURZSB .

Research article

ROBOTIZATION OF AGRICULTURAL MACHINERY PRODUCTION

Aleksandr V. Kolomeichenko, Dr.Sc.(Eng.), professor;

Maxim.V. Shipov, head of the Department of Advanced Technologies of Agricultural Engineering;

Rudol'f Yu. Soloviev, Ph.D.(Eng.), assistant professor;

Ivan V. Gribov, Ph.D.(Eng.);

Sergey B. Karyakin, Ph.D.(Eng.);

Konstantin G. Sovin, Ph.D.(Eng.)

*Central Scientific Research Automobile and Automotive Engines Institute "NAMI",
Moscow, Russian Federation*

Abstract. Increasing labor productivity at agricultural engineering enterprises in modern conditions is impossible without the use of robots, which should replace human labor in technological operations with dangerous and harmful production processes. (Research purpose) The research purpose is evaluating the use of robotics by enterprises of the agricultural machinery industry in the production. (Materials and methods) Conducted an assessment of the use of robotics tools when visiting enterprises in the agricultural engineering industry. (Results and discussion) It has been established that for a sustainable presence and strengthening of their positions in the market, companies producing agricultural machinery are increasing the volume of research and development work on the designs and production technologies of modern machines. It was noted that an increase in labor productivity in modern conditions is impossible without the use of robots, which are designed to replace human labor at work with harmful and dangerous production

factors in procurement, when cleaning blanks, with thermal and physical methods of surface treatment of products made of various materials, when painting, as well as in order to reduce defects. It was determined that the use of robotization tools by enterprises of the agricultural machinery industry does not exceed three percent of the total volume of technological operations performed. Robotics tools are used mainly in welding operations. Loading and unloading, replacement of working tools on numerically controlled machines, as well as many other technological operations remain practically not covered. (Conclusions) The conducted studies have shown that machine-building companies have large reserves for using robotics tools in performing technological operations in order to reduce production costs and increase labor productivity. As measures to support the introduction of robots into production, grants are allocated by the Russian Digital Economy and Skolkovo foundations, preferential loans through the industrial development Fund "Digitalization of Industry".

Keywords: products, production, robotization, robotics, robot, R&D, welding, Concept.

For citation: Kolomeichenko A.V., Shipov M.V., Soloviev R.Yu., Gribov I.V., Karyakin S.B., Sovin K.G. Robotization of agricultural machinery production. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N2. 20-26 (In Russian).DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-20-26. EDN: PURZSB.

EDN: SHIBQC Научная статья

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-27-32 УДК: 631.173, 51-74

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА

Дмитрий Александрович Соловьев, доктор технических наук, доцент;

Светлана Валентиновна Чумакова, кандидат технических наук,

доцент, e-mail: ch-sv@yandex.ru;

Роман Дмитриевич Гончаров, кандидат технических наук,

младший научный сотрудник

*Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии
имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Российская Федерация*

Реферат. Широкий спектр сельскохозяйственной техники, нуждающийся в качественном обслуживании в течение всего эксплуатационного периода для обеспечения бесперебойной и эффективной работы, представляет собой одно из важнейших звеньев агропромышленного комплекса. (Цель исследования) Разработать математическую модель, показывающую связь между проведением мероприятий технического обслуживания и единицей техники сельскохозяйственного автопарка; в рамках полученной математической модели вывести критериальную оценку количественному проведению технического обслуживания. (Материалы и методы) Указали, что подобного рода оценки могут быть получены путем применения математического моделирования. Построили математическую модель с использованием наглядной схемы, отражающей взаимосвязь между машинами сельскохозяйственного парка, видами технического обслуживания, элементами теории множеств и математического анализа. Использовали теорию множеств, что позволило от единиц техники автопарка сельхозмашин перейти к аналитическому представлению реалий и вывести константу, дающую оценку техническому обслуживанию в зависимости от количества проведенных мероприятий за рассматриваемый временной интервал. (Результаты и обсуждение) Отметили, что необходимо повышение качества проведения технического обслуживания за счет улучшения контроля его проведения в реальных условиях. Новизна данной работы состоит в оригинальности полученной схемы, связывающей виды технического обслуживания и машины сельскохозяйственного автопарка, не привязываясь к количеству единиц техники; в разработке математической модели, позволяющей с помощью теоретических выкладок способствовать улучшению контроля проведения мероприятий технического обслуживания за счет получения универсальной константы, дающей количественную оценку для любого вида техники и технического обслуживания. Апробировали теоретические результаты на примере трактора «Кировец-739». (Выводы) Получили схематичное отображение взаимосвязи компонентов машинно-тракторного парка и численной оценки, отражающей количество выполненных плановых этапов технического обслуживания за исследуемый временной промежуток при использовании математических методов при организации и проведении технического обслуживания.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, техническое обслуживание, контроль качества, схематичное представление, математическая модель, численная оценка.

Для цитирования: Соловьев Д.А., Чумакова С.В., Гончаров Р.Д. Математическая модель организации технического сервиса // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N2. С. 27-32. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-27-32. EDN: SHIBQC.

Research article

MATHEMATICAL MODEL OF TECHNICAL SERVICE ORGANIZATION

*Dmitriy A. Soloviev, Dr.Sc.(Eng.), associate professor;
Svetlana V. Chumakova, Ph.D.(Eng.), associate professor;
Roman D. Goncharov, Ph.D.(Eng.), junior researcher*

*Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named
after N.I. Vavilov, Saratov, Russian Federation*

Abstract. *A wide range of agricultural machinery in need of high-quality maintenance throughout the entire operational period to ensure uninterrupted and efficient operation is one of the most important links in the agro-industrial complex. (Research purpose) The research purpose is developing a mathematical model showing the relationship between the conduct of maintenance activities and the unit of equipment of the agricultural fleet; within the framework of the obtained mathematical model, deriving a criterion assessment of the quantitative conduct of maintenance. (Materials and methods) Indicated that such estimates can be obtained by applying mathematical modeling. A mathematical model was constructed using a visual diagram reflecting the relationship between the machines of the agricultural park, types of maintenance, elements of set theory and mathematical analysis. We used the theory of sets, which allowed us to move from the units of equipment of the fleet of agricultural machines to an analytical representation of realities and derive a constant that gives an assessment of maintenance depending on the number of activities carried out during the time interval under consideration. (Results and discussion) It was noted that it is necessary to improve the quality of maintenance by improving the control of its implementation in real conditions. The novelty of this work consists in the originality of the obtained scheme linking the types of maintenance and the machines of the agricultural fleet, without being tied to the number of units of equipment; in the development of a mathematical model that allows, using theoretical calculations, contributing to improving the control of maintenance activities by obtaining a universal constant that quantifies for any type of equipment and maintenance. The theoretical results were tested using the Kirovets-739 tractor as an example. (Conclusions) We obtained a schematic representation of the relationship between the components of the machine and tractor fleet and a numerical estimate reflecting the number of completed scheduled maintenance steps during the time period under study when using mathematical methods in the organization and conduct of maintenance.*

Keywords: *agro-industrial complex, maintenance, quality control, schematic representation, mathematical model, numerical evaluation.*

For citation: Soloviev D.A., Chumakova S.V., Goncharov R.D. Mathematical model of technical service organization. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N2. 27-32 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-27-32. EDN: SHIBQC.

EDN: SKNDFG

Научная статья

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-33-39

УДК 631.3

ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ «СЕЛЬХОЗРЕЦИКЛИНГ» В АПК РОССИИ

*Юрий Владимирович Катаев, кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник, e-mail: ykataev@mail.ru;
Валерий Сергеевич Герасимов, ведущий специалист;
Игорь Александрович Тишанинов, младший научный сотрудник*

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ Москва, Российская Федерация

Реферат. *Проведенный в статье анализ состояния данного вида деятельности показал целесообразность формирования национальной системы утилизации выведенной из эксплуатации продукции. До настоящего*

времени процесс утилизации материалоемкой продукции, в том числе и сельскохозяйственной техники, в основном проходил стихийно, нанося экологический и экономический ущерб. (Цель исследования) Определить возможности разработки системы «Сельхозрециклинг» в агропромышленном комплексе России, включая сельскохозяйственную технику, животноводческие и другие виды отходов. (Материалы и методы) Установили, что одним из важнейших условий создания системы «Сельхозрециклинг» помимо финансовых аспектов (утилизационный сбор) служит активное участие в этом проекте заводов-изготовителей сельскохозяйственной техники, их дилеров и специализированных предприятий инженерной сферы агропромышленного комплекса, что позволит активизировать процесс развертывания производственных мощностей по сбору и переработке утилизируемой сельскохозяйственной техники и ее компонентов. (Результаты и обсуждение) Отметили, что в настоящее время создание системы утилизации сдерживают не столько технологии проведения различных видов утилизационных работ, сколько отсутствие концепции создания единой системы обращения с отходами производства и потребления, в которой система утилизации отходов должна занять положенное ей место наряду с другими отраслевыми системами. Не менее важными факторами, сдерживающими создание Единой системы обращения с отходами в целом и Единой системы утилизации техники, служат вопросы организации процессов проведения утилизации отходов, взаимодействия между участниками системы утилизации, нормативно-законодательного и финансового обеспечения функционирования данной системы. (Выводы) В работе определены основные факторы, влияющие на возможность разработки системы «Сельхозрециклинг» в АПК России в ближайшее два-три года.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, утилизация, сельхозрециклинг, сельскохозяйственная техника, ресурсосбережение, экология, машинно-тракторный парк.

Для цитирования: Катаев Ю.В., Герасимов В.С., Тишанинов И.А. Перспективы внедрения системы «Сельхозрециклинг» в АПК России // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N2. С. 33-39. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-33-39. EDN: SKNDFG

Research article

PROSPECTS FOR IMPLEMENTATION AGRICULTURAL RECYCLING SYSTEM IN THE AGRICULTURAL INDUSTRY OF RUSSIA

*Yuriy V. Kataev, Ph.D.(Eng.), leading researcher;
Valeriy S. Gerasimov, leading specialist;
Igor' A. Tishaninov, junior researcher*

Federal Scientific Agroengineering Center VIM Moscow, Russian Federation

Abstract. The analysis of the state of this type of activity carried out in the paper showed the feasibility of forming a national system for the disposal of decommissioned products. To date, the process of recycling of material-intensive products, including agricultural machinery, mostly takes place spontaneously, causing environmental and economic damage. (Research purpose) The research purpose is outlining the possibilities of developing the "Agricultural recycling" system in the agro-industrial complex of Russia, including agricultural machinery, livestock and other types of waste. (Materials and methods) It was determined that one of the most important conditions for the creation of the "Agricultural Recycling" system, in addition to financial aspects (recycling fee), is the active participation in the project of manufacturers of agricultural machinery, their dealers and specialized enterprises in the engineering sector of the agro-industrial complex, which will intensify the process of deploying production facilities for the collection and processing of recycled agricultural machinery and its components. (Results and discussion) It was noted that at present the creation of a recycling system is hindered not so much by the technology of various types of recycling works, as by the lack of a concept for creating a unified waste management system for production and consumption, in which the waste disposal system should take its place along with other industry systems. No less important factors hindering the creation of a Unified Waste Management System as a whole and a Unified Equipment Recycling System are the issues of organizing waste disposal processes, interaction between participants in the recycling system, regulatory, legislative and financial support for the functioning of this system. (Conclusions) The paper identifies the main factors influencing the possibility of developing the "Agricultural recycling" system in the Russian agro-industrial complex in the next two to three years.

Keywords: agro-industrial complex, recycling, agricultural recycling, agricultural machinery, resource saving, ecology, machine and tractor park.

For citation: Kataev Yu.V., Gerasimov V.S., Tishaninov I.A. Prospects for implementation agricultural recycling system in the agricultural industry of Russia. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N2. 33-39 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-33-39. EDN: SKNDFG.

ИНФОРМАЦИОННО-ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

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

Александр Сергеевич Саяпин, младший научный сотрудник;

*Николай Алексеевич Петрищев, кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник;*

*Ефим Вадимович Пестряков, младший научный сотрудник,
e-mail: unlimeted-007@yandex.ru*

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Вопросы оценки повышения эффективности сельскохозяйственной отечественной техники по критериям приспособленности к техническому обслуживанию и диагностированию и разработка мероприятий по ее повышению актуальны, так как оказывают значительное влияние на надежность и совокупную стоимость владения и ресурсосбережения в процессе эксплуатации. От уровня приспособленности техники к обслуживанию и диагностированию зависят затраты на техническое обслуживание и ремонт и убытки от простоя техники. (Цель исследования) Обосновать разработку дополнительных информационно-диагностических средств для повышения эффективности сельскохозяйственной техники. (Материалы и методы) Провели анализ и описание разработанных средств по диагностированию сельскохозяйственной техники. Изучили аналогичное контрольно-диагностическое оборудование, выпускаемое сторонними производителями, для сельскохозяйственной техники. Рассмотрели отличительные особенности собственных разработок и отразили необходимость диагностирования конкретных параметров. Отразили возможности анализа полученной информации с помощью алгоритмов искусственного интеллекта. (Результаты и обсуждение) Спроектировали в специальном инженерном программном обеспечении и собрали первые прототипы данных технических средств. Провели 3D моделирование устройств. Выполнили испытания, которые доказали возможность разработки подобных цифровых диагностических устройств для сельскохозяйственной техники, обосновали их эффективность на основе полученных данных. Предложили модернизацию ряда систем. (Выводы) Проанализировали итоги работы информационно-диагностических устройств. Собрали материалы по современным методам диагностирования техники. Определили дальнейшее развитие направления работы для более качественного диагностирования узлов и агрегатов сельскохозяйственной техники. Одним из предложенных направлений является работа по адаптации алгоритмов искусственного интеллекта для диагностирования сельскохозяйственной техники.

Ключевые слова: диагностические устройства, счетчик-индикатор, эргонасыщенная техника, контролепригодность, мониторинг.

Для цитирования: Костомахин М.Н., Саяпин А.С., Петрищев Н.А., Пестряков Е.В. Информационно-диагностические средства для сельскохозяйственной техники // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. №2. С. 40-46. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-40-46. EDN: YPVRMU.

Research article

INFORMATION AND DIAGNOSTIC TOOLS FOR AGRICULTURAL MACHINERY

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

Aleksandr S. Sayapin, junior researcher;

Nikolay A. Petrishchev, Ph.D.(Eng.), leading researcher

Efim V. Pestryakov, junior researcher

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. The issues of assessing the improvement of the efficiency of agricultural domestic machinery according to the criteria of adaptability to maintenance and diagnostics and the development of measures to improve it are relevant, as they have a significant impact on reliability and total cost of ownership and resource savings during operation. The costs of maintenance and repair and losses from equipment downtime depend on the level of equipment adaptability to maintenance and diagnostics. (Research purpose) The research purpose is substantiating the development of additional information and diagnostic tools to improve the efficiency of agricultural machinery. (Materials and methods) Conducted an analysis and description of the developed tools for diagnosing agricultural machinery. We have studied similar control and diagnostic equipment manufactured by third-party manufacturers for agricultural machinery. We examined the distinctive features of our own developments and reflected the need to diagnose specific parameters. The possibilities of analyzing the received information using artificial intelligence algorithms were described. (Results and discussion) Were designed in special engineering software and the first prototypes of these technical means were assembled. Conducted 3D modeling of these devices. We performed tests that proved the possibility of developing such digital diagnostic devices for agricultural machinery, justified their effectiveness based on the data obtained. Proposed modernization of a number of systems. (Conclusions) Analyzed the results of the work of information and diagnostic devices. We collected materials on modern methods of diagnosing equipment. We have determined the further development of the direction of work for better diagnostics of components and assemblies of agricultural machinery. One of the proposed directions is the work on the adaptation of artificial intelligence algorithms for the diagnosis of agricultural machinery.

Keywords: diagnostic devices, counter-indicator, high-energy equipment, controllability, monitoring.

For citation: Kostomakhin M.N., Sayapin A.S., Petrishchev N.A., Pestryakov E.V. Information and diagnostic tools for agricultural machinery. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N2. 40-46 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-40-46. EDN: YPVRMU.

EDN: ABNRHJ

Научная статья

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-47-54

УДК 658.7.01

УПРАВЛЕНИЕ РЕЗЕРВАМИ ЗАПЧАСТЕЙ В МНОГОУРОВНЕВОЙ СТРУКТУРЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

¹Мухтар Ахмиевич Керимов, доктор технических наук,
профессор, e-mail: martan-rs@yandex.ru;

²Мовсар Мухтарович Керимов, магистрант

¹Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
Санкт-Петербург, Пушкин, Российская Федерация

²Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»
им. В.И. Ульянова (Ленина), Санкт-Петербург, Российская Федерация

Реферат. Протекающие в производственных системах процессы лимитируются агротехническими требованиями. Определяющим фактором технологической надежности системы служит время замены отказавшего элемента. Надежность системы существенно зависит от соотношения между временем замены отказавшего элемента на работоспособную запчасть и допустимым простоем в работе производственной системы. Комплект запасных изделий и принадлежностей необходимо рассматривать как разновидность ненагруженного резерва. (Цель исследования) Формализовать зависимости между показателями функционирования системы обеспечения запасными частями и оптимизировать параметры потоков заявок на запчасть с учетом их качества. (Материалы и методы) Отметили, что для оценки качества запасных изделий и принадлежностей на определенную дату целесообразно зафиксировать три части приобретенной партии запчастей. Сформулировали задачу оценки безотказности запасных изделий и принадлежностей на ранней стадии их использования. (Результаты и обсуждение) Выявили, что для партии запасных изделий и принадлежностей низкого качества имеется возможность принимать оперативные решения по рекламации изготовителю запчастей и их замене. (Выводы) Констатировали, что процессы расходования запчастей относятся к стохастическим. Установили, что комплект запасных изделий и принадлежностей является разновидностью ресурса, предназначенного для повышения надежности функционирования технических систем. Предложили коэффициент готовности запасных изделий и принадлежностей с учетом интенсивности

их отказов при хранении. Общая модель надежности должна учитывать: стратегию пополнения запчастей, тип структуры системы снабжения, тип модели отказов. Доказали, что стратегия непрерывного пополнения запасных изделий и принадлежностей является эффективной. Она обеспечивает при прочих равных условиях более высокое значение коэффициента готовности запасных изделий и принадлежностей.

Ключевые слова: технологическая надежность, запасные изделия и принадлежности, техническая система, функционирование, коэффициент готовности, оптимизация.

Для цитирования: Керимов М.А., Керимов М.М. Управление резервами запчастей в многоуровневой структуре обеспечения надежности технических систем // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N2. С. 47-54. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-47-54. EDN: ABNRHJ.

Research article

SPARE PARTS RESERVE MANAGEMENT IN A MULTI-LEVEL STRUCTURE TO ENSURE THE RELIABILITY OF TECHNICAL SYSTEMS

¹Mukhtar A. Kerimov, Dr.Sc.(Eng.), professor;

²Movsar M. Kerimov, master's student

¹St. Petersburg State Agrarian University, St. Petersburg, Pushkin, Russian Federation
²St. Petersburg State Electrotechnical University «LETI» named after V.I. Ulyanov (Lenin), St. Petersburg, Russian Federation

Abstract. The processes occurring in production systems are limited by agrotechnical requirements. The determining factor of the technological reliability of the system is the time of replacement of the failed element. The reliability of the system depends significantly on the ratio between the time of replacement of the failed element with a workable spare part and the allowable downtime in the operation of the production system. A set of spare parts and accessories should be considered as a kind of unloaded reserve. (Research purpose) The research purpose is formalizing the dependencies between the performance indicators of the spare parts supply system and optimizing the flow of applications for spare parts, taking into account their quality. (Materials and methods) It was noted that in order to assess the quality of spare parts and accessories on a certain date, it is advisable to fix three parts of the purchased batch of spare parts. The task of assessing the reliability of spare parts and accessories at an early stage of their use was formulated. (Results and discussion) It was found that for a batch of spare parts and accessories of poor quality, it is possible to make prompt decisions on complaints to the manufacturer of spare parts and their replacement. (Conclusions) It was stated that the processes of spending spare parts are stochastic. It was established that a set of spare parts and accessories is a kind of resource designed to improve the reliability of the functioning of technical systems. The availability factor of spare parts and accessories was proposed, taking into account the intensity of their failures during storage. The general reliability model should take into account: the strategy of replenishment of spare parts, the type of structure of the supply system, the type of failure model. Proved that the strategy of continuous replenishment of spare parts and accessories is effective. It provides, other things being equal, a higher value of the availability factor of spare parts and accessories.

Keywords: technological reliability, spare parts and accessories, technical system, operation, availability factor, optimization.

For citation: Kerimov M.A., Kerimov M.M. Spare parts reserve management in a multi-level structure to ensure the reliability of technical systems. Machinery technical service. 2024. Т. 62. N2. 47-54. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-47-54. EDN: ABNRHJ.

EDN: КЕНУУУ Научная статья

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-55-64

УДК 631.12; 62-799

РАЗРАБОТКА ИНДИКАТОРА ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ

Михаил Николаевич Костомахин, кандидат технических наук,

ведущий научный сотрудник;
Александр Сергеевич Саяпин, младший научный сотрудник;
Игорь Михайлович Макаркин, ведущий специалист;
Ефим Вадимович Пестряков, младший научный сотрудник;
Николай Алексеевич Петрищев, кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник, e-mail: comaconcrsas@mail.ru

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Эффективность использования энергонасыщенных тракторов в сельском хозяйстве во многом определяется уровнем подготовки к полевым работам, который в свою очередь зависит от полноты проведения ремонтно-обслуживающих воздействий. Для безразборной оценки общего технического состояния двигателей внутреннего сгорания используются различные диагностические средства: мотор-тестеры, расходомеры картерных газов и др. В настоящее время не существует средств для оценки технического состояния коробки передач без разрыва потока мощности. Требуется разработка цифровых диагностических средств для снижения риска отказов в период проведения полевых работ. (Цель исследования) Изучить состояние вопроса и обосновать необходимость разработки цифрового индикатора для безразборной оценки общего технического состояния гидропривода управления коробкой передач энергонасыщенных тракторов. (Материалы и методы) Провели анализ комплекса работ по диагностированию и управлению надежностью сельскохозяйственной техники. Установили, что необходим контроль времени протекания переходного процесса в системе гидравлического управления коробки передач, а также ускорений при переключении передач. Рассмотрели ранее выпускаемое контрольно-диагностическое оборудование. В качестве прототипа для разработки цифрового индикатора выбрали приборы КИ-12383, «Эффект-02.01». (Результаты и обсуждение) Провели моделирование, спроектировали и испытали прототип и доказали возможность разработки цифрового индикатора, который может использоваться в качестве встроенного диагностического средства для обоснования необходимости проведения ремонтно-обслуживающих воздействий коробки передач. (Выводы) Для мониторинга общего технического состояния коробки передач необходим цифровой индикатор, что позволит без внесения изменения в конструкцию (К-701, Т-150К и их современных аналогов) получать диагностические данные для обоснования проведения ремонтно-обслуживающих воздействий с целью снижения рисков отказов III группы сложности в процессе проведения полевых работ.

Ключевые слова: коробка передач, энергонасыщенный трактор, система гидравлического управления, цифровой индикатор, мониторинг, переходный процесс, поток мощности, диагностирование.

Для цитирования: Костомахин М.Н., Саяпин А.С., Макаркин И.М., Пестряков Е.В., Петрищев Н.А. Разработка индикатора оценки технического состояния коробок передач // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. №2. С. 55-64. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-55-64. EDN: КЕНУУУ.

Research article

DEVELOPMENT OF A COEFFICIENT FOR ASSESSING THE TECHNICAL CONDITION OF GEARBOXES

Mikhail N. Kostomakhin, Ph.D.(Eng.), leading researcher;
Aleksandr S. Sayapin, junior researcher;
Igor M. Makarkin, leading specialist;
Efim V. Pestryakov, junior researcher;
Nikolai A. Petrishchev, Ph.D.(Eng.), leading researcher

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. The efficiency of the use of high-energy tractors in agriculture is largely determined by the level of preparation for field work, which in turn depends on the completeness of the repair and maintenance work. Various diagnostic tools are used for a non-selective assessment of the general technical condition of internal combustion engines: motor testers, crankcase gas flow meters, etc. Currently, there are no means to assess the technical condition of the gearbox without breaking the power flow. The development of digital diagnostic tools is required to reduce the risk of failures during field work. (Research purpose) The research purpose is studying the state of the issue and justifying the need to develop a coefficient for a non-selective assessment of the general technical condition of the

hydraulic transmission control drive of high-energy tractors. (Materials and methods) Carried out an analysis of the complex of works on diagnosing and managing the reliability of agricultural machinery. It was found that it is necessary to control the time of the transient process in the hydraulic control system of the gearbox, as well as accelerations during gear shifting. We reviewed the previously manufactured control and diagnostic equipment. The KI-12383 and "Effect-02.01" devices were chosen as a prototype for the development of a digital indicator. (Results and discussion) We conducted a simulation, designed and tested a prototype and proved the possibility of developing a digital indicator that can be used as an integrated diagnostic tool to justify the need for repair and maintenance effects of the gearbox. (Conclusions) To monitor the general technical condition of the gearbox, a digital indicator is needed, which will allow, without making changes to the design (K-701, T-150K and their modern analogues), to obtain diagnostic data to substantiate repair and maintenance impacts in order to reduce the risks of failures of the III complexity group during field work.

Keywords: gearbox, high-energy tractor, hydraulic control system, coefficient, monitoring, transient process, power flow, diagnostics.

For citation: Kostomakhin M.N., Sayapin A.S., Makarkin I.M., Pestryakov E.V., Petrishchev N.A. Development of a coefficient for assessing the technical condition of gearboxes. Machinery technical service. 2024. T. 62. N2. 55-64 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-55-64. EDN: KEHYUY.

EDN: CJEZUZ

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-65-70

Научная статья

УДК: 629.014.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА АГРЕГАТОВ ТРАНСМИССИИ И ДВИГАТЕЛЯ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ

¹Алексей Александрович Долгушин, доктор технических наук,
доцент, e-mail: dolgushin078@mail.ru;

¹Антон Федорович Курносков, кандидат технических наук, доцент;

²Роман Владимирович Чернухин, кандидат технических наук, доцент

¹Новосибирский государственный аграрный университет,
г. Новосибирск, Российская Федерация

²Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, Российская Федерация

Реферат. Значительная доля грузов в сельском хозяйстве перевозится автомобильным транспортом в условиях низких температур окружающей среды. Изменение свойств масел в этих условиях значительно снижает эффективность работы машин и требует проведения дополнительных мероприятий по тепловой подготовке агрегатов. (Цель исследования) Выявить тепловые потоки между двигателем и агрегатами трансмиссии грузового автомобиля и их влияние на тепловой режим среднего и заднего мостов. (Материалы и методы) Выполнили экспериментальные исследования на автомобиле КамАЗ 65115. Изучили конвективные тепловые потоки и передачу теплоты посредством теплопроводности в системе «двигатель–агрегаты трансмиссии», а также их влияние на тепловой режим трансмиссионных редукторов. (Результаты и обсуждение) Установили влияние двигателя на тепловой режим коробки передач: повышение температуры масла составило пять градусов; время стабилизации температуры масла – 70-74 минуты. Не выявили влияние двигателя на тепловое состояние среднего и заднего мостов. Показали, что основными тепловыми потоками, вызывающими нагрев коробки передач, являются воздушные потоки, омывающие блок и картер двигателя. Увеличение скорости воздушного потока до 25 метров в секунду приводит к снижению температуры около блока двигателя на 2,5 процентов до 278 кельвинов, а около картера двигателя на 3 процента до 253 кельвинов. (Выводы) Температура двигателя оказывает существенное влияние только на температуру коробки передач. При скоростях обдува агрегатов трансмиссии выше 10 метров в секунду наблюдается стабилизация их температуры. Тепловые потоки, вызывающие дополнительный нагрев коробки передач, формируются на боковых поверхностях блока цилиндра и масляного картера двигателя.

Ключевые слова: температура, трансмиссия, двигатель, тепловой режим, теплопередача, конвекция.

Для цитирования: Долгушин А.А., Курносков А.Ф., Чернухин Р.В. Исследование теплообмена агрегатов трансмиссии и двигателя грузового автомобиля // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N2. С. 65-70. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-65-70. EDN: CJEZUZ.

Research article

HEAT EXCHANGE OF THE TRANSMISSION UNITS OF TRUCK ENGINE

¹*Aleksey A. Dolgushin, Dr.Sc.(Eng.), associate professor;*

¹*Anton F. Kurnosov, Ph.D.(Eng.), associate professor;*

²*Roman V. Chernukhin, Ph.D.(Eng.), associate professor*

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

²*Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russian Federation*

Abstract. *A significant share of goods in agriculture are transported by road at low ambient temperatures. Changing the properties of oils in these conditions significantly reduces the efficiency of the machines and requires additional measures for the thermal preparation of the units. (Research purpose) The research purpose is identifying heat flows between the engine and the transmission units of a truck and their effect on the thermal mode of the middle and rear axles. (Materials and methods) We performed experimental studies on a KamAZ 65115 car. Convective heat flows and heat transfer through thermal conductivity in the "engine–transmission units" system, as well as their effect on the thermal mode of transmission gearboxes, were studied. (Results and discussion) The effect of the engine on the thermal mode of the gearbox was established: the oil temperature rise was five degrees; the oil temperature stabilization time was 70-74 minutes. The effect of the engine on the thermal mode of the middle and rear axles was not revealed. It was shown that the main heat flows causing the gearbox to heat up are the air flows washing the block and crankcase of the engine. An increase in the air flow velocity to 25 meters per second leads to a decrease in temperature near the engine block by 2.5 percent to 278 kelvin, and near the crankcase by 3 percent to 253 kelvin. (Conclusions) Engine temperature has a significant effect only on the temperature of the gearbox. At air speeds above 10 meters per second, stabilization of transmission temperature is observed. Heat flows that cause additional heating of the gearbox are formed on the side surfaces of the cylinder block and the engine oil sump.*

Keywords: *temperature, transmission, engine, thermal mode, heat transfer, convection.*

For citation: Dolgushin A.A., Kurnosov A.F., Chernukhin R.V. Heat exchange of the transmission units of truck engine. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N2. 65-70 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-65-70. EDN: CJEZUZ.

EDN: EHYQOA

Научная статья

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-71-76

УДК 631.313.02

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ РАБОТЫ ДИСКОВ БОРОН

¹*Андрей Вадимович Афанасьев, аспирант, инженер;*

^{1,2}*Дмитрий Борисович Слинко, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, e-mail: maks52@inbox.ru;*

¹*Вячеслав Александрович Денисов, доктор технических наук, главный научный сотрудник*

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

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

Реферат. *Рабочие органы почвообрабатывающих машин, в том числе диски борон, во время обработки почвы сильно изнашиваются и выходят из строя. В основном их упрочняют на стадии изготовления для повышения износостойкости. Проведение испытаний для проверки их работоспособности с целью выбора наиболее эффективных технологий упрочнения требует больших временных и материальных затрат.*

Современной альтернативой этим испытаниям служит использование компьютерного моделирования на начальной стадии выбора и разработки технологий упрочнения. (Цель исследования) Исследовать и оценить степень влияния технологических факторов на износостойкость рабочих органов почвообрабатывающих машин, в частности, дисков борон, при помощи средств компьютерного моделирования. (Материалы и методы) Провели компьютерное моделирование условий их работы при помощи метода вычислительной гидродинамики посредством использования программы SOLIDWORKS Flow Simulation для оценки эффективности и выбора различных технологий упрочнения. Создали твердотельные модели дисков, которые использовали при симуляции условий работы дисков борон с различными параметрами. (Результаты и обсуждение) Получили в результате моделирования картины распределения давления, представляющие из себя цветной градиент на выбранной поверхности модели, показывающий величины давления почвы на диск. Показали распределение давления на диск бороны для диска в заводском исполнении и с упрочняющими валиками при различных углах атаки 10, 15 и 20 градусов и скоростях 6, 12 и 24 километров в час. Выявили картины распределения давления на диск с различными геометрическими параметрами нанесенных упрочняющих валиков. (Выводы) При всех представленных различных технологических факторах диски борон с упрочняющими валиками показали уменьшение давления почвы на их поверхность. Установили, что наиболее сильно снижается давление почвы на диск при нанесении валиков шириной 6 и высотой не более 2 миллиметров.

Ключевые слова: диск бороны, упрочнение, наплавка, износостойкость, компьютерное моделирование.

Для цитирования: Афанасьев А.В., Слинко Д.Б., Денисов В.А. Компьютерное моделирование условий работы дисков борон // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N2. С. 71-76. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-71-76. EDN: EHYQOA.

Research article

COMPUTER MODELING OF HARROW DISC WORKING CONDITIONS

¹Andrey V. Afanasyev, postgraduate, engineer;

^{1,2} Dmitriy B. Slinko, Ph.D. (Eng.), associate professor, leading researcher;

¹Vyacheslav A. Denisov, Dr.Sc.(Eng.), chief researcher

¹ Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

² Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

Abstract. The working parts of tillage machines, including harrow discs, wear out and fail during tillage. Basically, they are hardened at the manufacturing stage to increase wear resistance. Conducting tests to verify their operability in order to select the most effective hardening technologies requires a lot of time and material costs. A modern alternative to these tests is the use of computer simulation at the initial stage of the selection and development of hardening technologies. (Research purpose) The research purpose is investigating and evaluating the influence of technological factors on the wear resistance of the working parts of tillage machines, in particular harrow discs, using computer modeling tools. (Materials and methods) Carried out computer simulation of their working conditions using the computational fluid dynamics method by using the SOLIDWORKS Flow Simulation program to evaluate the effectiveness and selection of various hardening technologies. We created solid-state disk models that were used to simulate the operating conditions of harrow discs with various parameters. (Results and discussion) As a result of modeling, pressure distribution patterns were obtained, which are a color gradient on the selected surface of the model, showing the values of soil pressure on the disk. The pressure distribution on the disc of the disc harrow in the factory version and with reinforcing rollers at various angles of attack of 10, 15 and 20 degrees and speeds of 6, 12 and 24 kilometers per hour was shown. The patterns of pressure distribution on the disk with various geometric parameters of the applied reinforcing rollers were revealed. (Conclusions) With all the various technological factors presented, the harrow discs with reinforcing rollers showed a decrease in soil pressure on their surface. It was found that the pressure of the soil on the disk is most strongly reduced when applying rollers with a width of 6 and a height of no more than 2 millimeters.

Keywords: harrow disc, hardening, surfacing, wear resistance, computer modeling.

For citation: Afanasyev A.V., Slinko D.B., Denisov V.A. Computer modeling of harrow disc working conditions. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N2. 71-76 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-71-76. EDN: EHYQOA.

ВЛИЯНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЛАЗМЕННОЙ СТРУИ НА АДГЕЗИОННУЮ ПРОЧНОСТЬ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

^{1,2}*Игорь Николаевич Кравченко, доктор технических наук, профессор,
e-mail: kravchenko-in71@yandex.ru;*

³*Юрий Алексеевич Кузнецов, доктор технических наук, профессор;*

⁴*Татьяна Николаевна Боровик, старший преподаватель;*

⁴*Наталья Сергеевна Баранова, старший преподаватель;*

³*Алексей Александрович Грибакин, аспирант*

¹*Институт машиноведения имени А.А. Благонравова Российской академии наук
(ИМАШ РАН), Москва, Российская Федерация*

²*Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева,
Москва, Российская Федерация*

³*Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина,
г. Орел, Российская Федерация*

⁴*МИРЭА – Российский технологический университет, Москва, Российская Федерация*

Финансирование. Работа финансировалась за счет средств федерального бюджета в рамках FFGU-2021-0003 и FFGU-2024-0024 по результатам исследований, выполненных с использованием оборудования ЦКП ИМАШ РАН.

Реферат. Газотермическое напыление металлов и сплавов позволяет получать на поверхностях деталей покрытия с высокими эксплуатационными свойствами. Данные методы нанесения покрытий могут быть эффективно использованы при восстановлении изношенных деталей машин и оборудования различного типа, что в условиях масштабных санкций является одной из важнейших задач технологической независимости российских отраслей промышленности. (Цель исследований) Установить закономерности влияния основных термодинамических параметров плазменной струи на адгезионную прочность формируемых покрытий. (Материалы и методы) Осуществляли нанесение тугоплавких металлов и сплавов на графитовую подложку с использованием плазменной установки УПУ-3. Определяли по общепринятой методике температуру и скорость частиц при плазменном распылении проволоки. Оценивали среднемассовую температуру частиц на рассматриваемом участке плазменной струи по приращению энтальпии частиц напыляемого металла. При расчете температуры нагрева частиц напыляемого порошкового материала исходили из того, что температурное поле газового потока за срезом сопла определяется теплофизическими свойствами плазмообразующих газов и условиями теплообмена струи с окружающей средой. Измеряли адгезионную прочность покрытий методом сдвига. Для оценки значений остаточных напряжений исследовали температурные поля в напыленном слое и подложке. (Результаты и обсуждение) Проанализировали существующие теоретические представления о физических процессах при формировании газотермических покрытий. Рассмотрели основные теплофизические характеристики плазменной струи, влияющие на распыление различных порошковых и проволоочных материалов. Определили факторы, обеспечивающие максимальную прочность сцепления газотермических покрытий с поверхностью композиционного материала. (Выводы) Доказали, что температура частиц напыляемого материала определяет прочность сцепления покрытий. Величина термических напряжений, возникающих в покрытиях, зависит от соотношения теплофизических констант материала покрытия и основы. Для получения покрытий с максимальной адгезионной прочностью при высокотемпературном распылении материала необходимо дополнительно учитывать условия, определяемые силами механического зацепления деформирующихся частиц.

Ключевые слова: адгезионная прочность, высокотемпературное распыление, газотермические покрытия, остаточные напряжения, период ретардации, плазменная струя, порошковые и проволоочные материалы.

Для цитирования: Для цитирования: Кравченко И.Н., Кузнецов Ю.А., Боровик Т.Н., Баранова Н.С., Грибакин А.А. Влияние термодинамических параметров плазменной струи на адгезионную прочность газотермических покрытий // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N2. С. 77-84. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-77-84. EDN: EZZPLO.

ON THE ADHESIVE STRENGTH OF GAS-THERMAL COATINGS

^{1,2}Igor N. Kravchenko, Dr.Sc.(Eng.), professor;

³Yuriy A. Kuznetsov, Dr.Sc.(Eng.), professor;

⁴Tatyana N. Borovik, senior lecturer;

⁴Natalya S. Baranova, senior lecturer;

³Aleksandr A. Gribakin, postgraduate

¹Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Science
(IMASH RAS), Moscow, Russian Federation

²Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

³Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, Russian Federation

⁴MIREA – Russian Technological University, Moscow, Russian Federation

Financing. The work was financed from the federal budget within the framework of FFGU-2021-0003 and FFGU-2024-0024 based on the results of studies performed using the equipment of the Center of Collective Use of the IMASH RAS.

Abstract. Gas-thermal spraying of metals and alloys makes it possible to obtain coatings with high performance properties on the surfaces of parts. These coating methods can be effectively used in the restoration of worn-out parts of machines and equipment of various types, which, in the face of large-scale sanctions, is one of the most important tasks of technological independence of Russian industries. (Research purpose) The research purpose is searching for the regularities of the influence of the main thermodynamic parameters of the plasma jet on the adhesive strength of the formed coatings. (Materials and methods) The deposition of refractory metals and alloys on a graphite substrate was carried out using the UPU-3 plasma installation. The temperature and velocity of the particles during plasma spraying of the wire were determined according to the generally accepted method. The average mass temperature of the particles in the considered section of the plasma jet was estimated by the increment of the enthalpy of the particles of the deposited metal. When calculating the heating temperature of the particles of the sprayed powder material, it was assumed that the temperature field of the gas stream beyond the nozzle section is determined by the thermophysical properties of plasma-forming gases and the conditions of heat exchange of the jet with the environment. The adhesive strength of the coatings was measured by the shear method. To estimate the values of residual stresses, temperature fields in the deposited layer and substrate were studied. (Results and discussion) The existing theoretical ideas about the physical processes in the formation of gas-thermal coatings were analyzed. The main thermophysical characteristics of the plasma jet affecting the sputtering of various powder and wire materials were considered. The factors ensuring the maximum adhesion strength of gas-thermal coatings to the surface of the composite material were determined. (Conclusions) It has been proved that the temperature of the particles of the sprayed material determines the adhesion strength of the coatings. The magnitude of thermal stresses occurring in coatings depends on the ratio of the thermophysical constants of the coating material and the substrate. To obtain coatings with maximum adhesive strength during high-temperature spraying of the material, it is necessary to additionally take into account the conditions determined by the forces of mechanical engagement of deforming particles.

Keywords: adhesive strength, high temperature spraying, gas-thermal coverings, residual stresses, retardation period, plasma jet, powder and wire materials

For citation: Kravchenko I.N., Kuznetsov Yu.A., Borovik T.N., Baranova N.S., Gribakin A.A. Influence of thermodynamic parameters of a plasma jet on the adhesive strength of gas-thermal coatings. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N2. 77-84 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-77-84. EDN: EZZPLO.

EDN: ECARQI Обзорная статья
DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-85-90

УДК 621.763

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ

^{1,3}Иван Сергеевич Кузнецов, кандидат технических наук, доцент,
e-mail: Ivan-654@yandex.ru;

²Николай Владимирович Титов, кандидат технических наук, доцент;

²Владимир Николаевич Логачев, кандидат технических наук, доцент;

²*Николай Сергеевич Чернышов, кандидат технических наук, доцент*

¹*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,
Москва, Российская Федерация*

²*Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина,
г. Орел, Российская Федерация*

³*Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация*

Реферат. В настоящее время существуют и активно развиваются различные аддитивные технологии печати металлических изделий. Среди достаточно большого количества технологий можно выделить послойное лазерное плавление металлического порошка. Зарубежные ученые утверждают, что детали, изготовленные с помощью данной технологии, имеют несколько недостатков: высокую шероховатость поверхностей, высокую волнистость, невысокую долговечность. Иностранные исследователи предлагают устранять недостатки совместным применением электроискровой обработки и поверхностного пластического деформирования. (Цель исследования) Проанализировать имеющиеся научные работы и оценить возможность применения электроискровой обработки для снижения шероховатости поверхностей деталей, полученных методом селективного лазерного плавления. (Материалы и методы) Привели работы зарубежных коллег, которые проводили исследования с помощью установки селективного лазерного спекания. Осуществляли электроискровую обработку электродом из никелевого суперсплава диаметром 3,2 миллиметров. (Результаты и обсуждение) Применение электроискровой обработки в комбинации с поверхностным пластическим деформированием на образцах, полученных методом селективного лазерного спекания никелевого порошка, позволяет снизить их шероховатость на 82 процента. При этом параметр волнистости снижается на 45 процентов. Показали, что электроискровая обработка электродом из никелевого сплава в комбинации с поверхностным пластическим деформированием, позволяет получать на образцах, изготовленных методом селективного лазерного спекания, износостойкие покрытия шероховатостью 2,4 микрометров, волнистостью 4,9 и толщиной 10-85 микрометров. (Выводы) Применение электроискровой обработки и поверхностного пластического деформирования позволяют существенно снизить шероховатость и волнистость рабочих поверхностей деталей, полученных методом селективного лазерного спекания.

Ключевые слова: электроискровая обработка, шероховатость, волнистость, лазерное спекание в порошковом слое, селективное лазерное плавление, никелевый сплав.

Для цитирования: Кузнецов И.С., Титов Н.В., Логачев В.Н., Чернышов Н.С. Зарубежный опыт использования электроискровой обработки // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N2. С. 85-90. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-85-90. EDN: ECARQI..

Review article

FOREIGN EXPERIENCE IN ELECTRIC SPARK MACHINING

^{1,3}*Ivan S. Kuznetsov, Ph.D.(Eng.), assistant professor;*

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

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

²*Nikolay S. Chernyshov, Ph.D.(Eng.), assistant professor*

¹*Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation*

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

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

Abstract. Currently, there are actively developing various additive technologies for printing metal products. Among a fairly large number of technologies, layer-by-layer laser melting of metal powder can be distinguished. Foreign scientists claim that the parts manufactured using this technology have several disadvantages: high surface roughness, high undulation, low durability. Foreign researchers propose to eliminate the shortcomings by the combined use of electric spark processing and surface plastic deformation. (Research purpose) The research purpose is analyzing the available scientific work and evaluating the possibility of using electric spark processing to reduce the roughness of the surfaces of parts obtained by selective laser melting. (Materials and methods) The paper cited the work of foreign

colleagues who conducted research using a selective laser sintering unit. Electric spark treatment was carried out with an electrode made of a nickel superalloy with a diameter of 3.2 millimeters. (Results and discussion) The use of electric spark treatment in combination with surface plastic deformation on samples obtained by selective laser melting of nickel powder makes it possible to reduce their roughness by 82 percent. At the same time, the undulation parameter is reduced by 45 percent. It has been shown that electric spark treatment with a nickel alloy electrode in combination with surface plastic deformation makes it possible to obtain wear-resistant coatings with a roughness of 2.4 micrometers, a waviness of 4.9 and a thickness of 10-85 micrometers on samples made by selective laser melting. (Conclusions) The use of electric spark processing and surface plastic deformation can significantly reduce the roughness and undulation of the working surfaces of parts obtained by selective laser sintering.

Keywords: electric spark processing, roughness, waviness, laser powder melting, selective laser melting, nickel alloy.

For citation: Kuznetsov I.S., Titov N.V., Logachev V.N., Chernyshov N.S. Foreign experience in electric spark machining. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N2. 85-90 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-85-90. EDN: ECARQI.

EDN: GHHGYW Научная статья

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-91-96

УДК 621. 793.182

УПРОЧНЕНИЕ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКОЙ

¹Валентин Павлович Лялякин, доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник, e-mail: valpal-1938@mail.ru;

¹Александр Юрьевич Костюков, кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник;

²Даниэль Эсаидиевич Руисси, магистрант

¹Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

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

Реферат. *Металлорежущие инструменты в ходе процесса обработки деталей резанием испытывают высокие силовые и тепловые нагрузки, вызывающие износ режущих кромок. Повышение износостойкости режущих кромок металлорежущего инструмента представляет собой актуальную задачу. (Цель исследования) Провести анализ причин изнашивания концевых фрез и сверл и предложить наиболее рациональный метод упрочнения металлорежущего инструмента. (Материалы и методы). Выбрали в качестве объекта исследования концевые фрезы и сверла. Использовали для упрочнения металлорежущего инструмента установку БИГ-5 с применением электродов из твердых сплавов ВК8 и Т15К6. Указали, что для упрочнения сверл и концевых фрез электроискровой обработкой применяют относительно мягкие электрические режимы энергией импульсов от 0,05 до 0,2 джоулей, толщина нанесенного слоя покрытий при таких режимах – 10-30 микрон. (Результаты и обсуждение) Отметили, что выполненный анализ применяемых методов упрочнения подтвердил целесообразность использования электроискровой обработки для данных целей. Подобрали на основании ранее проведенных исследований оптимальные режимы электроискровой обработки. Выполнили сравнительные испытания на износостойкость образцов из материалов концевых фрез (Р18) и сверл (Р6М5). Показали, что при использовании электродов из материала Т15К6 износостойкость образцов повышается в 1,85 раз для Р18 и в 8 раз – для Р6М5. Провели сравнительные испытания упрочненных концевых фрез и сверл на износостойкость. Показателем служило количество обработанных деталей. (Выводы) Результатом применения метода электроискровой обработки для упрочнения режущего инструмента стало повышение ресурса концевых фрез в 3,8 раз, сверл – в 2,25 раз. Возросла производительность изготовления деталей.*

Ключевые слова: режущий инструмент, концевая фреза, сверло, электроискровая обработка, повышение ресурса, производительность.

Для цитирования: Лялякин В.П., Костюков А.Ю., Руисси Д.Э. Упрочнение металлорежущего инструмента электроискровой обработкой // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N2. С. 91-96. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-91-96. EDN: GHHGYW.

HARDENING THE METAL CUTTING TOOLS BY ELECTOSPARK TREATING

¹Valentin P. Lyalyakin, Dr.Sc(Eng.), professor, chief researcher;¹Aleksandr Y. Kostyukov, Ph.D.(Eng.), leading researcher;²Daniel E. Rouissi, master's student¹Federal scientific Agroengineering center VIM, Moscow, Russian Federation²Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

Abstract. Metal-cutting tools during the machining of parts by cutting experience high strength and thermal loads, causing wear of the cutting edges. Increasing the wear resistance of the cutting edges of a metal-cutting tool is an urgent task. (Research purpose) The research purpose is analyzing the causes of wear of end mills and drills and proposing the most rational method of hardening metal-cutting tools. (Materials and methods) End mills and drills were chosen as the object of research. The BIG-5 installation with the use of electrodes made of hard alloys VK8 and T15K6 was used to harden metal-cutting tools. It was pointed out that relatively mild electrical modes with pulse energy from 0.05 to 0.2 joules are used to harden drills and end mills, the thickness of the applied coating layer in such modes is 10-30 micrometers. (Results and discussion) It was noted that the performed analysis of the applied hardening methods confirmed the feasibility of using electric spark processing for these purposes. The optimal modes of electric spark processing were selected on the basis of previous studies. Comparative tests for wear resistance of samples from materials of end mills (P18) and drills (P6M5) were performed. It was shown that when using electrodes made of T15K6, the wear resistance of the samples increases by 1.85 times for P18 and by 8 times for P6M5. Comparative tests of hardened end mills and drills for wear resistance were carried out. The indicator was the number of processed parts. (Conclusions) The result of using the electric spark processing method to harden the cutting tool was an increase in the life of end mills by 3.8 times, drills by 2.25 times. The productivity of manufacturing parts has increased.

Keywords: cutting tool, end mill, drill, electrospark deposition, increasing of resource, productivity.

For citation: Lyalyakin V.P., Kostyukov A.Yu., Ruissi D.E. Hardening the metal cutting tools by electospark treating. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N2. 91-96 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-91-96. EDN: GHHGYW.

EDN: HKLQKU Научная статья

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-97-104 УДК: 621.791.92

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВАЛА РОТОРА ТУРБОКОМПРЕССОРА ТКР-7С-6 ДВИГАТЕЛЯ
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ¹Алексей Геннадьевич Ипатов, кандидат технических наук,
доцент, e-mail: Ipatow.al@yandex.ru;²Кирилл Георгиевич Волков, кандидат технических наук,
научный сотрудник;¹Александр Васильевич Малинин, аспирант¹Удмуртский государственный аграрный университет, г. Ижевск,
Республика Удмуртия, Российская Федерация²Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения
Российской академии наук, г. Ижевск, Республика Удмуртия, Российская Федерация

Реферат. Использование турбокомпрессора положительно сказывается на мощности двигателя внутреннего сгорания, снижает расход топлива и положительно влияет на экологичность эксплуатации. Наряду с положительным влиянием на работу двигателя внутреннего сгорания турбокомпрессоры снижают общий ресурс двигателя. Малый предельный износ и небольшой диаметр вала ротора ограничивают

применение традиционных технологических процессов восстановления. (Цель исследования). Разработать способ восстановления вала ротора турбокомпрессора двигателей внутреннего сгорания. (Материалы и методы) Использовали для нанесения восстановительного покрытия короткоимпульсную лазерную наплавку антифрикционного керамического покрытия с последующей финишной обработкой в виде алмазного выглаживания. Применили в качестве присадочного материала порошковую композицию $\text{BN-B}_4\text{C-LiO-MgO}$. Предварительные исследования показали высокую адгезионную прочность покрытия и износостойкость в условиях масляного голодания. Подвергли поверхность после формирования восстановительного покрытия финишной обработке в виде алмазного выглаживания. Разработали лабораторную установку для разгона вала ротора в корпусе турбокомпрессора до 60000 оборотов в минуту с последующей оценкой времени разгона и степени повышения давления в коллекторе компрессора. (Результаты и обсуждение) Представленный способ позволил восстановить вал ротора турбокомпрессора с обеспечением шероховатости поверхности $Ra\ 0,32$. Провели стендовые испытания для оценки эффективности работы турбокомпрессора с восстановленным валом, результаты которых показали, что интенсивность раскручивания вала ротора турбокомпрессора и степень повышения давления в коллекторе компрессора в среднем на 10 процентов выше, чем для агрегата со стандартным валом ротора. (Выводы) Представленный технологический процесс восстановления изношенной поверхности вала ротора турбокомпрессора 7С-6 имеет высокую практическую значимость и его применение позволит повысить надежность и долговечность турбокомпрессоров. Результаты могут быть использованы в условиях эксплуатирующих и ремонтных предприятиях.

Ключевые слова: антифрикционное покрытие, короткоимпульсная лазерная наплавка, алмазное выглаживание, турбокомпрессор, восстановление вала ротора турбокомпрессора.

Для цитирования: Ипатов А.Г., Волков К.Г., Малинин А.В. Восстановление вала ротора турбокомпрессора ТКР-7С-6 двигателя внутреннего сгорания // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N2. С. 97-104. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-97-104. EDN: HKLQKU.

Research article

RESTORATION OF THE ROTOR SHAFT OF THE TURBOCHARGER TKR-7S-6 OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

¹Aleksey G. Ipatov, Ph.D.(Eng.), associate professor;

²Kirill G. Volkov, Ph.D.(Eng.), researcher;

¹Aleksandr V. Malinin, postgraduate

¹Udmurt State Agrarian University, Izhevsk, Republic of Udmurtia, Russian Federation

²Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Izhevsk, Republic of Udmurtia, Russian Federation

Abstract. The use of a turbocharger has a positive effect on the power of the internal combustion engine, reduces fuel consumption and positively affects the environmental friendliness of operation. Along with the positive effect on the operation of the internal combustion engine, turbochargers reduce the overall life of the engine. Small extreme wear and a small diameter of the rotor shaft limit the use of traditional recovery processes. (Research purpose). The research purpose is developing a method for restoring the rotor shaft of a turbocharger of internal combustion engines. (Materials and methods) A short-pulse laser surfacing of an antifriction ceramic coating with subsequent finishing treatment in the form of diamond smoothing was used to apply the restoration coating. The powder composition $\text{BN-B}_4\text{C-LiO-MgO}$ was used as a filler material. Preliminary studies have shown high adhesive strength of the coating and wear resistance in conditions of oil starvation. The surface was subjected to finishing treatment by diamond smoothing after the formation of the restoration coating. A laboratory installation has been developed to accelerate the rotor shaft in the turbocharger housing to 60,000 revolutions per minute, followed by an assessment of the acceleration time and the pressure increase in the compressor manifold. (Results and discussion) The presented method made it possible to restore the turbocharger rotor shaft with a surface roughness of $Ra\ 0.32$. Bench tests were conducted to evaluate the efficiency of a turbocharger with a restored shaft, the results of which showed that the intensity of unwinding of the turbocharger rotor shaft and the pressure increase in the compressor manifold are on average 10 percent higher than for a unit with a standard rotor shaft.

(Conclusions) The presented technological process of restoring the worn surface of the rotor shaft of the 7C-6 turbocharger is of high practical importance and its application will improve the reliability and durability of turbochargers. The results can be used in the operating and repair enterprises.

Keywords: anti-friction coating, short-pulse laser surfacing, diamond smoothing, turbocharger, restoration of the turbocharger rotor shaft.

For citation: Ipatov A.G., Volkov K.G., Malinin A.V. Restoration of the rotor shaft of the turbocharger TKR-7S-6 of internal combustion engine. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N2. 97-104 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-97-104. EDN: HKLQKU.

EDN: HRWHEX Научная статья
DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-105-111

УДК 621.787

УПРОЧНЕНИЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН ВИБРОПЛАЗМЕННЫМ МЕТОДОМ

¹Саид Насибуллович Шарифуллин, доктор технических наук,
профессор, e-mail: Saidchist@mail.ru;

²Акмарал Таскараевна Байниязова, старший преподаватель;

²Марат Маликович Абжаев, старший преподаватель

¹Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань,
Республика Татарстан, Российская Федерация

²Кызылординский государственный университет им. Коркыт Ата,
г. Кызылорда, Республика Казахстан

Реферат. Задача повышения ресурса работы сельскохозяйственной техники путем упрочнения поверхностей ее рабочих органов всегда была актуальной. В настоящее время наиболее успешно эту проблему решают с применением плазменных технологий. В данной работе привели результаты некоторых исследований по виброплазменной обработке поверхностного слоя образцов из стали 65Г. (Цель исследования) Определить возможности виброплазменных методов упрочнения рабочих органов сельскохозяйственных машин и изучить физико-механические свойства и структурные изменения поверхностного слоя данных изделий. (Материалы и методы) Взяли для исследований четыре образца из стали 65Г: исходный; образец с электроискровой обработкой; образец с вибродуговой обработкой с одностержневым электродом; образец с вибродуговой обработкой с трехстержневым электродом. Провели исследования морфологии поверхности, элементного состава образцов и микроструктуры покрытий с применением электронного и металлографического микроскопов. (Результаты и обсуждение) Показали, что электроискровая обработка при некоторых режимах повышает твердость поверхности материала более чем в четыре раза. Вибродуговая обработка с меднографитовым электродом позволяет производить науглероживание поверхностного слоя материала; упрочненный слой имеет твердость в три с лишним раза больше твердости основы. (Выводы) Результаты исследования согласуются с результатами исследований других авторов по электроискровым и вибродуговым разрядам. Поверхностный слой, сформированный при обработке детали виброплазмой, представляет собой новую композиционную структуру. Упрочнение материала основы по глубине детали при электроискровой обработке происходит на 0,5-1,0 миллиметр, при вибродуговой обработке – до 3-4 миллиметров.

Ключевые слова: сельскохозяйственные машины, режущие элементы, упрочнение, электроискра, вибродуга, элементный состав, наноструктура, микротвердость.

Для цитирования: Шарифуллин С.Н., Байниязова А.Т., Абжаев М.М. Упрочнение рабочих органов сельскохозяйственных машин виброплазменным методом // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N2. С. 105-111. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-105-111. EDN: HRWHEX

STRENGTHENING THE WORKING PARTS OF AGRICULTURAL MACHINES BY VIBRATING PLASMA METHOD

¹Said N. Sarifullin, Dr.Sc.(Eng.), professor;

²Akmaral T. Bainiyazova, senior lecturer;

²Marat M. Abzhaev, senior lecturer

¹Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation

²Kyzylorda State University named after Korkyt At, Kyzylorda, Republic of Kazakhstan

Abstract. The task of increasing the service life of agricultural machinery by hardening the surfaces of its working parts has always been relevant. Currently, this problem is most successfully solved with the use of plasma technologies. In this paper, we present the results of some studies on the vibrating plasma treatment of the surface layer of samples made of steel 65G. (Research purpose) The research purpose is determining the possibilities of vibrating plasma methods for hardening the working parts of agricultural machinery and studying the physical and mechanical properties and structural changes in the surface layer of these products. (Materials and methods) Four samples of 65G steel were taken for research: the initial one; a sample with electric spark treatment; a sample with vibrating arc treatment with a single-rod electrode; a sample with vibrating arc treatment with a three-rod electrode. The morphology of the surface, the elemental composition of the samples and the microstructure of the coatings were studied using electron and metallographic microscopes. (Results and discussion) It has been shown that electric spark treatment in some modes increases the hardness of the surface of the material by more than four times. Vibrating arc treatment with a copper graphite electrode allows carburization of the surface layer of the material; the hardened layer has a hardness of more than three times the hardness of the base. (Conclusions) The results of the study are consistent with the results of studies by other authors on electric spark and vibrating arc discharges. The surface layer formed during the processing of the part with vibrating plasma is a new composite structure. Hardening of the base material along the depth of the part during electric spark processing occurs by 0.5-1.0 millimeters, during vibrating arc processing – up to 3-4 millimeters.

Keywords: agricultural machines, cutting elements, hardening, electric spark, vibrating arc, elemental composition, nanostructure, microhardness.

For citation: Sharifullin S.N., Bainiyazova A.T., Abzhaev M.M. Strengthening the working parts of agricultural machines by vibrating plasma method. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N2. 105-111 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-105-111. EDN: HRWHEX.

EDN: JAZCEF

Научная статья

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-112-117 УДК 621.9.047 / 621.793

ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ БРОНЗОВЫХ ПОКРЫТИЙ

Елизавета Юрьевна Кудряшова, кандидат технических наук,
научный сотрудник, e-mail: laboratory8nano@yandex.ru

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация

Реферат. Одной из особенностей сельскохозяйственных машин является применение в их конструкциях достаточно большого количества деталей из цветных металлов и сплавов, так как они обладают высокими антифрикционными свойствами, коррозионной стойкостью, выдерживают значительные удельные нагрузки и высокие скоростные режимы. Чаще всего это бронзовые подшипники скольжения типа «втулка». Триботехнические исследования образцов с покрытием на основе вторичных композиционных материалов на машине трения представляют собой важное направление в развитии технологий восстановления и упрочнения бронзовых деталей и узлов. Вторичные композиционные материалы получают из отходов производства методом электроэрозионного диспергирования, что позволяет снизить затраты на производство и уменьшить экологическую нагрузку. Такие порошки возможно использовать для создания ремонтных покрытий с высокой износостойкостью. (Цель исследования) Выполнить сравнительный анализ

триботехнических свойств покрытий, полученных на основе вторичных композиционных материалов с помощью электроискровой обработки. (Материалы и методы) Изготовили для проведения исследований образцы с бронзовыми покрытиями. Провели испытания на машине трения ИИ5018. (Результаты и обсуждение) Определили, что образцы с покрытием на основе вторичных композиционных материалов имеют более высокую износостойкость и меньшее трение по сравнению с образцами без покрытия. Выявили, что при увеличении нагрузки и скорости скольжения разница в износостойкости и трении между образцами с покрытием и без покрытия увеличивается. Покрытие на основе вторичных композиционных материалов особенно эффективно в условиях высоких нагрузок и скоростей скольжения. (Выводы) Сравнительные триботехнические исследования образцов с покрытием на основе вторичных композиционных материалов показали, что данные покрытия могут быть эффективным способом повышения износостойкости и снижения трения в различных узлах машин.

Ключевые слова: сравнительные испытания, покрытие образцов, композиционные материалы, вторичные материалы, испытание на трение, машина трения, материалы переработки металлов, покрытие вторичными композиционными материалами, вторичное применение.

Для цитирования: Кудряшова Е.Ю. Триботехнические исследования вторичных бронзовых покрытий // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. №2. С. 112-117. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-112-117 EDN: JAZCEF.

Research article

TRIBOTECHNICAL STUDIES OF SECONDARY BRONZE COATINGS

Elizaveta Yu. Kudryashova, Ph.D.(Eng.), researcher

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. One of the features of agricultural machines is the use of a sufficiently large number of parts made of non-ferrous metals and alloys in their designs, since they have high antifriction properties, corrosion resistance, withstand significant specific loads and high speed conditions. Most often these are bronze plain bearings of the bushing type. Tribotechnical studies of coated samples based on secondary composite materials on a friction machine is an important direction in the development of technologies for the restoration and hardening of bronze parts and assemblies. Secondary composite materials are obtained from production waste by the electroerosion dispersion, which allows to reduce production costs and reduce the environmental burden. Such powders can be used to create repair coatings with high wear resistance. (Research purpose) The research purpose is performing a comparative analysis of the tribotechnical properties of coatings obtained using secondary composite materials and electric spark processing. (Materials and methods) Samples with bronze coatings were produced for research. Conducted tests on the friction machine ИИ5018. (Results and discussion) It was determined that coated samples based on secondary composite materials have higher wear resistance and less friction compared to uncoated samples. It was found that with increasing load and sliding speed, the difference in wear resistance and friction between coated and uncoated samples increases. The coating based on secondary composite materials is especially effective in conditions of high loads and sliding speeds. (Conclusions) Comparative tribotechnical studies of coated samples based on secondary composite materials have shown that such coatings can be an effective way to increase wear resistance and reduce friction in various machine components.

Keywords: comparative tests, sample coating, composite materials, secondary materials, friction test, friction machine, metal processing materials, coating with secondary composite materials, secondary use.

For citation: Kudryashova E.Yu. Tribotechnical studies of secondary bronze coatings. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. №2. 112-117 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-112-117. EDN: JAZCEF.

EDN: KUZAEQ

Обзорная статья

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-118-125 УДК 378:331.108.4:631.3

НАУЧНАЯ ШКОЛА ПРОФЕССОРА ПЕТРА ВАСИЛЬЕВИЧА СЕНИНА

Александр Михайлович Давыдкин, кандидат технических наук, доцент;

**Юлия Викторовна Величко, кандидат педагогических наук, доцент,
e-mail: july.veli4ko@yandex.ru;**

**Национальный исследовательский Мордовский государственный университет
им. Н.П. Огарёва, г. Саранск, Республика Мордовия, Российская Федерация**

Реферат. Стратегическая задача в сфере современного высшего образования заключается в развитии научно-исследовательского потенциала вуза, воспитании научных кадров. Результативность данного процесса зависит от успешности функционирования научных школ. В связи с этим исследование, направленное на изучение опыта работы авторских научных школ, актуально. (Цель исследования) Проанализировать понятие и признаки научной школы как формы личностного роста и становления исследователей в вузе на примере исследований в области разработки технологий высокоресурсного ремонта машин и технологического оборудования с использованием металлопокрытий с заданными функциональными свойствами (опыт научной школы профессора П.В. Сенина). (Материалы и методы) Применены научно-теоретические методы анализа опыта функционирования научной школы, обобщили и интерпретировали критерии ее успешности как формы личностного роста и становления исследователя в вузе. Использовали научно-техническую литературу и публикации в области гуманитарного знания. (Результаты и обсуждение) Опыт функционирования научной школы П.В. Сенина показал, что в качестве реализации механизмов личностного роста и становления исследователей в вузе является включение обучающихся в процесс работы научной школы, базирующейся на создании инновационных центров, научно-исследовательских лабораторий, студенческих отрядов, а также публикационной активности сообщества ученых на основании общих теоретико-методологических подходов, отражающих общие результаты исследований. Определили, что приоритетной задачей научной школы служит взаимодействие вузовской науки и секторов экономики, направленное на создание технологий высокоресурсного ремонта машин с использованием метода электроискровой обработки. (Выводы) Результаты деятельности научной школы П.В. Сенина позволяют рассматривать данную структуру как точку личностного роста и профессионального становления студента-исследователя, молодого ученого.

Ключевые слова: научная школа, точка роста, профессиональное становление, исследователь, технологии высокоресурсного ремонта.

Для цитирования: Давыдкин А.М., Величко Ю.В. Научная школа профессора Петра Васильевича Сенина // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N2. С. 118-125. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-118-125. EDN: KUZAEO.

Review article

SCIENTIFIC SCHOOL OF PROFESSOR P.V. SENIN

**Aleksandr M. Davydkin, Ph.D. (Eng.), associate professor;
Yuliya V. Velichko, Ph.P.(Eng.), associate professor**

**National Research Mordovia State University named after N.P. Ogarev,
Saransk, Republic of Mordovia, Russian Federation**

Abstract. The strategic task in the field of modern higher education is to develop the research potential of the university, to educate scientific staff. The effectiveness of this process depends on the successful functioning of scientific schools. In this regard, the research aimed at studying the experience of the author's scientific schools is relevant. (Research purpose) The research purpose is analyzing the concept and features of the scientific school as a form of personal growth and formation of researchers at the university using the example of research in the field of developing technologies for high-resource repair of machinery and technological equipment using metal coatings with specified functional properties (experience of the scientific school of professor P.V. Senin). (Materials and methods) Applied scientific and theoretical methods of analyzing the experience of the functioning of a scientific school, summarized and interpreted the criteria for its success as a form of personal growth and becoming a researcher at a university. Scientific and technical literature and publications in the field of humanitarian knowledge were used in the study. (Results and discussion) The experience of the P.V. Senin scientific school has shown that the implementation of the mechanisms of personal growth and formation of researchers at the university is the inclusion of students in the process of the scientific school, based on the creation of innovation centers, research laboratories, student teams, as well as the publication activity of the community of scientists on the basis of general theoretical and methodological approaches reflecting common research results. It was determined that the priority task of the scientific school is the interaction of university

science and economic sectors aimed at creating technologies for high-resource repair of machines using the method of electric spark processing. (Conclusions) The results of the activities of the P.V. Senin scientific school allow us to consider this structure as a point of personal growth and professional development of a research student, a young scientist.

Keywords: scientific school, point of growth, professional formation, researcher, technologies of high-resource repair.

For citation: Davydkin A.M., Velichko Yu.V. Scientific school of professor P.V. Senin. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N2. 118-125 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-118-125. EDN: KUZAEQ.

EDN: KIVDOF Обзорная статья
DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-126-134 УДК 378.147.004.9

ВКЛАД ОТЕЧЕСТВЕННЫХ УЧЕНЫХ В РАЗВИТИЕ УСТРОЙСТВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

*Александра Федоровна Смык, доктор физико-математических наук,
заведующий кафедрой, e-mail: afsmyk@mail.ru*

*Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет,
Москва, Российская Федерация*

Реферат. В исследовании отразили два этапа цифровой вычислительной техники, когда создавались устройства дискретного счета и аналоговые вычислительные машины. (Цель исследования) Выявить конструктивные особенности вычислительных машин, в которых были реализованы идеи отечественных ученых на механическом и электромеханическом этапах развития вычислительной техники. (Материалы и методы) Провели историко-научный анализ литературных источников, оригинальных работ отечественных ученых, описаний изобретений и патентов, связанных с механическим и электромеханическим этапом развития вычислительной техники. Изучили материалы из Архива АН СССР, описания серийных вычислительных машин, выпускаемых в СССР. (Результаты и обсуждение) Рассмотрели выдающуюся роль, которую сыграл в истории построения счетных машин непрерывного действия академик П.Л. Чебышев. Представили конструктивные особенности арифмометра, созданного В.Т. Однером, и дальнейшие разработки арифмометров отечественных инженеров (арифмометр «Союз»). Отметили, что с изобретения арифмометра Однера в 1890 году начался этап серийного производства вычислительной техники в России. Показали, что в области аналоговой вычислительной техники значительный вклад был сделан при построении гидроинтеграторов инженером В.С. Лукьяновым; электроинтеграторов – академиками А.Н. Крыловым, И.С. Бруком. Первые электронные аналоговые вычислительные машины были созданы в Электротехническом институте АН СССР под руководством Л.И. Гутенмахера. (Выводы) Отразили идеи и конструктивные особенности устройств механической и аналоговой вычислительной техники в работах отечественных ученых и инженеров. Проследили преемственность в создании механических и электромеханических счетных машин. Изучили уникальные образцы вычислительной техники, такие как интегратор А.Н. Крылова, гидроинтегратор В.С. Лукьянова, электроинтеграторы И.С. Брука, Л.И. Гутенмахера, электрооптическая считывающая машина инженера В.Е. Агапова.

Ключевые слова: вычислительная техника, арифмометры, аналоговые вычислительные машины, дифференциальный интегратор, гидроинтегратор, электрооптическая считывающая машина.

Для цитирования: Смык А.Ф. Вклад отечественных ученых в развитие устройств вычислительной техники // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N2. С. 126-134. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-126-134. EDN: KIVDOF.

Review article

CONTRIBUTION OF DOMESTIC SCIENTISTS
TO THE DEVELOPMENT OF COMPUTING DEVICES

*Aleksandra F. Smyk, Dr.Sc. (Phys.-Math.),
head of department*

*Moscow Automobile and Road Construction State Technical University,
Moscow, Russian Federation*

Abstract. *The study reflected two stages of digital computing, when discrete counting devices and analog computers were created. (Research purpose) The research purpose is identifying the design features of computers in which the ideas of domestic scientists were implemented at the mechanical and electromechanical stages of the development of computer technology. (Materials and methods) Conducted a historical and scientific analysis of literary sources, original works of Russian scientists, descriptions of inventions and patents related to the mechanical and electromechanical stage of the development of computer technology. We studied materials from the Archive of the USSR Academy of Sciences, descriptions of serial computers manufactured in the USSR. (Results and discussion) We considered the outstanding role played by academician P.L. Chebyshev in the history of the construction of continuous counting machines. The design features of the adding machine created by V.T. Odner and further developments of adding machines by domestic engineers (adding machine "Soyuz") were presented. It was noted that with the invention of the Odner adding machine in 1890, the stage of serial production of computer equipment in Russia began. It was shown that in the field of analog computing, a significant contribution was made in the construction of hydraulic integrators by engineer V.S. Lukyanov; electrical integrators by academicians A.N. Krylov, I.S. Bruk. The first electronic analog computers were created at the Electrotechnical Institute of the USSR Academy of Sciences under the leadership of L.I. Gutenmacher. (Conclusions) The ideas and design features of mechanical and analog computing devices were reflected in the works of domestic scientists and engineers. We have traced the continuity in the creation of mechanical and electromechanical calculating machines. We have studied unique samples of computer technology, such as the integrator by A.N. Krylov, the hydraulic integrator by V.S. Lukyanov, the electrical integrators by I.S. Bruk, L.I. Gutenmacher, the electro-optical reading machine by engineer V.E. Agapov.*

Keywords: *computer engineering, arithmometers, analog computing machines, differential integrator, hydraulic integrator, electro-optical reading machine.*

For citation: *Smyk A.F. Contribution of domestic scientists to the development of computing devices. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N2. 126-134 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-2-126-134. EDN: KIVDOF.*