

## СТАНДАРТ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

*Вера Александровна Казакова, младший научный сотрудник;  
Анатолий Васильевич Дунаев, доктор технических наук,  
e-mail: lab-stand@mail.ru  
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ  
Москва, Российская Федерация*

**Реферат.** Пересмотр стандарта ГОСТ 20793-2009 «Тракторы и машины сельскохозяйственные. Техническое обслуживание» с введением в него современных достижений науки для повышения ресурса машин представляет собой актуальную задачу. (Цель исследования) Изложить основные положения стандарта ГОСТ 20793 и проанализировать предложения государств – членов Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации Содружества Независимых Государств. (Материалы и методы) Использовали методологию разработки стандартов межгосударственного уровня. Отметили, что специфика данной работы состоит в прохождении публичного обсуждения и экспертизе проекта стандарта специалистами инженерной службы и заинтересованными организациями РФ и стран Содружества Независимых Государств, а также в детальном анализе полученных рекомендаций. (Результаты и обсуждение) Разработали окончательную редакцию проекта стандарта, соответствующего современным условиям состояния машинно-тракторного парка и инженерной службы агропромышленного комплекса, в результате анализа полученных предложений и рекомендаций заинтересованных организаций. Подготовили проект к нормоконтролю и утверждению в Росстандарт. (Выводы) Внедрение современного стандарта ГОСТ 20793 будет способствовать повышению эффективности и увеличению срока службы изношенных агрегатов сельскохозяйственных машин, уменьшению затрат на их техническую эксплуатацию, а также техническому прогрессу отечественного агропромышленного комплекса. Уточнили виды, периодичность, правила проведения технического обслуживания совместно с текущим ремонтом, рекомендовали экспресс-контроль смазочных масел, использование встроенных систем диагностирования, органолептическое диагностирование по качественным признакам, а также введение в моторные и трансмиссионные масла агрегатов машин ремонтно-восстановительных трибосоставов. Реализация требований стандарта позволит корректно выстраивать процессы работ в сфере производства и обращения продукции и проведения сертификации, повысить ресурс и экономичность работы машинно-тракторного парка.

**Ключевые слова:** техническое обслуживание, диагностирование, ремонт, экспресс-контроль масел, стандарт.

**Для цитирования:** Казакова В.А., Дунаев А.В. Стандарт по техническому обслуживанию сельскохозяйственной техники // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N2(147). С. 12-21. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-12-21. MJNRHT

## STANDARD FOR MAINTENANCE OF AGRICULTURAL MACHINERY

*Vera A. Kazakova, junior researcher;  
Anatoliy V. Dunaev, Dr.Sc.(Eng.)  
Federal Scientific Agroengineering Center VIM  
Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** Revision of the GOST 20793-2009 "Tractors and agricultural machines. Maintenance" with the introduction of modern scientific achievements to increase the resource of machines is an urgent task. (Research purpose) The research purpose is outlining the main provisions of the GOST 20793 and analyzing the proposals of the members of the Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification of the Commonwealth of Independent States. (Materials and methods) Authors used the methodology of developing standards at the interstate level. The specifics of this work consists in passing a public discussion and examination of the draft standard by specialists of the engineering service and interested organizations of the Russian Federation and the countries of the Commonwealth of Independent States, as well as in a detailed analysis of the recommendations received. (Results and discussion) Authors presented the final version of the draft standard corresponding to the current conditions of the state of the machine and tractor fleet and the engineering service of the agro-industrial complex based on the analysis of the received proposals and recommendations of interested organizations. Authors have prepared a draft for standard control and approval in Rosstandart. (Conclusions) The

*introduction of the modern GOST 20793 will contribute to improving the efficiency and increasing the service life of worn-out aggregates of agricultural machines, reducing the costs of their technical operation, as well as the technical progress of the domestic agro-industrial complex. The standard clarifies the types, frequency, rules of maintenance together with the current repair, recommends express control of lubricating oils, the use of built-in diagnostic systems, organoleptic diagnostics based on qualitative characteristics, as well as the introduction of repair and restoration tribocomposition machine units into engine and transmission oils. The implementation of the requirements of the standard will allow you to organize the work in the production and circulation of products and certification, increase the resource and efficiency of the machine and tractor fleet.*

**Keywords:** maintenance, diagnosis, repair, express oil control, standard.

**For citation:** Kazakova V.A., Dunaev A.V. Standart po tekhnicheskomu obsluzhivaniyu selskokhozyaystvennoy tekhniki [Standard for maintenance of agricultural machinery]. Tekhnicheskii servis mashin. 2022. Vol. 60. N2(147). 12-21 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-12-21. MJNRHT

DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-22-34

УДК 631.3

## **АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ТЕХНИКИ И ЕЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ БАЗА В РОССИИ**

*Юрий Владимирович Катаев, кандидат технических наук, доцент,  
ведущий научный сотрудник, e-mail: ykataev@mail.ru;  
Валерий Сергеевич Герасимов, ведущий специалист;  
Николай Константинович Баулин, инженер  
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,  
Москва, Российская Федерация*

**Реферат.** Проанализировали состояние системы утилизации техники в России и вопросы совершенствования законодательной базы, которая ее сопровождает. Отразили роль государственных структур в решении проблем формирования ресурсосберегающей экологоориентированной системы утилизации выведенной из эксплуатации техники. (Цель исследования) Провести анализ работ по теме обращения с отходами, отразить состояние законодательной базы существующей системы утилизации техники в России и за рубежом, дать рекомендации по ее совершенствованию. (Материалы и методы) Установили, что проблемы с отходами появляются тогда, когда в процессе производства и потребления веществ, объектов (техники) они становятся ненужными их владельцам, их обладатель старается избавиться от этого объекта наиболее доступным способом. Определили, что по многочисленной информации утилизацией техники в России занимаются в основном черные утилизаторы, которые контролируют более 60 процентов лома цветных и черных металлов. Создание эффективной системы утилизации техники становится не просто актуальной, а жизненно необходимой задачей для нашего государства. (Результаты и обсуждение) Отметили, что научное сообщество в России постоянно ведет исследовательские работы по созданию и реализации системы утилизации выведенной из эксплуатации техники. Ученые Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета предложили для реализации региональную систему рециклинга автомобилей, ученые ФНАЦ ВИМ также разработали региональную систему утилизации техники «Сельхозрециклинг». (Выводы) Для быстрого решения задачи по отработке общей стратегии создания в России эффективной системы утилизации техники с учетом доработки законодательной базы целесообразно ее «обкатку» провести на отраслевом уровне, например, в агропромышленном комплексе, с последующим тиражированием и по другим отраслям.

**Ключевые слова:** утилизация, отходы, техника, законодательная база, рыночная экономика, экология, ресурсосбережение.

**Для цитирования:** Катаев Ю.В., Герасимов В.С., Баулин Н.К. Анализ состояния системы утилизации техники и ее законодательная база в России // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N2(147). С. 22-34. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-22-34. ZGFWNJ

*Yuriy V. Kataev, Ph.D.(Eng.),  
associate professor, leading researcher,  
Valeriy S. Gerasimov, leading specialist,  
Nikolay K. Baulin, engineer  
Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow,  
Russian Federation*

**Abstract.** *The article presents the state of the equipment recycling system in Russia and the issues of improving its legislative framework. The role of state structures in solving the problems of creating a resource-saving, environmentally-oriented system for the disposal of decommissioned equipment is urgent. (Research purpose) The research purpose is to analyze the papers in the field of recycle management, to reflect the state of the legislative framework of the existing systems in Russia and abroad and to give the recommendations for its improvement. (Materials and methods) Problems with equipment recycling appear when they become unnecessary to their owners; they try to get rid of this object in the most accessible way. According to numerous information, the equipment disposal in Russia is mainly carried out by illegal reclaimers, which control more than 60 percent of the scrap of non-ferrous and ferrous metals. The creation of an effective system for the equipment recycling is becoming not only urgent, but a vital task for our state. (Results and discussion) The scientific community in Russia is constantly conducting research on the creation and implementation of the system for recycling of decommissioned equipment. Scientists of the Moscow Automobile and Road State Technical University have proposed a regional car recycling system, scientists of FNAC VIM have also developed a regional system for recycling machinery "Agricultural recycling". (Conclusions) In order to quickly solve the problem of adjustment of a general strategy for creating an effective recycling system in Russia, taking into account the revision of the legislative framework, it is advisable to "run-in" it at the industry level, for example, in the agro-industrial complex, with subsequent replication in other industries.*

**Keywords:** *recycling, waste, machinery, legislative framework, market economy, ecology, resource conservation.*

**For citation:** Katayev Yu.V., Gerasimov V.S., Baulin N.K. Analiz sostoyaniya sistemy utilizatsii tekhniki i eye zakonodatel'naya baza v Rossii [The state of the equipment recycling system in Russia and its legislative framework]. Tekhnicheskii servis mashin. 2022. Vol. 60. N2(147). 22-34 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-22-34. ZGFWNJ

DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-35-42

УДК 621.436:681.518.54

## **ПОВЫШЕНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ НЕУСТАНОВИВШЕЙСЯ НАГРУЗКЕ**

<sup>1</sup>*Анатолий Петрович Савельев, доктор технических наук, профессор,  
e-mail: tbsap52@mail.ru;*

<sup>1</sup>*Сергей Викторович Глотов, доктор технических наук, доцент;*

<sup>1</sup>*Ирина Александровна Никифорова, кандидат технических наук,  
доцент;*

<sup>1</sup>*Светлана Анатольевна Еналеева, кандидат технических наук,  
доцент;*

<sup>2</sup>*Нозим Исмоилович Джабборов, доктор технических наук, профессор,  
ведущий научный сотрудник*

<sup>1</sup>*Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева,  
г. Саранск, Российская Федерация*

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

**Реферат.** *Вопросы рационального использования энергии при эксплуатации машинно-тракторных агрегатов за счет сокращения простоев, в том числе скрытых, весьма актуальны. Повышение коэффициента использования энергии машинно-тракторных агрегатов может быть достигнуто за счет диагностирования дизельных двигателей по функциональным параметрам, которые используются в качестве энергетической установки агрегата. Разницу параметров нагружения двигателей при диагностировании и эксплуатации*

можно учитывать поправочными коэффициентами на допуск диагностических параметров, которые определяются для каждой марки двигателя. (Цель исследования) Обосновать методику определения поправочных коэффициентов на допуски диагностических параметров с учетом распределения входного воздействия. (Материалы и методы) Определили, что значения функциональных параметров тракторов в условиях реальной эксплуатации значительно отличаются от показателей в стендовых условиях. Применили следующие методы исследования: вероятностный, функционального преобразования случайных величин, расчетный. Предложили рассчитывать математические ожидания функциональных параметров двигателей с использованием функционального преобразования случайных величин и вероятностных характеристик входного воздействия для упрощения расчетов. (Результаты и обсуждение) Отметили, что без учета поправочных коэффициентов погрешность определения отклонений функциональных параметров может быть значительной; отклонения функциональных параметров от значений по типовой характеристике максимальны для закона арксинуса и минимальны для закона Гаусса. Обосновали методику определения поправочных коэффициентов на допуски функциональных параметров на примере двигателя Д-240. (Выводы) Получили количественные характеристики поправочных коэффициентов для перехода от эксплуатационного допуска к диагностическому. Для большинства технологических операций диагностирование дизельных двигателей при неустановившейся нагрузке позволит снизить погрешность контроля допустимых значений функциональных параметров на 10-24 процентов.

**Ключевые слова:** дизельные двигатели, диагностирование, функциональные параметры, эксплуатационный и диагностический допуски, поправочные коэффициенты.

**Для цитирования:** Савельев А.П., Глотов С.В., Никифорова И.А., Еналеева С.А., Джабборов Н.И. Повышение достоверности диагностирования дизельных двигателей при неустановившейся нагрузке // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N2(147). С. 35-42. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-35-42.SNNKIQ

## IMPROVING DIESEL ENGINE DIAGNOSTICS RELIABILITY AT UNSTEADY LOAD

<sup>1</sup>Anatoliy P. Savelyev, Dr.Sc.(Eng.), professor;

<sup>1</sup>Sergey V. Glotov, Dr.Sc.(Eng.), associate professor;

<sup>1</sup>Irina A. Nikiforova, Ph.D.(Eng.), associate professor;

<sup>1</sup>Svetlana A. Enaleeva, Ph.D.(Eng.), associate professor;

<sup>2</sup>Nozim I. Dzhabborov, Dr.Sc.(Eng.), professor, leading researcher

<sup>1</sup>Mordovia State University benannt nach N.P. Ogaryova,

Saransk, Russian Federation

<sup>2</sup>Federal Scientific Agroengineering Center VIM,

Moscow, Russian Federation

**Abstract.** The issues of rational use of energy in the operation of machine-tractor units by reducing downtime, including hidden ones, are very relevant. An increase in the energy efficiency of machine-tractor units can be achieved by diagnosing diesel engines according to functional parameters that are used as the power plant of unit. The difference in engine loading parameters during diagnosis and operation can be taken into account by correction factors for the tolerance of diagnostic parameters, which are determined for each brand of engine. (Research purpose) The research purpose is developing the methodology for determining correction coefficients for the tolerances of diagnostic parameters, taking into account the distribution of input effects. (Materials and methods) The values of the functional parameters of tractors in real operation significantly differ from the indicators in bench conditions. The probabilistic, functional transformation of random variables and computational methods were applied. The article proposes calculating the mathematical expectations of the functional parameters of the engines using the functional transformation of random variables and probabilistic characteristics of the input effect to simplify the process. (Results and discussion) Without taking into account the correction coefficients, the error in determining the deviations of functional parameters can be significant. Deviations of functional parameters from the values of the typical characteristic are maximal for the arcsin function and minimal for the Gauss law. The methodology for determining the correction coefficients for the tolerances of functional parameters was substantiated using the example of the D-240 engine. (Conclusions) The article presents quantitative characteristics of correction coefficients for the transition from operational tolerance to diagnostic. For most technological operations, diagnosing diesel engines with an unsteady load will reduce the error in monitoring the permissible values of functional parameters by 10-24 percent.

**Keywords:** diesel engines, diagnostics, functional parameters, operating and diagnostic tolerances, correction factors.

**For citation:** Savel'yev A.P., Glotov S.V., Nikiforova I.A., Enaleyeva S.A., Dzhabborov N.I. Povysheniye dostovernosti diagnostirovaniya dizel'nykh dvigateley pri neustanovivsheysya nagruzke [Improving diesel engine diagnostics reliability at

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ЗВЕНА КАРДАННОГО ПРИВОДА ВОМ ТРАКТОРА ХТЗ-150К-09

*Сергей Петрович Псюкало, кандидат технических наук,  
доцент, sergei\_psyukalo44@mail.ru;*

*Валерий Александрович Полуян, кандидат технических наук, доцент;*

*Владимир Александрович Луханин, кандидат  
технических наук, доцент*

*Азово-Черноморский инженерный институт – филиал  
Донского государственного аграрного университета,  
г. Зерноград, Российская Федерация*

**Реферат.** Одно из эффективных направлений по проблеме оценки технической надежности тракторов, поставляемых сельскому хозяйству, представляет собой изучение исходных характеристик работы и износов отдельных элементов и узлов трактора. (Цель исследования) Рассмотреть работу промежуточной опоры в составе карданного привода ВОМ трактора ХТЗ-150К-09; определить нагрузки на ее подшипники, влияющие на режим работы опоры и ресурс. (Материалы и методы) Отметили, что при передаче крутящего момента в механизме привода ВОМ возникают осевые и радиальные усилия, вызывающие реакции в подшипниках промежуточной опоры. Использовали для определения их значений уравнения равновесия системы сил в пространстве. (Результаты и обсуждение) Выявили, что динамика карданной передачи такова, что при движении трактора по неровному полю или же при его поворотах скорость вращения ведомого вала не совпадает со скоростью ведущего. Происходит это из-за постоянного изменения угла между валами. Определили, что переменная скорость вращения ведомого вала вызывает угловые ускорения и инерционные нагрузки элементов в самой карданной передаче и в других деталях привода рабочих органов сельскохозяйственных машин. Установили, что нагрузки, приходящиеся на подшипники промежуточной опоры со стороны карданной передачи, будут иметь динамический характер, поскольку дважды достигают максимума и минимума за один оборот вала опоры. (Выводы) Для увеличения ресурса звена карданного привода ВОМ необходимо своевременно проводить техническое обслуживание, при этом использовать дополнительные демпфирующие элементы.

**Ключевые слова:** подшипники, радиальная нагрузка, осевая нагрузка, промежуточная опора, карданная передача, ресурс.

**Для цитирования:** Псюкало С.П., Полуян В.А., Луханин В.А. Исследование работы звена карданного привода ВОМ трактора ХТЗ-150К-09 // *Технический сервис машин*. 2022. Т. 60. N2(147). С. 43-50. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-43-50. NGAKES

## THE OPERATION OF THE LINK OF THE POWER TAKE-OFF SHAFT OF THE TRACTOR HTZ-150K-09

*Sergey P. Psyukalo, Ph.D.(Eng.), associate professor;*

*Valeriy A. Poluyan, Ph.D.(Eng.), associate professor;*

*Vladimir A. Lukhanin, Ph.D.(Eng.), associate professor*

*Azov-Black Sea Engineering Institute – branch of the Don State  
Agrarian University, Zernograd, Russian Federation*

**Abstract.** One of the effective directions on the problem of assessing the technical reliability of tractors supplied to agriculture is the study of the initial performance characteristics and wear of individual elements and components of the tractor. (Research purpose) The research purpose is considering the operation of the intermediate support as part of the cardan drive of the power take-off shaft of the tractor HTZ-150K-09; determining the loads on its bearings and the

operation mode of the support and its resource. (Materials and methods) When transmitting torque in the power take-off mechanism, axial and radial forces arise, causing reactions in the intermediate support bearings. The equilibrium equations of the system of forces in space were used to determine their values. (Results and discussion) The dynamics of the driveshaft is such that when the tractor moves over an uneven field or when it turns, the rotation speed of the driven shaft does not coincide with the speed of the drive. This is due to the constant change in the angle between the shafts. The variable rotation speed of the driven shaft causes angular accelerations and inertial loads of elements in the cardan transmission itself and in other parts of the drive and the working bodies of agricultural machines. The loads on the bearings of the intermediate support from the side of the cardan transmission will have a dynamic character, since they reach the maximum and minimum twice in one revolution of the support shaft. (Conclusions) To increase the resource of the power take-off cardan drive link, it is necessary to carry out maintenance in a timely manner, while using additional damping elements.

**Keywords:** bearings, radial load, axial load, intermediate support, cardan transmission, resource.

**For citation:** Psyukalo S.P., Poluyan V.A., Lukhanin V.A. Issledovaniye raboty zvena kardannogo privoda VOM traktora HTZ-150K-09 [The operation of the link of the power take-off shaft of the tractor HTZ-150K-09]. Tekhnicheskiiy servis mashin. 2022. Vol. 60. N2(147). 43-50 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-43-50. NGAKES.

DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-51-59

УДК 629.3

## ТЕХНИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

<sup>1</sup>Юрий Владимирович Катаев, кандидат технических наук,  
ведущий научный сотрудник;

<sup>1</sup>Валерий Сергеевич Герасимов, ведущий специалист;

<sup>1</sup>Николай Константинович Баулин, инженер;

<sup>1</sup>Игорь Александрович Тишанинов, инженер;

<sup>2</sup>Сергей Алексеевич Филиппов, старший преподаватель,  
e-mail: sereg.1996@mail.ru

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

<sup>2</sup>Российский государственный аграрный университет –  
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация

**Реферат.** В статье представили основные элементы технического сопровождения энергонасыщенной техники в агропромышленном комплексе на протяжении всего ее жизненного цикла с участием сервисных предприятий расширенного спектра инженерной службы агропромышленного комплекса: ремонтно-технические предприятия, машинно-технологические станции. (Цель исследования) Осветить важнейшие аспекты технического обслуживания и ремонта, оценки остаточного ресурса машины, вывода сельскохозяйственной техники из эксплуатации и ее последующей утилизации. (Материалы и методы) Определили, что для устойчивого развития сельскохозяйственной отрасли необходимо оказывать постоянную техническую поддержку сельхозтоваропроизводителям через структуру предприятий инженерной службы агропромышленного комплекса с целью сохранения высокой работоспособности сельскохозяйственной техники, материальных ресурсов и обеспечения безопасности окружающей среды. Отметили, что важнейшим этапом жизненного цикла сельскохозяйственной техники служит проведение ресурсосберегающей экологоориентированной утилизации. Отразили состояние машинно-тракторного парка в агропромышленном комплексе. Дали оценку возрастной характеристики сельхозтехники, охарактеризовали состав ведущих элементов системы «Сельхозрециклинг». Выделили этапы оценки остаточного ресурса при техническом сопровождении техники сельскохозяйственного назначения (Результаты и обсуждение) Рассмотрели нюансы выполнения основных работ, входящих в состав этапов оценки определения остаточного ресурса сельскохозяйственной машины после частичной или полной ее утилизации. Обсудили возможность использования функции среднего изменения диагностического параметра отклонений от предельного состояния элементов машины. (Выводы) Реализация представленной программы технического сопровождения сельскохозяйственной техники повысит качество выпускаемой продукции агропромышленного комплекса, а также сохранит значительную часть природных ресурсов при производстве новой продукции.

**Ключевые слова:** техника, переработка, экология, материалы, отходы, диагностика, остаточный ресурс.

Для цитирования: Катаев Ю.В., Герасимов В.С., Баулин Н.К., Тишанинов И.А., Филиппов С.А. Техническое сопровождение сельскохозяйственной техники // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N2(147). С. 51-59. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-51-59. NMPUEH

## TECHNICAL SUPPORT OF AGRICULTURAL MACHINERY

<sup>1</sup>*Yuriy V. Kataev, Ph.D.(Eng.), senior researcher;*

<sup>1</sup>*Valeriy S. Gerasimov, leading specialist;*

<sup>1</sup>*Nikolay K. Baulin, engineer;*

<sup>1</sup>*Igor' A. Tishaninov, engineer;*

<sup>2</sup>*Sergey A. Filippov, senior lecturer*

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

*Moscow, Russian Federation*

<sup>2</sup>*Russian State Agrarian University – Moscow State Agricultural*

*Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** *The article presents the main elements of technical support of energy-saturated equipment in the agro-industrial complex throughout its entire life cycle with the participation of service enterprises of engineering services of the agro-industrial complex including repair and technical enterprises and machine-technological stations. (Research purpose) The research purpose is highlighting the most important aspects of maintenance and repair, assessment of the residual life of the machine, decommissioning of agricultural machinery and its subsequent disposal. (Materials and methods) For the sustainable development of the agricultural sector, it is necessary to provide constant technical support to agricultural producers through the structure of the enterprises of the engineering service in the agro-industrial complex in order to maintain high efficiency of agricultural machinery, material resources and environmental safety. The most important stage of the life cycle of agricultural machinery is the resource-saving environmentally oriented recycling. The article presents the state of the machine and tractor fleet in the agro-industrial complex and the age characteristics of agricultural machinery, characterizes the composition of the leading elements of the "Agricultural Recycling" system. The stages of assessing the residual resource in the technical support of agricultural machinery were described. (Results and discussion) The features of the main works that are part of assessing the residual resource of an agricultural machine after its partial or complete disposal are considered. The possibility of using the function of the average change in the diagnostic parameter from the limit value of the machine elements was discussed. (Conclusions) The implementation of the presented program of technical support of agricultural machinery will improve the quality of the products of the agro-industrial complex, as well as preserve a significant part of natural resources in the production of new products.*

**Keywords:** *machinery, recycling, ecology, materials, waste, diagnostics, residual resource.*

**For citation:** Katayev Yu.V., Gerasimov V.S., Baulin N.K., Tishaninov I.A., Filippov S.A. Tekhnicheskoye soprovozhdeniye sel'skokhozyaystvennoy tekhniki [Technical support of agricultural machinery]. Tekhnicheskiiy servis mashin. 2022. Vol. 60. N2(147). 51-59 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-51-59. NMPUEH.

DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-60-66

УДК 681.518.5

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ БЕСКОНТАКТНОЙ ДИАГНОСТИКИ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

*Юрий Владимирович Катаев, кандидат технических наук, доцент,*

*ведущий научный сотрудник, e-mail: ykataev@mail.ru;*

*Валерий Сергеевич Герасимов, ведущий специалист;*

*Игорь Александрович Тишанинов, инженер*

*Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ*

*Москва, Российская Федерация*

**Реферат.** В работе представлены результаты исследований по проведению диагностики бесконтактным способом контролируемого объекта автотракторной техники. (Цель исследования) Изучить возможность проведения диагностических операций с помощью предложенного авторами устройства для оценки технического состояния узлов и агрегатов энергонасыщенной сельскохозяйственной техники. (Материалы и методы) Отметили, что технико-экономическое состояние агропромышленного комплекса в основном определяется двумя факторами: обеспечением сельхозтоваропроизводителей нормативной потребностью в сельскохозяйственной технике, ее надежным техническим обслуживанием с использованием современных технологий, в том числе при проведении диагностирования узлов и агрегатов энергонасыщенной техники (тракторы, комбайны, автомобили). Использовали в качестве получения исходных данных для выявления технического состояния объекта (узла, агрегата трактора, комбайна) предложенный авторами метод бесконтактного диагностирования. Указали, что общие положения концепции технического диагностирования сельскохозяйственной техники – цели, задачи, методы, средства, алгоритмы диагностирования применительно накладных датчиков – в стратегическом плане не изменились. (Результаты и обсуждение) Разработали алгоритм диагностирования, который предусматривает выполнение некоторой условной или безусловной последовательности определенных экспериментов с объектом, в данном случае терминал GALILEOSKY 7.0. Уточнили, что собранная информация передается на сервер обработки в виде пакета данных. (Выводы) В результате проведенных исследований установили, что бесконтактные средства диагностирования способны вырабатывать и подавать на исследуемый объект тестовые данные, проводить анализ и обработку получаемой информации, ставить «диагноз» о техническом состоянии контролируемого объекта. Применение бесконтактных средств диагностирования увеличивает срок службы машин и эффективность их работы.

**Ключевые слова:** энергонасыщенная сельскохозяйственная техника, диагностика, бесконтактный метод, алгоритм, техническое состояние, терминал, интерфейс.

**Для цитирования:** Катаев Ю.В., Герасимов В.С., Тишанинов И.А. Использование систем бесконтактной диагностики при техническом обслуживании энергонасыщенной сельскохозяйственной техники // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N2(147). С. 60-66. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-60-66. LYHFUK

## THE CONTACTLESS DIAGNOSTIC SYSTEMS FOR THE MAINTENANCE OF HIGH-POWER AGRICULTURAL MACHINERY

*Yuriy V. Katayev, Ph.D.(Eng.), associate professor,  
leading researcher;  
Valeriy S. Gerasimov, leading specialist;  
Igor' A. Tishaninov, engineer  
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,  
Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** The paper presents the results of research on diagnosing of a controlled object of automotive equipment by a contactless method. (Research purpose) The research purpose is studying the possibility of performing diagnostic operations using the proposed device to assess the technical condition of units and aggregates of high-power agricultural machinery. (Materials and methods) The technical and economic condition of the agro-industrial complex is mainly determined by two factors: providing the agricultural producers' need for agricultural machinery, its reliable maintenance using modern technologies, including diagnosing nodes and aggregates of high-power machinery (tractors, combines, cars). The authors used the method of proposed contactless diagnostics to obtain initial data and to identify the technical condition of the object (node, tractor unit, combine). The general provisions of the technical diagnostics of agricultural machinery, goals, objectives, methods, tools, diagnostic algorithms for overhead sensors, have not changed in strategic terms. (Results and discussion) The article presents the diagnostic algorithm that provides for the execution of some conditional or unconditional sequence of certain experiments with an object, in case the GALILEOSKY 7.0 terminal. The article clarifies the collected information is transmitted to the processing server in the form of a data packet. (Conclusions) As a result of the conducted research, it was found that contactless diagnostic tools are capable of generating and applying test effects to the object under study, analyzing and processing the information received, and making a "diagnosis" about the technical condition of the controlled object. The use of contactless diagnostic tools increases the service life of machines and the efficiency of their work.

**Keywords:** energy-saturated agricultural machinery, diagnostics, non-contact method, algorithm, technical condition, terminal, interface.

**For citation:** Katayev Yu.V., Gerasimov V.S., Tishaninov I.A. Ispol'zovaniye sistem beskontaktnoy diagnostiki pri tekhnicheskoy obsluzhivaniy energonasyshchennoy sel'skokhozyaystvennoy tekhniki [The contactless diagnostic systems for the maintenance of high-power agricultural machinery]. Tekhnicheskyy servis mashin. 2022. Vol. 60. N2(147). 60-66 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-60-66. LYHFUK



## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РЕМОНТА АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

*Николай Анатольевич Баганов, кандидат технических наук,  
доцент, e-mail: baganov75@mail.ru;*

*Юрий Иванович Жевора, кандидат экономических наук, доцент;*

*Роман Владимирович Павлюк, кандидат технических наук, доцент;*

*Виталий Алексеевич Алексеенко, кандидат технических наук, доцент;*

*Ксения Сергеевна Волкова, аспирант*

*Ставропольский государственный аграрный университет,*

*г. Ставрополь, Российская Федерация*

**Реферат.** Для повышения качества выполнения технологических процессов при восстановлении деталей автотракторных двигателей мы провели микрометраж геометрических параметров рабочих поверхностей базовой детали дизелей – блок-картера двигателя СМД-60 на линии сборки ремонтного завода «Ремсельмаш». (Цель исследования) Повысить точность формы рабочих поверхностей блок-картера после расточки постелей. (Материалы и методы) Уточнили, что данная цель достигается увеличением жесткости блоков путем установки гильз цилиндров и последующей затяжки крышек постелей перед расточкой. Контролировали следующие параметры: верхние и нижние посадочные места под гильзу цилиндров, внутренний диаметр гильз цилиндров до и после запрессовки в блок-картер, гнезда под вкладыши коренных подшипников коленчатого вала, отверстия под опорные шейки распределительного вала и под толкатели. Показали, что состояние ремонтного производства оценивают комплексным показателем организационно-технического уровня, учитывающим наличие и использование нормативно-технической документации на ремонт, прогрессивного ремонтно-технологического оборудования и оснастки; уровнем технического контроля, научной организации труда и культуры производства. Комплексный показатель организационно-технического уровня составляет 0,67, что ниже базового значения 0,85. (Результаты и обсуждение) Качество отремонтированной продукции определяют с помощью показателя дефектности Кд на основании микрометража основных деталей после восстановления и контроля качества сборки двигателей СМД-60. Показатель дефектности составляет 597 баллов, что значительно больше нормативного значения, которое должно быть меньше или равно 280 баллам для отремонтированных двигателей СМД-60 с ресурсом 80 процентов от новых. (Выводы) Для повышения комплексного показателя организационно-технического уровня ремонтного производства и снижения уровня дефектности отремонтированных двигателей необходимо организовать систематический контроль качества ремонта двигателей СМД-60, входной контроль новых и восстановленных деталей и узлов и обеспечить рабочие места мерительным инструментом.

**Ключевые слова:** восстановление, автотракторные двигатели, блок-картер двигателя, гильзы цилиндров, номинальные значения, микрометраж, погрешность измерения.

**Для цитирования:** Баганов Н.А., Жевора Ю.И., Павлюк Р.В., Алексеенко В.А., Волкова К.С. Оценка качества ремонта автотракторных двигателей // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N2(147). С. 67-75. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-67-75. LIMRUC.

## ASSESSING THE QUALITY OF REPAIR OF AUTOMOTIVE ENGINES

*Nikolay A. Baganov, Ph.D.(Eng.), associate professor;*

*Yuriy I. Zhevora, Ph.D.(Econ.), associate professor;*

*Roman V. Pavlyuk, Ph.D.(Eng.), associate professor;*

*Vitaliy A. Alekseenko, Ph.D.(Eng.), associate professor;*

*Kseniya S. Volkova, postgraduate*

*Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russian Federation*

**Abstract.** To improve the quality of technological processes during the restoration of parts of automotive engines, we carried out micrometrag of the geometric parameters of the working surfaces of the base part of the diesel engines, the block crankcase of the SMD-60 engine on the assembly line of the Remselmash repair plant. (Research purpose)

The research purpose is increasing the shape accuracy of the working surfaces of the block crankcase after boring the beds. (Materials and methods) The goal is achieved by increasing the rigidity of the blocks by installing cylinder liners and tightening the bed covers before boring. The following parameters were monitored: upper and lower seats for the cylinder liner, the inner diameter of the cylinder liners before and after pressing into the crankcase, sockets for the inserts of the crankshaft main bearings, holes for the camshaft support necks and for pushers. The state of repair production is assessed by a comprehensive indicator of the organizational and technical level, taking into account the availability and use of regulatory and technical documentation for repairs, advanced repair and technological equipment and tools; the level of technical control, scientific organization of labor and production culture. The complex indicator of the organizational and technical level is 0.67, which is lower than the base value of 0.85. (Results and discussion) The quality of the repaired products is assessed using the Kd defect index based on the micrometreage of the main parts after the restoration and quality control of the assembly of the SMD-60 engines. The defect rate is 597 points, which is significantly higher than the standard value, which should be less than or equal to 280 points for repaired SMD-60 engines with a resource of 80 percent of the new ones. (Conclusions) In order to increase the complex indicator of the organizational and technical level of repair production and reduce the level of defects of repaired engines, it is necessary to organize systematic quality control of the repair of SMD-60 engines, input control of new and restored parts and assemblies and provide workplaces with measuring tools.

**Keywords:** restoration, automotive engines, engine crankcase, cylinder liners, nominal values, micrometer, measurement error.

**For citation:** Baganov N.A., Zhevora Yu.I., Pavlyuk R.V., Alekseyenko V.A., Volkova K.S. Otsenka kachestva remonta avtotraktornykh dvigateley [Assessing the quality of repair of automotive engines]. Tekhnicheskii servis mashin. 2022. Vol. 60. N2(147). 67-75 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-67-75. LIMRUC

DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-76-85

УДК 621.436

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБКАТОЧНО-ТОРМОЗНЫХ СТЕНДОВ ДЛЯ ОБКАТКИ АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

<sup>1</sup>Андрей Николаевич Морунков, кандидат технических наук, доцент;

<sup>2</sup>Сергей Викторович Тимохин, доктор технических наук,  
профессор кафедры, e-mail: timohin.s.v@pgau.ru

<sup>1</sup>Общество с ограниченной ответственностью

«ПензаМолИнвест», г. Пенза, Российская Федерация

<sup>2</sup>Пензенский государственный аграрный университет,

г. Пенза, Российская Федерация

**Реферат.** В статье изложены сведения о серийных обкаточно-тормозных стендах для технологической обкатки и испытаний дизелей большой мощности. Предложен вариант их модернизации путем использования автоматизированных систем управления обкаткой дизелей динамическим нагружением. (Цель исследования) Разработать способы создания нагрузочно-скоростных режимов и технических средств для проведения полноценной технологической обкатки и испытаний автотракторных дизелей большой мощности. (Материалы и методы) Предложили в результате проведенных научных исследований вариант модернизации существующих обкаточно-тормозных стендов за счет введения в их состав автоматизированных систем управления динамическим нагружением, позволяющих проводить горячую обкатку под нагрузкой и приемо-сдаточные испытания любых типов дизелей. Отметим, что комплекс последовательных тактов разгона и выбега инерционной системы образует цикл динамического нагружения сопряжений дизеля. Определили, что управление циклом динамического нагружения сводится к циклическому воздействию на органы управления топливоподачей и индикаторной нагрузкой. (Результаты и обсуждение) Привели описание разработанного оборудования и принципа его действия на примере автоматизированной системы управления обкаткой дизеля Д-240 с воздействием на рычаг регулятора частоты вращения в составе обкаточно-тормозного стенда КИ-5543. (Выводы) Разработанная технология горячей обкатки с динамическим нагружением и технические средства для ее реализации в составе модернизируемых серийных обкаточно-тормозных стендов позволяют проводить полноценную технологическую обкатку и испытания дизелей с мощностью, значительно превышающей тормозную мощность стендов при сокращении до двух раз расхода топлива на ее проведение.

**Ключевые слова:** дизель, обкатка, динамическое нагружение, автоматизированная система управления, бестормозные режимы.

Для цитирования: Морунков А.Н., Тимохин С.В. Модернизация обкаточно-тормозных стендов для обкатки автотракторных дизелей // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N2(147). С. 76-85. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-76-85. KSXIER.

## UPGRADE OF RUNNING-IN STANDS FOR DIESEL ENGINES

<sup>1</sup>Andrey N. Morunkov, Ph.D.(Eng.), associate professor;

<sup>2</sup>Sergey V. Timokhin, Dr.Sc.(Eng.), professor of the department

<sup>1</sup>PenzaMolInvest LLC, Penza, Russian Federation

<sup>2</sup>Penza State Agrarian University, Penza, Russian Federation

**Abstract.** The article presents serial stands for running-in and testing of diesels, which have a number of disadvantages characteristic of running-in and testing of high-power diesels. A variant of their upgrade by using automated control systems for running-in with dynamic loading is proposed. (Research purpose) The research purpose is developing the ways to create load-speed modes and technical means for carrying out full-fledged running-in and testing of high-power tractor diesel engines. (Materials and methods) As a result of scientific research, the paper proposes an option for upgrading existing stands by introducing automated dynamic loading control systems into their design, allowing for hot running-in under load and acceptance tests of any types of diesel engines. The complex of successive acceleration and run-out cycles of the inertial system form a cycle of dynamic loading of diesel couplings. The control of the dynamic loading cycle consists in a cyclic effect on the fuel supply and indicator load. (Results and discussion) The description of the developed equipment and its principle of operation was given on the example of an automated control system for running in a diesel engine D-240 with the impact on the lever of the speed controller as part of the KI-5543 brake test bench. (Conclusions) The developed technology of hot running-in with dynamic loading and technical means for its implementation as part of the upgraded serial running-in stands allow for full-fledged technological running-in and testing of diesel engines with a power significantly exceeding the power of the stands, while reducing fuel consumption by up to two times for its implementation.

**Keywords:** diesel engine, running-in, dynamic loading, automated control systems, brakeless modes.

**For citation:** Morunkov A.N., Timokhin S.V. Modernizatsiya obkatochno-tormoznykh stendov dlya obkatki avtotraktornykh dizeley [Upgrade of running-in stands for diesel engines]. Tekhnicheskii servis mashin. 2022. Vol. 60. N2(147). 76-85 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-76-85. KSXIER

DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-86-95

УДК 629.3083.4;681.178.1

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ МТП ПО ТЕПЛОВЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

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

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

*Александр Сергеевич Саяпин, младший научный сотрудник;*

*Константин Кириллович Молибоженко, младший научный сотрудник;*

*Ефим Вадимович Пестряков, младший научный сотрудник*

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

**Реферат.** Известны и достаточно хорошо методически проработаны научные работы, утверждающие о положительном влиянии оперативной оценки тепловых процессов в узлах и агрегатах во время эксплуатации на надежность техники. Широкое практическое применение предлагаемых тепловых методов контроля без специально разработанных средств измерений представляет собой не до конца решенную задачу (Цель исследования) Разработать экспериментальные счетчики-индикаторы тестового диагностирования тепловых параметров узлов и агрегатов для повышения контролепригодности и эксплуатационной надежности машинно-тракторного парка. (Материалы и методы) Использовали термодинамические и исследовательские методы, основанные на применении апробированных методик определения технического состояния; объектом исследования выбрали систему контроля для оценки соблюдения правил эксплуатации и

соблюдения оператором рекомендуемых производителем режимов температуры. Отметили, что для проведения технического обслуживания и ремонта по методологии «Техническое обслуживание, ориентированное на надежность» необходимо проводить непрерывную оценку пороговых термодинамических характеристик контролируемых объектов при их эксплуатации для дальнейшего прогнозирования технического состояния. (Результаты и обсуждение) Оценили возможность использования экспериментальных счетчиков-индикаторов технического состояния. Установили, что только контроль оператором правил эксплуатации и соблюдения рекомендуемых производителем режимов температуры не дает минимизации рисков. Необходимо разработать системы мониторинга, обеспечивающие независимый контроль и измерение текущей температуры, скорость ее изменения, определение нахождения времени и диапазонов тепловых состояний контролируемых объектов в процессе эксплуатации. (Выводы) При ориентировании технического обслуживания на надежность по указанной методологии в процессе эксплуатации машинно-тракторного парка необходимо обеспечить температурный контроль, что повысит уровень контролепригодности и приспособленности к диагностированию агрегатов.

**Ключевые слова:** диагностирование, счетчик-индикатор, температура, надежность, контролепригодность, методология RCM.

**Для цитирования:** Костомахин М.Н., Петрищев Н.А., Саяпин А.С., Молибозhenко К.К., Пестряков Е.В. Экспериментальные средства для диагностирования узлов и агрегатов МТП по тепловым характеристикам // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N2(147). С. 86-95. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-86-95. IUXHVS.

## EXPERIMENTAL TOOLS FOR DIAGNOSTICS OF UNITS OF THE MACHINE AND TRACTOR FLEET BY THERMAL CHARACTERISTICS

*Mikhail N. Kostomakhin, Ph.D.(Eng.), leading researcher;*  
*Nikolay A. Petrishchev, Ph.D.(Eng.), leading researcher,*  
*e-mail:gosniti14@mail.ru;*  
*Aleksandr S. Sayapin, junior researcher,*  
*Konstantin K. Molibozhenko, junior researcher,*  
*Efim V. Pestryakov, junior researcher*  
*Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow,*  
*Russian Federation*

**Abstract.** *Scientific works, claiming about the positive impact of the operational assessment of thermal processes in nodes and aggregates during operation on the reliability of equipment, are known and methodically worked out quite well. The wide practical application of the proposed thermal control methods without specially developed measuring instruments is an incomplete task (Research purpose) The research purpose is developing experimental meters-indicators for test diagnostics of thermal parameters of components and aggregates to increase the controllability and operational reliability of the machine and tractor fleet. (Materials and methods) Thermodynamic and research methods based on the use of proven methods for determining the technical condition were used; the object of the study was a control system of assessing compliance with the operating rules and compliance by the operator with the temperature regimes recommended by the manufacturer. In order to carry out maintenance and repair according to the methodology "Reliability-oriented maintenance", it is necessary to conduct a continuous assessment of the threshold thermodynamic characteristics of controlled objects during their operation for further forecasting of the technical condition. (Results and discussion) The possibility of using experimental counters-indicators of technical condition was described. Only the operator's control of the operating rules and compliance with the temperature modes recommended by the manufacturer does not minimize the risks. It is necessary to develop monitoring systems that provide independent monitoring and measurement of the current temperature, the rate of its change, determination of the time and ranges of thermal conditions of controlled objects during operation. (Conclusions) When focusing maintenance on reliability according to the specified methodology, it is necessary to provide temperature control during the operation of the machine and tractor fleet, which will increase the level of controllability and adaptability to the diagnosis of units.*

**Keywords:** *diagnostics, counter-indicator, temperature, reliability, testability, RCM methodology.*

**For citation:** Kostomakhin M.N., Petrishchev N.A., Sayapin A.S., Molibozhenko K.K., Pestryakov E.V. Eksperimental'nyye sredstva dlya diagnostirovaniya uzlov i agregatov MTP po teplovym kharakteristikam [Experimental tools for diagnostics of units of the machine and tractor fleet by thermal characteristics]. Tekhnicheskii servis mashin. 2022. Vol. 60. N2(147). 86-95 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-86-95. IUXHVS.

# ПОВЫШЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ОЧИСТКИ ИЗДЕЛИЙ В ГАЛТОВОЧНОМ БАРАБАНЕ

<sup>1</sup>*Владимир Михайлович Юдин, доктор технических наук, профессор, e-mail: vudin2006@mail.ru;*

<sup>2</sup>*Константин Викторович Кулаков, кандидат технических наук, доцент;*

<sup>2</sup>*Александр Витальевич Ферябков, кандидат технических наук, доцент*

<sup>1</sup>*Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), Москва, Российская Федерация*

<sup>2</sup>*Российский государственный аграрный заочный университет, г. Балашиха, Российская Федерация*

**Реферат.** Очистка метизов и мелких деталей на ремонтных и машиностроительных предприятиях осуществляется во вращающихся барабанах с постоянной скоростью. Качество очистки изделий невысокое. Изыскание новых приемов очистки представляет собой актуальную задачу. (Цель исследования) Повысить интенсивность очистки изделий в галтовочном барабане, совершающем сложное движение в ванне с моечным раствором. (Материалы и методы) Модернизировали моечную установку со сложным движением барабана. Привели математическое обоснование конструкции установки. Представили описание схемы установки со сложным перемещением галтовочного барабана. Предложили с внутренней стороны на гранях барабана разместить панели со щетками, которые позволят демпфировать удары содержимого барабана о его стенки. (Результаты и обсуждение) Показали характер движения очищаемых изделий и наполнителя внутри равномерно вращающегося галтовочного барабана в зависимости от его частоты вращения. Определили, что при небольшой частоте вращения наблюдается их каскадное движение. С увеличением частоты вращения происходит выравнивание и прижатие содержимого барабана к его стенкам и прекращение движения относительно друг друга. Выявили, что максимальные скорость и ускорение во много раз больше, чем в известных барабанах. Отметили, что моющий раствор подается в барабан без насоса за счет волн, образующихся перед движущимся барабаном. (Выводы) Вследствие изменения характера движения очищаемых изделий внутри галтовочного барабана повышается интенсивность очистки. Конструкция установки позволяет при малых затратах энергии на привод барабана значительно интенсифицировать очистку изделий. Продолжительность очистки значительно сокращается и зависит от вида изделий и характера загрязнения их поверхностей.

**Ключевые слова:** очистка, скорость, ускорение, галтовочный барабан, очищаемые изделия, моечная установка, моющая жидкость, крацевание.

Для цитирования: Юдин В.М., Кулаков К.В., Ферябков А.В. Повышение интенсивности очистки изделий в галтовочном барабане // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N2(147). С. 96-102. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-1-96-102. HUTOUV.

## INCREASING THE CLEANING INTENSITY IN THE RUMBLING DRUM

<sup>1</sup>*Vladimir M. Yudin, Dr.Sc(Eng.), professor;*

<sup>2</sup>*Konstantin V. Kulakov, Ph.D.(Eng.), associate professor;*

<sup>2</sup>*Aleksandr V. Feryabkov, Ph.D.(Eng.), associate professor*

<sup>1</sup>*Moscow State Technical University named after N.E. Bauman (national research university), Moscow, Russian Federation*

<sup>2</sup>*Russian State Agrarian Correspondence University, Balashikha, Russian Federation*

**Abstract.** Cleaning of fasteners and small parts at repair and machine-building enterprises is carried out in rumbling drums at a constant speed. The quality of cleaning is low. Searching for new cleaning techniques is an urgent task. (Research purpose) The research purpose is increasing the cleaning intensity in a rumbling drum, performing a complex movement in a bath with a washing solution. (Materials and methods) The article presents an upgraded washing machine with a complex drum movement. The mathematical justification of the installation design was presented. The article describes the installation scheme with a complex movement of the rumbling drum. It was proposed to place

panels with brushes on the sides of the drum from the inside, which will allow damping the blows of the contents against the walls. (Results and discussion) The movement of the cleaned products and the filler inside the rotating rumbling drum depends on its rotation frequency. At a low rotational speed, there is a cascade movement. While the rotation speed increases, the contents of the drum are aligned and pressed against its walls and the relative movement stops. The maximum speed and acceleration are many times greater than in the known drums. The cleaning solution is fed into the drum without a pump due to the waves formed in front of the moving drum. (Conclusions) Due to the change in the movement of the products inside the rolling drum, the intensity of cleaning increases. The design of the installation makes it possible, with low energy costs for the drum drive, to significantly intensify the cleaning of products. The duration of cleaning is significantly reduced and depends on the type of products and contamination of their surfaces.

**Keywords:** cleaning, speed, acceleration, rumbling drum, products to be cleaned, washing unit, washing liquid, scratch brushing.

**For citation:** Yudin V.M., Kulakov K.V., Feryabkov A.V. Povysheniye intensivnosti ochistki izdeliy v galtovochnom barabane [Increasing the cleaning intensity in the rumbling drum]. Tekhnicheskiiy servis mashin. 2022. Vol. 60. N2(147). 96-102 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-1-96-102. HUTOUV.

DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-104-112 УДК 621.787

## НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН МЕТОДОМ ВИБРОПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ

*Саид Насибуллович Шарифуллин, доктор технических наук, профессор, e-mail: Saidchist@mail.ru  
Казанский (Приволжский) федеральный университет,  
г. Казань, Российская Федерация*

**Реферат.** Использование технологий упрочнения поверхностей деталей машин и механизмов с применением концентрированных потоков энергии повышает конкурентоспособность продукции. Наиболее простые и доступные из них – плазменные технологии упрочнения изношенных поверхностей с применением электроискровых и вибродуговых разрядов. (Цель исследования) Изучить возможности виброплазменных методов упрочнения поверхностей металлических изделий для применения в реальном секторе экономики и физико-механические свойства и структурные изменения поверхностного слоя данных изделий. (Материалы и методы) Исследовали две партии образцов из стали 65Г, широко используемой для производства рабочих органов сельскохозяйственной техники. Отметили, что одна партия состояла из трех образцов: образец 1 – исходный, образец 2 с электроискровой обработкой, образец 3 подвергли вибродуговой обработке с дополнительным упрочнением электрической искрой. Изучили морфологию поверхности и элементный состав образцов на сканирующем электронном микроскопе EVO 50 XVP фирмы Zeiss. Определили микроструктуру с помощью инвертированного металлографического микроскопа Olympos GX51 с увеличением от 50 до 1000х. (Результаты и обсуждение). Показали, что виброплазменные методы позволяют наноструктурирование поверхностного слоя металлических изделий с внедрением в структуру поверхностного слоя изделия целого перечня легирующих элементов твердосплавных материалов, науглероживание этого слоя и создание упрочненного слоя, состоящего из оксидов, карбидов, боридов и нитридов. В процессе виброплазменной обработки в поверхностном слое образца образуются упрочненная зона поверхностного слоя с перемешанными элементами основного и присадочного материала и зона термического влияния. (Выводы) Поверхностный слой, сформированный при виброплазменной обработке, представляет собой новую наноструктурированную композиционную структуру. Верхний тонкий слой состоит из материала анода, модифицированного элементами материала катода и межэлектродной среды. Под верхним слоем располагается модифицированный упрочненный слой, состоящий из смеси материалов анода и катода.

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

**Для цитирования:** Шарифуллин С.Н. Наноструктурирование износостойких покрытий рабочих органов сельскохозяйственных машин методом виброплазменной обработки // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N2(147). С. 104-112. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-104-112. GBXVPJ.

**NANOSTRUCTURING WEAR-RESISTANT COATINGS FOR THE WORKING PARTS OF AGRICULTURAL MACHINES BY VIBRATION PLASMA TREATMENT**

**Abstract.** *The use of technologies for hardening the surfaces of machine parts and mechanisms using concentrated energy flows increases the competitiveness of products. The simplest and most accessible of them are plasma technologies for hardening worn surfaces using electric spark and vibration arc discharges. (Research purpose) The research purpose is studying the possibilities of vibrating plasma technologies for hardening the surfaces of metal products for use in the real sector of the economy, the physical and mechanical properties and structural changes of the surface layer of these products. (Materials and methods) Two batches of samples from 65G steel, widely used for working bodies of agricultural machinery, were processed. One batch consisted of three samples: first sample is initial, second sample with electric spark treatment, third sample was subjected to vibration arc treatment with additional hardening by an electric spark. The morphology of the surface and the elemental composition of the samples were studied using a scanning electron microscope EVO 50 XVP from Zeiss. The microstructure was determined using an inverted metallographic microscope Olympus GX51 with magnification from 50 to 1000x. (Results and discussion) Vibrating plasma methods allow nanostructuring of the surface layer of metal products with the introduction of a whole list of alloying elements of carbide materials into the structure of the surface layer of the product, carburization of this layer and the creation of a hardened layer consisting of oxides, carbides, borides and nitrides. In the process of vibrating plasma treatment, a hardened zone of the surface layer with mixed elements of the base and filler material and a zone of thermal influence are formed in the surface layer of the sample. (Conclusions) The surface layer formed during vibrating plasma treatment is a new nanostructured composite structure. The upper thin layer consists of the anode material modified by elements of the cathode material and the interelectrode medium. Under the upper layer there is a modified hardened layer consisting of a mixture of anode and cathode materials.*

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

**For citation:** Sharifullin S.N. Nanostrukturirovaniye iznosostoykikh pokrytiy rabochikh organov sel'skokhozyaystvennykh mashin metodom vibroplazmennoy obrabotki [Nanostructuring wear-resistant coatings for the working parts of agricultural machines by vibration plasma treatment]. *Tekhnicheskiiy servis mashin.* 2022. Vol. 60. N2(147). 104-112 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-104-112. GBXVPJ

DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-113-123      УДК 631.3.072

## **ВЛИЯНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ НА ТОЛЩИНУ ПОКРЫТИЙ ДИСКОВЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ**

*Петр Васильевич Сенин, доктор технических наук, профессор;  
Николай Викторович Раков, кандидат технических наук, доцент;  
Александр Михайлович Земсков, кандидат технических наук,  
доцент, e-mail: ZAM503@mail.ru  
Национальный исследовательский Мордовский государственный  
университет им. Н.П. Огарёва, г. Саранск, Российская Федерация*

**Реферат.** *Метод электроискровой обработки используется как при изготовлении, так и при восстановлении деталей машин и объединяет в себе несколько процессов: наплавку, легирование, упрочнение. В настоящее время недостаточно изучен метод электроискровой обработки при механизированной наплавке вибрационным устройством с дисковым электродом. (Цель исследования) Определить технологические режимы электроискровой обработки дисковыми электродами с различным содержанием углерода, при которых обеспечивается толщина формируемых покрытий не менее 500 микрон на диаметр обрабатываемой детали. (Материалы и методы) Приняли в качестве параметров, влияющих на толщину формируемого покрытия, энергетические: энергия единичного импульса, количество энергии, частота импульсов и технологические: окружная скорость вращения детали, продольная подача электрода, окружная скорость вращения электрода. Провели исследования на установке БИГ-5 для электроискровой обработки в механизированном режиме с вибрационным устройством и дисковыми электродами с различным содержанием углерода. (Результаты и обсуждение) Выбрали рациональные энергетические и технологические режимы, позволяющие получать максимальные значения покрытий в механизированном режиме дисковыми электродами: количество энергии 300-500 джоулей; окружной скорости вращения детали 0,0024-0,0165*

метров в секунду, продольной подаче электрода 0,2-1,4 миллиметров в минуту; окружной скорости вращения дискового электрода 0,0209-0,0837 метров в секунду. (Выводы) Проведенными исследованиями взаимосвязи технологических режимов электроискровой обработки дисковыми электродами с толщиной покрытия установили, что при увеличении содержания углерода в электродном материале толщина формируемых покрытий снижается; толщина формируемых покрытий не менее 500 микрон для исследуемых электродных материалов достигается при 10,0 джоулях.

**Ключевые слова:** электроискровая обработка, дисковый электрод, технологические режимы, толщина покрытия, энергия единичного разряда, продольная подача электрода, частота вращения детали.

**Для цитирования:** Сенин П.В., Раков Н.В., Земсков А.М. Влияние энергетических и технологических режимов электроискровой обработки на толщину покрытий дисковыми электродами // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N2(147). С. 113-123. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-113-123 . EPCOIT.

## INFLUENCE OF ENERGY AND TECHNOLOGICAL MODES OF ELECTRIC SPARK TREATMENT WITH DISK ELECTRODES ON THE THICKNESS OF COATINGS

*Petr V. Senin, Dr.Sc.(Eng.), professor;  
Nikolay V. Rakov, Ph.D.(Eng.), associate professor;  
Aleksandr M. Zemskov, Ph.D.(Eng.), associate professor,  
National Research Mordovia State University N.P. Ogareva,  
Saransk, Russian Federation*

**Abstract.** The method of electric spark processing is used both in the manufacture and in the restoration of machine parts and consists of several processes: surfacing, alloying, hardening. The method of electric spark processing in mechanized surfacing with a vibrating device using a disk electrode has not been sufficiently studied. (Research purpose) The research purpose is determining the technological modes of electric spark treatment using disk electrodes with different carbon content, at which the thickness of the coatings is at least 500 micrometers per diameter of the workpiece. (Materials and methods) The parameters affecting the thickness of the coating being formed are energetic: the energy of a single pulse, the amount of energy, the pulse frequency, and technological: the rotation speed of the processing part, the line feed of the electrode, the rotation speed of the electrode. Conducted research on the BIG-5 installation for electric spark processing in a mechanized mode with a vibrating device and disk electrodes with different carbon content. (Results and discussion) The next energy and technological modes allow us to obtain the maximum coating thickness in the mechanized mode with disk electrodes: the amount of energy is 300-500 joules; the rotation speed of the part is 0.0024-0.0165 meters per second, the line feed of the electrode is 0.2-1.4 millimeters per minute; the rotation speed of the disk electrode is 0.0209-0.0837 meters per second. (Conclusions) The conducted studies of the technological modes of electric spark treatment with disk electrodes and the coating thickness allows us to conclude that with an increase in the carbon content in the electrode material, the thickness of the formed coatings decreases. The thickness of the coatings is at least 500 micrometers for the studied electrode materials is reached at 10.0 joules.

**Keywords:** electric spark processing, disk electrodes, technological modes, coating thickness, single discharge energy, line electrode feed, rotation speed.

**For citation:** Senin P.V., Rakov N.V., Zemskov A.M. Vliyaniye energeticheskikh i tekhnologicheskikh rezhimov elektroiskrovoy obrabotki na tolshchinu pokrytiy diskovymi elektrodami [Influence of energy and technological modes of electric spark treatment with disk electrodes on the thickness of coatings]. Tekhnicheskii servis mashin. 2022. Vol. 60. N2(147). 113-123 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-113-123. EPCOIT.

DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-124-134 УДК 62-216

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ШАРНИРНОГО КРЕПЛЕНИЯ МНОГОСЛОЙНОГО КОМПОЗИТНОГО БОРТА К КУЗОВУ ПРИЦЕПА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

*Михаил Владимирович Астахов, доктор технических наук,  
профессор;  
Ирина Игоревна Сорокина, кандидат технических наук,  
e-mail: irina.sorokina@bmstu.ru;*



**Екатерина Викторовна Славкина, аспирант,  
старший преподаватель;**

**Лариса Васильевна Астахова, старший преподаватель  
Калужский филиал Московского государственного технического  
университета им. Н.Э. Баумана, г. Калуга, Российская Федерация**

**Реферат.** Стальные борта самосвальных тракторных прицепов, задействованных в транспортировании сыпучих и полужидких сельскохозяйственных грузов, подвержены активному абразивному изнашиванию и воздействию коррозии. Предложили заменить существующую конструкцию бортов, вместо стальных листов использовать многослойные композитные пластинки, что позволит увеличить надежность и срок службы машины в целом. (Цель исследования) Разработать конструкцию и методику расчета шарнирного крепления композитного борта транспортного средства сельскохозяйственного назначения. (Материалы и методы) Проанализировали существующие металлокомпозитные соединения и выявили, что при использовании многослойных сэндвич-структурированных композитов не обеспечивается прилегание всех слоев к металлическому основанию. Разработали конструкцию шарнирно подвижной боковой опоры борта прицепа транспортного средства, обеспечивающую плотное соединение за счет внедрения в препрег металлического стального элемента, состоящего из пластины с приваренными к ней шпильками и осью. Дополнительное стягивание опоры за счет резьбовых соединений позволило выполнить соединение многослойного композита с металлическими пластинами. (Результаты и обсуждение) Исследовали нагружение узла, получили выражение для определения максимальной силы, воздействующей на крепежный элемент. Произвели расчет наиболее нагруженной детали – крепежного элемента по допускаемым напряжениям среза его цилиндрической части. (Выводы) Доказали целесообразность применения силовых конструкций транспортных средств агропромышленного комплекса, подверженных воздействию абразивного изнашивания и коррозии, из полимерных композитных материалов. Спроектировали новую конструкцию разъемного шарнирного соединения многослойного композитного борта с металлическим каркасом.

**Ключевые слова:** полимерный композитный материал, крепежный элемент, соединение металл–композит, разъемное шарнирное соединение, композитный борт.

**Для цитирования:** Астахов М.В., Сорокина И.И., Славкина Е.В., Астахова Л.В. Проектирование конструкции шарнирного крепления многослойного композитного борта к кузову прицепа транспортного средства // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N2(147). С. 124-134. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-124-134 FNSYNE.

## **DESIGNING THE STRUCTURE OF HINGED FASTENING OF THE MULTILAYER COMPOSITE BOARD TO A VEHICLE TRAILER BODY**

**Mikhail V. Astakhov, Dr.Sc.(Eng.), professor;**

**Irina I. Sorokina, Ph.D.(Eng.);**

**Ekaterina V. Slavkina, postgraduate, senior lecturer;**

**Larisa V. Astakhova, senior lecturer**

**Kaluga branch of the Moscow State Technical University named after  
N.E. Bauman, Kaluga, Russian Federation**

**Abstract.** Steel sides of dump tractor trailers used in the transportation of bulk and semi-liquid agricultural goods are subject to active abrasive wear and corrosion. The article proposes replacing the existing design of the sides, instead of steel sheets to use multilayer composite plates, which will increase the reliability and service life of the machine as a whole. (Research purpose) The research purpose is developing a design and methodology for calculating the hinge fastening of a composite side to the agricultural vehicle. (Materials and methods) The article analyses the existing metalcomposite compounds. When using multilayer sandwich-structured composites, all layers do not adhere to the metal base. We have developed a design of a pivotally movable side support of the trailer, which provides a tight connection due to the introduction of a metal steel element into the prepreg, consisting of a plate with studs and an axle welded to it. Additional tightening of the support due to threaded connections made it possible to connect a multilayer composite with metal plates. (Results and discussion). The article presents the equation of node loading to determine the maximum force acting on the fastener. The calculation of the most loaded part, the fastener, was carried out according to the permissible stresses of the cut of its cylindrical part. (Conclusions) The expediency of using power structures of vehicles of the agro-industrial complex exposed to abrasive wear and corrosion made of polymer composite materials is confirmed. A new design of a detachable swivel joint of a multilayer composite side with a metal frame was created.

**Keywords:** *polymer composite material, fastener, metal-composite connection, detachable swivel joint, composite board.*

**For citation:** Astakhov M.V., Sorokina I.I., Slavkina E.V., Astakhova L.V. *Proyektirovaniye konstruktсии sharnirnogo krepleniya mnogosloynnogo kompozitnogo borta k kuzovu pritsepa transportnogo sredstva* [Designing the structure of hinged fastening of the multilayer composite board to a vehicle trailer body]. *Tekhnicheskii servis mashin.* 2022. Vol. 60. N2(147). 124-134 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-124-134. FNSYNE.

DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-135-143      УДК 621.792

## УЛУЧШЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ ДВС

*Алексей Владимирович Игнатов, кандидат технических наук;*

*Святослав Васильевич Тагильцев, ассистент кафедры,*

*e-mail: sveti63@yandex.ru*

*Московский государственный технический университет*

*им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет),*

*Москва, Российская Федерация*

**Реферат.** При эксплуатации двигателей внутреннего сгорания возникает проблема восстановления гильз цилиндров. После износа гильзу цилиндра растачивают на ремонтный размер, используя для этого расточные и хонинговальные станки. Изыскание новых эффективных способов обработки представляет собой актуальную задачу. (Цель исследования) Улучшить шероховатость внутренней поверхности гильз цилиндров за счет использования виброгасящего удлинителя. (Материалы и методы) Предложили снизить вибрацию во время обработки за счет применения клеевой композиции на эпоксидиановой основе и металлических тросов, которые обеспечивают состояние сжатия всей расточной системы. Разработали специальную конструкцию виброгасящего удлинителя расточной оправки. Дали описание указанного устройства. Для исследований использовали вертикально-фрезерный станок 6P12. Изготовили и подобрали опытные образцы с внутренним диаметром 80 миллиметров из стали 38ХМЮА и стали 20. Использовали для измерения шероховатости профилометр Mitutoyo модель SJ-410. Изменяли частоту вращения от 80 до 500 оборотов в минуту. (Результаты и обсуждение) Качество поверхностного слоя заготовок из стали 38ХМЮА, обработанных расточной оправкой с виброгасящим удлинителем, в среднем выше в четыре раза по сравнению с традиционной расточной оправкой на всех этапах проведения эксперимента, параметр шероховатости Ra составляет 0,8. Качество поверхностного слоя заготовок из стали 20, обработанных расточной оправкой с виброгасящим удлинителем, выше в среднем в два раза по сравнению с традиционной расточной оправкой в диапазоне 80-315 оборотов в минуту, параметр шероховатости Ra составляет 1,6. Выше в четыре раза в диапазоне 315-500 оборотов в минуту, параметр шероховатости Ra – 3,2. (Выводы) Применение виброгасящего удлинителя позволит снизить себестоимость и трудоемкость восстановления деталей двигателей внутреннего сгорания и убрать из технологического процесса специальные расточные и внутришлифовальные станки.

**Ключевые слова:** *виброгасящий удлинитель расточной оправки, сборная расточная оправка, гашение вибраций, снижение трудоемкости, клеевая композиция, восстановление гильзы цилиндра, восстановление блока цилиндра.*

**Для цитирования:** Игнатов А.В., Тагильцев С.В. Улучшение шероховатости рабочей поверхности при восстановлении деталей ДВС // *Технический сервис машин.* 2022. Т. 60. N2(147). С. 135-143. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-135-143. DVDLWC.

## SMOOTHING THE WORKING SURFACE DURING RESTORATION OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE PARTS

*Aleksey V. Ignatov, Ph.D.(Eng.);*

*Svyatoslav V. Tagiltsev, assistant of the department*

*Moscow State Technical University named after N.E. Bauman*

*(national research university), Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** When operating internal combustion engines, there is a problem of restoring cylinder liners. After wear, the cylinder liner is bored to the repair size, using boring and honing machines. Finding new effective processing methods is an urgent task. (Research purpose) The research purpose is smoothing the inner surface of cylinder liners by using a vibration-damping extension cord. (Materials and methods) The article proposes an epoxy-based adhesive composition and metal cables to reduce vibration during processing that ensure the compression state of the entire boring system. A special design of the vibration-damping extension of the boring mandrel have been developed. The article presents its description. A 6P12 vertical milling machine was used for research. Prototypes with an internal diameter of 80 millimeters were manufactured of steel 38 HMUA and steel 20. The Mitutoyo profilometer model SJ-410 was used to measure roughness. The rotation speed was changed from 80 to 500 revolutions per minute. (Results and discussion) The roughness of the surface layer of blanks made of 38HMYuA steel treated with a boring mandrel with a vibration-damping extension is four times higher on average than a traditional boring at all stages of the experiment, the roughness parameter Ra is 0.8. The quality of the surface layer of 20 steel blanks processed with a boring mandrel with a vibration-damping extension is twice as high on average as with a traditional boring at 80-315 rpm, the roughness parameter Ra is 1.6 and four times higher at 315-500 rpm, the roughness parameter Ra is 3.2. (Conclusions) The use of a vibration-damping extension will reduce the cost and complexity of restoring parts of internal combustion engines and remove special boring and internal grinding machines from the technological process.

**Keywords:** anti-vibration extension of boring mandrel, assembled boring mandrel, damping of vibrations, reduction of labour intensity, adhesive composition, recovery of cylinder liner, recovery of cylinder block.

**For citation:** Ignatov A.V., Tagil'tsev S.V. Uluchsheniye sherokhovatosti rabochey poverkhnosti pri vosstanovlenii detaley DVS [Smoothing the working surface during restoration of internal combustion engine parts]. Tekhnicheskii servis mashin. 2022. Vol. 60. N2(147). 135-143 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-135-143. DVDLWC.

DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-144-154     УДК 621.651-77:621.9.04

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОТРАБОТКА РЕЖИМОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЛУНЖЕРА КОМБИНИРОВАННОЙ ОБРАБОТКОЙ

*Александр Геннадиевич Пастухов, доктор технических наук,  
профессор, e-mail: pastukhov\_ag@mail.ru;  
Ирина Шамилиевна Бережная, старший преподаватель кафедры;  
Ольга Александровна Шарая, кандидат технических наук, доцент  
Белгородский государственный аграрный университет  
имени В.Я. Горина, п. Майский,  
Белгородская область, Российская Федерация*

**Реферат.** В оборудовании для переработки молока широко применяют детали из нержавеющей стали, от состояния которых зависит работоспособность оборудования и качество готовой продукции. Наиболее подвержены износу детали типа «плунжер», отказ которых формируется потерей правильной цилиндрической формы при изменении геометрических размеров в продольных и поперечных сечениях. (Цель исследования) Разработать оригинальный способ восстановления цилиндрических деталей типа «плунжер» при комбинированной обработке; снизить трудоемкость процесса восстановления и повышение долговечности плунжера (Материалы и методы) Исследовали образцы из стали 40X13, имитирующие форму плунжера диаметром 45 миллиметров. Изготовили по три образца с различной предварительной обработкой – дробеструйной, чистовое точение, ручное шлифование. Провели начальное измерение диаметра в четырех сечениях на трех уровнях; осуществили электроискровое наращивание, электромеханическую обработку и шлифование до формирования рабочей поверхности; перед и после каждой обработки выполнили измерения геометрических параметров; изготовили шлифы для микроструктурного анализа, провели измерение микротвердости. (Результаты и обсуждение) Достигли в результате эксперимента и обработки образцов при нанесении от 15 до 20 слоев электроискровым способом электродом марки 308L-16 увеличения диаметра на  $1,10 \pm 0,08$  миллиметров. После деформации при электромеханической обработке слой составил от  $0,36 \pm 0,03$  до  $0,47 \pm 0,07$  миллиметров, при шлифовании получили окончательный слой от  $0,04 \pm 0,02$  до  $0,26 \pm 0,02$  миллиметров. Измерения микротвердости структурных зон показали, что микротвердость остаточного слоя составляет 250-400, переходная зона имеет уплотненную структуру и твердость свыше 550, а сердцевина – 200-250 по Виккерсу. (Выводы) На основании полученных данных разработаны рекомендации для формирования компенсационного слоя для восстановления цилиндрической рабочей поверхности детали типа «плунжер».

**Ключевые слова:** плунжер, комбинированная обработка, компенсационный слой, электрод, упрочнение, микротвердость.

**Для цитирования:** Пастухов А.Г., Бережная И.Ш., Шарая О.А. Экспериментальная отработка режимов восстановления плунжера комбинированной обработкой // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N2(147). С. 144-154. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-144-154. XDSFYC.

## EXPERIMENTAL TESTING OF PLUNGER RECOVERY MODES BY COMBINED PROCESSING

*Aleksandr G. Pastukhov, Dr.Sc.(Eng.), professor;  
Irina Sh. Berezhnaya, senior lecturer of the department;  
Olga A. Sharaya, Ph.D.(Eng.), associate professor  
Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin, v. Maisky,  
Belgorod region, Russian Federation*

**Abstract.** *Stainless steel parts are widely used in milk processing equipment. The condition of these elements determines the operability of the equipment and the quality of the product. The most susceptible to wear are parts of the plunger type, the failure of which is by the loss of the cylindricity when changing geometric dimensions in longitudinal and cross sections. (Research purpose) The research purpose is developing a method for restoring cylindrical parts of the plunger type during combined processing; reducing the complexity of the restoration process and increasing the durability of the plunger (Materials and methods) Samples of 40Kh13 steel imitating the shape of a plunger with a diameter of 45 millimeters were studied. Three samples were produced with different pre-treatment: shot blasting, finishing turning and manual grinding. The study was as follow: initial measurement of the diameter in four sections at three levels; electric spark buildup, electromechanical processing and grinding before the preparing the working surface; measuring geometric parameters before and after each treatment; making slits for microstructural analysis, and measuring microhardness. (Results and discussion) As a result of the experiment and sample processing, there achieved an increase in diameter by  $1.10 \pm 0.08$  millimeters when applying from 15 to 20 layers by the electric spark method with an electrode of the brand 308L-16. After deformation during electromechanical processing, the layer ranged from  $0.36 \pm 0.03$  to  $0.47 \pm 0.07$  millimeters, during grinding, the thickness of the final layer was from  $0.04 \pm 0.02$  to  $0.26 \pm 0.02$  millimeters. Measurements of the microhardness of the structural zones showed that the microhardness of the residual layer is 250-400 Vickers, the transition zone has a compacted structure and a hardness of over 550, and the core is 200-250. (Conclusions) Based on these data, the article proposes recommendations for the building of a compensation layer to restore the cylindrical working surface of the plunger type part.*

**Keywords:** *plunger, combined processing, compensation layer, electrode, hardening, microhardness.*

**For citation:** Pastukhov A.G., Berezhnaya I.Sh., Sharaya O.A. Eksperimental'naya otrabotka rezhimov vosstanovleniya plunzhera kombinirovannoy obrabotkoy [Experimental testing of plunger recovery modes by combined processing]. Tekhnicheskii servis mashin. 2022. Vol. 60. N2(147). 144-154 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-144-154. XDSFYC.

DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-155-164      УДК 621.762

## ПОЛУЧЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

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

**Реферат.** *Аддитивные технологии начинают широко применяться в современном машиностроении. Существуют разные способы и оборудование для осуществления данной задачи, но все они требуют исходного материала – металлического порошка с определенными физико-химическими характеристиками. В современных реалиях для России важно обеспечивать себя качественным и недорогим сырьем, что*

обосновывает поиск новых методов. (Цель исследования) Рассмотреть наиболее популярные и энергоэффективные методы изготовления металлических порошковых материалов для аддитивных производств, обосновать применение перспективного метода электроэрозионного диспергирования, позволяющего получать порошки с требуемыми характеристиками из отходов машиностроения. (Материалы и методы) Использовали литературные источники, научные работы, а также лабораторное оборудование для исследования свойств порошковых материалов: инвертированный металлографический микроскоп Olympus GX-51, анализатор размеров частиц Microtrac Bluewave, анализатор удельной поверхности модели Autosorb-1, электронно-ионный сканирующий микроскоп QUANTA 600 FEG, шкаф сушильный ШС-80-01 СПУ, набор сит по ГОСТ 2715-75, весы аналитические Acculab ALC-210d4. (Результаты и обсуждение) Проанализировали различные способы атомизации, выявили свойства металлических порошков, которые могут быть использованы в аддитивных технологиях. Отметили в качестве перспективного метод электроэрозионного диспергирования и исследовали полученный с его помощью порошковый материал. (Выводы) Аддитивные технологии получают все большее распространение. Актуальной задачей становится поиск новых способов производства металлических порошков для их осуществления. Наиболее перспективным видится метод электроэрозионного диспергирования, позволяющий получать порошки с заданными свойствами из отходов машиностроения. Частицы данного порошка имеют правильную округлую форму, высокую удельную поверхность и низкую пористость.

**Ключевые слова:** аддитивные технологии, порошковый материал, атомизация, электроэрозионное диспергирование, форма частиц, фракционный состав, удельная поверхность, пористость.

**Для цитирования:** Романов И.В., Задорожний Р.Н. Получение металлических порошковых материалов для аддитивных технологий // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N2(147). С. 155-164. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-155-164. XMZHZU.

## PRODUCING METAL POWDERS FOR ADDITIVE TECHNOLOGIES

*Ilya V. Romanov, junior researcher;  
Roman N. Zadorozhniy, Ph.D.(Eng.), leading researcher  
Federal Scientific Agroengineering  
Center VIM, Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** Additive technologies become to be widely used in modern mechanical engineering. There are different methods and equipment for carrying out this task, but they all require a starting material – a metal powder with certain physical and chemical characteristics. In modern realities, it is important for Russia to provide itself with high-quality and inexpensive raw materials, which justifies the search for new methods. (Research purpose) The research purpose is considering the most popular and energy-efficient methods of manufacturing metal powder materials for additive manufacturing, justifying the use of a promising method of electroerosive dispersion, which allows obtaining powders with the required characteristics from mechanical engineering waste. (Materials and methods) Literature sources, scientific papers, as well as laboratory equipment were used to study the properties of powder materials, in detail: Olympus GX-51 inverted metallographic microscope, Microtrac Bluewave particle size analyzer, Autosorb-1 specific surface area analyzer, QUANTA 600 FEG electron-ion scanning microscope, drying cabinet SHS-80-01 SPU, a set of sieves according to GOST 2715-75, analytical scales Acculab ALC-210d4. (Results and discussion) Various atomization methods and the properties of metal powders that can be used in additive technologies were analyzed and described. The method of electroerosive dispersion was noted as promising and the powder material obtained with its help was studied. (Conclusions) Additive technologies are becoming more widespread. An urgent task is the search for new ways to obtain metal powders for their producing. The most promising is the method of electroerosive dispersion, which allows obtaining powders with specified properties from mechanical engineering waste. The particles of this powder have a regular rounded shape, high specific surface area and low porosity.

**Keywords:** additive technologies, powder material, atomization, electroerosive dispersion, particle shape, fractional composition, specific surface area, porosity.

**For citation:** Romanov I.V., Zadorozhniy R.N. Polucheniye metallicheskih poroshkovykh materialov dlya additivnykh tekhnologiy [Producing metal powders for additive technologies]. Tekhnicheskii servis mashin. 2022. Vol. 60. N2(147). 155-164 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-155-164. XMZHZU.

# МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК УПРУГОСТИ И ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЯХ

<sup>1,2</sup>Игорь Николаевич Кравченко, доктор технических наук, профессор,  
e-mail [kravchenko1n71@yandex.ru](mailto:kravchenko1n71@yandex.ru);

<sup>2</sup>Сергей Васильевич Карцев, кандидат технических наук, доцент;

<sup>3</sup>Юрий Алексеевич Кузнецов, доктор технических наук, профессор;

<sup>4</sup>Юрий Владимирович Катаев, кандидат технических наук, доцент

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

<sup>2</sup>Институт машиноведения имени А.А. Благонравова  
Российской академии наук (ИМАШ РАН), Москва,

Российская Федерация <sup>3</sup>Орловский государственный аграрный  
университет имени Н.В. Парахина, г. Орел, Российская Федерация

<sup>4</sup>Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,  
Москва, Российская Федерация

**Реферат.** В настоящее время стратегически важной задачей технологической независимости отраслей России служит восстановление изношенных деталей машин и оборудования плазменным методом на основе применения покрытий различного функционального назначения. (Цель исследования) Определить влияние на сопротивление усталости восстановленных деталей режимов плазменной наплавки, наплавочных материалов; установить характеристики упругости, возникающие в покрытиях, нанесенных плазменными методами, а также остаточные напряжения в зоне сплавления (Материалы и методы) Изготовили образцы из стали марки 40Г для проведения экспериментальных исследований. Выполнили плазменную наплавку покрытий композиционным составом порошкообразного материала. Определили твердость образцов с покрытиями не разрушающим экспрессивным измерением на универсальном программируемом электронном переносном твердомере. Для оптимизации параметров плазменной наплавки применили метод полного факторного эксперимента. Приняли модуль Юнга в качестве критерия оптимизации. Экспериментальные исследования характеристик упругости в покрытиях, нанесенных плазменными методами, осуществляли по общепринятым методикам с учетом резонансной частоты изгибающих колебаний образцов. (Результаты и обсуждение) Установили, что в поверхностных слоях наплавленных покрытий модули упругости имеют пониженные значения, а также возникают растягивающие напряжения, снижающие сопротивление усталости на 20-25 процентов от уровня предельно изношенных деталей. Отметили, что добавление 8 процентов порошка алюминия в исходные порошковые твердые сплавы способствует повышению их износостойкости. Определили рациональный диапазон режимов плазменного нанесения покрытий с точки зрения получения высоких упругих свойств плазменных покрытий как ключевого этапа ресурсосберегающей технологии восстановления изношенных деталей технологического оборудования. (Выводы) Предложенные технические решения в области оптимизации параметров плазменной наплавки порошковыми твердыми сплавами позволяют получать на поверхностях восстанавливаемых деталей машин износостойкие покрытия в 3-5 раз превышающие износостойкость закаленной стали 45, принимаемой за эталон сравнения.

**Ключевые слова:** плазменная наплавка, остаточные напряжения, сопротивление усталости, зона сплавления, твердость покрытий, кривая деформирования, численное моделирование.

**Для цитирования:** Кравченко И.Н., Карцев С.В., Кузнецов Ю.А., Катаев Ю.В. Методика определения характеристик упругости и остаточных напряжений в плазменных покрытиях // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N2(147). С. 165-177. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-165-177. XRBNDY

## DETERMINING ELASTICITY AND RESIDUAL STRESSES IN PLASMA COATINGS

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

<sup>2</sup>Sergey V. Kartsev, Ph.D.(Eng.), associate professor;

<sup>3</sup>Yuriy A. Kuznetsov, Dr.Sc.(Eng.), professor;

<sup>4</sup>Yuriy V. Kataev, Ph.D.(Eng.), associate professor

<sup>1</sup>Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy  
named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>*Institute of Mechanical Engineering of the Russian Academy of Sciences  
named after A.A. Blagonravov (IMASH RAS), Moscow, Russian Federation*

<sup>3</sup>*Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin,  
Orel, Russian Federation*

<sup>4</sup>*Federal Scientific Agroengineering Center VIM,  
Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** *Currently, a strategically important task of technological independence of Russian industries is the restoration of wornout machine parts and equipment by the plasma method based on the use of coatings for various functional purposes. (Re-search purpose) The research purpose is studying the effect of plasma surfacing modes and surfacing materials on the fatigue resistance of restored parts and establishing the elasticity characteristics arising in coatings applied by plasma methods, as well as residual stresses in the fusion zone (Materials and methods) Samples for experimental studies were made of steel 40G. Plasma surfacing of coatings was performed with a composition of powdered material. The hardness of the samples with coatings was studied by nondestructive expressive measurement on a universal programmable electronic portable hardness meter. To optimize the parameters of plasma surfacing, the method of a complete factor experiment was used. Young's modulus was used as an optimization criterion. Experimental studies of elasticity characteristics in coatings applied by plasma methods were carried out according to generally accepted methods, taking into account the resonant frequency of bending vibrations of samples. (Results and discussion) In the surface layers of the deposited coatings, the elastic modulus has reduced values, and tensile stresses occur that reduce fatigue resistance by 20-25 percent from the level of extremely worn parts. The addition of 8 percent of aluminum powder to the initial powder hard alloys contributes to their wear resistance. A rational range of plasma coating modes has been determined from the point of view of obtaining high elastic properties of plasma coatings as a key stage of resourcesaving technology for restoring worn parts of technological equipment. (Conclusions) The proposed technical solutions in optimizing the parameters of plasma surfacing with powdered hard alloys make it possible to obtain wear-resistant coatings on the surfaces of restored machine parts 3-5 times higher than the wear re-sistance of hardened steel 45, taken as a reference standard.*

**Keywords:** *plasma welding, residual stresses, fatigue resistance, fusion zone, coating hardness, deformation curve, numerical simulation.*

**For citation:** Kravchenko I.N., Kartsev S.V., Kuznetsov Yu.A., Katayev Yu.V. Metodika opredeleniya kharakteristik uprugosti i ostatochnykh napryazheniy v plazmennyykh pokrytiyakh [Determining elasticity and residual stresses in plasma coatings]. Tekhnicheskii servis mashin. 2022. Vol. 60. N2(147). 165-177 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-165-177. XRBNDY

DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-179-186     УДК 631.372:629.114.2

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОЛЕСНЫХ ПОЛУРАМНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ**

**Роман Олегович Сурин, аспирант, e-mail: roman\_surin81.81@mail.ru;  
Евгений Евгеньевич Кузнецов, доктор технических наук, доцент;  
Сергей Васильевич Щитов, доктор технических наук, профессор  
Дальневосточный государственный аграрный университет,  
г. Благовещенск, Российская Федерация**

**Реферат.** *Рассмотрели развитие и совершенствование колесных полурамных энергетических средств на базе полурамного трактора семейства «Кировец» с момента его изготовления и применение его модификаций в настоящее время. (Цель исследования) Проанализировать этапы развития и перспективы применения колесных полурамных энергетических средств, рассмотреть возможности их использования не только в промышленности, сельском хозяйстве, но и при устранении последствий природных катаклизмов, техногенных катастроф, при военных действиях. (Материалы и методы) Предоставили исторические сведения о создании колесных полурамных тракторов советского производства и фотографии их использования в сельском хозяйстве и в военных операциях. (Результаты и обсуждение) Отметили, что появление самого мощного трактора Советского Союза К-700 стало огромным достижением отечественного тракторостроения. Применение полурамных тракторов данного типа семейства «Кировец» имело двойное значение использования, так как могло применяться как в военных целях, так и в промышленности или сельском хозяйстве. Показали перспективы*

развития новых образцов колесных энергетических средств на базе уже существующих модификаций и порядок их применения в настоящее время. Отметили появление новых перспективных колесных и гусеничных тракторов промышленного значения на базе фронтального колесного погрузчика со спецзащитой ПК-55С и гусеничных тракторов Б10М2 и Б12, не имеющих аналогов в современном мире. (Выводы) Вопросы развития и эффективность использования машинно-тракторных агрегатов нового поколения в различных сферах деятельности остаются актуальными и на сегодняшний день.

**Ключевые слова:** полурамный трактор, энергонасыщенность, эффективность, инновационная конструкция, бронированный колесный бульдозер.

**Для цитирования:** Сурин Р.О., Кузнецов Е.Е., Щитов С.В. Перспективы развития колесных полурамных энергетических средств в современном мире // Технический сервис машин. 2022. Т. 60. N2(147). С. 179-186. DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-179-186 . ZTTHEH.

## THE DEVELOPMENT OF WHEELED SEMI-FRAME POWER VEHICLES IN THE MODERN WORLD

*Roman O. Surin, postgraduate;  
Evgeniy E. Kuznetsov, Dr.Sc.(Eng.), associate professor;  
Sergey V. Shchitov, Dr.Sc.(Eng.), professor  
Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russian Federation*

**Abstract.** *The article presents the development and improvement of wheeled semi-frame power vehicles based on the semi-frame tractor of the Kirovets family since its manufacture and the use of its modifications at the present time. (Research purpose) The research purpose is analyzing the stages of development and prospects for the use of wheeled semi-frame power vehicles, considering the possibilities of their use not only in industry, agriculture, but also in eliminating the consequences of natural disasters, man-made disasters, military disaster. (Materials and methods) The article presents historical information about the creation of Soviet-made wheeled semi-frame tractors and photographs of their use in agriculture and in military operations. (Results and discussion) The appearance of the most powerful tractor of the Soviet Union, the K-700, was a huge achievement of the domestic tractor industry. The use of semi-frame tractors of this type had a double meaning of use, since it could be used both for military purposes and in industry or agriculture. The prospects for the development of new models of wheeled power vehicles based on existing modifications and the order of their application at the present time are described. The new promising wheeled and tracked tractors of industrial significance based on a front wheel loader with special protection PK-55S and tracked tractors B10M2 and B12, which have no analogues in the modern world, are appearing now. (Conclusions) The issues of development and use efficiency of new-generation machine-tractor units in various fields of human activity remain relevant today.*

**Keywords:** *semi-frame tractor, energy fullness, efficiency, innovative design, armored wheeled bulldozer.*

**For citation:** *Surin R.O., Kuznetsov E.E., Shchitov S.V. Perspektivy razvitiya kolesnykh poluramnykh energeticheskikh sredstv v sovremennom mire [The development of wheeled semi-frame power vehicles in the modern world]. Tekhnicheskii servis mashin. 2022. Vol. 60. N2(147). 179-186 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2022-60-2-179-186. ZTTHEH.*