

О ЦИФРОВОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВИЛОЧНОГО ПОГРУЗЧИКА НА СКЛАДЕ АПК

^{1,2}*Сергей Анатольевич Васильев, доктор технических наук, профессор,
e-mail: vsa_21@mail.ru;*

¹*Виктор Васильевич Алексеев, доктор технических наук, профессор;*

¹*Владимир Петрович Филиппов, кандидат физико-математических наук, доцент;*

²*Алексей Анатольевич Васильев, кандидат технических наук, доцент;*

²*Валерий Вячеславович Ильичев, кандидат технических наук, доцент*

¹*Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, г. Чебоксары,
Чувашская Республика Российская Федерация*

²*Нижегородский государственный инженерно-экономический университет,
г. Княгинино, Нижегородская область, Российская Федерация*

Реферат. В настоящей статье рассмотрели вопросы оптимизации перемещения вилочного погрузчика при его цифровой эксплуатации на отдельном складе агропромышленного комплекса. Цифровая эксплуатация вилочных погрузчиков на складе агропромышленного комплекса позволит реализовать интеллектуальный процесс использования и управления транспортно-технологическими средствами для выполнения различных видов складских операций с применением цифровых технологий (Цель исследования) Обосновать необходимость внедрения системы цифровой эксплуатации техники на складах агропромышленного комплекса на различных режимах его работы. (Материалы и методы) Показали отдельные траектории перемещения вилочного погрузчика на складе с использованием инновационных технологий, предложили эмпирические зависимости, которые дают наглядное представление о возможных путях следования от места погрузки до места выгрузки и наоборот. (Результаты и обсуждение) Экспериментальные исследования по реализации и внедрению системы цифровой эксплуатации вилочных погрузчиков проводили на предприятии СХПК «Оринино» Моргаушского района Чувашии. Определили, что в результате использования новой цифровой системы, имея информацию о конкретном складе, задании на перевозку, массу, габариты и прочие характеристики груза можно составить эвентуальную оптимизированную траекторию движения погрузчика как комбинацию линейных и нелинейных участков. При этом на всем протяжении пути задаются скорость и величина допустимого угла поворота, а заранее составленная для конкретного склада база с данными позволяет «подсказать направление» погрузчику на эвентуальный оптимальный путь при возникновении неизбежных для реального случая эксплуатации различного рода отклонений от намеченной траектории. (Выводы) Интеллектуальное управление вилочным погрузчиком с применением системы цифровой эксплуатации обеспечит непосредственное влияние на повышение его производительности на складах агропромышленного комплекса.

Ключевые слова: система, цифровая эксплуатация, вилочный погрузчик, склад, агропромышленный комплекс.

Для цитирования: Васильев С.А., Алексеев В.В., Филиппов В.П., Васильев А.А., Ильичев В.В. О цифровой эксплуатации вилочного погрузчика на складе АПК // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N1. С. 5-11. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-5-11. EDN: IUAZLT.

Scientific article

ABOUT THE DIGITAL OPERATION OF A FORKLIFT IN AN AGRICULTURAL WAREHOUSE

^{1,2}*Sergey A. Vasiliev, Dr.Sc.(Eng.), professor;*

¹*Viktor V. Alekseev, Dr.Sc.(Eng.), professor;*

¹*Vladimir P. Filippov, Ph.D.(Eng.), associate professor;*

²*Aleksey A. Vasiliev, Ph.D.(Eng.), associate professor;*

²*Valeriy V. Ilyichev, Ph.D.(Eng.), associate professor*

Abstract. In this paper, we have considered the issues of optimizing the movement of a forklift during its digital operation in a separate warehouse of the agro-industrial complex. Digital operation of forklifts in the warehouse of the agro-industrial complex will make it possible to implement an intelligent process of using and managing transport and technological means to perform various types of warehouse operations using digital technologies (Research purpose) The research purpose is substantiating the need of introducing a system of digital operation of equipment in warehouses of the agro-industrial complex in various modes of its operation. (Materials and methods) They showed individual trajectories of the forklift truck in the warehouse using innovative technologies, offered empirical dependencies that give a clear idea of the possible routes from the place of loading to the place of unloading and vice versa. (Results and discussion) Experimental studies on the implementation and implementation of the digital operation system of forklifts were carried out at the enterprise «Orinino» of the Morgaushsky district of Chuvashia. It was determined that as a result of using the new digital system, having information about a specific warehouse, transportation assignment, weight, dimensions and other characteristics of the cargo, it is possible to create an eventual optimized loader trajectory as a combination of linear and nonlinear sections. At the same time, the speed and the value of the permissible angle of rotation are set all along the way, and a database with data compiled in advance for a specific warehouse allows you to «suggest the direction» to the loader to the eventual optimal path in the event of various kinds of deviations from the intended trajectory that are inevitable for the real case of operation. (Conclusions) Intelligent control of a forklift truck using a digital operation system will provide a direct impact on increasing its productivity in the warehouses of the agro-industrial complex.

Keywords: system, digital operation, forklift, warehouse, agro-industrial complex.

For citation: Vasiliev S.A., Alekseev V.V., Filippov V.P., Vasiliev A.A., Plyichev V.V. About the digital operation of a forklift in an agricultural warehouse. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N1. 05-11 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-5-11. EDN: IUAZLT.

EDN: VAJMXO Научная статья

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-12-20 УДК 621.436:681.518.54

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЦИЛИНДРОВОЙ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПРИ РАБОТЕ В РЕЖИМЕ СВОБОДНОГО РАЗГОНА

Антон Федорович Курнос, кандидат технических наук, доцент,
e-mail: anton_kurnosov@mail.ru;

Юрий Александрович Гуськов, доктор технических наук, доцент;
Алексей Александрович Долгушин, доктор технических наук, доцент

Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск, Российская Федерация

Реферат. Эффективная эксплуатация транспортно-технологических машин сельскохозяйственного назначения невозможна без своевременной оценки энергетических показателей работы их двигателей внутреннего сгорания. Крутящий момент и мощность каждого цилиндра можно оценить по величине реакций опоры двигателя при работе в режиме свободного разгона с частью отключенных цилиндров. (Цель исследования) Усовершенствовать способ определения поцилиндровой мощности двигателя внутреннего сгорания в режиме свободного разгона по величине реакций на его опорах. (Материалы и методы) Разработали методику оценки мощности каждого цилиндра двигателя по величине реакций на его опорах и текущего значения частоты вращения коленчатого вала. Провели экспериментальные исследования на дизельном четырехцилиндровом четырехтактном двигателе Д-243. При выполнении программы исследований поэтапно отключали подачу топлива в один или два цилиндра, задавали режим работы двигателя свободный разгон и фиксировали возникающие в опорах силы с помощью тензометрических датчиков и комплекта измерительной аппаратуры. Применили следующие методы исследований: априорное ранжирование, регрессионный и расчетный анализ. (Результаты и обсуждение) Установили, что величина максимального крутящего момента достигается в диапазоне частоты вращения коленчатого вала 1298-1467 оборотов в минуту и составляет 285 нанометров при работе всех цилиндров, 219 – при работе трех цилиндров и 148 – при работе двух цилиндров. Максимальное значение эффективной мощности составило 57,8 киловатт при работе всех

цилиндров, 34 – при работе трех цилиндров и 22 – при работе двух цилиндров. Определили при оценке мощности двигателя во время поочередного отключения одного из цилиндров, что эффективная мощность двигателя изменяется в интервале 33-33,4 киловатт. (Выводы) Полученные результаты экспериментальных исследований могут быть использованы при внедрении способа оперативного контроля мощности каждого цилиндра двигателя внутреннего сгорания в условиях эксплуатации.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, эффективная мощность, режим работы свободный разгон, цифровые средства управления, цикловая подача топлива, реакции опор двигателя.

Для цитирования: Курносков А.Ф., Гуськов Ю.А., Долгушин А.А. Определение поцилиндровой мощности двигателя внутреннего сгорания при работе в режиме свободного разгона // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N1. С. 12-20. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-12-20. EDN: VAJMXO

Scientific article

DETERMINATION OF THE CYLINDER-BY-CYLINDER POWER OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE OPERATING IN FREE ACCELERATION MODE

*Anton F. Kurnosov, Ph.D.(Eng.) associate professor;
Yuriy A. Guskov, Dr.Sc.(Eng.) associate professor;
Aleksey A. Dolgushin, Dr.Sc.(Eng.) associate professor*

*Novosibirsk State Agricultural University
Novosibirsk, Russian Federation*

Abstract. Efficient operation of transport and technological machines for agricultural purposes is impossible without a timely assessment of the energy performance of their internal combustion engines. The torque and power of each cylinder can be estimated by the magnitude of the reactions of the engine support when operating in free acceleration mode with some of the cylinders disconnected. (Research purpose) The research purpose is improving the method of determining the cylinder-by-cylinder power of an internal combustion engine in the free acceleration mode by the magnitude of the reactions on its supports. (Materials and methods) Developed a methodology for estimating the power of each engine cylinder by the magnitude of the reactions on its supports and the current value of the crankshaft speed. Experimental studies were carried out on a diesel four-cylinder four-stroke engine D-243. During the execution of the research program, the fuel supply to one or two cylinders was gradually turned off, the engine operation mode was set to free acceleration, and forces arising in the supports were recorded using strain gauges and a set of measuring equipment. The following research methods were applied: a priori ranking, regression and computational analysis. (Results and discussion) It was found that the maximum torque is reached in the crankshaft speed range of 1298-1467 revolutions per minute and is 285 nanometers when all cylinders are running, 219 – when three cylinders are running and 148 – when two cylinders are running. The maximum value of the effective power was 57.8 kilowatts for all cylinders, 34 for three cylinders and 22 for two cylinders. It was determined when assessing engine power during the alternate shutdown of one of the cylinders that the effective engine power varies in the range of 33-33.4 kilowatts. (Conclusions) The obtained results of experimental studies can be used in the implementation of a method for operational control of the power of each cylinder of an internal combustion engine under operating conditions.

Keywords: internal combustion engine, effective power, operating mode free acceleration, digital controls, cyclic fuel supply, reactions of engine supports.

For citation: Kurnosov A.F., Guskov Yu.A., Dolgushin A.A. Determination of the cylinder-by-cylinder power of an internal combustion engine operating in free acceleration mode. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N1. 12-20 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-12-20. EDN: VAJMXO.

EDN: AMDWLP

Научная статья

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-21-27

УДК 629.054

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ОПОРНЫХ УЗЛОВ ТРАНСМИССИИ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ-55111

Александр Геннадиевич Пастухов, доктор технических наук, профессор,

*Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина,
г. Белгород, Российская Федерация*

Реферат. В работе представили тенденции развития систем автоматической диагностики узлов механических трансмиссий. (Цель исследования) Обосновать технологию автоматического диагностирования для выявления предотказного состояния узлов трансмиссии. (Материалы и методы) Выбрали материалом исследования опорные узлы трансмиссии автомобиля КамАЗ-55111 с подшипниками качения 50412 и 53610. Использовали анализ существующих методов трудоемкости, методы расчета деталей машин, справочную информацию по подшипникам, конечно-элементный анализ температурных полей и регрессионный анализ. (Результаты и обсуждение) Описали характеристики показателей опорных узлов трансмиссии (подшипников качения), рассмотрели методы их диагностирования. Выполнили расчет сил, действующих на подшипники на вторичном и промежуточном валах автомобиля КамАЗ-55111. Использовали для расчета температуры в зоне трения конструктивные, технологические и эксплуатационные параметры. В целях совершенствования технологии диагностирования провели моделирование температурных полей с помощью приложения APM FEM САПР Компас 3D. Разработали устройство для автоматического измерения температуры в зоне трения и датчик для измерения температуры. (Выводы) На надежность опорных узлов трансмиссии сельскохозяйственной техники влияют условия работы. Установили, что наиболее эффективным методом диагностирования по трудоемкости трансмиссии служит метод термодиагностики. Анализ температуры в зоне трения подшипников 50412 и 53610 с первой по четвертую передачу показал снижение температуры. Исследование карт температурных полей позволило установить взаимосвязь между температурами в зоне трения и в зоне контроля подшипников 50412 и 53610. Разработан и апробирован регистратор для автоматического контроля технического состояния узлов.

Ключевые слова: надежность, трансмиссия, подшипник, опорные узлы, диагностирование, датчик температуры, условия работы подшипников.

Для цитирования: Пастухов А.Г., Тимашов Е.П., Вергун В.И. Совершенствование технологии диагностирования опорных узлов трансмиссии автомобиля КамАЗ-55111 // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. №1. С. 21-27. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-21-27. EDN: AMDWLP.

Scientific article

IMPROVEMENT OF DIAGNOSTICS OF VEHICLE TRANSMISSION SUPPORT UNITS KAMAZ-55111

*Aleksandr G. Pastukhov, Dr.Sc.(Eng), professor;
Evgeniy P. Timashov, Dr.Sc.(Eng), leading researcher;
Vadim I. Vergun, postgraduate*

Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, Belgorod, Russian Federation

Abstract. The paper presents trends in the development of automatic diagnostics systems for mechanical transmission units. (Research purpose) The research purpose is substantiating the technology of automatic identifying the pre-failure condition of transmission units. (Materials and methods) The supporting components of the KamAZ-55111 transmission with rolling bearings 50412 and 53610 were chosen as the research material. The analysis of existing methods of labor intensity, methods for calculating machine parts, reference information on bearings, finite element analysis of temperature fields and regression analysis were used. (Results and discussion) The characteristics of the indicators of the transmission support units (rolling bearings) were described, methods of their diagnosis were considered. The forces acting on the bearings on the secondary and intermediate shafts of the KamAZ-55111 car were calculated. The design, technological and operational parameters were used to calculate the temperature in the friction zone. In order to improve the diagnostic technology, temperature fields were simulated using the APM FEM CAD Compass 3D application. A device for automatic temperature measurement in the friction zone and a sensor for temperature measurement have been developed. (Conclusions) The reliability of the transmission support units of agricultural machinery is affected by the working conditions. It was established that the most effective method of diagnosing the complexity of the transmission is the method of thermodiagnosics. Analysis of the temperature in the friction zone of bearings 50412 and 53610 from first to fourth gear showed a decrease in temperature. The study of temperature field maps made it possible to establish the relationship between the temperatures in the friction zone and in the control zone

of bearings 50412 and 53610. A recorder for automatic monitoring of the technical condition of the nodes has been developed and tested.

Keywords: reliability, transmission, bearing, support units, diagnostics, temperature sensor, bearing operating conditions.

For citation: Pastukhov A.G., Timashov E.P., Vergun V.I. Improvement of diagnostics of vehicle transmission support units KamAZ-55111. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N1(154). 21-27 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-21-27. EDN: AMDWLP

EDN: JHSQHZ

Научная статья

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-28-35

УДК 631.3-1/9

РЕСУРСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМЕ УСЛУГ СЕРВИСНОЙ КАСТОМИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

*Надежда Савельевна Севрюгина, доктор технических наук, доцент,
e-mail: sevruginans@rgau-msha.ru;*

Александр Юрьевич Фомин, кандидат технических наук, доцент;

Максим Дмитриевич Рысев, магистрант

Алексей Юрьевич Шугаев, магистрант

РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация

Данные исследования проводились в рамках Тематического плана выполнения научно-исследовательских работ Российского государственного аграрного университета – Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева по заказу Минсельхоза России за счет бюджетных средств в 2023 году.

Реферат. Транспортно-технологические средства, эксплуатируемые в условиях выполнения разносторонних задач агропромышленного комплекса, работают в постоянно меняющихся дорожных условиях. Данные факторы создают проблемы для стабильной работы всех систем машины, что в целом требует корректировки стратегии оценки их остаточного ресурса. Конструкторы транспортно-технологических машин предлагают новые модели, оборудованные системами безопасности, с заданной надежностью по критерию критичности. Подобные системы оснащаются защитными устройствами, способными выдерживать ограниченное количество допустимых внешних нагрузок. (Цель исследования) Обосновать индивидуализацию архитектуры конструктивной кастомизации технологических машин, эксплуатируемых в сфере агропромышленного комплекса, на площадках сервисных организаций, прошедших реинжиниринг производственно-технической инфраструктуры. (Материалы и методы) Рассмотрели пути совершенствования сельскохозяйственных машин производителями для повышения их конкурентоспособности. Выделили проблему замены машин, исчерпавших срок службы на новые, конструктивно усовершенствованные. В доказательной форме показали, что часть компонентов имеет остаточный ресурс и способность продолжать эффективно функционировать. (Результаты и обсуждение) Предложили использовать ресурсные резервы машин путем обоснования продления их срока службы. Дали рекомендации для эксплуатантов по индивидуализации архитектуры конструктивной кастомизации технологических машин, эксплуатируемых в сфере агропромышленного комплекса. Инновационные технологические процессы модернизации машин предлагается внедрить в организационную структуру сервисных организаций путем проведения реинжиниринга производственно-технической инфраструктуры. Рекомендовали при оценке уровня технического совершенства машин выполнять сопоставление временных периодов технического прогресса. В качестве примера выполнили модальный анализ ходовой части технологических машин. (Выводы) Обосновали ресурсосберегающий эффект внедрения методики реинжиниринга сервисной организации с включением модели кастомизации сельскохозяйственных машин с обоснованием периода продления срока службы.

Ключевые слова: надежность, отказы, ресурс, восстановление, кастомизация, технологические машины, конкурентоспособность, эксплуатация.

Для цитирования: Севрюгина Н.С., Фомин А.Ю., Рысев М.Д., Шугаев А.Ю. Ресурсбережение в системе услуг сервисной кастомизации транспортно-технологических машин // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N1. С. 28-35. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-28-35. EDN: JHSQHZ.

Scientific article

RESOURCE SAVING IN THE SERVICE CUSTOMIZATION OF TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL MACHINES

*Nadezhda S. Sevryugina, Dr.Sc.(Eng.), associate professor;
Aleksandr Yu. Fomin, Ph.D.(Eng.), associate professor;
Maksim D. Rysev, master's student
Aleksy Yu. Shugaev, master's student
Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev
Agricultural Academy, Moscow, Russian*

These studies were conducted within the framework of the Thematic Plan for the implementation of research work of the Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev commissioned by the Ministry of Agriculture of Russia at the expense of budgetary funds in 2023.

Abstract. *Transport and technological facilities operated in conditions of fulfilling the versatile tasks of the agro-industrial complex operate in constantly changing road conditions. These factors create problems for the stable operation of all machine systems, which generally requires adjusting the strategy for assessing their residual resource. Designers of transport and technological machines offer new models equipped with security systems, with a given reliability according to the criterion of criticality. Such systems are equipped with protective devices capable of withstanding a limited number of permissible external loads. (Research purpose) The research purpose is substantiating the individualization of the architecture of constructive customization of technological machines operated in the agro-industrial complex at the sites of service organizations that have undergone reengineering of production and technical infrastructure. (Materials and methods) Considered ways to improve agricultural machinery by manufacturers to increase their competitiveness. The problem of replacing machines that have exhausted their service life with new, structurally improved ones was highlighted. In an evidentiary form, it was shown that some of the components have a residual resource and the ability to continue to function effectively. (Results and discussion) It was proposed to use the resource reserves of the machines by justifying the extension of their service life. Recommendations were made for operators on the individualization of the architecture of constructive customization of technological machines operated in the agro-industrial complex. It is proposed to introduce innovative technological processes of machine modernization into the organizational structure of service organizations by reengineering the production and technical infrastructure. It was recommended to compare the time periods of technological progress when assessing the level of technical perfection of machines. As an example, a modal analysis of the undercarriage of technological machines was performed. (Conclusions) The resource-saving effect of the introduction of the service organization's reengineering methodology with the inclusion of a model of customization of agricultural machinery with the justification of the service life extension period was substantiated.*

Keywords: *reliability, failures, resource, restoration, customization, technological machines, competitiveness, exploitation.*

For citation: Sevryugina N.S., Fomin A.Yu., Rysev M.D., Shugaev A.Yu. Resource saving in the service customization of transport and technological machines. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N1. 28-35 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-28-35. EDN: JHSQHZ.

EDN: JIXPHT Обзорная статья

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-36-43

УДК 631.3.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ С УЧЕТОМ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ

¹*Илдар Исмагилович Габитов, доктор технических наук,
профессор, e-mail: rektor_bgau@mail.ru;*

¹Андрей Владимирович Неговора, доктор технических наук, профессор;

¹Марс Нуруллович Фархшатов, доктор технических наук, профессор;

¹Азамат Фаритович Фаюршин, кандидат технических наук;

²Павел Августович Иофинов, заместитель министра сельского хозяйства Республики Башкортостан;

³Рустам Хабибович Зайнуллин, исполнительный директор;

⁴Фларис Рифкатович Шайхетдинов, кандидат экономических наук, генеральный директор

¹Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа,

Республика Башкортостан, Российская Федерация

²Министерство сельского хозяйства Республики Башкортостан,

г. Уфа, Республика Башкортостан, Российская Федерация

³Ассоциация ремонтно-обслуживающих предприятий агропромышленного комплекса

Республики Башкортостан, г. Уфа, Республика Башкортостан, Российская Федерация

⁴ООО Машино-технологический комплекс «Башсельхозтехника»,

р-н Уфимский, Республика Башкортостан, Российская Федерация

Реферат. Техническая оснащенность сельскохозяйственного производства в России характеризуется низким уровнем энергообеспеченности. В регионах страны, где удалось стабилизировать резкое снижение технической оснащенности, наблюдается уменьшение количества машин, выработавших нормативный срок эксплуатации. (Цель исследования) Оценить эксплуатационную надежность сельскохозяйственной техники с учетом региональных особенностей системы технического обслуживания, капитально-восстановительного ремонта и модернизации техники. (Материалы и методы) Отметили, что в Республике Башкортостан реализуется программа субсидирования затрат сельхозтоваропроизводителей на проведение капитально-восстановительного ремонта и модернизации техники, которая позволила существенно повысить коэффициент готовности тракторов и комбайнов при увеличении их нормативного срока эксплуатации. (Результаты и обсуждение) Установили, что эксплуатационная надежность сельскохозяйственной техники в значительной мере обеспечивается с учетом региональных особенностей системы технического обслуживания и ремонта, которая определяется ведущей и координирующей ролью регионального Министерства сельского хозяйства в сфере государственной поддержки системы технического сервиса сельскохозяйственной техники, научно-технической и кадровой политики. Выявили направления деятельности инженерной службы Минсельхоза Республики Башкортостан: субсидирование предприятий технического сервиса; разработка средств и технологий технического обслуживания и ремонта (импортозамещение); координация работы для серийного производства новых видов техники; организация взаимодействия с промышленными предприятиями; поиск и разработка конструктивных решений по совершенствованию конструкции узлов и агрегатов; создание дилерами на территории курируемых регионов зональных сервисных центров; повышение квалификации и переподготовка инженерных кадров; создание систематизированной каталожной базы данных деталей тракторов и мобильной сельскохозяйственной техники; развитие вторичного рынка и системы трейд-ин сельскохозяйственной техники. (Выводы) Определили меры воздействия на систему технического обслуживания и ремонта с учетом региональных особенностей в сфере государственной поддержки системы технического сервиса сельскохозяйственной техники, научно-технической и кадровой политики региона.

Ключевые слова: техническая оснащенность, эксплуатационная надежность, сельскохозяйственная техника, государственная поддержка, энергообеспеченность, капитально-восстановительный ремонт, модернизация техники.

Для цитирования: Габитов И.И., Неговора А.В., Фархшатов М.Н., Фаюршин А.Ф., Иофинов П.А., Зайнуллин Р.Х., Шайхетдинов Ф.Р. Обеспечение эксплуатационной надежности сельскохозяйственной техники с учетом региональных особенностей // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N1. С. 36-43. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-36-43. EDN: JIXPHT.

Review article

ENSURING THE OPERATIONAL RELIABILITY OF AGRICULTURAL MACHINERY

TAKING INTO ACCOUNT REGIONAL FEATURES

¹Ildar I. Gabitov, Dr.Sc.(Eng.), professor;

¹Andrey V. Negovora, Dr.Sc.(Eng.), professor;

¹Mars N. Farkhshatov, Dr.Sc.(Eng.), professor;

¹Azamat F. Fayurshin, Ph.D.(Eng.),

²*Pavel A. Iofinov, Deputy Minister of Ministry of Agriculture of the Republic of Bashkortostan,*

³*Rustam K. Zainullin, Executive Director*

⁴*Flaris R. Shaikhetdinov, Ph.D.(Econ.), General Director*

¹*Bashkir State Agrarian University, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russian Federation*

²*Ministry of Agriculture of the Republic of Bashkortostan,*

Ufa, Republic of Bashkortostan, Russian Federation

³*Association of Repair and Servicing Enterprises of the Agro-Industrial Complex of the Republic of Bashkortostan, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russian Federation*

⁴*Limited liability company Machine and technological complex "Bashselkhoztekhnik",*

Ufa district, Republic of Bashkortostan, Russian Federation

Abstract. *The technical equipment of agricultural production in Russia is characterized by a low level of energy supply. In the regions of the country, where a sharp decrease in technical equipment has been stabilized, there is a decrease in the number of machines that have developed a standard service life. (Research purpose) The research purpose is assessing the operational reliability of agricultural machinery taking into account the regional features of the maintenance system, capital repairs and modernization of machinery. (Materials and methods) It was noted that in the Republic of Bashkortostan, a program is being implemented to subsidize the costs of agricultural producers for capital repairs and modernization of equipment, which has significantly increased the availability factor of tractors and combines while increasing their standard service life. (Results and discussion) It was established that the operational reliability of agricultural machinery is largely ensured taking into account the regional characteristics of the maintenance and repair system, which is determined by the leading and coordinating role of the regional Ministry of Agriculture in the field of state support for the technical service system of agricultural machinery, scientific, technical and personnel policy. The directions of activity of the engineering service of the Ministry of Agriculture of the Republic of Bashkortostan have been identified: subsidizing technical service enterprises; development of tools and technologies for maintenance and repair (import substitution); coordination of work for the serial production of new types of equipment; organization of interaction with industrial enterprises; search and development of constructive solutions to improve the design of components and assemblies; creation of zonal service centers by dealers in the territory of supervised regions; advanced training and retraining of engineering personnel; creation of a systematic catalog database data on tractor parts and mobile agricultural machinery; the development of the secondary market and the trade-in system of agricultural machinery. (Conclusions) Measures of influence on the system of maintenance and repair were determined, taking into account regional peculiarities in the field of state support for the system of technical service of agricultural machinery, scientific, technical and personnel policy of the region.*

Keywords: *technical equipment; operational reliability; agricultural machinery; state support; energy supply; capital repair; modernization of machinery.*

For citation: Gabitov I.I., Negovora A.V., Farkhshatov M.N., Fayurshin A.F., Iofinov P.A., Zainullin R.H., Shaikhetdinov F.R. Ensuring the operational reliability of agricultural machinery taking into account regional features. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N1. 36-43 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-36-43. EDN: JIXPHT.

EDN: GRZDFK Научная статья

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-44-50

УДК 621.793.71

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПЛАЗМЕННОГО НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ НА ТОЛЩИНУ ФОРМИРУЕМОГО СЛОЯ

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

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

⁴*Наталья Сергеевна Баранова, старший преподаватель;*

⁴*Татьяна Николаевна Боровик, доцент*

¹*Институт машиноведения имени А.А. Благонравова Российской академии наук,
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*

Данная 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. Детали технологических машин, комплексов и оборудования, применяемых во многих отраслях промышленности, подвержены различным видам механического изнашивания, что приводит к значительному снижению их долговечности и увеличению расходов на содержание и эксплуатацию. Определили перспективные направления совершенствования технологий плазменного нанесения износостойких покрытий. Уделили особое внимание толщине функционального слоя, так как при использовании плазменных методов напыления она оказывает существенное влияние на качество покрытий. (Цель исследования) Разработать математические модели, позволяющие установить закономерности влияния технологических параметров плазменного нанесения износостойких покрытий на толщину формируемого функционального слоя. (Материалы и методы) Использовали для проведения экспериментальных исследований образцы, изготовленные из стали 45, на которые плазменным методом напыляли порошок на никелевой основе ПГ-СП4 (ПР-НХ17СП4). Приняли в качестве основных технологических режимов плазменного напыления покрытий силу тока дуги плазматрона, дистанцию напыления и расход плазмообразующего газа. Толщину сформированных покрытий измеряли на стандартизированном оборудовании. Осуществляли статистическую обработку полученных значений толщины покрытий с использованием полного факторного эксперимента по методу Бокса-Уилсона. (Результаты и обсуждение). Разработали экспериментальную математическую модель технологического процесса плазменного нанесения покрытий и показали ее работоспособность. Описали критерии, используемые для оценки дисперсии экспериментов, адекватности и значимости полученных уравнений регрессии. С использованием программы Statistica дали графическую интерпретацию исследуемых зависимостей. (Выводы) На основе математического планирования эксперимента получили модели, позволяющие установить взаимосвязь между толщиной покрытия и заданными технологическими параметрами процесса плазменного напыления. Результаты анализа представленных аналитических зависимостей показали, что на толщину покрытия наибольшее влияние оказывает сила тока дуги плазматрона.

Ключевые слова: дистанция напыления, износостойкие покрытия, плазменное напыление, плазмообразующий газ, толщина функционального слоя.

Для цитирования: Кравченко И.Н., Кузнецов Ю.А., Баранова Н.С., Боровик Т.Н. Оценка влияния технологических режимов плазменного нанесения покрытий на толщину формируемого слоя // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. №1. С. 44-50. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-44-50. EDN: GRZDFK.

Scientific article

INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL MODES OF PLASMA COATING ON THE THICKNESS OF THE LAYER FORMED

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

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

⁴Natal'ya S. Baranova, senior lecturer;

⁴Tat'yana N. Borovik, assistant professor

¹Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Sciences,
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

This work was funded 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 Central Research Center of the IMASH RAS.

Abstract. Parts of technological machines, complexes and equipment used in many industries are subject to various types of mechanical wear, which leads to a significant decrease in their durability and an increase in maintenance and operating costs. Promising directions for improving the technologies of plasma application of wear-resistant coatings have been identified. Special attention was paid to the thickness of the functional layer, since when using plasma

spraying methods, it has a significant impact on the quality of coatings. (Research purpose) The research purpose is developing mathematical models that make it possible to study the influence of the technological parameters of the plasma application of wear-resistant coatings on the thickness of the functional layer being formed. (Materials and methods) Samples made of 45 steel were used for experimental studies, on which a nickel-based powder PG-CP4 (PR-NH17CP4) was sprayed by plasma method. The current strength of the plasma torch arc, the spraying distance and the consumption of plasma-forming gas were adopted as the main technological modes of plasma spraying of coatings. The thickness of the formed coatings was measured on standardized equipment. Statistical processing of the obtained coating thickness values was carried out using a complete factor experiment using the Box-Wilson method. (Results and discussion). We have developed an experimental mathematical model of the technological process of plasma coating and demonstrated its operability. The criteria used to evaluate the variance of experiments, the adequacy and significance of the obtained regression equations are described. Using the Statistica program, a graphical interpretation of the studied dependencies was given. (Conclusions) Based on the mathematical planning of the experiment, models were obtained that make it possible to establish the relationship between the coating thickness and the specified technological parameters of the plasma spraying process. The results of the analysis of the presented analytical dependencies showed that the thickness of the coating is most influenced by the current strength of the plasma torch arc.

Keywords: spraying distance, wear-resistant coatings, plasma spraying, plasma-forming gas, thickness of the functional layer.

For citation: Kravchenko I.N., Kuznetsov Yu.A., Baranova N.S., Borovik T.N. Influence of technological modes of plasma coating on the thickness of the layer formed. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N1. 44-50 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-44-50. EDN: GRZDFK.

EDN: DJJVTY

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-51-59

Научная статья

УДК 621.793

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗНОШЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ НАПЫЛЕНИЕМ МЕДНО-ЦИНКОВЫХ ПОКРЫТИЙ

*Владимир Евгеньевич Архипов, кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник, e-mail: vearkhipov@mail.ru;*

*Геннадий Викторович Москвитин, доктор технических наук, профессор;
Максим Сергеевич Пугачев, научный сотрудник*

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

Реферат. Предварительные исследования медных и медно-цинковых покрытий, полученных газодинамическим напылением, показали высокие механические и трибологические свойства формируемых функциональных поверхностей. Влияние режимов напыления и последующей термической обработки на медно-цинковые газодинамические покрытия мало изучено. (Цель исследования) Исследовать влияние технологических режимов напыления, а также последующей термической обработки покрытия на его фазовый состав, структуру и свойства. (Материалы и методы) Наносили покрытие с помощью газодинамической установки фирмы «Димет» с различным перекрытием напыляемых слоев и последующей термической обработкой полученного покрытия при разных температурах и времени выдержки. Структуру покрытия исследовали на рентгеновском дифрактометре и спектрометре. Определяли когезионные свойства на разрывной испытательной машине методом «кольцевого отрыва», трибологические – на стенде МТ-8 при возвратно-поступательном скольжении плоских сопрягаемых тел. (Результаты и обсуждение) Определили, что по химическому и фазовому составу медно-цинковое покрытие, нанесенное при смещении сопла на два миллиметра и температуре потока воздуха 450 градусов Цельсия, после термической обработки в диапазоне температур 420-430 градусов Цельсия и времени выдержки 180 минут соответствует двухфазной латуни типа Л65. Исследование параметров решетки меди показывает, что уже после выдержки в печи в течение 60 минут формируется двухфазная структура на основе твердых растворов цинка в меди с разным содержанием меди и твердого раствора электронного типа на базе CuZn. (Выводы) Трибологические испытания медно-цинкового покрытия в среде индустриального масла И-20А позволили выявить наличие взаимного массопереноса меди и цинка с покрытия на контртело и обратно, что сопровождается эффектом безызносности при нагрузке до 10 мегапаскалей. Когезионная прочность медно-цинкового покрытия

зависит от времени термической обработки (фазового состава) и после 60 минут выдержки превышает исходные показатели (примерно 78 мегапаскалей) и достигает примерно 93 мегапаскалей.

Ключевые слова: газодинамическое напыление, медно-цинковое покрытие, фазовый состав, трение, интенсивность изнашивания, когезионная прочность, термическая обработка, микро рельеф.

Для цитирования: Архипов В.Е., Москвитин Г.В., Пугачев М.С. Восстановление изношенных поверхностей трения скольжения газодинамическим напылением медно-цинковых покрытий // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N1. С. 51-59. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-51-59. EDN: DJJVTY.

Scientific article

RESTORATION OF WORN SLIDING FRICTION SURFACES BY GAS-DYNAMIC SPRAYING OF COPPER-ZINC COATINGS

Vladimir E. Arkhipov, Ph.D.(Eng.), leading researcher;
Gennadiy V. Moskvitin, Dr.Sc.(Eng.), professor;
Maksim S. Pugachev, researcher

*Institute of Mechanical Engineering named after A.A. Blagonravova
of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation*

Abstract. Preliminary studies of copper and copper-zinc coatings obtained by gas-dynamic spraying have shown high mechanical and tribological properties of the formed functional surfaces. The influence of the modes of spraying and subsequent heat treatment on copper-zinc gas dynamic coatings has been little studied. (Research purpose) The research purpose is investigating the effect of technological modes of spraying, as well as subsequent heat treatment of the coating on its phase composition, structure and properties. (Materials and methods) The coating was applied using a Dimet gas dynamic installation with different overlap of the sprayed layers and subsequent heat treatment of the resulting coating at different temperatures and exposure times. The structure of the coating was studied using an X-ray diffractometer and a spectrometer. Cohesive properties were determined on a bursting testing machine by the "ring separation" method, tribological properties were determined on the MT-8 stand during reciprocating sliding of flat mating bodies. (Results and discussion) It was determined that the chemical and phase composition of the copper-zinc coating applied with a displacement of the nozzle by two millimeters and an air flow temperature of 450 degrees Celsius, after heat treatment in the temperature range of 420-430 degrees Celsius and a holding time of 180 minutes corresponds to two-phase brass type L65. The study of the parameters of the copper lattice shows that after exposure in the furnace for 60 minutes, a two-phase structure is formed based on solid solutions of zinc in copper with different copper content and an electronic-type solid solution based on CuZn. (Conclusions) Tribological tests of the copper-zinc coating in the I-20A industrial oil medium revealed the presence of mutual mass transfer of copper and zinc from the coating to the counterbody and vice versa, which is accompanied by a wear-free effect at a load of up to 10 megapascals. The cohesive strength of the copper-zinc coating depends on the time of heat treatment (phase composition) and after 60 minutes of exposure exceeds the initial values (approximately 78 megapascals) and reaches approximately 93 megapascals.

Keywords: Gas-dynamic spraying, copper-zinc coating, phase composition, friction, wear intensity, cohesive strength, heat treatment, microrelief.

For citation: Arkhipov V.E., Moskvitin G.V., Pugachev M.S. Restoration of worn sliding friction surfaces by gas-dynamic spraying of copper-zinc coatings. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N1. 51-59 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-51-59. EDN: DJJVTY.

EDN: EEFSQG

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-60-66

Научная статья

УДК 620.178.16

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗНАШИВАНИЯ ШЕЕК КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА, ВОССТАНОВЛЕННЫХ УСТАНОВКОЙ СТАЛЬНЫХ ПОЛУКОЛЬЦЕВЫХ НАКЛАДОК

Евгений Алексеевич Берденников, кандидат технических наук, доцент,
e-mail: dinaminator@yandex.ru

Реферат. Установка стальных полукольцевых накладок на шейки коленчатого вала представляет собой рациональное технологическое решение, позволяющее значительно уменьшить температурную деформацию вала при его восстановлении по сравнению с наплавкой и приваркой ленты. (Цель исследования) Определить интенсивность изнашивания шеек коленчатого вала, восстановленных установкой стальных полукольцевых накладок. (Материалы и методы) Произвели теоретический расчет интенсивности изнашивания восстановленных шеек вала по методу И.В. Крагельского. Выбрали в качестве экспериментального образца коленчатый вал дизельного двигателя автомобиля Volkswagen Transporter, бывший в эксплуатации. Устанавливали полукольцевые накладки на шейки коленчатого вала путем сваривания стыковым швом между собой. Основным критерием экспериментальной оценки служила интенсивность изнашивания восстановленных шеек в условиях реальной эксплуатации. Применяли при измерении износа метод профилограмм и метод микрометрического измерения диаметров шеек вала до и после определенного пробега автомобиля. (Результаты и обсуждение) Указали, что значения износа коренных шеек при реальном пробеге автомобиля сопоставимы с результатами теоретических расчетов. Отметили, что износ шатунных шеек превышает износ коренных, что можно объяснить отсутствием термообработки полуколец шатунных шеек при восстановлении вала. Фактические значения овальности и конусности шеек находятся в пределах допустимого значения. Значения износа, полученные путем измерения шероховатости до и после периода испытаний, сопоставимы со значениями, полученными методом микрометрического измерения. (Выводы) Интенсивность изнашивания шатунных и коренных шеек вала сопоставима со значениями, определенными теоретическим расчетом, что позволяет сделать заключение о положительном результате экспериментальных исследований. Значения интенсивности изнашивания, определенные экспериментальным и теоретическим путем, находятся в пределах, установленных более ранними исследованиями в области трибологии, что говорит о достоверности результатов эксперимента. Таким образом, подтвердили применимость метода установки стальных полукольцевых накладок при восстановлении коленчатых валов автотракторных двигателей.

Ключевые слова: коленчатый вал, полукольцевые накладки, сваривание, шероховатость, микрометрические измерения, интенсивность изнашивания.

Для цитирования: Берденников Е.А. Исследование процесса изнашивания шеек коленчатого вала, восстановленных установкой стальных полукольцевых накладок // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. №1. С. 60-66. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-60-66. EDN: EEFSQG.

Scientific article

WEAR PROCESS IN CRANKSHAFT JOURNALS RESTORED BY INSTALLING STEEL SEMI-RING LININGS

Evgeniy A. Berdennikov, Ph.D.(Eng.), associate professor

Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin Vologda, Russian Federation

Abstract. Installation of steel semi-ring linings on the crankshaft journals is a rational technological solution that can significantly reduce the thermal deformation of the crankshaft in the process of its restoration compared to building-up welding or tape welding. (Research purpose) The research purpose is studying the wear rate in crankshaft journals restored by installing steel semi-ring linings. (Materials and methods) The wear rate in the restored crankshaft journals has been theoretically calculated using I.V. Kragelsky's method. The diesel engine crankshaft in a Volkswagen Transporter car, which was in operation, has been taken as an experimental sample. The semi-ring linings have been installed on the crankshaft journals by butt welding to each other. The main criterion for the experimental evaluation is the wear rate of the restored journals under real operating conditions. When measuring wear, both the profilogram method and the micrometric method have been used for measuring the diameters of the crankshaft journals before and after a certain car run. (Results and discussion) The values of the main journal wear during real car run are comparable to the theoretical calculation results. The wear degree of the connecting rod journals exceeds the wear of the main ones, which can be explained by absence of heat treatment of the half rings in the connecting rod journals when restoring the shaft. The actual values of ellipticity as well as taper rates of the journals are within the acceptable values. The wear values obtained by measuring roughness before and after the test period are comparable to those obtained by micrometric measurement. (Conclusions) The wear rate of both connecting rod and main crankshaft journals is comparable to the values determined by theoretical calculation, which makes it possible to conclude that the experimental research has a positive result. The wear rates determined both experimentally and theoretically are within the limits established by earlier studies in the field of tribology, which indicates the reliability of the experimental results.

Thus, the applicability of the method of installing steel semi-ring linings when restoring crankshafts of automotive engines has been confirmed.

Keywords: crankshaft, half-ring linings, welding, roughness, micrometric measurements, wear rate.

For citation: Berdennikov E.A. Wear process in crankshaft journals restored by installing steel semi-ring linings. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N1. 60-66 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-60-66. EDN: EEFSQG.

EDN: ELQVVJ

Научная статья

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-67-72 УДК 621.798.92

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШЕЕК КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ В СВЯЗИ С ИХ СТАРЕНИЕМ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

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

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Известны многочисленные публикации по восстановлению шеек коленчатых валов различными методами. В них даются рекомендации по нанесению покрытий на изношенные шейки. Однако в большинстве работ отсутствуют исследования по изменению усталостной прочности и износостойкости коленчатых валов. (Цель исследования) Определить технологические особенности восстановления шеек коленчатых валов в связи с их старением в процессе эксплуатации. (Материалы и методы) Выбрали в качестве объектов исследования коленчатые валы дизельных двигателей различных ремонтных размеров. Изучили поверхностную твердость шеек с использованием переносных твердомеров в зоне наибольшего и наименьшего износов. Обработывали данные с использованием математических методов и сравнивали с допустимыми значениями твердости для новых и изношенных шеек. Проводили усталостные испытания на машинах при нагружении изгибающим моментом по симметричному циклу до появления усталостной трещины и окончательного разрушения для различных методов нанесения покрытий. (Результаты и обсуждение) Установили, что поверхностная твердость шеек предельно изношенных валов снижается на 10 по шкале Роквелла по сравнению с твердостью для новых валов. Причина снижения связана с работой шейки в условиях сухого трения, которое вызывает нагрев поверхности. Предел выносливости предельно изношенных валов по сравнению с пределом выносливости новых коленчатых валов снижается на 20-25 процентов, что связано с накоплением усталостных разрушений. Предложили для увеличения ресурса изношенных валов с пониженной твердостью лазерную закалку. Выявили технологические особенности для восстановления шеек предельно изношенных коленчатых валов. (Выводы). Старение коленчатых валов происходит с уменьшением поверхностной твердости на 10 единиц по шкале Роквелла и уменьшения предела выносливости на 20-25 процентов. Предложили лазерное термоупрочнение шеек с пониженной твердостью, которое увеличивает износостойкость в 1,9-2,6 раза.

Ключевые слова: коленчатый вал, старение деталей, износостойкость, усталостная прочность, твердость, ресурс, восстановление.

Для цитирования: Лялякин В.П., Аулов В.Ф. Технологические особенности восстановления шеек коленчатых валов в связи с их старением в процессе эксплуатации // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N1. С. 67-72. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-67-72. EDN: ELQVVJ.

Research article

TECHNOLOGICAL FEATURES OF RECOVERING CRANKSHAFT JOURNALS DUE TO THEIR AGING DURING OPERATION

Valentin P. Lyalyakin, Dr.Sc.(Eng.), professor, chief specialist;
Vyacheslav F. Aulov, Ph.D.(Eng.), leading researcher

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. Numerous publications in the open press on the restoration of crankshaft necks by various methods are known. They provide recommendations for applying coatings to worn necks. However, most work lacks studies on the change in fatigue strength and wear resistance of crankshafts. (Research purpose) The research purpose is studying the technological features of recovering the crankshafts due to their aging during operation. (Materials and methods) As objects of research, crankshafts of diesel engines of various repair sizes were selected. The surface hardness of the necks was studied using portable hardness meters in the zone of the greatest and least wear. The data were processed using mathematical methods and compared with allowable hardness values for new and worn necks. Fatigue tests were carried out on machines when the bending moment was loaded along a symmetrical cycle before the appearance of a fatigue crack and final destruction for various coating methods. (Results and discussion) The surface hardness of the necks of extremely worn shafts is reduced by 10 HRC compared to the hardness for new shafts. The reason for the decrease is due to the operation of the neck in dry friction conditions, which causes heating of the surface and, as a result, tempering. The limit of endurance of limit worn shafts in comparison with the limit of endurance of new crankshafts is reduced by 20-25 percent. This is due to the accumulation of fatigue failures. Laser hardening is proposed to increase life of worn-out shafts with reduced hardness. Technological features have been developed for restoring the necks of extremely worn crankshafts. (Conclusions) The aging of crankshafts occurs with a decrease in surface hardness by 10 HRC units and a decrease in the endurance limit by 20-25 percent. Invention proposes laser thermal resistance of necks with reduced hardness, which increases wear resistance by 1.9- 2.6 times.

Keywords: crankshaft, aging of parts, wear resistance, fatigue strength, hardness, life, recovery.

For citation: Lyalyakin V.P., Aulov V.F. Technological features of recovering crankshaft journals due to their aging during operation. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N1. 67-72 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-67-72. EDN: ELQVVJ.

EDN: QGGXHL Научная статья
DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-73-79

УДК 621.9.047 / 621.793

ПРИМЕНЕНИЕ ВТОРИЧНЫХ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ БРОНЗОВЫХ ДЕТАЛЕЙ ГИДРОМАШИН

*Илья Владимирович Романов, младший научный сотрудник,
e-mail: gosniti1953@mail.ru*

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

Реферат. В процессе эксплуатации сельскохозяйственной техники детали машин и их соединения теряют работоспособность, что требует их замены. Себестоимость восстановления составляет 50-60 процентов от стоимости новой детали. Наличие в технике деталей из цветных металлов и сплавов, а в частности из бронзы, делает вопрос восстановления еще более актуальным из-за высокой стоимости таких деталей. Особенно успешно при восстановлении изношенных деталей применяются методы, использующие порошковые материалы. Характерно, что для удешевления подобных технологий можно прибегать к рециклингу металлических отходов и получать порошок электроэрозионным диспергированием без особых экономических затрат. (Цель исследования) Изучить возможность восстановления бронзовых деталей гидромашин вторичными порошковыми материалами и проанализировать триботехнические показатели получаемых покрытий. (Материалы и методы) Использовали в работе следующее оборудование: генератор импульсов модели «Элитрон-52Б», растровый электронный микроскоп, установку искрового плазменного спекания, установку электроискрового легирования, рентгенофлуорисцентный спектрометр, металлографический микроскоп, трибометр, весы аналитические, шкаф сушильный, набор сит. (Результаты и обсуждение) Изготовили электроды из бронзового порошка, полученного методом электроэрозионного диспергирования. Создали с помощью электроискрового легирования образцы с покрытиями из стандартного и нового полученного электрода. Сравнили триботехнические свойства данных покрытий. Провели

металлографический и химический анализы. (Выводы) Покрытия, полученные с помощью нового электрода, показали лучшие триботехнические характеристики при сухом трении. При граничном трении их показатели были хуже, что может быть связано с некорректным выбором смазки, режимов электроискрового легирования и нарушением технологии получения самого электрода. Но в целом использование вторичных порошковых материалов для восстановления бронзовых деталей является актуальным.

Ключевые слова: вторичные порошковые материалы, электроэрозионное диспергирование, бронзовые детали, гидромоторы и гидронасосы, триботехнические характеристики, показатель прирабатываемости, фактор износа.

Для цитирования: Романов И.В. Применение вторичных порошковых материалов для восстановления бронзовых деталей гидромашин // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N1. С. 73-79. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-73-79. EDN: QGGXHL.

Research article

THE USE OF SECONDARY POWDER MATERIALS FOR THE RESTORATION OF BRONZE PARTS OF HYDRAULIC MACHINES

Ilya V. Romanov, junior researcher

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. During the operation of agricultural machinery, machine parts and their connections lose their operability, which requires their replacement. The cost of restoration is 50-60 percent of the cost of a new part. The presence of non-ferrous metal and alloy parts in the equipment, and in particular bronze, makes the issue of restoration even more urgent due to the high cost of such parts. Methods using powder materials are particularly successful in restoring worn parts. It is characteristic that in order to reduce the cost of such technologies, it is possible to resort to recycling of metal waste and obtain powder by electroerosive dispersion without special economic costs. (Research purpose) The research purpose is studying the restoration of bronze parts of hydraulic machines with secondary powder materials and analyzing the tribotechnical indicators of the coatings obtained. (Materials and methods) The following equipment was used in the work: an Elitron-52B pulse generator, a scanning electron microscope, a spark plasma sintering unit, an electric spark alloying unit, an X-ray fluorescence spectrometer, a metallographic microscope, a tribometer, analytical scales, a drying cabinet, a set of sieves. (Results and discussion) Electrodes were made from bronze powder obtained by the method of electroerosive dispersion. Using electric spark alloying, samples with coatings from a standard and a new obtained electrode were created. The tribotechnical properties of these coatings were compared. Metallographic and chemical analyses were performed. (Conclusions) The coatings obtained with the new electrode showed the best tribotechnical characteristics in dry friction. At boundary friction, their performance was worse, which may be due to an incorrect choice of lubrication, modes of electric spark alloying and a violation of the technology for obtaining the electrode itself. In general, the use of secondary powder materials for the restoration of bronze parts is relevant.

Keywords: secondary powder materials, electroerosive dispersion, bronze parts, hydraulic motors and hydraulic pumps, tribological characteristics, running-in indicator, wear factor.

For citation: Romanov I.V. The use of secondary powder materials for the restoration of bronze parts of hydraulic machines. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N1. 73-79 (in Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-73-79. EDN: QGGXHL

EDN: RAKEBU

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-80-85

Научная статья

УДК 621.762.227

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ ГАЛЬВАНОПОКРЫТИЯМИ С ДИСУЛЬФИДОМ МОЛИБДЕНА

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

¹Вадим Владимирович Серебровский, доктор технических наук, профессор

²Владимир Анатольевич Семькин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Работа выполнена в рамках реализации программы развития ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030»

Реферат. Одним из наиболее универсальных и гибких технологических приемов воздействия на свойства обрабатываемых поверхностей служит метод электролитического осаждения композиционных материалов. Анализ современной научно-технической литературы показал, что недостаточно рассмотрены вопросы восстановления и упрочнения изношенных деталей автотракторной техники композиционными гальваническими покрытиями с применением дисульфида молибдена в качестве твердой смазки (Цель исследования) Усовершенствовать технологию восстановления и упрочнения изношенных деталей автотракторной техники композиционными гальваническими покрытиями с применением в качестве твердой смазки дисульфида молибдена. (Материалы и методы) Осуществили электроосаждение композиционных покрытий из электролитов-суспензий с добавлением дисульфида молибдена на гальванической установке LI DIGIT. Указали технологические параметры электроосаждения: плотность тока 20 ампер на квадратный дециметр, время осаждения 60 минут и концентрация дисульфида молибдена 5 грамм на литр. (Результаты и обсуждение) Разработали, апробировали и исследовали новую технологию восстановления и упрочнения изношенных деталей автотракторной техники композиционными гальваническими покрытиями с применением дисульфида молибдена в качестве твердой смазки, эффективность которой подтверждается свойствами покрытий: микроструктура покрытия имеет мелкозернистое строение, без включений; равномерное распределение фаз и отсутствие пор, трещин и несплошностей; элементы Fe, Mo и S в покрытии распределены равномерно; в покрытии присутствуют фазы карбидов Fe и MoS₂; коэффициент трения покрытий на пути трения 500 метров составляет менее 0,1. Предложенная технология восстановления и упрочнения изношенных деталей автотракторной техники позволяет обеспечить необходимые триботехнические свойства покрытий. (Выводы) Результаты стендовых испытаний показали, что ресурс деталей, восстановленных и упрочненных композиционными гальваническими покрытиями с применением дисульфида молибдена в качестве твердой смазки, выше ресурса новых деталей в 1,22 раза.

Ключевые слова: изношенная деталь, восстановление и упрочнение, композиционное гальваническое покрытие, свойства покрытия, микроструктура, износостойкость поверхности.

Для цитирования: Агеева Е.В., Серебровский В.В., Семькин В.А., Серникова О.С. Восстановление деталей автотракторной техники гальванопокрытиями с дисульфидом молибдена // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. №1. С. 80-85 DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-80-85. EDN: RAKEBU.

Research article

RESTORATION OF PARTS OF AUTOMOTIVE EQUIPMENT BY ELECTROPLATING WITH MOLYBDENUM DISULFIDE

¹*Ekaterina V. Ageeva, Dr.Sc.(Eng.), professor;*

¹*Vadim V. Serebrovskiy, Dr.Sc.(Eng.), professor;*

²*Vladimir A. Semykin, Dr.Sc.(Eng.), professor;*

¹*Ol'ga S. Sernikova, postgraduate*

¹*Southwest State University, Kursk, Russian Federation*

²*Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russian Federation*

The work was carried out within the framework of the development program of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Southwestern State University" of the strategic academic leadership program "Priority 2030"

Abstract. One of the most versatile and flexible technological methods of influencing the properties of the treated surfaces is the method of electrolytic deposition of composite materials. The analysis of modern scientific and technical literature has shown that the issues of restoration and hardening of worn parts of automotive equipment by composite electroplating with the use of molybdenum disulfide as a solid lubricant have not been sufficiently considered (Research purpose) The research purpose is improving the technology of restoration and hardening of worn parts of automotive equipment by composite electroplating with molybdenum disulfide as a solid lubricant. (Materials and methods) Electrodeposition of composite coatings from electrolytes-suspensions with the addition of molybdenum disulfide was carried out on the LI DIGIT

electroplating unit. The technological parameters of electrodeposition were indicated: a current density of 20 amperes per square decimeter, a deposition time of 60 minutes and a concentration of molybdenum disulfide of 5 grams per liter. (Results and discussion) We developed, tested and investigated a new technology for restoring and hardening worn parts of automotive equipment with composite electroplating using molybdenum disulfide as a solid lubricant, the effectiveness of which is confirmed by the coating properties: the microstructure of the coating has a fine-grained structure, without inclusions; uniform phase distribution and absence of pores, cracks and discontinuities; elements Fe, Mo and S in the coating They are distributed evenly; the phases of Fe and MoS₂ carbides are present in the coating; the coefficient of friction of coatings on a friction path of 500 meters is less than 0.1. The proposed technology for restoring and hardening worn parts of automotive equipment makes it possible to provide the necessary tribotechnical properties of coatings. (Conclusions) The results of bench tests showed that the life of parts restored and hardened with composite electroplating using molybdenum disulfide as a solid lubricant is 1.22 times higher than the life of new parts.

Keywords: worn part, restoration and hardening, composite electroplating, coating properties, microstructure, surface wear resistance.

For citation: Ageeva E.V., Serebrovsky V.V., Semykin V.A., Sernikova O.S. Restoration of parts of automotive equipment by electroplating with molybdenum disulfide. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N1. 80-85 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-80-85. EDN: RAKEBU.

EDN: RWZAAA

Научная статья

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-86-93

УДК 620.1-1/-9

АНАЛИЗ МАТЕРИАЛОВ ДЕТАЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ В АГРЕССИВНЫХ СРЕДАХ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

Роман Николаевич Задорожний, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник;

Елизавета Юрьевна Кудряшова, кандидат технических наук, научный сотрудник,

e-mail: gosniti1953@mail.ru;

Илья Владимирович Романов, младший научный сотрудник

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. В структуре агропромышленного комплекса России значимую роль занимают перерабатывающие и пищевые производства, а также животноводство. Специфика работы в этих отраслях подразумевает постоянный контакт деталей оборудования с агрессивными средами, за счет чего механический износ усиливается коррозионным износом. В перерабатывающем, пищевом производстве и животноводстве задача усложняется еще и тем, что к материалам, контактирующим с продуктами, предъявляются особые санитарно-гигиенические требования. (Цель исследования) Изучить материалы, применяемые для изготовления деталей, работающих в условиях агрессивных сред в животноводстве и перерабатывающем производстве; выявить наиболее характерные дефекты в процессе эксплуатации; предложить аналоги материалов для ремонта и восстановления. (Материалы и методы) Использовали литературные и патентные источники, изучили принцип и условия работы доильных установок и упаковочных машин. (Результаты и обсуждение) Указали, что применение материалов, из которых изготовлены детали оборудования в перерабатывающем и пищевом производстве, определяется такими факторами, как нейтральность материала к продукту, нейтральность продукта к материалу, работоспособность в рамках технологического процесса. Отметили, что наиболее универсальные материалы по прочности, жесткости, термостойкости, коррозионной стойкости, низкой стоимости, высоким гигиеническим свойствам – коррозионностойкие стали. Однако и такие материалы со временем изнашиваются в результате механического износа, который усиливается коррозией. Чаще всего страдают направляющие, приводные ролики и диски, которые испытывают на себе нагрузки в виде трения. (Выводы) В оборудовании перерабатывающего и пищевого производств, а также в животноводстве чаще всего применяют детали из коррозионностойких сталей. Восстанавливать такие детали целесообразно с помощью лазерных технологий или плазменно-порошковой наплавки, так как легированные стали плохо поддаются свариванию.

Ключевые слова: агрессивные среды, коррозионный износ, перерабатывающее производство, коррозионностойкие стали, износ направляющих.

Для цитирования: Задорожний Р.Н., Кудряшова Е.Ю., Романов И.В. Анализ материалов деталей, работающих в агрессивных средах перерабатывающих производств // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N4. С. 86-93. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-86-93. EDN: RWZAAA.

ANALYSIS OF MATERIALS WORKING IN AGGRESSIVE ENVIRONMENTS OF PROCESSING INDUSTRIES

*Roman N. Zadorozhny, Ph.D.(Eng.), leading researcher;
Elizaveta Yu. Kudryashova, Ph.D.(Eng.), research assistant;
Ilya V. Romanov, junior researcher*

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. Processing and food industries, as well as animal husbandry, play a significant role in the structure of the agro-industrial complex of Russia. The specifics of working in these industries imply constant contact of equipment parts with aggressive environments, due to which mechanical wear is enhanced by corrosion wear. In processing, food production and animal husbandry, the task is further complicated by the fact that special sanitary and hygienic requirements are imposed on materials in contact with products. (Research purpose) The research purpose is studying the materials used for the manufacture of parts operating in aggressive environments in animal husbandry and processing production; identifying the most characteristic defects during operation; offering analogues of materials for repair and restoration. (Materials and methods) Used literary and patent sources, studied the principle and working conditions of milking machines and packaging machines. (Results and discussion) It was pointed out that the use of materials from which equipment parts are made in processing and food production is determined by such factors as the neutrality of the material to the product, the neutrality of the product to the material, the operability within the technological process. It was noted that the most versatile materials in terms of strength, rigidity, heat resistance, corrosion resistance, low cost, high hygienic properties are corrosion-resistant steels. However, such materials also wear out over time as a result of mechanical wear, which is enhanced by corrosion. Most often, guides, drive rollers and discs suffer, which experience loads in the form of friction. (Conclusions) In the equipment of processing and food production, as well as in animal husbandry, parts made of corrosion-resistant steels are most often used. It is advisable to restore such parts using laser technologies or plasma-powder surfacing, since alloyed steels are difficult to weld.

Keywords: aggressive environments, corrosive wear, processing industry, corrosion-resistant steels, wear of guides.

For citation: Zadorozhnyi R.N., Kudryashova E.Yu., Romanov I.V. Analysis of materials working in aggressive environments of processing industries. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N1. 86-93 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-86-93. EDN: RWZAAA.

EDN: SKKMBV

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-94-100

Научная статья

УДК 621.9.047

ПЛАСТИЧЕСКАЯ ТВЕРДОСТЬ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ХРОМА

¹*Сергей Юрьевич Жачкин, доктор технических наук, профессор, e-mail: zhach@list.ru;*

²*Тригорий Игоревич Трифонов, кандидат технических наук, старший научный сотрудник;*

²*Олег Анатольевич Сидоркин, кандидат технических наук, доцент;*

¹*Алексей Владимирович Пустоветов, соискатель*

¹*Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I,*

г. Воронеж, Российская Федерация

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

Реферат. Одной из распространенных проблем, приводящих к выходу агрегатов сельскохозяйственной техники из строя, служит значительное изменение их геометрических характеристик, что связано с износом отдельных элементов силовой гидравлической аппаратуры. Для восстановления данных деталей целесообразно использовать методы нанесения дисперсно-упрочненного гальванического композиционного покрытия, сопровождающиеся внедрением инструментального материала в наносимое покрытие за счет прямого контакта инструмента с обрабатываемой деталью. В результате получают износостойкие осадки с

заданными физико-механическими свойствами в зависимости от величины износа различных участков восстанавливаемой поверхности. (Цель исследования) Определить прочностные показатели дисперсно-упрочненных гальванических композиционных покрытий, используемых для восстановления силовой гидравлической аппаратуры сельскохозяйственной техники. (Материалы и методы) Использовали в качестве экспериментальных образцов гидроцилиндры привода рабочих органов сельскохозяйственной техники. Отметили, что согласованное изменение давления инструмента в зависимости от степени износа поверхности позволяет получать размерные покрытия с заданными свойствами. (Результаты и обсуждение) Привели сопоставление результатов, полученных при решении контактной задачи соприкосновения двух тел, решаемой методами механики сплошной среды, и экспериментальных исследований и определили для данного типа композиционного материала зависимость между величиной усилия вдавливания частиц в покрытие и глубиной их внедрения. Проведенные исследования позволили ввести понятие пластической твердости, качественно и количественно характеризующее свойства получаемых гальванических осадков. (Выводы) Полученные в работе соотношения позволяют контролировать процесс формирования композиционного гальванического осадка при восстановлении силовой гидравлической аппаратуры сельскохозяйственной техники, не допуская переупрочнения такого покрытия и задавая ему требуемую степень наклепа.

Ключевые слова: упругое состояние, пластичность, упрочнение, композиционные покрытия, пластическая твердость.

Для цитирования: Жачкин С.Ю., Трифонов Г.И., Сидоркин О.А., Пустоветов А.В. Пластическая твердость композиционных покрытий на основе хрома // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N1. С. 94-100. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-94-100. EDN: SKKMBV.

Research article

PLASTIC HARDNESS OF COMPOSITE COATINGS BASED ON CHROME

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

²*Grigoriy I. Trifonov, Ph.D.(Eng.), senior researcher;*

²*Oleg A. Sidorkin, Ph.D.(Eng.), associate professor;*

¹*Aleksey V. Pustovetov, postgraduate*

¹*Voronezh State Agricultural University named after emperor Peter I, Voronezh, Russian Federation*

²*Military Educational and Scientific Center of the Air Force "Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin", Voronezh, Russian Federation*

Abstract. One of the common problems leading to the failure of agricultural machinery units is a significant change in their geometric characteristics, which is associated with the wear of individual elements of power hydraulic equipment. To restore these parts, it is advisable to use methods of applying a dispersed-hardened galvanic composite coating, accompanied by the introduction of tool material into the coating due to direct contact of the tool with the workpiece. As a result, wear-resistant sediments with specified physical and mechanical properties are obtained, depending on the amount of wear of various sections of the surface being restored. (Research purpose) The research purpose is determining the strength parameters of dispersed-hardened galvanic composite coatings used for the restoration of power hydraulic equipment of agricultural machinery. (Materials and methods) Hydraulic cylinders of the drive of working bodies of agricultural machinery were used as experimental samples. It was noted that the coordinated change in tool pressure depending on the degree of wear of the surface makes it possible to obtain dimensional coatings with specified properties. (Results and discussion) A comparison of the results obtained in solving the contact problem of the contact of two bodies, solved by the methods of continuum mechanics, and experimental studies, and determined for this type of composite material the relationship between the magnitude of the force of pressing particles into the coating and the depth of their penetration. The conducted research allowed us to introduce the concept of plastic hardness, which qualitatively and quantitatively characterizes the properties of the resulting galvanic precipitation. (Conclusions) The relations obtained in the work allow us to control the process of forming a composite galvanic deposit during the restoration of power hydraulic equipment of agricultural machinery, preventing overhardening of such a coating, and setting it the required degree of hardening.

Keywords: elastic state, plasticity, hardening, composite coatings, plastic hardness.

For citation: Zhachkin S.Yu., Trifonov G.I., Sidorkin O.A., Pustovetov A.V. Plastic hardness of composite coatings based on chrome. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N1. 94-100 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-94-100. EDN: SKKMBV.

EDN: JZKXTE

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-101-106

Научная статья

УДК 621.793.79

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ, ВОССТАНОВЛЕННЫХ КЕРАМИЧЕСКИМ ПОКРЫТИЕМ

*Вячеслав Александрович Денисов, доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник, e-mail: va.denisov@mail.ru;
Никита Александрович Попов, аспирант, инженер*

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Представили результаты исследования прирабатываемости и износостойкости комбинированного покрытия восстановленных гильз цилиндров, полученного нанесением на чугунную основу слоя порошка алюминия методом холодного газодинамического напыления с последующей обработкой микродуговым оксидированием. (Цель исследования) Провести сравнительный анализ триботехнических свойств сопряжений «гильза с покрытием методом холодного газодинамического напыления и обработкой микродуговым оксидированием–контробразец 100Cr6» и «гильза (СЧ25 в состоянии поставки)–контробразец 100Cr6» (эталонное сопряжение). (Материалы и методы) Провели исследование прирабатываемости материалов эталонного и восстановленного сопряжений по РД 50-662-88 «Методические указания. Методы экспериментальной оценки фрикционной совместимости материалов трущихся сопряжений». Выполнили сравнительные стендовые испытания на износостойкость эталонного и восстановленного сопряжений по ГОСТ 23.224-86 «Обеспечение износостойкости изделий. Методы оценки износостойкости восстановленных деталей». (Результаты и обсуждение) Определили оптимальные режимы длительной работы и пределы работоспособности сопряжения при ступенчатом нагружении эталонного и восстановленного трибосопряжений. Вычислили коэффициент прирабатываемости и фактор изнашивания сопряжений. Установили, что восстановленное сопряжение «гильза с покрытием методом холодного газодинамического напыления и обработкой микродуговым оксидированием–контробразец 100Cr6» имеет близкие показатели прирабатываемости с эталонным сопряжением, а его износостойкость превосходит износостойкость эталонного сопряжения, более чем в два раза. (Выводы) Высокие показатели прирабатываемости и износостойкости восстановленного сопряжения «гильза с покрытием методом холодного газодинамического напыления и обработкой микродуговым оксидированием–контробразец 100Cr6» по сравнению с гильзой эталонной (из СЧ25 в состоянии поставки) обеспечивают повышение его долговечности и указывают на целесообразность применения комбинированного метода при восстановлении гильз цилиндров.

Ключевые слова: холодное газодинамическое напыление, микродуговое оксидирование, гильза цилиндра, восстановление, износостойкость.

Для цитирования: Денисов В.А., Попов Н.А. Исследование износостойкости гильз цилиндров, восстановленных керамическим покрытием // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N1. С. 101-106. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-101-106 EDN: JZKXTE.

Research article

THE WEAR RESISTANCE OF CYLINDER LINERS RESTORED BY CERAMIC COATING

*Vyacheslav A. Denisov, Dr.Sc.(Eng.), professor, chief researcher;
Nikita A. Popov, postgraduate, engineer*

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. The results of the study of the workability and wear resistance of the combined coating of the restored cylinder liners obtained by applying a layer of aluminum powder to the cast-iron base by cold gas-dynamic spraying with subsequent treatment by microarc oxidation were presented. (Research purpose) The research purpose is a comparative analysis of the

tribotechnical properties of the conjugations "sleeve coated with cold gas–dynamic spraying and treatment with microarc oxidation-counter-sample 100Cr6" and "sleeve (SH25 in the delivery state)–counter-sample 100Cr6" (reference pairing). (Materials and methods) Conducted a study of the workability of materials of the reference and reconstructed conjugations according to RD 50-662-88 "Guidelines. Methods of experimental evaluation of frictional compatibility of materials of friction conjugations". Comparative bench tests were performed on the wear resistance of the reference and restored conjugates according to GOST 23.224-86 "Ensuring the wear resistance of products. Methods for assessing the wear resistance of restored parts". (Results and discussion) The optimal modes of long-term operation and the limits of the interface operability were determined during the stepwise loading of the reference and restored tribo-couplings. The run-in coefficient and the wear factor of the couplings were calculated. It was found that the restored coupling "sleeve coated with cold gas–dynamic spraying and microarc oxidation treatment-counter-sample 100Cr6" has similar run-in rates with the reference coupling, and its wear resistance exceeds the wear resistance of the reference coupling by more than two times. (Conclusions) High indicators of workability and wear resistance of the restored interface "sleeve coated with cold gas–dynamic spraying and microarc oxidation treatment-counter-sample 100Cr6" in comparison with the reference sleeve (from SCH25 in the state of delivery) provide an increase in its durability and indicate the expediency of using the combined method in the restoration of cylinder liners.

Keywords: cold spray, microarc oxidation, cylinder liner, restoration, wear resistance.

For citation: Denisov V.A., Popov N.A. The wear resistance of cylinder liners restored by ceramic coating. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N1. 101-106 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-101-106. EDN: JZKXTE.

EDN: TWQWPA Научная статья
DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-107-112 УДК 62-278, 632.08

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ПОЛИУРЕТАНОВЫХ КОМПАУНДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ
ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В МЕМБРАННО-ПОРШНЕВОМ НАСОСЕ**

*Алексей Семенович Дорохов, доктор технических наук, профессор, академик РАН,
Алексей Сергеевич Свиридов, младший научный сотрудник, e-mail: sviridov.vim@ya.ru
Сергей Петрович Тужилин, младший научный сотрудник, e-mail: sptuzh@mail.ru*

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Диафрагмы в мембранно-поршневых насосах служат основными рабочими органами, выход из строя которых влечет за собой остановку насоса и всего опрыскивателя, что приводит к снижению эффективности сельскохозяйственной деятельности и повышению расходов на восстановление работоспособности сельскохозяйственного оборудования. Актуальность использования технологии свободного литья двухкомпонентных полиуретанов в силиконовые формы при организации ремонтных участков обусловлена высоким качеством получаемых деталей при существенном сокращении стоимости, а также времени производства. Поскольку основной причиной выхода мембраны из строя является абразивный износ и циклические нагрузки, то определяющими свойствами служат твердость, прочность и пластичность используемых материалов. (Цель исследования) Провести оценку твердости, прочности и пластичности полиуретановых компаундов различных марок в зависимости от режимов изготовления образцов и сделать вывод о возможности применения данных материалов для изготовления диафрагм мембранно-поршневого насоса методом свободного литья. (Материалы и методы) Представили исследования твердости, предела прочности на растяжение и относительного удлинения при разрыве трех марок полиуретановых компаундов PolyFlex 80A, Адваформ Марка 80 и Силагерм 6080 в зависимости от технологических режимов изготовления образцов из них. (Результаты и обсуждение) Установили, что отверждение полиуретановых компаундов при более высоких температурах позволяет обеспечить высокие прочностные и пластические свойства материала. Отметили, что во время отверждения происходит перераспределение молекул в наиболее выгодные энергетические конфигурации, которые исключают появление структурных концентраторов напряжения, увеличивая пластичность и прочность материала. Повышенная температура способствует снятию остаточных напряжений в материале, возникающих во время усадки. (Выводы) Область применения результатов исследования – изготовление полимерных деталей сельскохозяйственной техники, в частности, диафрагм мембранно-поршневого насоса.

Ключевые слова: физико-механические свойства, полиуретановые компаунды, мембранно-поршневой насос, диафрагма, метод свободного литья, силиконовые формы.

Для цитирования: Дорохов А.С., Свиридов А.С., Тужилин С.П. Исследование физико-механических свойств полиуретановых компаундов для оценки возможности их применения в мембранно-поршневом насосе // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N1. С. 107-112. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-107-112. EDN: TWQWPA.

Research article

STUDY OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES POLYURETHANE COMPOUNDS FOR EVALUATION THE POSSIBILITY OF THEIR USE IN A DIAPHRAGM PISTON PUMP

*Aleksey S. Dorokhov, Dr.Sc.(Eng.), professor,
Academician of the Russian Academy of Sciences;
Aleksey S. Sviridov, junior researcher;
Sergey P. Tuzhilin, junior researcher*

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. *The diaphragms in diaphragm piston pumps serve as the main working parts, the failure of which entails the shutdown of the entire pump, and, as a result, the sprayer, which leads to a decrease in the efficiency of agricultural activities and an increase in the cost of restoring the operability of agricultural equipment. The relevance of using the technology of free casting of twocomponent polyurethane in silicone molds in the organization of repair sites is due to the high quality of the parts obtained with a significant reduction in cost, as well as production time. Since the main reason for the failure of the membrane is abrasive wear and cyclic loads, the determining properties are hardness, strength and ductility of the materials used. (Research purpose) The research purpose is assessing the hardness, strength and plasticity of polyurethane compounds of various brands, depending on the production conditions of the sample, and concluding their applicability to manufacture piston pump diaphragms by free casting. (Materials and methods) Presented studies of hardness, tensile strength and elongation at break of three grades of polyurethane compounds PolyFlex 80A, Advafarm Mark 80 and Silagerm 6080, depending on the technological modes of manufacturing samples from them. (Results and discussion) It was found that the curing of polyurethane compounds at higher temperatures allows for high strength and plastic properties of the material. It was noted that during curing, molecules are redistributed into the most favorable energy configurations, which exclude the appearance of structural stress concentrators, increasing the plasticity and strength of the material. The increased temperature helps to remove residual stresses in the material that occur during shrinkage. (Conclusions) The application scope of the research results is the manufacture of polymer parts of agricultural machinery, in particular, diaphragm diaphragm piston pump.*

Keywords: *physical and mechanical properties, polyurethane compounds, dia-phragm piston pump, diaphragm, method of free casting, silicone moulds.*

For citation: Dorokhov A.S., Sviridov A.S., Tuzhilin S.P. Study of physical and mechanical properties polyurethane compounds for evaluation the possibility of their use in a diaphragm piston pump. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N1. 107-112 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-107-112. EDN: TWQWPA.

EDN: MQZSGK

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-113-120

Аналитическая статья

УДК 378.6

300-летию Российской академии наук посвящается

ВКЛАД АКАДЕМИКА ВАСХНИЛ А.И. СЕЛИВАНОВА

В ПОДГОТОВКУ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ И АГРОИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ РОССИИ

*Михаил Никитьевич Ерохин, доктор технических наук,
профессор, РАН;*

*Дмитрий Михайлович Скороходов, кандидат технических наук,
доцент, e-mail: d.skorokhodov@rgau-msha.ru*

Реферат. Развитие инженерного образования в России играет важную роль в создании технологий будущего, разработке новых изобретений. (Цель исследования) Сформировать патриотическое отношение к инженерному образованию в России на примере деятельности видного ученого в области механизации и электрификации сельского хозяйства, доктора технических наук, профессора, академика ВАСХНИЛ Александра Ивановича Селиванова. (Материалы и методы) Провели анализ литературных источников путем применения историко-аналитического метода. Использовали в качестве материалов современные и исторические литературные источники, материалы конференций, научные статьи, военно-исторические материалы, оригинальные научные труды А.И. Селиванова. (Результаты и обсуждение) Изложили жизненный и творческий путь А.И. Селиванова. После окончания факультета индустриального земледелия Ленинградского политехнического института А.И. Селиванов проделал путь от инженера, руководителя лаборатории до заместителя директора по научной работе ВИМ, ГОСНИТИ, Сибирского НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства. (Выводы) Значительный цикл его работ направлен на разработку систем технического обслуживания и ремонта машин и рациональной организации ремонтной базы. А.И. Селиванов – основоположник теории старения машин, соавтор учебника «Теоретические основы ремонта и надежности сельскохозяйственной техники». Под его руководством и с его непосредственным участием была разработана типовая технология ремонта тракторов и комбайнов, служившая многие годы основным техническим документом для всех ремонтных предприятий. А.И. Селиванов внес огромный вклад в подготовку научно-педагогических и агроинженерных кадров России. Его трудолюбие, смелость, отвага, героизм, упорство и многие другие качества, которые необходимы нашему подрастающему поколению, служат настоящим примером для многих людей.

Ключевые слова: А.И. Селиванов, ремонт машин, инженерное образование, износ сельскохозяйственных машин, техническое обслуживание, топливная аппаратура, теория старения машин.

Для цитирования: Ерохин М.Н., Скороходов Д.М. Вклад академика ВАСХНИЛ А.И. Селиванова в подготовку научно-педагогических и агроинженерных кадров России // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N1. С. 113-120. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-113-120. EDN: MQZSGK.

Analytical article

Dedicated to the 300th anniversary of the Russian academy of sciences

CONTRIBUTION OF ACADEMICIAN OF VASKHNIL A.I. SELIVANOVA IN THE TRAINING OF SCIENTIFIC, PEDAGOGICAL AND AGRICULTURAL ENGINEERING PERSONNEL IN RUSSIA

*Mikhail N. Erokhin, Dr.Sc.(Eng), professor, Full Member
of the Russian Academy of Sciences;*

Dmitry M. Skorokhodov, Ph.D.(Eng.) associate professor

*Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy,
Moscow, Russian Federation*

Abstract. The development of engineering education in Russia plays an important role in the creation of future technologies, the development of new inventions. (Research purpose) The research purpose is forming a patriotic attitude to engineering education in Russia on the example of the activities of a prominent scientist in the field of mechanization and electrification of agriculture, Doctor of Technical Sciences, Professor, academician of the VASHNIL Aleksandr Ivanovich Selivanov. (Materials and methods) The analysis of literary sources was carried out by applying the historical and analytical method. Modern and historical literary sources, conference materials, scientific manuscripts, military-historical materials, original scientific works of A.I. Selivanov were used as materials. (Results and discussion) They outlined the life and creative path of A.I. Selivanov. After graduating from the Faculty of Industrial Agriculture of the Leningrad Polytechnic Institute, A.I. Selivanov worked his way up from an engineer, head of a laboratory, to deputy director for scientific work of VIM, GOSNITI, Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture. (Conclusions) A significant cycle of his work is aimed at developing maintenance and repair systems for machines and the rational organization of the repair base. A.I. Selivanov is the founder of the theory of aging of machines, co-author of the textbook "Theoretical foundations of repair and reliability of agricultural machinery." Under his leadership and with his direct participation, a standard tractor and combine repair technology was developed, which served for many years as the main technical document for all repair enterprises. A.I. Selivanov

made a huge contribution to the training of scientific, pedagogical and agroengineering personnel in Russia. His diligence, courage, bravery, heroism, perseverance and many other qualities that are necessary for our younger generation serve as a real example for many people.

Keywords: A.I. Selivanov, machine repair, engineering education, wear of agricultural machines, maintenance, fuel equipment, theory of machine aging.

For citation: Erokhin M.N., Skorokhodov D.M. Contribution of Academician of VASKhNIL A.I. Selivanov in the training of scientific, pedagogical and agricultural engineering personnel in Russia. *Machinery technical services*. 2024. Vol. 62. N1(154). 113-120. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-113-120. EDN: MQZSGK.

EDN: NJGEBW

Аналитическая статья

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-121-129 УДК 631.3:631.153.7:631.5(470)

300-летию Российской академии наук посвящается

ИСТОКИ РАЗВИТИЯ АГРОИНЖЕНЕРНОЙ НАУКИ В РОССИИ

¹*Наталья Леонидовна Зайцева, кандидат исторических наук, доцент, директор Мемориального музея-квартиры К.А. Тимирязева, e-mail: nataliza008@mail.ru;*

²*Николай Васильевич Алдошин, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник;*

¹*Наталья Юрьевна Рябова, заведующий Музеем земледельческой механики имени В.П. Горячкина*

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

²*Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация*

Реферат. Статья посвящена изучению новых материалов об истоках развития агроинженерной науки в России, хранящихся в фондах Музея земледельческой механики имени В.П. Горячкина РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева. (Цель исследования) Проанализировать развитие агроинженерной науки в России в начальные периоды ее становления. (Материалы и методы) Отметили, что вновь открытые документы более полно освещают ключевую роль В.П. Горячкина в создании факультета земледельческой механики в Сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева, в строительстве машиноиспытательной станции, в формировании Курсов усовершенствования преподавателей в области сельскохозяйственного машиностроения. Изучили материалы комиссии под председательством профессора В.П. Бушинского, созданной для составления проектов и смет по постройке Московского института механизации и электрификации сельского хозяйства в 1930 году (ныне Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина в составе РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева). Ввели в научный оборот документы, касающиеся открытия Всесоюзного института сельскохозяйственного машиностроения в 1928 году, в частности, стенограмму доклада В.П. Горячкина на собрании Института сельскохозяйственной механики, переименованного в ВИСХОМ 25 ноября 1927 года. (Результаты и обсуждение) Показали различные формы педагогической работы, появившиеся в результате декрета Совета Народных Комиссаров РСФСР «О сельскохозяйственном машиностроении» от 1 апреля 1921 года. (Выводы) К началу 1930-х годов XX века в СССР В.П. Горячкин, выдающийся ученый и организатор науки и образования, заложил основы отечественного сельскохозяйственного машиностроения; впервые выдвинул научные принципы проектирования, расчета и конструирования сельскохозяйственных машин и орудий; разработал методологию испытаний; создал ряд уникальных приборов и аппаратов.

Ключевые слова: земледельческая механика, машиноиспытательная станция, механизация сельского хозяйства, Всесоюзный научно-исследовательский институт сельскохозяйственной механики, Всесоюзный институт сельскохозяйственного машиностроения, Институт механизации сельского хозяйства.

Для цитирования: Зайцева Н.Л., Алдошин Н.В., Рябова Н.Ю. Истоки развития агроинженерной науки в России // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N1. С. 121-129. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-121-129. EDN: NJGEBW.

THE ORIGINS OF THE AGRICULTURAL ENGINEERING SCIENCE IN RUSSIA

¹*Natalya L. Zaitseva, Ph.D.(Eng.), associate professor, Director of the Memorial Museum-Apartment K.A. Timiryazev;*

²*Nikolay V. Aldoshin, Dr.Sc.(Eng.), professor, chief researcher;*

¹*Natalya Yu. Ryabova, Head of the Museum of Agricultural Mechanics named after V.P. Goryachkin*

¹*Russian State Agrarian University – MSHA named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russian Federation*

²*Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation*

Abstract. The paper is devoted to the study of new materials on the origins of the development of agroengineering science in Russia, stored in the collections of the Museum of Agricultural Mechanics named after V.P. Goryachkin RGAU – MSHA named after K.A. Timiryazev. (Research purpose) The research purpose is analyzing the development of agroengineering science in Russia in the initial periods of its formation. (Materials and methods) It was noted that the newly opened documents more fully cover the key role of V.P. Goryachkin in the creation of the Faculty of Agricultural Mechanics at the Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, in the construction of a machine testing station, in the formation of advanced training courses for teachers in the field of agricultural engineering. We studied the materials of the commission chaired by Professor V.P. Bushinsky, created to draw up projects and estimates for the construction of the Moscow Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture in 1930 (now the Institute of Mechanics and Power Engineering named after V.P. Goryachkin as part of the RGAU – MSHA named after K.A. Timiryazev). Documents relating to the opening of the All-Union Institute of Agricultural Engineering in 1928 were put into scientific circulation, in particular, the transcript of V.P. Goryachkin's report at the meeting of the Institute of Agricultural Mechanics, renamed VISKHOM, on November 25, 1927. (Results and discussion) They showed various forms of pedagogical work that appeared as a result of the decree of the Council of People's Commissars of the RSFSR "On agricultural engineering" dated April 1, 2021. (Conclusions) By the beginning of the 1930s in the USSR, V.P. Goryachkin, an outstanding scientist and organizer of science and education, laid the foundations of domestic agricultural engineering; for the first time put forward scientific principles for the design, calculation and construction of agricultural machinery and tools; developed a test methodology; created a number of unique devices and apparatus.

Keywords: agricultural mechanics, machine testing station, agricultural mechanization, All-Union Scientific Research Institute of Agricultural Mechanics, All-Union Institute of Agricultural Engineering, Institute of Agricultural Mechanization.

For citation: Zaitseva N.L., Aldoshin N.V., Ryabova N.Yu. The origins of the agricultural engineering science in Russia. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N1. 121-129 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-121-129. EDN: NJGEBW.

EDN: NQUQKK

DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-130-136

Обзорная статья

УДК 631.1(091)

ПРЕЕМСТВЕННОСТЬ УЧЕНИЯ В.П. ГОРЯЧКИНА В ТРУДАХ НАУЧНЫХ ШКОЛ ЮЖНОГО УРАЛА

*Елена Владимировна Годлевская, кандидат педагогических наук,
доцент, e-mail: elengodl@ya.ru*

*Челябинский государственный промышленно-гуманитарный техникум
имени А.В. Яковлева, г. Челябинск, Российская Федерация*

Реферат. В статье обобщили и кратко изложили фактический материал, раскрывающий вклад ученых агроинженерной школы Южного Урала в развитие научных идей В.П. Горячкина. Созданный в 1930 г. Челябинский институт механизации и электрификации сельского хозяйства стал центром развития таких научных направлений, как исследование динамики мобильных сельскохозяйственных агрегатов, развитие теории двигателей, совершенствование конструкции тракторов, разработка дифференциального способа обмолота зерновых культур, интенсификация и автоматизация процессов сепарации зерна, создание научных

основ технического сервиса и теории восстановления сельскохозяйственных машин. (Цель исследования) Систематизировать исторические и научные материалы в области становления и развития агроинженерных научных школ Южного Урала; показать преемственность учения В.П. Горячкина в трудах рассмотренных научных школ. (Материалы и методы) Установили, что на теоретические и практические результаты научных разработок школы А.И. Любимова большую роль оказали многочисленные полевые испытания в колхозах и совхозах Южного Урала, а также применение для вычислений системы автоматизированного проектирования. Описали влияние развития моделей гусеничных тракторов Челябинского тракторного завода на научные исследования Е.М. Харитончика, И.Е. Ульмана. Выделили связи между отраслевыми научными институтами и Челябинским институтом механизации и электрификации сельского хозяйства. (Результаты и обсуждение) Провели систематизацию научных достижений профессорско-педагогического состава Челябинского института механизации и электрификации сельского хозяйства с 1930 по 2023 год. (Выводы) Ученые научных школ Южного Урала в полной мере использовали все имеющиеся в регионе и за его пределами ресурсы: тесную связь внутри отраслевого научного сообщества (ВИМ, ГОСНИТИ, НАТИ), плотную работу с передовыми производственными и сельскохозяйственными предприятиями для развития агроинженерной науки и образования и внедрения результатов в производство.

Ключевые слова: агроинженерная наука, научные школы, опытно-конструкторские работы, математическое описание, автоматизированное проектирование, восстановление деталей сельскохозяйственных машин.

Для цитирования: Godlevskaya E.V. Преемственность учения В.П. Горячкина в трудах научных школ Южного Урала // Технический сервис машин. 2024. Т. 62. N1(154). С. 130-136. DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-130-136. EDN: NQUQKK.

Review article

CONTINUITY OF V.P. GORYACHKIN'S TEACHING IN THE WORKS OF SCIENTIFIC SCHOOLS OF THE SOUTHERN URALS

Elena V. Godlevskaya, Ph.D.(Ped.), associate professor

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

Abstract. The paper summarizes the factual material revealing the contribution of scientists of the agroengineering school of the Southern Urals to the development of V.P. Goryachkin's scientific ideas. The Chelyabinsk Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture, established in 1930, became the center for the development of such scientific areas as the study of the dynamics of mobile agricultural units, the development of engine theory, the improvement of tractor design, the development of a differential method for threshing grain crops, the intensification and automation of grain separation processes, the creation of scientific foundations of technical service and the theory of restoration of agricultural machinery. (Research purpose) The research purpose is systematization of historical and scientific materials in the field of development of agroengineering scientific schools of the Southern Urals; showing the continuity of V.P. Goryachkin's teachings in the works of the considered scientific schools. (Materials and methods) Found out that the theoretical and practical results of scientific developments of the Lyubimov school were greatly influenced by numerous field tests in collective farms and state farms of the Southern Urals, as well as the use of computer-aided design systems for computing. The influence of the development of tractors of the Chelyabinsk Tractor Plant on the scientific research of E.M. Kharitonchik, I.E. Ulman was described. The links between branch scientific institutes and the Chelyabinsk Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture were highlighted. (Results and discussion) We systematized the scientific achievements of the teaching staff of the Chelyabinsk Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture from 1930 to 2023. (Conclusions) Scientists of scientific schools of the Southern Urals fully used all the resources available in the region and beyond: close communication within the branch scientific community (VIM, GOSNITI, NATI), close work with advanced industrial and agricultural enterprises for the development of agroengineering science and education and the introduction of the results into production.

Keywords: agricultural engineering science, scientific schools, development work, mathematical description, computer-aided design, restoration of parts of agricultural machines.

For citation: Godlevskaya E.V. Continuity of V.P. Goryachkin's teaching in the works of scientific schools of the Southern Urals. Machinery technical service. 2024. Vol. 62. N1.130-136 (In Russian). DOI: 10.22314/2618-8287-2024-62-1-130-136. EDN: NQUQKK.