

ОПЕРАТИВНАЯ ОЦЕНКА ПРЕДЕЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ ТРАКТОРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СЧЕТЧИКОВ-ИНДИКАТОРОВ

*Николай Алексеевич Петрищев, кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник, e-mail: gosniti14@mail.ru;
Михаил Николаевич Костомахин, кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник;
Александр Сергеевич Саяпин, младший научный сотрудник;
Игорь Михайлович Макаркин, старший научный сотрудник;
Ефим Вадимович Пестряков, младший научный сотрудник;
Константин Кириллович Молибоженко, инженер
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация*

Реферат. В соответствии с ГОСТ 20793-2009 трактор и его составные части подвергают ресурсному диагностированию перед техническим обслуживанием. Параметры технического состояния составных частей трактора или машины следует проверять с применением контрольно-диагностического оборудования. В настоящее время критерии предельного состояния значительно устарели и требуют пересмотра с точки зрения ужесточения современных требований по эксплуатационным и экономическим характеристикам и показателям надежности. (Цель исследования) Провести анализ состояния вопроса и действующей нормативной документации и дать предложения по дистанционному обеспечению контроля критериев предельных состояний отдельных узлов и агрегатов. (Материалы и методы) Провели анализ научно-технической документации, Государственных стандартов Российской Федерации и научных работ по проблемам минимизации технологических рисков, диагностирования и контролепригодности для определения предельного технического состояния, а также выполнили постановочные исследования по возможности контроля работы отдельных узлов и агрегатов в режиме online. Отметили необходимость корректировки в учете критериев предельного технического состояния в соответствии с новыми конструкциями ресурсоопределяющих узлов, агрегатов и действующих технических регламентов. (Результаты и обсуждение). Осуществили обоснование процесса диагностирования и выявили противоречия в конструкции тракторов и действующих научно-технической документации и стандартов, предложили вариант использования счетчиков-индикаторов при модернизации тракторов как системы встроенных средств online-диагностирования. (Выводы) Своевременный автоматизированный контроль за техническим состоянием тракторов, который осуществляется на основании сравнения данных с критериями предельного состояния, служит обоснованием к эффективной эксплуатации техники за счет применения встроенных устройств для диагностирования, что позволяет минимизировать агротехнологические риски.

Ключевые слова: техническое обслуживание, критерии предельного состояния, ресурсное диагностирование, счетчик-индикатор, агротехнологический риск.

Для цитирования: Петрищев Н.А., Костомахин М.Н., Саяпин А.С., Макаркин И.М., Пестряков Е.В., Молибоженко К.К. Оперативная оценка предельного состояния узлов и агрегатов тракторов с применением счетчиков-индикаторов // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N3(144). С. 12-21. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-12-21

OPERATIONAL ASSESSMENT OF THE LIMIT STATE OF TRACTOR UNITS WITH THE USE OF INDICATOR COUNTERS

*Nikolay A. Petrishchev, Ph.D.(Eng.), leading researcher;
Mikhail N. Kostomakhin, Ph.D.(Eng.), leading researcher;
Aleksandr S. Sayapin, junior researcher;
Igor' M. Makarkin, senior researcher;
Efim V. Pestryakov, junior researcher;
Konstantin K. Molibozhenko, engineer
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,*

Abstract. In accordance with GOST 20793-2009, the tractor and its components are subjected to resource diagnostics before maintenance. The technical condition of the components of the tractor or machine should be checked with the use of control and diagnostic equipment. Currently, the criteria for the limit state are significantly outdated and require revision from the point of view of tightening modern requirements for operational and economic characteristics and reliability indicators. (Research purpose) The research purpose is in analyzing the state of the issue and the current regulatory documentation and making proposals for remote monitoring of the criteria for the limit states of individual components and aggregates. (Materials and methods) The article presents an analysis of scientific and technical documentation, State standards of the Russian Federation and scientific papers on the problems of minimizing technological risks, diagnostics and control suitability for determining the maximum technical condition, and staged studies on the possibility of monitoring the operation of individual components and units online. The article notes the need to adjust the criteria for the maximum technical condition in accordance with the new designs of resource-determining units, aggregates and existing technical regulations. (Results and discussion). The article presents the justification of the diagnostic process and identified contradictions in the design of tractors and existing scientific and technical documentation and standards, and proposed option of using meters-identifiers when upgrading tractors as a system of built-in online diagnostic tools. (Conclusions) Timely, automated monitoring of the technical condition of tractors, which is based on comparing data with the criteria of the limit condition, serves as a justification for the effective operation of equipment with built-in devices for diagnostics, which allows minimizing agrotechnological risks.

Keywords: maintenance, limit state criteria, resource diagnostics, counter-indicator, agro-technological risk.

For citation: Petrishchev N.A., Kostomakhin M.N., Sayapin A.S., Makarkin I.M., Pestryakov E.V., Molibozhenko K.K. Operativnaya otsenka predel'nogo sostoyaniya uzlov i agregatov traktorov s primeneniym schetchikov-indikatorov [Operational assessment of the limit state of tractor units with the use of indicator counters]. *Tekhnicheskiy servis mashin*. 2021. Vol. 59. N3(144). 12-21 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-12-21

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-22-31

УДК 532.529

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ ГАЗОВОГО МОТОРНОГО ТОПЛИВА ИЗ БИОГАЗА АНАЭРОБНОГО СБРАЖИВАНИЯ ОТХОДОВ АПК

**Виктор Степанович Григорьев, доктор технических наук,
профессор, главный научный сотрудник;
Илья Владимирович Романов, младший научный сотрудник,
e-mail: gosniti1953@mail.ru
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация**

Реферат. Способность газогидратов концентрировать газ в твердую хелатную структуру и свойства самоконсервации газогидратов при отрицательных температурах позволяют рассматривать возможность разработки способа утилизации биогаза, экологически безопасного хранения и транспортировки биометана. (Цель исследования) Обосновать технологические возможности получения синтетических смешанных газогидратов компонентов биогаза, их хранения и транспортировки на основе анализа имеющихся закономерностей формирования газогидратов по времени, температуре и внешнем давлении. (Материалы и методы) Привели накопленные результаты исследований процесса получения искусственных гидратов природного газа и метансодержащих газовых смесей при различных начальных статических давлениях и температурах. Отметили, что объектом исследования для обоснования параметров искусственного создания газогидратов служит биогаз, полученный при анаэробном термофильном сбраживании органических отходов на имеющейся экспериментальной биогазовой установке. В качестве органического субстрата постоянного состава использовали комбикорм СК-8 с влажностью 90-92 процентов. Определяли состав биогаза с помощью газоанализатора Optima-7 Biogas. (Результаты и обсуждение) Предложили модель процесса и техническую конструкцию установки для получения газового моторного топлива из биогаза анаэробного сбраживания органических отходов агропромышленного комплекса. Установили, что время гидратообразования зависит от увеличения межфазной поверхности и движения пузырьков газа относительно жидкости, которое можно регулировать, воздействуя на зону гидратообразования (ударно-волновое, электромагнитное, механическое, химическое, температурное). (Выводы) Результаты исследований могут быть использованы при

моделировании процессов в двухфазных средах при образовании газогидратов и создании установок по их получению.

Ключевые слова: биогаз, газовое моторное топливо, метан, искусственные газогидраты, термобарические условия, установка.

Для цитирования: Григорьев В.С., Романов И.В. Перспективы получения газового моторного топлива из биогаза анаэробного сбраживания отходов АПК // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N3(144). С. 22-31. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-22-31

PROSPECTS FOR OBTAINING GAS MOTOR FUEL FROM BIOGAS OF ANAEROBIC DIGESTION OF AGRICULTURAL WASTE

Viktor S. Grigor'yev, Dr.Sc.(Eng.), professor, chief researcher;

Il'ya V. Romanov, junior researcher

Federal Scientific Agroengineering Center VIM,

Moscow, Russian Federation

Abstract. *The ability of gas hydrates to concentrate gas into a solid chelate structure and the properties of self-preservation of gas hydrates at negative temperatures allows us to consider the possibility of developing a method for the utilization of biogas, environmentally safe storage and transportation of biomethane. (Research purpose) The research purpose is in substantiation the technological possibilities of obtaining synthetic mixed gas hydrates of biogas components, their storage and transportation based on the analysis of the existing regularities of the formation of gas hydrates in time, temperature and external pressure. (Materials and methods) The article presents the accumulated results of studies of the process of obtaining artificial hydrates of natural gas and methane-containing gas mixtures at various initial static pressures and temperatures. The object of research to substantiate the parameters of artificial creation of gas hydrates is biogas obtained during anaerobic thermophilic fermentation of organic waste at an existing experimental biogas plant. Mixed feed SK-8 with a humidity of 90-92 percent was used as an organic substrate of constant composition. The composition of biogas was studied using the Optima-7 Biogas gas analyzer. (Results and discussion) The article presents a process model and a technical appearance of an installation for producing gas motor fuel from the biogas of anaerobic digestion of organic waste of the agro-industrial complex. The hydrate formation time depends on the increase in the interfacial surface and the movement of gas bubbles relative to the liquid, which can be regulated by acting on the hydrate formation zone (shock wave, electromagnetic, mechanical, chemical, temperature). (Conclusions) The research results can be used in modeling processes in two-phase media during the formation of gas hydrates and the creation of installations for their production.*

Keywords: *biogas, gas motor fuel, methane, artificial gas hydrates, thermobaric conditions, installation.*

For citation: Grigor'yev V.S., Romanov I.V. Perspektivy polucheniya gazovogo motornogo topliva iz biogaza anaerobnogo sbrzhivaniya otkhodov APK [Prospects for obtaining gas motor fuel from biogas of anaerobic digestion of agricultural waste]. Tekhnicheskii servis mashin. 2021. Vol. 59. N3(144). 22-31 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-22-31

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-32-39

УДК 621.43-33:531.1

КИНЕМАТИКА ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ДВИГАТЕЛЯ HYUNDAI С РЕГУЛИРУЕМЫМ ВРЕМЕНЕМ РАБОТЫ КЛАПАНОВ

¹*Алексей Генрихович Иванов, кандидат технических наук,
доцент, e-mail: ivalgen@inbox.ru;*

¹*Николай Гайсович Касимов, кандидат технических наук, доцент;*

¹*Александр Владимирович Костин, кандидат технических наук,
доцент;*

¹*Ренат Равилевич Шакиров, кандидат технических наук, доцент;*

²*Роман Владимирович Чернухин, кандидат технических наук*

¹*Ижевская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Ижевск, Российская Федерация*

Реферат. Повышение эффективности работы современных двигателей внутреннего сгорания идет в направлении оптимизации фаз газораспределения с целью их подстройки под условия эксплуатации автотранспорта. В компании Hyundai заявили о разработке первого серийного двигателя с непрерывно изменяемым временем работы клапанов – *Continuously Variable Valve Duration*. (Цель исследования) Провести кинематический анализ газораспределительного механизма с регулируемым временем работы клапанов, выявить теоретические возможности данного механизма по сравнению с информацией, представленной в рекламе. (Материалы и методы) Использовали в работе методы кинематического анализа рычажных механизмов. (Результаты и обсуждение) Отметили, что анализ конструкции газораспределительного механизма с регулируемым временем работы клапанов позволил выбрать подходящую структурную схему, эквивалентную исходному механизму. Подобрали наиболее эффективную методику кинематического анализа данного механизма и разработали на ее основе программу расчета углов поворота кулачка и вала газораспределительного механизма. (Выводы) Двигатель с системой регулирования времени работы клапана позволяет более эффективно подстраивать степень наполнения цилиндров в зависимости от условий работы за счет переменной фазы поворота распредвала (коленчатого вала). Предлагаемая компанией Hyundai система регулирования времени работы клапанов должна работать только с механизмом регулирования фаз газораспределения, так как при изменении скорости вращения кулачка он начинает работать не в той фазе, которая должна быть в данный момент времени. При медленном вращении кулачка он отстает по фазе от вала газораспределительного механизма, а при быстром вращении кулачка происходит опережение по фазе вала газораспределительного механизма.

Ключевые слова: кулачок, фазовращатель, кулиса, вал газораспределительного механизма, толкатель, двигатель, цикл, фаза.

Для цитирования: Иванов А.Г., Касимов Н.Г., Костин А.В., Шакиров Р.Р., Чернухин Р.В. Кинематика газораспределительного механизма двигателя Hyundai с регулируемым временем работы клапанов // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N3(144). С. 32-39. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-32-39

KINEMATICS OF THE DISTRIBUTION MECHANISM OF THE HYUNDAI ENGINE WITH ADJUSTABLE VALVE OPERATING TIME

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

¹Nikolay G. Kasimov, Ph.D.(Eng.), associate professor;

¹Aleksandr V. Kostin, Ph.D.(Eng.), associate professor;

¹Renat R. Shakirov, Ph.D.(Eng.), associate professor;

²Roman V. Chernukhin, Ph.D.(Eng.)

¹Izhevsk State Agricultural Academy,

Izhevsk, Russian Federation

²Novosibirsk State Technical University,

Novosibirsk, Russian Federation

Abstract. Increasing the efficiency of modern internal combustion engines is going in the direction of optimizing the gas distribution phases in order to adjust them to the operating conditions of motor vehicles. Hyundai has announced the development of the first production engine with continuously variable valve operation time – *Continuously Variable Valve Duration*. (Research purpose) The research purpose is in conducting a kinematic analysis of the gas distribution mechanism with an adjustable valve operating time, identifying the theoretical possibilities of this mechanism in comparison with the information provided in the prospects. (Materials and methods) The methods of kinematic analysis of lever mechanisms were used in the work. (Results and discussion) The analysis of the design of the gas distribution mechanism with an adjustable valve operating time made it possible to choose a suitable structural scheme that is equivalent to the original mechanism. The article presents the most effective method of kinematic analysis of this mechanism and developed on its basis a program for calculating the angles of rotation of the cam and the shaft of the gas distribution mechanism. (Conclusions) An engine with a valve operating time control system allows you to more effectively adjust the cylinder filling depending on the operating conditions due to the variable phase of rotation of the camshaft. The valve timing control system offered by Hyundai should only work with the valve timing control mechanism, since when the cam rotation speed changes, it starts working in the wrong phase that should be at a given time. With a slow rotation of the cam, it lags behind in phase

from the shaft of the gas distribution mechanism, and with a fast rotation of the cam, on the contrary, the phase advance of the shaft of the gas distribution mechanism occurs.

Keywords: cam, phase shifter, linkage, gas distribution mechanism shaft, pusher, engine, cycle, phase.

For citation: Ivanov A.G., Kasimov N.G., Kostin A.V., Shakirov R.R., Chernukhin R.V. Kinematika gazoraspredelitel'nogo mekhanizma dvigatelya Hyundai s reguliruyemym vremenem raboty klapanov [Kinematics of the distribution mechanism of the Hyundai engine with adjustable valve operating time]. Tekhnicheskiy servis mashin. 2021. Vol. 59. N3(144). 32-39 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-32-39

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-40-48 УДК 631.153:006.057

ГАРМОНИЗАЦИЯ КАК ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА

Вера Александровна Казакова, младший научный сотрудник

e-mail: lab-stand@mail.ru

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,

Москва, Российская Федерация

Реферат. Гармонизация стандартов по современным методам организации технического обслуживания и ремонта, передовые приемы сервиса сельскохозяйственных машин (тракторов, дизелей, комбайнов и других) актуализирует перечень нормативных документов, необходимых при сертификации сельскохозяйственной техники. (Цель исследования) Повысить эффективность качества ремонта, технического обслуживания и работ при сертификации тракторов и сельскохозяйственной техники с учетом новых тенденций за счет уточнения перечня контролируемых показателей технической и информационной совместимости в соответствии с приоритетными направлениями стандартизации, установления перечня обязательных регламентных работ при сертификации качества ремонта, направленных на техническую и экологическую безопасность, а также повышения конкурентоспособности российских товаров на внутреннем и региональных рынках. (Материалы и методы) Отметили, что специфика работы заключается в публичном обсуждении проектов стандартов, экспертизе специалистами инженерной службы и сельхозмашиностроения, заинтересованными организациями и предприятиями Российской Федерации и организациями в государствах – членах Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации Содружества независимых государств и детальном анализе полученных предложений. (Результаты и обсуждение) Подготовили окончательные редакции проектов стандартов, соответствующие условиям современного состояния машинно-технического парка и инженерной службы агропромышленного комплекса. Составили сводки отзывов организаций России и стран Содружества; проекты окончательной редакции стандартов будут направлены на редактирование и утверждение в Росстандарт. (Выводы) Впервые были унифицированы виды, основные правила и технические требования к проведению процедуры сдачи в ремонт и выпуска из ремонта тракторов, дизелей, комбайнов и других машин, предназначенных для полевых работ. Реализация данных требований позволит повысить качество ремонта, надежность и межремонтный ресурс машинно-тракторного парка агропромышленного комплекса.

Ключевые слова: стандарт, тракторы, комбайны, дизели, техническое обслуживание, ремонт, сертификация.

Для цитирования: Казакова В.А. Гармонизация как перспектива развития стандартизации в области технического сервиса // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N3(144). С. 40-48. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-40-48

HARMONIZATION PERSPECTIVE FOR THE DEVELOPMENT OF STANDARDIZATION IN THE FIELD OF TECHNICAL SERVICE

Vera A. Kazakova, junior researcher

IFederal Scientific Agroengineering Center VIM,

Moscow, Russian Federation

Abstract. Harmonization of standards for modern methods of organization of maintenance and repair, advanced methods of service of agricultural machines (tractors, diesels, combines and others) updates the list of regulatory documents required for the certification of agricultural machinery. (Research purpose) The research purpose is in increasing the quality of repair, maintenance and work in the certification of tractors and agricultural machinery, taking into account new trends by clarifying the list of controlled indicators of technical and information compatibility in accordance with the priority areas of standardization, establishing a list of mandatory routine maintenance work in the certification of repair quality aimed at technical and environmental safety, as well as increasing the competitiveness of Russian goods in the domestic and regional markets. (Materials and methods) The specifics of the work consists in public discussion of draft standards and expertise by specialists of the engineering service and agricultural machinery, interested organizations and enterprises of the Russian Federation and organizations in the member states of the Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification of the Commonwealth of Independent States and a detailed analysis of the proposals received. (Results and discussion) The article presents the final versions of the draft standards that meet the conditions of the current state of the machine-technical park and the engineering service of the agro-industrial complex. It summaries of reviews from organizations in Russia and the CIS countries; the draft final version of the standards will be sent for editing and approval to Rosstandart. (Conclusions) For the first time, the types, basic rules and technical requirements for carrying out the procedure for putting into repair and releasing from repair tractors, diesel engines, combines and other machines intended for field work were unified. The implementation of these requirements will improve the quality of repair, reliability and the inter-repair resource of the machine and tractor fleet of the agro-industrial complex.

Keywords: standard, tractors, combines, diesels, maintenance, repair, certification.

For citation: Kazakova V.A. Garmonizatsiya kak perspektiva razvitiya standartizatsii v oblasti tekhnicheskogo servisa [Harmonization perspective for the development of standardization in the field of technical service]. Tekhnicheskii servis mashin. 2021. Vol. 59. N3(144). 40-48 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-40-48

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-49-55

УДК 631.3

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОТКАЗНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ГИДРОПРИВОДА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

*Алексей Алексеевич Соломашкин, ведущий специалист,
e-mail: littor2013@gmail.com;*

*Азамат Фанилович Ильмухаметов, аспирант
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация*

Реферат. Определили существующие типы диагностирования неисправности самоходной сельскохозяйственной техники. Отметили, что учет скорости изнашивания одноименных деталей при определении допустимых износов при их ресурсном диагностировании представляет собой актуальную проблему. Дали определение ресурсного параметра и его влияния на показатели надежности деталей машин. (Цель исследования) Определить основные принципы стратегии технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники с целью обеспечения контроля технического состояния деталей машин, в частности, для повышения безотказности деталей гидропривода. (Материалы и методы) Проанализировали варианты стратегий технического обслуживания, недостатки и преимущества каждой из них. (Результаты и обсуждение) Представили стандартные стратегии проведения технического обслуживания: по потребности, планово-предупредительная, по состоянию и установили оптимальный тип технического обслуживания с учетом скорости изнашивания каждой конкретной детали. Выполнили анализ алгоритма проведения технического обслуживания в каждом случае индивидуально. Отметили, что допуск устанавливают исходя из условия: если текущее значение контролируемого ресурсного параметра при очередном диагностировании окажется меньше установленного значения, то такая деталь при текущем значении скорости изнашивания сможет доработать до следующей межконтрольной проверки. (Выводы) Выбор стратегии технического обслуживания играет важную роль в повышении безотказности деталей гидропривода сельскохозяйственных машин. Была разработана стратегия, в которой учитывается скорость изнашивания каждой конкретной детали и выбраковка ведется с учетом скорости изнашивания каждой детали в отдельности. Детали с большой скоростью изнашивания выбраковываются первыми, а детали с малой – последними.

Ключевые слова: гидропривод, сельскохозяйственная техника, стратегии технического обслуживания и ремонта, система допусков, ресурсный параметр, повышение безотказности, диагностирование технического состояния.

Для цитирования: Соломашкин А.А., Ильмухаметов А.Ф., Повышение безотказности деталей гидропривода сельскохозяйственных машин // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N3(144). С. 49-55. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-49-55

INCREASING THE RELIABILITY OF HYDRAULIC DRIVE PARTS OF AGRICULTURAL MACHINES

*Aleksey A. Solomashkin, leading specialist;
Azamat F. Il'mukhametov, postgraduate
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,
Moscow, Russian Federation*

Abstract. *The article identifies the existing types of troubleshooting of self-propelled agricultural machinery. Taking into account the wear rate of the same type of parts from the group of parts of the same name when determining the permissible wear during their resource diagnostics is an urgent problem. The article presents the resource parameter and its influence on the reliability indicators of machine parts. (Research purpose) The research purpose is in determining the basic principles of the strategy of maintenance and repair of agricultural machinery in order to ensure control of the technical condition of machine parts, in particular, to increase the reliability of hydraulic drive parts. (Materials and methods) The article presents the options for maintenance strategies, the disadvantages and advantages of each of them. (Results and discussion) The article presents standard maintenance strategies: according to the need, planned preventive, according to the condition and justifies the optimal type of maintenance, taking into account the wear rate of each specific part. Authors performed an analysis of the algorithm for carrying out maintenance in each case individually. The tolerance is set based on the condition: if the current value of the controlled resource parameter during the next diagnosis turns out to be less than the set value, then such a part at the current value of the wear rate will be able to refine it until the next inter-control check. (Conclusions) The choice of a maintenance strategy has an important role in increasing the reliability of hydraulic drive parts of agricultural machines. A strategy has been developed that takes into account the wear rate of each specific part and the culling is carried out taking into account the wear rate of each part individually. Parts with a high wear rate are rejected first, and parts with a low wear rate are the last.*

Keywords: *hydraulic drive, agricultural machinery, maintenance and repair strategies, tolerance system, resource parameter, increased reliability, diagnostics of technical condition.*

For citation: Solomashkin A.A., Il'mukhametov A.F. Povysheniye bezotkaznosti detaley gidroprivoda sel'skokhozyaystvennykh mashin [Increasing the reliability of hydraulic drive parts of agricultural machines]. Tekhnicheskii servis mashin. 2021. Vol. 59. N3(144). 49-55 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-49-55

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-56-63

УДК 635.65:631.33.024.3

КЛАССИФИКАЦИЯ ДВУХДИСКОВЫХ СОШНИКОВ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ И КОНСТРУКТИВНЫМ ПАРАМЕТРАМ

¹*Владимир Романович Петровец, доктор технических наук, профессор;*

¹*Николай Иванович Дудко, кандидат технических наук, профессор;*

¹*Виктор Васильевич Амеличев, аспирант;*

²*Василий Михайлович Кузюр, кандидат технических наук, доцент;*

²*Сергей Иванович Будко, кандидат технических наук,*

доцент, e-mail: s.budko.32@bk.ru

¹*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,*

г. Горки, Республика Беларусь

Реферат. Качественный сев зерновых культур зависит от конструкции рабочих органов сельскохозяйственных машин. На основании аналитических исследований предложили разработать новую классификацию отдельных конструктивных элементов сошников и их технологических параметров. (Цель исследования) Усовершенствовать цифровую классификационную таблицу признаков сошников, структура и форма представления которой позволяла бы легко дополнять признаки, характеризующие изучаемый рабочий орган, не изменяя ее алгоритма образования. (Материалы и методы) Отметили, что сошник можно рассматривать как систему, состоящую из совокупности отдельных конструктивных и технологических признаков, тесно связанных между собой. Проанализировали по предлагаемой классификации двухдисковый сошник, предложили систему цифрового кодирования. Настоящая классификация позволяет включать не только известные типы сошников, но и прогнозировать новые конструкции под заданные технологические параметры. (Результаты и обсуждение) Указали, что признаки и свойства сошников в матрице расположены соответственно по вертикали и горизонтали и рассматриваются во взаимодействии, сошники одного класса многими признаками и свойствами связаны с сошниками другого класса. Данная классификация позволяет заменить существующие громоздкие классификации обычными цифрами, провести цифровое кодирование любых сошников посевных машин. (Выводы) Предлагаемая классификация дает возможность применять цифровое кодирование всего многообразия признаков и свойств существующих и новых конструкций двухдисковых сошников, задействовать компьютерные технологии для поиска, хранения и переработки информации по ним. Классификация используется для выбора рациональной конструкции рабочего органа.

Ключевые слова: сошник, классификация, устройство, посев, диск, угол атаки.

Для цитирования: Петровец В.Р., Дудко Н.И., Амеличев В.В., Кузюр В.М., Будко С.И. Классификация двухдисковых сошников по технологическим и конструктивным параметрам // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N3(144). С. 56-63. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-56-63

CLASSIFICATION OF TWO-DISC COULTERS BY TECHNOLOGICAL AND DESIGN PARAMETERS

¹Vladimir R. Petrovets, Dr.Sc.(Eng.), professor;

¹Nikolay I. Dudko, Ph.D.(Eng.), professor;

¹Viktor V. Amelichev, postgraduate;

²Vasiliy M. Kuzyur, Ph.D.(Eng.), associate professor;

²Sergey I. Budko, Ph.D.(Eng.), associate professor

¹Belarusian State Agricultural Academy, Gorki, Republic of Belarus

Bryansk State Agrarian University, Bryansk, Russian Federation

Abstract. High-quality sowing of grain crops depends on the design of the working bodies of agricultural machines. Based on analytical studies, it was proposed to develop a new classification of individual structural elements of coulters and their technological parameters. (Research purpose) The research purpose is in improvement of the digital classification table of coulters signs, the structure and form of representation of which would allow easily complementing the signs characterizing the studied working body without changing its formation algorithm. (Materials and methods) The coulters can be considered as a system consisting of a combination of individual design and technological features that are closely related to each other. A two-disc coulters was analyzed according to the proposed classification, and a digital coding system was proposed. This classification allows us to include not only the known types of coulters, but also to predict new designs for the specified technological parameters. (Results and discussion) The features and properties of coulters in the matrix are located vertically and horizontally, respectively, and are considered in interaction, coulters of one class are associated with many features and properties of coulters of another class. This classification allows you to replace the existing large classifications with ordinary numbers, to conduct digital coding of any coulters of sowing machines. (Conclusions) The proposed classification allows us to apply digital coding of the entire variety of features and properties of existing and new designs of two-disc coulters, to use computer technologies for searching, storing and processing information on them. The classification is used to select a rational design of the working body.

Keywords: coulters, classification, device, seeding, disc, attack angle.

For citation: Petrovets V.R., Dudko N.I., Amelichev V.V., Kuzyur V.M., Budko S.I. Klassifikatsiya dvukhdiskovykh soshnikov po tekhnologicheskim i kon-struktivnym parametram [Classification of two-disc coulters by technological and design parameters]. Tekhnicheskii servis mashin. 2021. Vol. 59. N3(144). 56-63(In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-56-63

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕМОНТНО-ОБСЛУЖИВАЮЩЕЙ БАЗЫ АПК

*Юрий Владимирович Катаев, кандидат технических наук,
доцент, ведущий научный сотрудник;*

*Валерий Сергеевич Герасимов, ведущий специалист,
e-mail: rosagroserv@list.ru;*

*Владимир Ильич Игнатов, доктор технических наук,
главный специалист,*

Зоя Николаевна Мишина, старший научный сотрудник;

Николай Константинович Баулин, инженер

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

Реферат. В настоящее время ремонтная отрасль практически во всех странах вступила в переломный период, характеризующийся необходимостью сочетать и использовать различные стратегии и технологии технического обслуживания и ремонта для новой техники, а также техники, выпущенной много лет назад. (Цель исследования) Проанализировать состояние ремонтно-обслуживающей базы агропромышленного комплекса и обосновать возможности ее модернизации с использованием интеллектуальных технологий. (Материалы и методы) Применены методы обобщения данных различных служб агропромышленных формирований отдельных регионов, материалы научно-технической литературы и научно-исследовательских разработок, в том числе авторских, изучили данные о практическом использовании инженерными службами агропромышленного комплекса регионов современных ресурсосберегающих технологий при проведении ремонта и сервисно-технологических услуг. (Результаты и обсуждение) Отметили, что недостаточность информации о состоянии ремонтно-обслуживающей базы затрудняет определение всех критериев, связанных с переходом производителей на контракт всего жизненного цикла. Получение информации о состоянии ремонтно-обслуживающей базы агропромышленного комплекса – очень важный этап, способствующий началу модернизации данной базы и привлечению к модернизации не только государства, но и производителей сельхозтехники. (Выводы) Результаты исследований показали, что технологический уровень предприятий ремонтно-обслуживающей базы сельского хозяйства за последние годы существенно снизился, и это повлияло на снижение показателей технической готовности, что подтверждает необходимость проведения исследований и реализации на практике основных мероприятий, связанных с модернизацией указанной ремонтно-обслуживающей базы.

Ключевые слова: ремонтно-обслуживающая база, сервис, структура, ремонт, предприятие, техника, система жизнеобеспечения техники.

Для цитирования: Катаев Ю.В., Герасимов В.С., Игнатов В.И., Мишина З.Н., Баулин Н.К. Оптимизация ремонтно-обслуживающей базы АПК // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N3(144). С. 64-71. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-64-71

OPTIMIZATION OF THE REPAIR AND MAINTENANCE BASE OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

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

Valeriy S. Gerasimov, leading specialist;

Vladimir I. Ignatov, Dr.Sc.(Eng.), chief specialist;

Zoya N. Mishina, senior researcher; Nikolay K. Baulin, engineer

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. The repair industry in almost all countries has entered a critical period, characterized by the need to combine and use various strategies and technologies for maintenance and repair of new equipment, as well as equipment produced many years ago. (Research purpose) The research purpose is in analyzing the state of the repair and maintenance base of the agro-industrial complex and justifying the possibilities of its modernization using intelligent technologies. (Materials and methods) Authors used methods of generalizing data from various services of agro-industrial formations of individual regions, materials of scientific and technical literature and research developments, studied data on the practical use of modern resource-saving technologies by engineering services of the agro-industrial complex of the regions when carrying

out repairs and service and technological services. (Results and discussion) The lack of information about the state of the repair and maintenance base makes it difficult to determine all the criteria associated with the transition of manufacturers to a contract of the entire life cycle. Obtaining information about the state of the repair and maintenance base of the agro-industrial complex is a very important stage that contributes to the modernization of this base and attracting not only the governments, but also agricultural machinery manufacturers to modernization. (Conclusions) The technological level of the enterprises of the repair and maintenance base of agriculture has significantly decreased in recent years, and this has affected the decline in technical readiness indicators, which confirms the need to conduct research and implement in practice the main measures related to the modernization of the specified repair and maintenance base.

Keywords: repair and maintenance base, service, structure, repair, enterprise, machinery, machinery life cycle system.

For citation: Katayev Yu.V., Gerasimov V.S., Ignatov V.I., Mishina Z.N., Baulin N.K. Optimizatsiya remontno-obsluzhivayushchey bazy APK [Optimization of the repair and maintenance base of the agro-industrial complex]. Tekhnicheskii servis mashin. 2021. Vol. 59. N3(144). 64-71(In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-64-71

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-72-81

УДК 631.3

КОНЦЕПЦИЯ УТИЛИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ И ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ

*Юрий Владимирович Катаев, кандидат технических наук,
доцент, ведущий научный сотрудник;*

*Валерий Сергеевич Герасимов, ведущий специалист,
e-mail: rosagroserv@list.ru;*

*Владимир Ильич Игнатов, доктор технических наук,
главный специалист;*

*Николай Константинович Баулин, инженер
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация*

Реферат. В широком смысле утилизация сельскохозяйственной техники представляет собой совокупность технических, организационно-экономических, правовых, финансовых и экологических мероприятий для обеспечения эффективной утилизации сельскохозяйственной техники, ее агрегатов (узлов технической базы) на завершающем этапе жизненного цикла с целью максимального вовлечения в хозяйственный оборот. (Цель исследования) Проанализировать работы зарубежных и отечественных авторов, связанные с формированием ресурсосберегающей, экологоориентированной системы утилизации техники. (Материалы и методы) Провели разноплановые исследования по различным направлениям, в которых использовали разноплановые материалы и методики. Изучили большой объем данных, характеризующих возможности создания в агропромышленном комплексе России системы утилизации сельскохозяйственной техники, исходя из состояния аграрного машинотракторного парка, его возрастных характеристик и возможности предприятий инженерной структуры осуществлять данный род деятельности. Обработали полученную информацию с применением методов статистического анализа. (Результаты и осуждение) Отметили, что разработанная концепция определяет необходимость создания в агропромышленном комплексе России видовой (отраслевой) системы утилизации сельскохозяйственной техники как составляющей единой системы утилизации техники. (Выводы) Проведенное исследование показало, что Россия существенно отстает от зарубежных стран в решении проблемы утилизации техники, поэтому оптимальным вариантом можно считать отработку механизма утилизации в процессе создания локальной (отраслевой) системы утилизации на региональном уровне. Это позволит в относительно короткий срок с минимальными затратами различного рода ресурсов отработать элементы национальной системы утилизации выведенной из эксплуатации техники. Определили величину субсидий для создания в России видовой системы утилизации сельскохозяйственной техники.

Ключевые слова: рециклинг, циркулярная экономика, утилизация от-ходов, выведенная из эксплуатации техника, экология, хозяйственный оборот, сельхозмашиностроение, инженерная сфера АПК.

Для цитирования: Катаев Ю.В., Герасимов В.С., Игнатов В.И., Баулин Н.К. Концепция утилизации сельскохозяйственной техники и общие принципы ее проведения // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N3(144). С. 72-81. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-72-81

THE CONCEPT OF RECYCLING OF AGRICULTURAL MACHINERY AND THE GENERAL PRINCIPLES OF ITS IMPLEMENTATION

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

Valeriy S. Gerasimov, leading specialist;

Vladimir I. Ignatov, Dr.Sc.(Eng.), chief specialist;

Nikolay K. Baulin, engineer

Federal Scientific Agroengineering Center VIM,

Moscow, Russian Federation

Abstract. *In a broad sense, the utilization of agricultural machinery is a set of technical, organizational, economic, legal, financial and environmental measures to ensure the effective utilization of agricultural machinery, its aggregates (components of the technical base) at the final stage of the life cycle in order to maximize involvement in economic turnover. (Research purpose) The research purpose is in analyzing the work of foreign and domestic authors related to the formation of a resource-saving, environmentally-oriented system for recycling equipment. (Materials and methods) The article presents diverse studies in various areas, in which various materials and methods were used. Authors used a large amount of data characterizing the possibilities of creating a system for recycling agricultural machinery in the agro-industrial complex of Russia, based on the state of the agricultural machine-tractor fleet, its age characteristics and the ability of engineering enterprises to carry out this type of activity. The obtained information was processed using statistical analysis methods. (Results and condemnation) The developed concept determines the necessity of creating a specific (industry-specific) system for the disposal of agricultural machinery in the agro-industrial complex of Russia as a component of a unified system for the disposal of machinery. (Conclusions) The conducted research showed that Russia is significantly lagging behind foreign countries in solving the problem of recycling equipment, so the best option can be considered to be working out the recycling mechanism in the process of building a local (industry) recycling system at the regional level. This will allow us to work out the elements of the national system for the disposal of decommissioned equipment in a relatively short time with minimal expenditure of various kinds of resources. The article presents the amount of subsidies for the creation of a specific system for the disposal of agricultural machinery in Russia.*

Keywords: *recycling, circular economy, waste disposal, decommissioned equipment, ecology, economic turnover, agricultural machinery, agricultural engineering.*

For citation: *Katayev Yu.V., Gerasimov V.S., Ignatov V.I., Baulin N.K. Kontseptsiya utilizatsii sel'skokhozyaystvennoy tekhniki i obshchiye printsipy ee provedeniya [The concept of recycling of agricultural machinery and the general principles of its implementation]. Tekhnicheskiy servis mashin. 2021. Vol. 59. N3(144). 72-81(In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-72-81*

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-84-93

УДК 621.7

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ПОДБОР РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОДОВ, ПОЛУЧЕННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ

Илья Владимирович Романов, младший научный сотрудник,

e-mail: gosniti1953@mail.ru

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,

Москва, Российская Федерация

Реферат. *Электроискровая обработка поверхностей широко применяется в ремонтном производстве. Ее высокая универсальность обеспечивается широким диапазоном регулирования электрических режимов и возможностью применения всех токопроводящих материалов в качестве электродов. Подбор оптимальных электрических режимов установки электроискровой обработки важен для получения качественных покрытий при использовании конкретного электрода. Особенно остро эта проблема стоит для новых электродных*

материалов, полученных из отходов машиностроительных производств, поскольку такие электроды еще мало изучены. (Цель исследования) Подобрать экспериментально оптимальные режимы электроискровой обработки стальных деталей для каждого из рассматриваемых электродов с целью использования полученных данных в дальнейших исследовательских работах. (Материалы и методы) Рассмотрели электроды из бронзы марки БрАЖ9-4 по ГОСТ 18175-78 и из вторичного бронзового порошка. Покрытия наносили с помощью установки для электроискровой обработки «Вестрон» тип АИ-007 на стальные образцы. Использовали аналитические весы Acculab ALC-210d4 и микрометр МГ Н25 ГОСТ 6507-90. (Результаты и обсуждение) Отметили, что все покрытия наносили на образцы с равной площадью в три слоя при разных режимах обработки. Проводили измерения прироста толщины и массы материала электрода на поверхности образца. По результатам работ были получены формулы и построены графики. (Выводы) Для каждого электрода определили оптимальный режим электроискровой обработки, который в дальнейшем поможет сравнить электроды по качеству образуемого покрытия. Эксплуатационные характеристики спеченного вторичного бронзового порошка, почти аналогичные характеристикам стандартных материалов, доказывают целесообразность получения таких порошков описанным выше энергоэффективным методом.

Ключевые слова: электроискровая обработка, электрод, бронза, электроэрозионное диспергирование, вторичные материалы, отходы, подбор режимов, перенос материала.

Для цитирования: Романов И.В. Экспериментальный подбор режимов электроискровой обработки для электродов, полученных различными методами // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N3(144). С. 84-93. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-84-93

EXPERIMENTAL SELECTION OF ELECTRIC SPARK TREATMENT FOR ELECTRODES OBTAINED BY VARIOUS METHODS

*Ilya V. Romanov, junior researcher
Federal Scientific Agroengineering
Center VIM, Moscow, Russian Federation*

Abstract. Electric spark surface treatment is widely used in repair production. Its high versatility is ensured by a wide range of electrical modes and the possibility of using all conductive materials as electrodes. The selection of optimal electrical modes of the electric spark processing installation is important for obtaining high-quality coatings when using a specific electrode. This problem is especially acute for new electrode materials obtained from machine-building waste, since such electrodes are still poorly studied. (Research purpose) The research purpose is in experimentally selecting optimal modes of electric spark processing of steel parts for each of the electrodes under consideration for using the obtained data in further research. (Materials and methods) The article presents electrodes made of bronze grade BrAZh9-4 according to GOST 18175-78 and from secondary bronze powder. The coatings were applied using the Vestron AI-007 electric spark treatment unit on steel samples. The analytical scales Acculab ALC-210d4 and the micrometer MG H25 GOST 6507-90 were used. (Results and discussion) All coatings were applied to samples with an equal area in three layers under different processing modes. The increase in the thickness and mass of the electrode material on the sample surface was measured. The article presents formulas and graphs based on the results of the work. (Conclusions) For each electrode, the optimal mode of electric spark processing was chosen, which would further help to compare the electrodes by the quality of the coating formed. The performance characteristics of sintered secondary bronze powder, almost similar to the characteristics of standard materials, prove the feasibility of obtaining such powders by the energy-efficient method described above.

Keywords: electric spark processing, electrode, bronze, electroerosive dispersion, secondary materials, waste, selection of modes, material transfer.

For citation: Romanov I.V. Eksperimental'nyy podbor rezhimov elektroiskrovoy obrabotki dlya elektrodov, poluchennykh razlichnymi metodami [Experimental selection of electric spark treatment for electrodes obtained by various methods]. Tekhnicheskii servis mashin. 2021. Vol. 59. N3(144). 84-93 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-84-93

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-94-99

УДК 621.9.048

ПЕРСПЕКТИВЫ УПРОЧНЕНИЯ НОЖЕЙ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ УСТАНОВОК ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

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

Реферат. Основная цель сельского хозяйства – получение продукции, однако не менее важная задача – ее переработка. На перерабатывающих предприятиях измельчение и резка представляют собой главнейший технологический процесс. (Цель исследования) Провести анализ рынка ножей перерабатывающих машин, их ценообразования, ресурса и описать экономическую эффективность нанесения упрочняющих покрытий. (Материалы и методы) Использовали цифровой метод поиска через сеть Интернет предприятий, выпускающих ножи для перерабатывающих машин, типов ножей и их характеристик. (Результаты и обсуждение) Отметили, что для измельчения продукции в агрегатах промышленных установок используют специализированные ножи. Указали, что поскольку ножи представляют собой расходную позицию, к технологии их замены предъявляются требования по простоте процесса, невысокой стоимости и небольшим временным затратам. Данные требования совместно со специфическими, определяемыми технологией, формируют конструкцию ножей. Показали, что эффективность перерабатывающей машины напрямую зависит от состояния ее рабочих органов. Замена изношенных элементов сопровождается большими трудозатратами, что приводит к снижению производительности труда и к неоправданным простоям техники в ремонте, а в конечном итоге – к снижению прибыли предприятия. (Выводы) Упрочнение ножей методом борирования с использованием нагрева токами высокой частоты позволит увеличить производительность перерабатывающей сельхозтехники и даст экономический эффект за счет увеличения ресурса и более низкой стоимости изготовления упрочненных ножей по сравнению с импортными, который составляет 0,32 миллиардов рублей. За счет снижения себестоимости отечественных ножей можно получить экономию на одном ноже 1960 рублей при условии отказа от закупок импортных ножей.

Ключевые слова: экономический эффект, нож, перерабатывающая промышленность, износостойкость, ресурс, упрочнение, переработка, импортозамещение.

Для цитирования: Аулов В.Ф., Рожков Ю.Н., Лялякин В.П. Перспективы упрочнения ножей измельчителей промышленных установок перерабатывающей отрасли // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N3(144). С. 94-99. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-94-99

PROSPECTS OF STRENGTHENING OF SHREDDERS KNIVES OF INDUSTRIAL INSTALLATIONS

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

Abstract. The main goal of agriculture is to obtain products, but its processing is no less important. At processing enterprises, grinding and cutting are the most important technological process. (Research purpose) The research purpose is in analyzing the market of knives of processing machines, their pricing, resource and describing the economic efficiency of applying strengthening coatings. (Materials and methods) Authors used a digital method of searching through the Internet for enterprises that produce knives for processing machines, types of knives and their characteristics. (Results and discussion) Specialized knives are used for grinding products in the industrial plants. Since knives are a consumable item, the technology of their replacement is subject to requirements for the simplicity of the process, low cost and low labor cost. These requirements, together with the specific ones determined by the technology, form the design of the knives. The efficiency of the processing machine directly depends on the state of its working organs. Replacement of worn-out elements is accompanied by large labor costs, which leads to a decrease in labor productivity and to downtime of equipment in repair, and ultimately – to a decrease in the profit of the enterprise. (Conclusions) The hardening of knives by the borating method using high-frequency heating will increase the productivity of agricultural machinery and will give an economic effect up to 0.32 billion rubles due to an increase in the resource and a lower cost of manufacturing hardened knives compared to imported ones. By reducing the cost of domestic knives, you can get savings on one knife of 1960 rubles, provided that you refuse to purchase imported knives.

Keywords: *economic effect, knife, processing industry, wear resistance, resource, hardening, processing, import substitution.*

For citation: Aulov V.F., Rozhkov Yu.N., Lyalyakin V.P. Perspektivy uprochneniya nozhey izmel'chiteley promyshlennykh ustanovok pererabatyvayushchey otrasli [Prospects of strengthening of shredders knives of industrial installations]. Tekhnicheskij servis mashin. 2021. Vol. 59. N3(144). 94-99 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-94-99

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-100-107 УДК 665.939.5

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА И РАЗМЕРОВ ФРАКЦИЙ ГРАВИЙНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ КОМПОЗИТА С ЭПОКСИДНОЙ МАТРИЦЕЙ НА ХАРАКТЕР ЕГО ИЗНОСА

*Александр Михайлович Михальченков,
доктор технических наук, профессор;
Анна Анатольевна Тюрева, кандидат технических наук,
доцент кафедры, e-mail: annatyureva@yandex.ru;
Иван Александрович Борщевский, магистрант;
Лариса Сергеевна Киселёва, старший преподаватель
Брянский государственный аграрный университет,
г. Брянск, Российская Федерация*

Реферат. *Широкое распространение композиционных материалов на полимерной основе позволило заменить дорогостоящие металлические сплавы, увеличить прочностные показатели конструкций, а также повысить триботехнические свойства. Их применение в качестве защитных покрытий для конструктивных элементов, эксплуатирующихся в абразивной среде, дало хорошие результаты с точки зрения увеличения стойкости к изнашиванию, что особенно важно для деталей почвообрабатывающих орудий. (Цель исследования) Изучить влияние состава и размеров фракций гравийного наполнителя композита с эпоксидной матрицей на характер его изнашивания. (Материалы и методы) Рассмотрели пять композиционных материалов с различным составом. Указали, что опытные образцы представляли собой полые цилиндры с размерами, обеспечивающими площадь контактирования, необходимую для прохождения всех процессов, характерных для абразивного изнашивания. Отметили, что абразивный состав состоял из смеси песка и гравия с размерами фракций около 30-40 миллиметров. (Результаты и обсуждение) Установили, что изменения величины износа во времени носит прямо-пропорциональную зависимость и это подтверждает классические взгляды на процесс изнашивания. Провели эксперименты на установке собственной конструкции. (Выводы). Протекание износа во времени для опытных композитов одинаков и выражается прямолинейной зависимостью; максимальная износостойкость у композита, частицы гравия которого имеют размер 2,25 миллиметров при его содержании в матрице около 60 массовых частей. При этом гравий с эффективным диаметром 2,25 миллиметров создает оптимальные условия для самоорганизации процесса износа и обеспечивает сравнительно низкое значение коэффициента трения.*

Ключевые слова: *состав композита, гравийный наполнитель, размер фракций, эпоксидно-гравийный композит, характер износа.*

Для цитирования: Михальченков А.М., Тюрева А.А., Борщевский И.А., Киселёва Л.С. Влияние состава и размеров фракций гравийного наполнителя композита с эпоксидной матрицей на характер его износа // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N3(144). С. 100-107. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-100-107

THE INFLUENCE OF THE COMPOSITION AND SIZE OF THE FRACTIONS OF THE COMPOSITE GRAVEL FILLER WITH AN EPOXY MATRIX ON ITS WEAR

*Aleksandr M. Mikhal'chenkov, Dr.Sc.(Eng.), professor;
Anna A. Tyureva, Ph.D.(Eng.), associate professor;*

Abstract. *The widespread use of polymer-based composite materials made it possible to replace expensive metal alloys, increase the strength indicators of structures and improve tribotechnical properties. Their use as protective coatings for structural elements operating in an abrasive environment has yielded good results in increasing wear resistance, which is especially important for parts of tillage tools. (Research purpose) The research purpose is in studying the influence of the composition and size of the fractions of the composite gravel filler with an epoxy matrix on its wear. (Materials and methods) The article considers five composite materials with different compositions. The prototypes were hollow cylinders with dimensions that provide the contact area necessary for the passage of all processes of abrasive wear. The abrasive composition consisted of a mixture of sand and gravel with a fraction size of about 30-40 millimeters. (Results and discussion) The changes in the wear over time are directly proportional and this confirms the classical views on the wear process. The experiments was conducted on the installation of authors' design. (Conclusions) The wear over time for experimental composites is the same and is expressed in a straight-line relationship; the maximum wear resistance is a composite in which gravel particles have a size of 2.25 millimeters with its content in the matrix of about 60 mass parts. At the same time, gravel with an effective diameter of 2.25 millimeters creates optimal conditions for self-organization of the wear process and provides a relatively low value of the friction coefficient.*

Keywords: *composition, gravel filler, fraction size, epoxy-gravel composite, wear pattern.*

For citation: Mikhal'chenkov A.M., Tyureva A.A., Borshchevskiy I.A., Kisel'eva L.S. Vliyaniye sostava i razmerov fraktsiy graviynogo napolnitelya kompozita s epoksidnoy matritsey na kharakter ego iznosa [The influence of the composition and size of the fractions of the composite gravel filler with an epoxy matrix on the nature of its wear]. *Tekhnicheskii servis mashin.* 2021. Vol. 59. N3(144). 100-107(In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-100-107

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-108-115

УДК 621.787

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ФОРМИРОВАНИЯ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ НА ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ

**Саид Насибуллоевич Шарифуллин, доктор технических наук,
профессор, e-mail: Saidchist@mail.ru;
Айзат Салаватович Ахметзянов, студент;
Татьяна Васильевна Топоркова, студентка
Казанский (Приволжский) федеральный университет,
г. Казань, Российская Федерация**

Реферат. *Рассмотрели новое направление в оптимизации процесса плазменного упрочнения поверхностей режущих элементов сельскохозяйственных машин на основе применения энергии электроискрового разряда. (Цель исследования) Оптимизировать технологический процесс упрочнения поверхностей режущих элементов сельскохозяйственных машин методом электроискрового легирования элементов твердосплавных материалов. (Материалы и методы) Использовали для электроискрового легирования устройство по патенту РФ № 2655420, разработанное научным руководителем тематики С.Н. Шарифуллиным. Применили в качестве материала электрода вольфрамокобальтовый стержень диаметром 4 миллиметра, состоящий на 94 процента из вольфрама и на 6 – из кобальта. Обрабатываемым образцом была взята сталь 65Г, являющаяся основным материалом рабочих органов почвообрабатывающей техники. Исследовали физико-химические свойства образцов сканирующим электронным микроскопом EVO 50 XVP фирмы Zeiss. (Результаты и обсуждение) Отметили, что после электроискровой обработки легируемых элементов стало порядка десяти, при этом их спектры появлялись и на разных энергиях облучения. Определили, что легируемые элементы в поверхностном слое детали находятся не только отдельно, но и в виде соединений с другими элементами. Указали, что в поверхностном слое появились в заметном количестве такие легирующие элементы, как углерод, кобальт и вольфрам. Выявили, что данная электроискровая обработка позволяет до трех раз увеличить микротвердость поверхностей режущих элементов почвообрабатывающей техники. (Выводы) При разработке математической модели электроискрового формирования износостойких покрытий на обрабатываемых поверхностях необходимо использовать уравнения сохранения энергии электронного газа, уравнения Максвелла, уравнения*

непрерывности и импульса. Комплексное решение указанных уравнений предоставляет возможность получить требуемые выходные параметры в зависимости от входных.

Ключевые слова: сельскохозяйственные машины, режущие элементы, упрочнение, электроискра, твердость, оптимизация, моделирование.

Для цитирования: Шарифуллин С.Н., Ахметзянов А.С., Топоркова Т.В. Математическая модель электроискрового формирования износостойких покрытий на обрабатываемых поверхностях // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N3(144). С. 108-115. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-108-115

MATHEMATICAL MODEL OF ELECTROSPARK FORMATION OF WEAR-RESISTANT COATINGS ON PROCESSED SURFACES

Said N. Sharifullin, Dr.Sc.(Eng.), professor;

Ayzat S. Akhmetzyanov, student;

Tat'yana V. Toporkova, student

Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russian Federation

Abstract. *The article considers a new direction in optimizing the process of plasma hardening of the surfaces of cutting elements of agricultural machines based on the use of electric spark discharge energy. (Research purpose) The research purpose is in optimizing the technological process of hardening the surfaces of cutting elements of agricultural machines by the method of electric spark alloying of carbide material elements. (Materials and methods) A device under RF patent No. 2655420, developed by the scientific supervisor of the subject S. N. Sharifullin, was used for electric spark alloying. A tungsten-cobalt rod with a diameter of 4 millimeters, consisting of 94 percent tungsten and 6 percent cobalt, was used as the electrode material for this case. The processed sample of 65G steel, which is the main material of the working bodies of tillage equipment. The physical and chemical properties of the samples were studied with a scanning electron microscope EVO 50 XVP from Zeiss. (Results and discussion) After the electric spark treatment of the alloyed elements, there were about ten, while their spectra also appear at different irradiation energies. The alloyed elements in the surface layer are not only separate, but also in the form of compounds with other elements. Such alloying elements as carbon, cobalt and tungsten appeared in a noticeable amount in the surface layer. Electric spark treatment allows increasing the microhardness of the surfaces of cutting elements of tillage equipment up to three times. (Conclusions) When developing a mathematical model of the electric spark formation of wear-resistant coatings on the treated surfaces, it is necessary to use the energy conservation equations of the electron gas, the Maxwell equations, the continuity and momentum equations. The complex solution of these equations makes it possible to obtain the required output parameters depending on the input ones.*

Keywords: *agricultural machines, cutting elements, hardening, electric spark, hardness, optimization, modeling.*

For citation: Sharifullin S.N., Akhmetzyanov A.S., Toporkova T.V. Matematicheskaya model' elektroiskrovogo formirovaniya iznosostoykikh pokrytiy na obrabatyvayemykh poverkhnostyakh [Mathematical model of electrospark formation of wear-resistant coatings on processed surfaces]. Tekhnicheskii servis mashin. 2021. Vol. 59. N3(144). 108-115 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-108-115

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-116-121 УДК 621.9.047

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВЕННО-ТОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ АВТОТРАНСПОРТА

¹*Никита Алексеевич Пеньков, кандидат технических наук,
e-mail: myth_nr_nikit@mail.ru;*

²*Сергей Юрьевич Жачкин, доктор технических наук, профессор;*

³*Анатолий Иванович Завражнов, доктор технических наук,
академик Российской академии наук;*

¹*Олег Анатольевич Сидоркин, кандидат технических наук, доцент*

¹*Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж,
Российская Федерация*

²*Воронежский государственный технический университет,
г. Воронеж, Российская Федерация,*

³*Мичуринский государственный аграрный университет,
г. Мичуринск, Российская Федерация*

Реферат. Одна из наиболее распространенных причин выхода из строя систем гидропривода техники сельскохозяйственного назначения – появление течи рабочей жидкости в местах контакта трущихся поверхностей гидроблоков. Нанесение композиционных покрытий на основе хрома на контактирующие поверхности позволяет восстановить дефект формы детали, вызванный износом, а также снизить коэффициент трения в местах контакта, что положительно влияет на износостойкость детали. (Цель исследования) Разработать технологии восстановления деталей сельскохозяйственной техники с заранее заданными эксплуатационными свойствами. (Материалы и методы) Использовали в качестве экспериментального образца сервоклапан, широко представленный в различных системах гидропривода. Восстановили его рабочую поверхность композиционным покрытием, нанесенным методом гальваноконтактного осаждения для повышения износостойкости сервоклапана. (Результаты и обсуждение) Провели серию прямых измерений в одинаковых условиях. Показали зависимость микротвердости от параметров управления режимом электролиза и толщины наносимого покрытия с использованием метода наименьших квадратов. Выполнили оценку характера изменения микротвердости и остаточных напряжений для определения качества получаемых покрытий. Изучили зависимости указанных показателей от различных параметров управления (плотность тока, температура, давление инструмента). Определили уравнения регрессии основных качественно-точных характеристик деталей с использованием аппарата теории планирования эксперимента. (Выводы) Описали способ прогнозирования покрытий заданного качества, учитывающий влияние плотности тока и температуры электролита во время электролиза на характер получаемых осадков. Оценили влияние давления инструмента на глубину деформации формируемых слоев. Данный подход позволил судить о характере распределения напряжений в формируемом покрытии и о качестве восстановленных деталей.

Ключевые слова: восстановление, гидропривод, микротвердость, сер-воклапан, гальванические покрытия, остаточные напряжения.

Для цитирования: Пеньков Н.А., Жачкин С.Ю., Завражнов А.И., Сидоркин О.А. Обеспечение качественно-точных характеристик при восстановлении деталей автотранспорта // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N3(144). С. 116-121. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-116-121

ENSURING QUALITATIVE-ACCURACY CHARACTERISTICS DURING RESTORING OF VEHICLE PARTS

¹*Nikita A. Pen'kov, Ph.D.(Eng.);*

²*Sergey Yu. Zhachkin, Dr.Sc.(Eng.), professor;*

³*Anatoliy I. Zavrazhnov, Dr.Sc.(Eng.), academician of Russian
Academy of Sciences;*

¹*Oleg A. Sidorkin, Ph.D.(Eng.), associate professor*

¹*Military Training and Research Center of the Air Force "Military Air
Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin",
Voronezh, Russian Federation*

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

³*Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russian Federation*

Abstract. One of the most common reasons for the failure of hydraulic drive systems for agricultural machinery is the working fluid leak in the contact points of the rubbing surfaces of hydraulic blocks. The application of composite coatings based on chromium on the contacting surfaces allows you to restore the defect in the shape of the part caused by wear, as well as reduce the friction coefficient at the contact points, which positively affects the wear resistance of the part. (Research purpose) The research purpose is in developing technologies for restoring parts of agricultural machinery with predetermined operational properties. (Materials and methods) A servo valve, widely used in various hydraulic drive systems, was used as an experimental sample. Its working surface was restored with a composite coating applied by electroplating to increase the wear resistance of the servo valve. (Results and discussion) Authors conducted a series of direct measurements under the same conditions. The article presents the dependence of the microhardness on the parameters of the electrolysis mode and the thickness of the applied coating using the method of least squares. The nature of changes in microhardness and residual stresses was evaluated to determine the quality of the coatings. The article presents the dependences of these indicators on various control parameters (current density, temperature,

tool pressure). The equations of the regression of the main qualitative and accuracy characteristics of the parts were determined using the apparatus of the theory of experimental planning. (Conclusions) The article presents the method for predicting coatings of a given quality, taking into account the influence of the current density and the temperature of the electrolyte during electrolysis on the nature of the precipitation obtained. The influence of the tool pressure on the depth of deformation of the formed layers was estimated. This approach allows us to evaluate the nature of the stress distribution in the formed coating and the quality of the restored parts.

Keywords: restoration, hydraulic drive, microhardness, sulfur valve, electroplating, residual stresses.

For citation: Pen'kov N.A., Zhachkin S.Yu., Zavrazhnov A.I., Sidorkin O.A. Obespecheniye kachestvenno-tochnostnykh kharakteristik pri vosstanovlenii detaley avtotransporta [Ensuring qualitative accuracy characteristics during restoring of vehicle parts]. Tekhnicheskii servis mashin. 2021. Vol. 59. N3(144). 116-121 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-116-121

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-122-129 УДК 631.312.021.3

ИЗНОСЫ ПРАВОГО НОЖА СКОРОСТНОГО ПЛУГА ПСКУ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ ЕГО ДОЛГОВЕЧНОСТИ

*Александр Михайлович Михальченков, доктор технических наук,
профессор;*

*Наталья Викторовна Синяя, кандидат технических наук,
доцент, e-mail: sinzea@yandex.ru;*

*Александр Михайлович Случевский, кандидат технических наук,
доцент;*

*Нэлли Юрьевна Кожухова, кандидат технических наук, доцент
Брянский государственный аграрный университет,
г. Брянск, Российская Федерация*

Реферат. Интенсификация производства продукции растениеводства обусловила создание техники для скоростной обработки почвы. Высокая скорость вспашки вызывает повышенную интенсивность изнашивания деталей рабочих органов плугов. Предельное состояние вертикального ножа при обработке суглинистых почв составляет около 30 гектаров, после чего корпус необходимо подвергать ремонтным (обслуживающим) операциям. (Цель исследования) Изучить износы правых ножей плуга ПСКУ (геометрию и расположение на рабочей поверхности), оценить техническое состояние и разработать мероприятия по повышению их долговечности. (Материалы и методы) Отметили, что правый нож (лемех) выполняет функцию подрезающего элемента, его конструкция соответствует конструкции лемеха в классическом варианте, но с уменьшенными размерами. Провели контроль износов по ширине и толщине на 14 деталях. (Результаты и обсуждение) Определили, что ножи после наработки 30 гектаров пригодны к дальнейшему использованию по ширине. Установили, что ширина твердого слоя, наплавленного с тыльной стороны, составляет около 7-8 миллиметров, поэтому необходима дополнительная наплавка абразивостойкого сплава. Показали, что износ по толщине ножа не может быть причиной снятия его с эксплуатации, поскольку сохраняются прочность и жесткость, а также не нарушаются агротехнические требования к обработке почвы. (Выводы) Остаточные ширина и толщина изучаемых ножей при вспашке суглинков сохраняют нормированные пределы, что указывает на возможность их дальнейшей эксплуатации, однако следует провести наплавку режущее-лезвийной части с тыльной стороны абразивостойким сплавом. Лучевидный износ заглавывается электродом, обеспечивающим твердость валика около 50 по Роквеллу. Невысокий уровень скорости изнашивания детали достигается благодаря твердости лезвийной области 60 по Роквеллу.

Ключевые слова: скоростная вспашка, износы ножей, скоростной плуг, устранение износов, долговечность, восстановление, упрочнение.

Для цитирования: Михальченков А.М., Синяя Н.В., Случевский А.М., Кожухова Н.Ю. Износы правого ножа скоростного плуга ПСКУ и технологические мероприятия по увеличению его долговечности // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N3(144). С. 122-129. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-122-129

**WEAR OF THE RIGHT KNIFE OF THE PSKU SPEED PLOW
AND TECHNOLOGICAL MEASURES TO INCREASE ITS DURABILITY**

*Aleksandr M. Mikhal'chenkov, Dr.Sc.(Eng.), professor;
Natal'ya V. Sinyaya, Ph.D.(Eng.), associate professor;
Aleksandr M. Sluchevskiy, Ph.D.(Eng.), associate professor;
Nelli Yu. Kozhukhova, Ph.D.(Eng.), associate professor
Bryansk State Agrarian University,
Bryansk, Russian Federation*

Abstract. *The intensification of crop production has led to the creation of equipment for high-speed tillage. The high speed of plowing causes an increased intensity of wear of the working bodies of plows. The limit capacity of the vertical knife when processing loamy soils is about 30 hectares, after which the body must be subjected to repair (maintenance) operations. (Research purpose) The research purpose is in studying the wear of the right knives of the PSKU plow (geometry and location on the working surface), assessing the technical condition and develop measures to improve their durability. (Materials and methods) The right knife (plowshare) performs the function of a pruning element, its design corresponds to the design of the plowshare in the classic version, but with reduced dimensions. We carried out wear control in width and thickness on 14 parts. (Results and discussion) The knives after working 30 hectares are suitable for further use in width. The width of the solid layer deposited on the back side is about 7-8 millimeters, so additional surfacing of the abrasive-resistant alloy is necessary. The wear on the thickness of the knife cannot be the reason for its decommissioning, since the strength and rigidity are preserved, and the agrotechnical requirements for soil cultivation are not violated. (Conclusions) The residual width and thickness of the studied knives when plowing loam retain the normalized limits, which indicates the possibility of their further operation, but it is necessary to weld the cutting-blade part from the back with an abrasive-resistant alloy. The xiphoid wear is fused with an electrode that provides a roller hardness of about 50 HRC. A low level of wear rate of the part is achieved due to the hardness of the blade area 60 HRC.*

Keywords: *high-speed plowing, knife wear, high-speed plow, elimination of wear, durability, restoration, hardening.*

For citation: Mikhal'chenkov A.M., Sinyaya N.V., Sluchevskiy A.M., Kozhukhova N.Yu. Iznosy pravogo nozha skorostnogo pluga PSKu i tekhnologicheskiye meropriyatiya po uvelicheniyu ego dolgovechnosti [Wear of the right knife of the PSKu speed plow and technological measures to increase its durability]. Tekhnicheskij servis mashin. 2021. Vol. 59. N3(144). 122-129 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-122-129

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-130-137

УДК: 62-229.384

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВАЛОВ МАШИН КОМБИНИРОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Андрей Владимирович Конаков, кандидат технических наук;
Александр Владимирович Котин, доктор технических наук,
профессор, e-mail: trcpxr@mail.ru*

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

Реферат. *В настоящее время одна из острейших проблем ремонтного производства заключается в отсутствии высокоэффективных, но в тоже время простых в реализации технологических процессов восстановления посадочных поверхностей валов и осей механизмов машин. Решение данной проблемы видится в комбинировании несложных и недорогих технологических процессов с получением многослойных покрытий с заданными гарантированными физико-механическими, реологическими и триботехническими свойствами, а также в обеспечении необходимой размерной и геометрической точности восстанавливаемых соединений деталей. (Цель исследования) Разработать типовой технологический процесс восстановления посадочных поверхностей валов механизмов машин под подшипники качения комбинированием электромеханической обработки с нанесением полимерных покрытий. (Материалы и методы) Провели исследования физико-механических и реологических свойств полимерных материалов и комбинированных покрытий на разрывной машине AI-7000M компании GOTECH Testing Machines Inc. Применили для обработки полученных результатов программный комплекс UGN60R. (Результаты и обсуждение) Разработали математическую модель, позволяющую описать процесс нагружения комбинированного покрытия изношенной детали с определением ее напряженно-деформированного состояния на стадии монтажа и при эксплуатации восстановленного неподвижного соединения. Установили в результате исследования, что в большей степени на изменение*

контактных давлений оказывает влияние нагрузка, а в меньшей – объемный модуль и модуль сдвига полимера. (Выводы) Разработан и апробирован новый типовой технологический процесс восстановления изношенных посадочных поверхностей валов под подшипники качения агрегатов трансмиссий отечественных и зарубежных тракторов, автомобилей, сельскохозяйственных машин, оборудования перерабатывающих производств комбинированием электромеханической обработки с покрытием на основе полимерных композиций ANATERM-201 и Loctite 3472.

Ключевые слова: восстановление посадочной поверхности, электромеханическая обработка, процесс нагружения комбинированного покрытия, подшипниковый узел, металлополимерное покрытие.

Для цитирования: Конаков А.В., Котин А.В. Восстановление валов машин комбинированием электромеханической обработки с применением полимерных материалов // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N3(144). С. 130-137. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-130-137

MACHINE SHAFTS RECOVERY BY COMBINING ELECTROMECHANICAL PROCESSING WITH THE USE OF POLYMER MATERIALS

Andrey V. Konakov, Ph.D. (Eng.);

Aleksandr V. Kotin, Dr.Sc.(Eng.), professor,

Ogarev National Research Mordovian State University, Saransk, Russian

Abstract. *Currently, one of the most acute problems of repair production is the lack of highly efficient, but at the same time easy-to-implement technological processes for restoring the landing surfaces of shafts and axles of machine mechanisms. The solution to this problem is in the combination of simple and inexpensive technological processes with the production of multilayer coatings with specified guaranteed physical, mechanical, rheological and tribotechnical properties, as well as in ensuring the necessary dimensional and geometric accuracy of the restored joints of parts. (Research purpose) The research purpose is in developing a typical technological process for restoring the landing surfaces of the shafts of machine mechanisms for rolling bearings by combining electromechanical processing with the application of polymer coatings. (Materials and methods) The article presents the studies of the physical, mechanical and rheological properties of polymer materials and combined coatings on the AI-7000M breaking machine of GOTECH Testing Machines Inc. The UGN60R software package was used to process the obtained results. (Results and discussion) The article presents a mathematical model that allows us to describe the process of loading the combined coating of a worn part with the determination of its stress-strain state at the installation stage and during operation of the restored fixed joint. As a result, the load affects the change in contact pressures to a greater extent, and the volume modulus and the shear modulus of the polymer to a lesser extent. (Conclusions) A new standard technological process has been developed and tested for restoring worn-out landing surfaces of shafts for rolling bearings of transmission units of domestic and foreign tractors, cars, agricultural machinery, equipment of processing industries by combining electromechanical processing with a coating based on polymer compositions ANATERM-201 and Loctite 3472.*

Keywords: *restoration of the landing surface, electromechanical processing, loading process of the combined coating, bearing assembly, metal-polymer coating.*

For citation: Konakov A.V., Kotin A.V. Vosstanovleniye valov mashin kombinirovaniyem elektromekhanicheskoy obrabotki s primeneniyyem polimernykh materialov [Machine shafts recovery by combining electromechanical processing with the use of polymer materials]. Tekhnicheskii servis mashin. 2021. Vol. 59. N3(144). 130-137 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-130-137

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-138-145

УДК: 62-229.384

РЕМОНТ СИЛОВЫХ ГИДРОЦИЛИНДРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Елена Александровна Радайкина, кандидат технических наук;

Александр Владимирович Котин, доктор технических наук,

профессор, e-mail: trcxpr@mail.ru

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

Реферат. Разработка и внедрение новой технологии ремонта, основанной на использовании в трибосопряжениях силовых гидроцилиндров полимерных деталей из высокоэффективных антифрикционных композитов, позволит снизить себестоимость и сроки ремонта, значительно повысить надежность всей гидросистемы. (Цель исследования) Повысить эффективность ремонта силовых гидроцилиндров сельскохозяйственной техники восстановлением трибосопряжений новыми антифрикционными композитами на основе модифицированного капролона. (Материалы и методы) Провели исследование физико-механических характеристик образцов полимерных композитов по известным и уникальным методикам. Использовали компьютерные программы и оригинальные методики фирм – поставщиков оборудования при изучении процессов компаундирования, реологических и триботехнических испытаниях. Выполнили теоретические исследования с использованием положений теоретической механики, теории упругости и теплофизики. Численное исследование внедрения сферического индентора в образец вязкоупругого композиционного материала провели с использованием программного комплекса ANSYS, модуль MAPDL. (Результаты и обсуждение) Проанализировали полученные данные по упруго-прочностным, реологическим и триботехническим характеристикам исследованных составов полиамидных композитов и установили, что трехкомпонентный композит, содержащий 2 процента шунгита, 0,5 процентов графита, 6 поверхностно-активных веществ, обладает лучшим комплексом указанных свойств. Предложили для восстановления работоспособности поршневого узла и передней крышки при ремонте силового гидроцилиндра изменение их конструкции с монтажом в крышку и поршень гидроцилиндров направляющих опорных колец из полиамидного композита, что приведет к значительному снижению интенсивности изнашивания деталей трибосопряжений и снижению трудоемкости ремонта гидроцилиндров. (Выводы) Восстановление трибосопряжений силовых гидроцилиндров с установкой направляющего кольца из нового полимерного композита обеспечивает снижение максимальных контактных напряжений, темпа их нарастания с увеличением зазора и, как следствие, уменьшение интенсивности износа контактируемых деталей.

Ключевые слова: силовой гидроцилиндр, восстановление трибосопряжения, триботехнические испытания, полимерный композит

Для цитирования: Радайкина Е.А., Котин А.В. Ремонт силовых гидроцилиндров с применением новых полимерных композиционных материалов // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N3(144). С.138-145. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-138-145

REPAIR OF POWER HYDRAULIC CYLINDERS USING NEW POLYMER COMPOSITE MATERIALS

*Elena A. Radaykina, Ph.D.(Eng.);
Aleksandr V. Kotin, Dr.Sc.(Eng.), professor,
National Research Mordovian State University
named after N.P. Ogarev, Saransk, Russian Federation*

Abstract. The development and implementation of a new repair technology based on the use of polymer parts made of high-performance antifriction composites in tribo-couplings of power hydraulic cylinders will reduce the cost and repair time, significantly increase the reliability of the entire hydraulic system. (Research purpose) The research purpose is in increasing the efficiency of repairing of power hydraulic cylinders of agricultural machinery by restoring tribo-conjugations with new antifriction composites based on modified caprolon. (Materials and methods) The article presents the study of the physical and mechanical characteristics of samples of polymer composites according to well-known and original methods. Authors used computer programs and original methods of equipment suppliers in the study of compounding processes, rheological and tribotechnical tests. Theoretical research using the provisions of theoretical mechanics, elasticity theory and thermophysics has been conducted. A numerical study of the introduction of a spherical indenter into a sample of a viscoelastic composite material was carried out using the ANSYS software package, the MAPDL module. (Results and discussion) The article analyzes the obtained data on the elastic-strength, rheological and tribotechnical characteristics of the studied compositions of polyamide composites. The three-component composite containing 2 percent shungite, 0.5 percent graphite, 6 surfactants has the best complex of these properties. It has been proposed to restore the operability of the piston assembly and the front cover during the repair of the power hydraulic cylinder to change their design with the installation of guide support rings made of polyamide composite into the cover and piston of the hydraulic cylinders. This will lead to a significant reduction in the wear rate of the tribo-coupling parts and reduce the complexity of repairing hydraulic cylinders. (Conclusions) Restoration of tribo-couplings of power hydraulic cylinders with the installation of a guide ring made of a new polymer composite ensures a decrease in the maximum contact stresses, the rate of their increase with an increase in the gap and, as a result, a decrease in the wear rate of the contacted parts.

Keywords: power hydraulic cylinder, restoration of tribocoupling, tribotechnical tests, polymer composite.

For citation: Radaykina E.A., Kotin A.V. Remont silovykh gidrotsilindrov s primeneniym novykh polimernykh kompozitsionnykh materialov [Repair of power hydraulic cylinders using new polymer composite materials]. Tekhnicheskiy servis mashin. 2021. Vol. 59. N3(144). 138-145. (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-138-145

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-146-154 УДК 631.3, 629.08

АНАЛИЗ ОТКАЗОВ ПОЛИМЕРНЫХ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

*Юлия Александровна Гончарова, научный сотрудник,
e-mail: lopatina.julia@yandex.ru;
Вячеслав Александрович Денисов, доктор технических наук,
главный научный сотрудник
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация*

Реферат. Начиная с прошлого века в промышленности широкое распространение получили полимерные материалы. Они находят все большее применение в конструкциях сельскохозяйственной техники. Одновременно с распространением полимерных деталей возникает необходимость разработки технологий ремонта сельскохозяйственной техники, содержащей такие детали. (Цель исследования) Проанализировать случаи отказов полимерных деталей сельскохозяйственных машин и оборудования. (Материалы и методы) Провели исследование случаев отказов полимерных деталей сельскохозяйственных машин на основе данных, полученных от предприятия ООО «Рассвет» Ростовской области, производственного кооператива «Коелгинское» Челябинской области за 2019 год и сводной информации от различных поставщиков запасных частей сельскохозяйственной техники. (Результаты и обсуждение) Установили, что на ООО «Рассвет» в рассматриваемый период выходили из строя детали промышленного водоочистного фильтра, турбинных водосчетчиков и корпуса распылителей. Отметили, что в производственном кооперативе «Коелгинское» выходили из строя шестерня сервопривода зернотока и сальник гидроцилиндра трактора К-744, в связи с чем необходимо было заменять весь узел. Выявили, что дилерам сельскохозяйственной техники нерентабельно поставлять детали в единичном экземпляре ввиду их малой стоимости. (Выводы) Номенклатура полимерных деталей сельскохозяйственных машин, выходящих из строя, достаточно разнообразна, и случаи их отказов не редки. Замена данных деталей в ряде случаев невозможна по причине их отсутствия в продаже, а в других случаях оказывается нерентабельной из-за длительных сроков поставки или большой минимальной партии заказа. В связи с этим сельхозпроизводители терпят значительные убытки, переплачивая за целый узел вместо одной детали.

Ключевые слова: полимерные детали, сельскохозяйственная техника, отказ, ремонт, технический сервис.

Для цитирования: Гончарова Ю.А., Денисов В.А., Анализ отказов полимерных деталей сельскохозяйственной техники // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N3(144). С. 146-154. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-146-154

FAILURES OF POLYMER PARTS OF AGRICULTURAL MACHINERY

*Yuliya A. Goncharova, researcher;
Vyacheslav A. Denisov, Dr.Sc.(Eng.), chief researcher
Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation*

Abstract. Since the last century, polymer materials have been widely used in industry. They are increasingly being used in the construction of agricultural machinery. Simultaneously with the spread of polymer parts, there is a need to develop technologies for repairing agricultural machinery containing such parts. (Research purpose) The research purpose is in analyzing the failures of polymer parts of agricultural machinery and equipment. (Materials and methods) The article presents a study of cases of failures of polymer parts of agricultural machinery based on data received from the enterprise LLC "Rassvet" of the Rostov region, the production cooperative "Koelginskoe" of the Chelyabinsk region for 2019 and summary information from various suppliers of spare parts of agricultural machinery. (Results and discussion) The parts of the industrial water treatment filter, turbine water meters and the sprayer housing failed at LLC "Rassvet" during the period under review. In the production cooperative "Koelginskoe" the gear of the servo drive

of the grain flow and the oil seal of the hydraulic cylinder of the tractor K-744 failed, and therefore it was necessary to replace the entire unit. It is unprofitable for dealers of agricultural machinery to supply parts in a single copy due to their low cost. (Conclusions) The nomenclature of polymer parts of agricultural machines that fail is quite diverse, and cases of their failures are not rare. In some cases, the replacement of these parts is impossible due to their absence from sale, and in other cases, it turns out to be unprofitable due to long delivery times or a large minimum order batch. In this regard, agricultural producers suffer significant losses, overpaying for a whole node instead of replacing one part.

Keywords: polymer parts, agricultural machinery, failure, repair, technical service.

For citation: Goncharova Yu.A., Denisov V.A., Analiz otkazov polimernykh detaley sel'skokhozyaystvennoy tekhniki [Failures of polymer parts of agricultural machinery]. Tekhnicheskii servis mashin. 2021. Vol. 59. N3(144). 146-154 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-146-154

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-155-164

УДК 631.794

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОНОМОЛЕКУЛЯРНОЙ ЗАЩИТНОЙ ПЛЕНКИ НА ПОВЕРХНОСТИ УЗЛОВ ТРЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

*Екатерина Петровна Парлюк, кандидат экономических наук,
доцент, e-mail: kparlyuk@rgau-msha.ru
Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация*

Реферат. Одним из факторов, ограничивающих надежность работы машин и механизмов, служит износ соприкасающихся поверхностей узлов трения, влияющий на срок их службы. Для его предотвращения узлы трения обрабатывают смазочными материалами. Наибольший интерес в качестве добавки к смазочным материалам представляют поверхностно-активные вещества, содержащие фторированные углеводородные радикалы. (Цель исследования) Изучение влияния защитной мономолекулярной пленки фторированных поверхностно-активных веществ на процессы трения и износа, происходящие на поверхностях узлов трения в условиях граничного и гидродинамического трения. (Материалы и методы) Исследовали структуру металла до и после нанесения мономолекулярной защитной пленки, определяли контактную разность потенциалов, твердость образцов. Оценивали влияние поверхностной энергии на маслопоглощение материалов. (Результаты и обсуждение) Выявили, используя метод контактной разности потенциалов, что процесс нанесения мономолекулярной защитной пленки заканчивается через 1,5-3,0 минуты и дальнейшая выдержка в составе не приводит к изменению контактной разности потенциалов. Значения действия адгезии и энергии смачивания для поверхностей с данным покрытием указывают на то, что поверхностная энергия не зависит от материала, но определяется покрытием мономолекулярной защитной пленки исследуемого образца. Выявили, что составы 0,05 процентов растворов фторированных поверхностно-активных веществ образуют более пористое покрытие по сравнению с концентрацией 0,5 процентов. (Выводы) Фторированные поверхностно-активные вещества имеют высокую триботехническую эффективность в качестве антифрикционных и противоизносных наноматериалов. Их использование позволяет защитить контактные поверхности пленкой толщиной 3-6 нанометров как при граничном, так и при гидродинамическом трении. Указанная защитная пленка выполняет функцию «компенсатора» при различных режимах смазки.

Ключевые слова: поверхностно-активные вещества, мономолекулярная защитная пленка, узел трения, трение, износ.

Для цитирования: Парлюк Е.П. Использование мономолекулярной защитной пленки на поверхности узлов трения для повышения надежности сельскохозяйственной техники // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N3(144). С. 155-164. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-155-164

**THE USE OF A MONOMOLECULAR PROTECTIVE FILM
ON THE SURFACE OF FRICTION UNITS TO INCREASE
THE RELIABILITY OF AGRICULTURAL MACHINERY**

Abstract. *One of the factors limiting the reliability of machines and mechanisms is the wear of the contacting surfaces of friction units, which affects their service life. To prevent it, the friction units are treated with lubricants. Surfactants containing fluorinated hydrocarbon radicals are of the greatest interest as an additive to lubricants. (Research purpose) The research purpose is in studying the effect of a protective monomolecular film of fluorinated surfactants on the processes of friction and wear occurring on the surfaces of friction units under conditions of boundary and hydrodynamic friction. (Materials and methods) The structure of the metal was studied before and after the application of a monomolecular protective film, the contact potential difference and the hardness of the samples were determined. The influence of surface energy on the oil absorption of materials was evaluated. (Results and discussion) It was revealed using the contact potential difference method, the process of applying a monomolecular protective film ends after 1.5-3.0 minutes and further exposure in the composition does not lead to a change in the contact potential difference. The values of the adhesion action and wetting energy for surfaces with this coating indicate that the surface energy does not depend on the material, but is determined by the coating of the monomolecular protective film of the test sample. The compositions of 0.05 percent of solutions of fluorinated surfactants form a more porous coating compared to the concentration of 0.5 percent. (Conclusions) Fluorinated surfactants have a high tribotechnical efficiency as antifriction and anti-wear nanomaterials. Their use makes it possible to protect the contact surfaces with a film 3-6 nm thick both under boundary and under hydrodynamic friction. The specified protective film performs the function of a "compensator" for various lubrication modes.*

Keywords: *surfactants, monomolecular protective film, friction unit, friction, wear.*

For citation: Parlyuk E.P. Ispol'zovaniye monomolekulyarnoy zashchitnoy plenki na poverkhnosti uzlov treniya dlya povysheniya nadezhnosti sel'skokhozyaystvennoy tekhniki [The use of a monomolecular protective film on the surface of friction units to increase the reliability of agricultural machinery]. *Tekhnicheskiiy servis mashin.* 2021. Vol. 59. N3(144). 155-164 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-155-164

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-166-173 УДК 621.9.048.+62.05

НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ ПРОФЕССОРА Ф.Х. БУРУМКУЛОВА (К 85-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

**Валентин Павлович Лялякин, доктор технических наук,
профессор, e-mail: valpal-1938@mail.ru;
Вячеслав Александрович Денисов, доктор технических наук
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация**

Реферат. *Среди известных ученых, внесших вклад в развитие направления упрочнения и восстановления деталей машин, особое место занимает профессор Ф.Х. Бурумкулов. Выпускник МВТУ им. Н.Э. Баумана, он всю сознательную жизнь посвятил научным разработкам по испытанию деталей машин, методам нанесения покрытий, внедряя инновационные оборудование и технологии в ремонтное производство. (Цель исследования) Изложить основные научные достижения Ф.Х. Бурумкулова, оценить их вклад в решение проблем восстановления и упрочнения деталей в современных условиях. (Материалы и методы) Использовали литературные данные, научные работы, архивные материалы, наиболее значимые публикации Ф.Х. Бурумкулова, его учеников и соратников. (Результаты и обсуждение) Показали основные этапы деятельности профессора. Отметили, что в 1965 году он закончил МВТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Гусеничные и колесные машины». Ф.Х. Бурумкулов обучался там же в аспирантуре и 1968 году защитил кандидатскую диссертацию на тему «Исследование установившихся вынужденных колебаний трансмиссии многоприводной колесной машины 8х8». Указали, что после защиты диссертации он работал во Всесоюзном институте стандартизации и метрологии и прошел путь от старшего преподавателя до заместителя директора по учебной части. С 1980 года и до последних дней ученый работал в ВНИО «Ремдеталь», которое неоднократно переименовывали (в настоящее время – ФНАЦ ВИМ). Отметили достигнутые результаты и научный вклад на каждом этапе его деятельности. (Выводы) Научное наследие профессора Ф.Х. Бурумкулова включает более 250*

научных трудов, в том числе 7 монографий, 75 изобретений. Результаты его научных достижений признаны научной общественностью; он подготовил 2 докторов наук и 10 кандидатов технических наук.

Ключевые слова: надежность машин, восстановление, упрочнение деталей, технологический процесс, абразивные инструменты, электроискровые технологии.

Для цитирования: Лялякин В.П., Денисов В.А. Научное наследие профессора Ф.Х. Бурумкулова (к 85-летию со дня рождения) // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N3(144). С. 166-173. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-166-173

SCIENTIFIC HERITAGE OF PROFESSOR F. KH. BURUMKULOV (TO THE 85TH ANNIVERSARY)

*Valentin P. Lyalyakin, Dr.Sc.(Eng.), professor;
Vyacheslav A. Denisov, Dr.Sc.(Eng.)
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,
Moscow, Russian Federation*

Abstract. Professor F.Kh. Burumkulov holds a special place among the well-known scientists who have contributed to the development of the strengthening and restoring machine parts. The graduate of the Bauman Moscow State Technical University, he devoted his entire adult life to scientific research on testing machine parts, coating methods, introducing innovative equipment and technologies into repair production. (Research purpose) The research purpose is in presenting the main scientific achievements of F.Kh. Burumkulov, evaluating their contribution to solving the problems of restoration and hardening of parts in modern conditions. (Materials and methods) The article presents literary data, scientific works, archival materials, the most significant publications of F.Kh. Burumkulov, his students and associates. (Results and discussion) The article describes the main stages of the professor's activity. In 1965 he graduated from the Bauman Moscow State Technical University, the branch of "Tracked and wheeled vehicles". F.Kh. Burumkulov studied there in graduate school and in 1968 defended his PhD thesis on the topic "Study of steady-state forced oscillations of the transmission of a multi-drive wheeled vehicle 8x8". They pointed out that after defending his dissertation, he worked at the All-Union Institute of Standardization and Metrology and worked his way up from a senior teacher to a deputy director for academic affairs. From 1980 until the last days, the scientist worked in the VNPO "Remdetal", which was repeatedly renamed (currently – FNAC VIM). The article presents the achieved results and scientific contribution at each stage of its activity. (Conclusions) The scientific heritage of Professor F.Kh. Burumkulov includes more than 250 scientific works, including 7 monographs and 75 inventions. The results of his scientific achievements are recognized by the scientific community; he has trained 2 doctors of sciences and 10 candidates of technical sciences.

Keywords: reliability of machines, restoration, hardening of parts, technological process, abrasive tools, electric spark technologies.

For citation: Lyalyakin V.P., Denisov V.A. Nauchnoye naslediyе professora F.Kh. Burumkulova (k 85-letiyu so dnya rozhdeniya) [Scientific heritage of professor F. Kh. Burumkulov (to the 85th anniversary)]. Tekhnicheskii servis mashin. 2021. Vol. 59. N3(144). 166-173. (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-3-166-173