

**Абрамов И.Л. ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

Реферат. В настоящее время сельское хозяйство вообще и льноводство в частности обозначены правительством как приоритетные отрасли для инвестиций. В рамках реализации этой концепции во Всероссийском научно-исследовательском институте механизации льноводства (г. Тверь) разработали и запатентовали вспушиватель лент льнотресты ВЛЛ-3, а также игольчатую борону, предназначенную для предпосевной подготовки почвы под мелкосемянные культуры, в частности, лен. В процессе опытной эксплуатации выявили ряд недостатков этих механизмов, а именно недостаточный ресурс рабочих органов – проволочных зубьев вспушивателя и игл бороны. (Цель исследования) Определить причины поломок проволочных зубьев вспушивателя

ВЛЛ-3 и игл бороны, что позволило бы выработать рекомендации по устранению выявленных проблем. (Материалы и методы) Применили технологии компьютерного моделирования в рамках работ по доводке этих агрегатов для изучения поведения зубьев вспушивателя в условиях механического контакта с поверхностью почвы. Уточнили формулы для определения сил, действующих на иглы бороны, при помощи расчетов, использовавших компьютерную

модель микрорельефа почвы. (Результаты и обсуждение) Обнаружили, что сила сопротивления, действующая на иглы, зависит от параметров микрорельефа обрабатываемой поверхности. Создали модель поверхности, основанную на случайном характере происхождения микронеровностей. Выявили перспективность использования цифровых технологий компьютерного моделирования в процессе проектирования и доводки сельскохозяйственных машин и их рабочих органов. (Выводы) Определили, что компьютерное моделирование позволило оперативно найти слабые места в конструкции механизма и теории расчета без использования многочисленных натуральных экспериментов, что помогло снизить затраты времени и материалов и удешевить сам процесс проектирования. Выявили, что использование предложенной модели случайного формирования микрорельефа обрабатываемой поверхности позволяет получить более точные расчеты механических напряжений в рабочих органах сельскохозяйственных машин, контактирующих с почвой.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, метод конечных элементов, усталость металла, предел прочности, MatLab, микрорельеф поверхности

**Abramov I. L. COMPUTER SIMULATION TO ESTIMATE THE QUALITY OF DESIGN AND PRODUCTION OF AGRICULTURAL MACHINERY PARTS**

Abstract. Relevance. Nowadays agriculture in general and flax growing in particular are designated as priority sectors for investment. As part of the implementation of this concept, the need for the development and production of innovative technology that ensures high-quality cultivation and the most complete processing of agricultural products increases dramatically. All-Russian research Institute of mechanization flax cultivation developed and patented flax tape fluffer VLL-3, and needle harrows as well. Needle harrow is designed for pre-sowing preparation of soil for varieties of small seed cultures, in particular flax. In the process of trial operation, a number of shortcomings of these mechanisms were

identified, namely, the insufficient resource of the working tools – wire teeth of the fluffer and harrow needles. The research purpose was to determinate the wire teeth breakage causes, which would allow to develop recommendations for the solving of the identified reliability problems. Research method. As a part of the work on the final design of these units has been applied the technology of computer simulation

to study the behavior of the teeth of fluffer in real conditions. The calculation formulas for determining the forces acting on the harrow processing needles using calculations using a computer model of the soil microrelief were refined as well. Research results. It was found that the acting resistance force depends on the microrelief parameters of the treated surface. The use of digital technologies and computer simulation in the design process and fine-tuning agricultural machines and their working tools, revealed the convenience of this approach, and allowed us to find weaknesses in the design of the mechanism and the theory of computation without the use of numerous field experiments. That allowed to reduce costs of time and materials, and, consequently, reduce the cost of the design process. Conclusions. The computer simulation allowed to find the mechanism design weaknesses quickly so in the theory of calculation as well without the use of numerous field experiments. This method allowed to reduce time and materials expenses, so the cost of the design process itself as well. In addition, the use of the proposed model of random formation of the microrelief of the treated surface makes it possible to obtain more accurate calculations of mechanical stresses in the working instruments of agricultural machines in contact with the soil.

Keywords: SolidWorks, computer simulation, finite element method, metal fatigue, strength limit, MatLab, surface microrelief.

## **Данилов И.К., Марусин А. В. К ВОПРОСУ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АККУМУЛЯТОРНОЙ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ ДИЗЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Реферат. Введение. В настоящее время существенная часть сельскохозяйственной техники оснащена дизельными двигателями внутреннего сгорания. Большая часть дизелей оборудована аккумуляторной топливной аппаратурой типа Common Rail. (Цель исследования) Данная система характерна разделением функций создания высокого давления и обеспечения требуемой характеристики топливopодачи между элементами, что позволяет обеспечивать различные ее характеристики при высоком давлении впрыска топлива. Однако система CR предъявляет повышенные требования к качеству топлива, обладает высокой стоимостью и низкой ремонтпригодностью. Наиболее нагруженным и дорогим узлом (до 37%) в аккумуляторных системах топливopодачи является ТНВД. (Материалы и методы) В РФ методы диагностирования систем топливopодачи CR отработаны не в полной мере. Применение методик диагностирования топливной аппаратуры с многopлунжерными распределительными ТНВД невозможно, а встроенная система технической диагностики не позволяет детально оценивать техническое состояние ее элементов. (Результаты и обсуждение) Наиболее эффективный способ контроля технического состояния системы CR предполагает стендовые испытания ТНВД и форсунок при их снятии с дизеля, но это увеличивает трудоемкость ТО, ТР и эксплуатационные затраты. Диагностирование ТНВД аккумуляторной топливной аппаратуры дизелей сельскохозяйственной техники непосредственно на дизеле по показаниям тензoметрического датчика давления топлива позволит сократить затраты на облуживание и ремонт, а также сократит время простоя сельскохозяйственной техники. (Выводы) Метод диагностирования основан на принципе регистрации и оценки пульсации давления в гидроаккумуляторе топливной системы, при этом информативным показателем технического состояния ТНВД данной системы может являться амплитуда, период и форма колебаний давления топлива.

Ключевые слова: датчик давления топлива, дизель, аккумуляторная топливная аппаратура, common rail, гидроаккумулятор.

## **Danilov I.K., Marusin A.V. DIAGNOSING THE ACCUMULATED FUEL SYSTEM OF AGRICULTURAL DIESEL ENGINEERING SYSTEMS**

Abstract. Currently, a significant part of agricultural machinery is equipped with diesel internal combustion engines. A significant part of diesel engines is equipped with common rail type battery equipment. (Purpose of research) This system is characterized by the separation of the functions of creating a high pressure and providing the required fuel supply characteristics between the elements, which allows it to provide various characteristics at high pressure fuel injection. However, the CR system places high demands on fuel quality, has a high cost and low maintainability. The most loaded and expensive unit (up to 37%) in battery fuel supply systems is a high pressure pump. (Materials and methods) In the Russian Federation, methods for diagnosing CR fuel supply systems are not fully developed. The use of methods for diagnosing fuel equipment with multi-plunger distribution injection pump is impossible, and the built-in technical diagnostics system does not allow a detailed assessment of the technical condition of its elements. (Results and discussion) The most effective way to control the technical condition of the CR system involves bench tests of fuel pump and injectors when they are removed from a diesel engine, but this increases the labor intensity of maintenance, maintenance and operational costs. Diagnosing the fuel injection pump of the accumulator fuel equipment of diesel engines of agricultural machinery directly on the diesel engine according to the readings of the strain gauge fuel pressure sensor will reduce the cost of maintenance and repair, as well as reduce downtime of agricultural machinery. (Summary) The method of diagnosis is based on the principle of recording and estimating the pressure pulsations in the hydraulic accumulator of the fuel system, while the informative indicator of the technical condition of the injection pump of this system can be the amplitude, period, and form of fuel pressure fluctuations.

Keywords: fuel pressure sensor, diesel, battery fuel equipment, common rail.

## **Иванов В.П., Вигерина Т.В. ОБЛАСТИ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В РЕМОНТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

Реферат. Использование универсального оборудования при ремонте сельскохозяйственной техники не обеспечивает ее нормативное качество. Конкурентоспособность отремонтированных агрегатов будет обеспечена, когда значения их геометрических параметров и эксплуатационных свойств не будут уступать по точности соответствующим показателям продукции машиностроения. Нормативная точность параметров и свойств достигается применением дорогого специального оборудования, использование которого в ремонтном производстве должно быть установлено технико-экономическим исследованием.

(Цель исследования) Обосновать область использования различных типов металлорежущих специальных станков в ремонтном производстве. (Материалы и методы) Сопоставили точность и производительность универсального и специального оборудования (на примере расточных и шлифовальных станков) с учетом затрат на ввод в эксплуатацию и использование этого оборудования при объемах

ремонта 6,3; 10; 16 и 25 тысяч автотракторных двигателей в год. (Результаты и обсуждение) При всех объемах ремонта агрегатов применение специальных расточных станков ОС-2777 выглядит предпочтительнее по сравнению со станками 2Н78. Специальные станки 13А458

для обработки коренных опор блоков цилиндров эффективнее универсальных горизонтально-расточных станков 2М614, оснащенных специальными приспособлениями. Граница экономически обоснованного применения специального оборудования ХШ2-16 и ХШ2-01 для шлифования шеек коленчатых валов по сравнению с использованием универсальных станков 3В423 соответствует объемам восстановления деталей около 10 тысяч в год. Капиталовложения в специальное оборудование при таких объемах восстановления превышают в 1,16 раза соответствующий показатель универсального оборудования, но заработная плата при обработке одной заготовки на универсальном станке больше в 1,77 раза. (Выводы) Обоснован выбор технологического оборудования, которое в наибольшей степени влияет на себестоимость и качество ремонта агрегатов. Область эффективного применения специальных станков начинается со сравнительно небольших объемов производства 6,3-10 тыс. агрегатов в год.

Ключевые слова: технологическое оборудование, специальные станки, точность, производительность, эффективность.

**Ivanov V.P., Vigerina T.V. SCOPE OF SPECIAL EQUIPMENT USE REPAIR INDUSTRY**

Abstract. The use of universal equipment in the repair of agricultural equipment does not ensure its standard quality. The competitiveness of the repaired units will be ensured in the case when the values of their geometrical parameters and performance properties will not be inferior in accuracy to the corresponding indicators of engineering products. The normative accuracy of parameters and properties is achieved by using expensive special equipment, the use of which in the repair industry must be established by technical and economic research. The purpose of the work was to justify the use of various types of special metal-cutting machines in the repair production. A comparison was made of the accuracy and productivity of universal and special equipment (for example, boring and grinding machines), taking into account the costs of commissioning and the use of this equipment with

repair volumes of 6.3, 10, 16 and 25 thousand automotive engines per year. With all the volume of repair of units, the use of special boring machines ОС-2777 looks preferable compared to the 2Н78 machines. Also, special machines 13А458 for machining core bearings of cylinder blocks are more effective than universal horizontal boring machines 2М614, equipped with special devices. The border of economically justified use of special equipment ХШ2-16 and ХШ2-01 for grinding crankshaft necks compared to using universal machines 3В423 corresponds to the volume of parts recovery of about 10 thousand per year. Investments in special equipment with a recovery volume of 10 thousand parts per year exceed 1,16 times the corresponding figure of universal equipment, but the salary for processing a

workpiece on a universal machine is 1,77 times more. The choice of technological equipment, which has the greatest effect on the cost and quality of repair of units, is substantiated. The area of effective use of special machines begins with a relatively small production volume of 6,3-10 thousand units per year.

Keywords: technological equipment, special machines, accuracy, productivity, efficiency.

**Игнатов В.И., Герасимов В.С. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РЕЦИКЛИНГА ТЕХНИКИ**

Реферат. XXI век обострил проблемы, вызванные критическим состоянием экосистем в целом. (Цель исследования) Определить современные тенденции развития и совершенствования рециклинга техники. (Материалы и методы) Основными факторами стратегических рисков экологического направления являются: захламливание, деградация и химическое загрязнение земель, почв, водных объектов; загрязнение водных объектов в результате разливов нефтепродуктов и других загрязняющих веществ; порча, засорение и загрязнение земель водоохраных зон; засорение акваторий, дна и берегов водных объектов; уничтожение и повреждение зеленых насаждений, повреждение мест обитания объектов животного мира; загрязнение атмосферного воздуха отходами, а также в результате пожаров и сгорания энергосодержащих компонентов отходов. Эти риски можно минимизировать лишь созданием системы «Рециклинг отходов» как федеральной отрасли промышленности России. (Результаты и обсуждение) Для агропромышленного комплекса создание эффективной системы рециклинга отходов носит первостепенное значение, так как эта отрасль имеет огромное количество как биоотходов, так и

компонентов утилизации сельскохозяйственной техники и оборудования. Необходимость координирования этой работы, включая создание перспективной отрасли рециклинга в АПК России, диктуется следующими факторами: возвращение в сферу материального производства вторичных ресурсов; интеграция производителей машин и потребителей; обеспечение экологической безопасности; получение дополнительных рабочих мест. Для сельскохозяйственной отрасли развитие рециклинга создает новые ресурсы, улучшает

экологию. Решение этих проблем требует серьезного государственного подхода. (Выводы) На основании проведенных исследований в ФНАЦ ВИМ создание ресурсосберегающей экологоориентированной интеллектуальной системы «Рециклинг отходов» позволит реализовать в АПК новую стратегию использования ресурсов, связанную с их многократной переработкой

и созданием ряда замкнутых ресурсных циклов, что приведет к стабилизации социальной неустойчивости, переходу к другим алгоритмам организации и самоорганизации сельскохозяйственного производства России.

Ключевые слова: рециклинг, экология, вторичные ресурсы, стратегия, сельскохозяйственная техника, методология, отходы.

#### **Ignatov V.I., Gerasimov V.S. CURRENT TRENDS IN RECYCLING TECHNOLOGY**

**Abstract.** The twenty-first century has exacerbated the problems caused by the critical condition of ecosystems as a whole. (Research purpose) to Determine the current trends in the development and improvement of recycling technology. (Materials and methods) The main factors of strategic environmental risks are: contamination, degradation and chemical pollution of land, soil, water bodies;

pollution of water bodies as a result of spills of oil products and other pollutants; damage, contamination and contamination of land water protection zones; contamination of water areas, bottom and shores of water bodies; destruction and damage to green spaces, damage to habitats of wildlife; air pollution by waste, as well as fire and combustion of energy-containing components of waste. These risks can be minimized only by creating a system of "waste Recycling" as a Federal industry in Russia. (Results and discussion) For the agro-industrial complex, the creation of an effective waste recycling system is of

paramount importance, since this industry has a huge amount of both biowaste and components for the disposal of agricultural machinery and equipment. The need to coordinate this work, including the creation of a promising recycling industry in the agricultural sector of Russia, is dictated by the following factors: return to the sphere of material production of secondary resources; integration of machine manufacturers and consumers; ensuring environmental safety; getting additional jobs. For the agricultural sector, the development of recycling creates new resources, improves the environment. The solution to these problems requires a serious state approach. (Summary) On the basis of the research carried out at the Federal state agrarian university, the creation of a resourcesaving ecological-oriented intellectual system "waste Recycling" will allow to implement a new strategy of resource use in agriculture, associated with their multiple use and the creation of a number of closed resource cycles, which will lead to the stabilization of social instability, the transition to other algorithms of organization and self-organization of agricultural production in Russia.

**Keywords:** recycling, ecology, secondary resources, strategy, agricultural machinery, methodology, waste.

#### **Кочуров А.А., Зуб Д.В., Аксенов А.З. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО РЕГУЛИРОВЩИКА ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ НА ОСНОВЕ БЕЗМЕНЗУРОЧНОГО ОДНОКАНАЛЬНОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ**

Реферат. В статье рассматривается возможность повышения эффективности дизельных двигателей за счет увеличения точности настройки топливной аппаратуры (ТА). Существующая методика предусматривает проверку приборов ТА по отдельности, что при установке на двигатель приводит к большой суммарной погрешности цикловой подачи в цилиндры. (Цель исследования) Уменьшить величину отклонения цикловой подачи на основе метода комплексной проверки ТА, и на базе стенда КИ-35478 построить стенд, позволяющий сократить время регулировки ТА с сохранением точности измерения. (Материалы и методы) В ВИМ разработали стенд для испытания топливных насосов высокого давления (ТНВД) КИ-35478, основанный на поочередном измерении параметров всех секций с использованием единого измерительного канала. На основе стенда КИ-35478 разработана концепция автоматизированного рабочего места регулировщика топливной аппаратуры, позволяющая построить типоразмерный ряд диагностических стендов для проведения ремонтно-диагностических работ с насосами от 4 до 12 плунжерных секций. (Результаты и обсуждение) Создали опытный образец диагностического стенда для ТА до 12 секций КИ-35479, позволяющий настраивать топливоподающий тракт как в комплекте с рабочими форсунками и топливопроводами, так и со стендовыми приборами ТА.

Провели испытания опытного образца с насосами УТНМ4 и КАМАЗ-740, время обслуживания которых сократилось на 22-25% по сравнению с аналогичными работами на стенде КИ-35478. (Выводы) Разработанный программно-аппаратный комплекс позволяет осуществить построение типоразмерного ряда диагностических стендов ТА, а также модернизацию ранее выпущенного оборудования с целью увеличения точности настройки и сокращения простоев сельскохозяйственной техники.

Ключевые слова: диагностика топливной аппаратуры, увеличение точности настройки, модернизация диагностического стенда.

**Kochurov A.A., Zub D.V., Aksenov A.Z.** AUTOMATED WORKPLACE OF THE OF THE FUEL EQUIPMENT ADJUSTER ON THE BASIS OF SINGLE-CHANNEL METHOD OF MEASURING THE PARAMETERS USING VOLUMETRIC FLOWMETER

Abstract. The article discusses the possibility of improving the efficiency of diesel engines by increasing the accuracy of the fuel equipment tuning. The existing method of checking the fuel equipment recommends checking the devices separately, when installed on the engine leads to the increasing total error in the fuel injection rate to the cylinders. (Purpose of research) To reduce the value of the cyclic feed deviation on the basis of the method of complex check of TA, and on the basis of the stand KI-35478 to build a stand, allowing to reduce the time of TA adjustment while maintaining the accuracy of measurement. (Materials and method) In the Ryazan branch of VIM was developed a test bench for fuel injection pump KI-35478 based on the sequential measurement of the all sections parameters of the injection pump using a single measuring channel having a high measurement accuracy of diagnostic parameters, flexibility, low energy consumption of the transmission and accordingly lower cost. The disadvantage of this test bench is the need to alternately connect the testing section to the measuring channel, and connecting the remaining sections of the fuel pump to the drain line, which affects the increase in time spent on the diagnosis and adjustment of injection pump. On the basis of the test bench KI-35478 the concept of the automated workplace of the fuel equipment adjuster allowing to construct a standard series of diagnostic test benches for repairing and diagnosing of fuel pumps from 4 to 12 plunger sections is developed. Results and discussion. A prototype of a diagnostic test bench for testing pumps up to 12 sections, named KI-35479, has been created, which allows adjusting the fuel supply path as complete with regular injectors and fuel pipes, as well as with calibrated devices. Conducted prototype testing with pumps УТНМ4 and КАМАЗ-740, the service time has decreased by 22-25% in comparison with similar works on the stand KI-35478. (Summary) The developed software and hardware complex allows to create the full range of diagnostic test benches and also allows modernization of previously released diagnostic equipment in order to increase the accuracy of tuning and reduce downtime of agricultural machinery.

Keywords: diagnostics of fuel equipment, increasing the tuning accuracy, modernization of diagnostic test bench.

**Лебедев А.Т., Арженковский А.Г.** ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

Реферат. Одним из важнейших направлений повышения эффективности сельскохозяйственного производства является совершенствование методов и средств определения основных показателей машинно-тракторных агрегатов (МТА). Установление взаимосвязи между отдельными параметрами агрегата и определение величины этих параметров позволяют повысить эффективность использования МТА. (Цель исследования) Повышение эффективности

использования МТА путем совершенствования методов определения энергетических и топливно-экономических показателей МТА в условиях эксплуатации. (Материалы и методы) Выбрали метод определения энергетических показателей элементов МТА в эксплуатационных условиях, заключающийся в резком увеличении подачи топлива и фиксации соответствующих параметров разгона на переходном режиме. Определение топливно-экономических показателей

элементов МТА осуществляется посредством стенда для проверки и регулировки топливного оборудования путем совмещения с полученными энергетическими показателями. (Результаты и обсуждение) Разработали оперативные методы определения динамических качеств и топливной экономичности двигателя и трактора, а также тягового сопротивления рабочих машин, основанные на анализе параметров переходных (динамических) режимов разгона элементов МТА при мгновенном увеличении подачи топлива. Выявили частные методики определения значений ускорения коленчатого вала двигателя на всем диапазоне частот вращения и действительного момента инерции двигателя, корректировки мощности двигателя по давлению наддува на всем диапазоне частот вращения коленчатого вала, определения значений ускорения трактора и его приведенной массы на различных передачах. (Выводы) Разработанные оперативные методы и частные методики позволяют получить

регуляторную характеристику двигателя, тяговую характеристику трактора, а также определить тяговое сопротивление сельскохозяйственной машины в эксплуатационных условиях без применения дорогостоящего оборудования, существенных затрат средств и времени на подготовку и проведение.

Ключевые слова: машинно-тракторный агрегат; переходный режим; регуляторная характеристика двигателя; тяговое сопротивление.

**Lebedev A.T. , Arzhenovskij A.G.** IMPROVEMENT OF EFFICIENCY OF THE MACHINE AND TRACTOR UNITS USE

**Abstract.** One of the most important directions of increase of efficiency of agricultural production is improvement of methods and means of determination of the main indicators of machine and tractor units (MTA). The establishment of the relationship between the individual parameters of the unit and the determination of the value of these parameters can improve the efficiency of the use of MTA. (Purpose of research) Improving the efficiency of the use of MTA by improving methods for determining the energy and fuel-economic indicators of MTA in operation. (Materials and methods) Chose a method for determining the energy performance of MTA elements in operating conditions, which consists in a sharp increase in fuel supply and fixing the corresponding parameters of acceleration on the transition mode. Determination of fuel and economic indicators of elements of MTA is carried out by means of the stand for check and adjustment of the fuel equipment by combining with the received energy indicators. (Results and discussion) Developed operational methods for determining the dynamic qualities and fuel efficiency of the engine and tractor, as well as the traction resistance of working machines, based on the analysis of the parameters of transient (dynamic) modes of acceleration of MTA elements with an instant increase in fuel supply. Particular methods of determining the values of the engine crankshaft

acceleration over the entire range of engine speed and actual engine inertia were revealed, adjusting the engine power by the boost pressure over the entire range of the crankshaft rotation frequency, determining the values of the tractor acceleration and its reduced mass at different stages. (Summary) The developed operational methods and private techniques allow to obtain the regulatory characteristics of the engine, traction characteristics of the tractor, as well as to determine the traction resistance of the agricultural machine in operating conditions without the use of expensive equipment, significant costs and time for preparation and implementation.

**Keywords:** machine and tractor unit; transition mode, regulatory characteristic of an engine; tractive characteristic of a tractor, draft of an agricultural machine.

**Левин М.Ю., Нагорнов С.А., Левина Е.Ю.** ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОГО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ НЕФТЕСКЛАДОМ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РЕЗЕРВУАРОВ ОТ АВАРИЙ

Реферат. В практической деятельности нефтескладов эксплуатационные потери топлива могут приводить к аварийным потерям, поэтому обеспечение сельских нефтескладов системой защиты от аварий является своевременной и весьма актуальной задачей. (Цель исследования) Проанализировать работу цифровой интеллектуальной системы управления, которая позволит заблаговременно информировать оператора о необходимости проведения ремонта конкретного резервуара и тем самым предотвращать потери топлива. (Материалы и методы) Предлагается прогнозировать вероятность поломки дыхательного клапана, протечки топлива из-за коррозии стенок резервуара, возгорания топлива при хранении при помощи технологий Big Data и нейронных сетей. (Результаты и обсуждение) Разработаны алгоритм и программа обеспечения защиты от аварий резервуарного парка нефтехозяйств с применением цифрового интеллектуального управления. Защита от аварий происходит за счет формирования цифровой интеллектуальной системы слежения за техническим состоянием резервуарного парка. Подключение обученной нейронной сети на прогнозирование времени ремонтов узлов резервуара или его оборудования к единому информационному пространству, позволяет выделить проблемные резервуары. Выводы. В результате применения программы стало возможным объединение данных о нефтехозяйстве в единое информационное пространство, и осуществление управления автоматизированной системой предотвращения аварий на нефтескладе с помощью нейронных сетей и Big Data.

Ключевые слова: система автоматизации, резервуар, аварийное событие, интеллектуальная система.

**Levin M.Y., Nagornov S.A., Levina C.Y.** THE USE OF DIGITAL INTELLIGENT OIL STORAGE MANAGEMENT TO PROTECT TANKS FROM ACCIDENTS

**Abstract.** In practical activities of oil storage, operational fuel losses can lead to accidental losses, therefore, providing rural oil storage with a system to protect against accidents is a timely and highly relevant task. (Purpose of research) Analyze the operation of the digital intelligent control system, which will allow informing

the operator in advance of the need to repair a specific tank and thereby prevent fuel loss. (Materials and methods) It is proposed to predict the likelihood of respiratory valve failure, fuel leakage due to corrosion of the tank walls, fuel ignition during storage using Big Data technologies and neural networks. (Results and discussion) An algorithm and a program to ensure protection against failures of a tank farm of petroleum farms using digital intelligent control have been developed. Protection against accidents occurs due to the formation of a digital intelligent tracking system for the technical condition of the tank farm. The system allows you to perform a variety of control actions, such as sending messages about an emergency event, robotic activation of tank protection systems and others. Connecting a trained neural network to predict the time of repairs of tank nodes or its equipment to a single information space, allows you to select problem tanks. (Conclusions). As a result of the application of the program, it became possible to integrate data on the petroleum industry into a single information space, and implement the management of an automated system for preventing accidents at oil storage using neural networks and Big Data.

Keywords: automation system, reservoir, emergency event, intelligent system.

### **Мишина З.Н. ВОСТРЕБОВАННОСТЬ В НОРМАТИВАХ ПЛАНИРОВАНИЯ ЗАТРАТ СРЕДСТВ НА ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

Реферат. Работоспособность сельскохозяйственной техники требует создания и четкого функционирования материально-технической базы обслуживания и ремонта машин АПК. (Цель исследования) Определение динамики изменения качества сельскохозяйственных машин на примере тракторов по показателю наработки на отказ и расчет по ее показаниям нормативов трудозатрат на ремонт. (Материалы и методы) Выполнили анализ состояния техники, ремонтно-обслуживающей базы в сельском хозяйстве России, показателей затрат на ремонт сельскохозяйственных машин в 2010-2017 гг. и обосновали необходимость технического сервиса. Приняли при разработке нормативов трудозатрат на ремонт тракторов утвержденные ранее нормативы (1988-1993 гг.) за базовые. Определили динамику изменения надежности, в соответствии с которой рассчитывалась трудоемкость ремонта для других временных периодов, на основе данных МИС о надежности тракторов по показателю «Наработка на сложный отказ». (Результаты и обсуждение) Выявили в ходе исследования, что для планирования объемов трудозатрат на ремонт тракторов на основе динамики качества необходимо рассчитать трудоемкость ремонта по четырем временным периодам, которые могут быть применены для расчета трудоемкости всего среднестатистического массива парка тракторов каждого класса. Определили среднегодовой индекс повышения качества тракторов. Предложили для импортной сельскохозяйственной техники в планировании ремонта использовать повышающий коэффициент надежности относительно отечественной сельскохозяйственной техники. (Выводы) Для улучшения показателей сельскохозяйственных предприятий необходимо использовать нормативы затрат средств на ремонт техники, обеспечивающие их сокращение за счет использования технологии восстановления запасных частей. Нормативы, рассчитанные с использованием понижающего коэффициента будут стимулировать ремонтные предприятия и хозяйства на развитие технологии восстановления деталей, что может обеспечить общую годовую экономию средств сельхозтоваропроизводителями на ремонт техники.

Ключевые слова: коэффициент охвата ремонтом, трудоемкость работы, нормативы.

### **Mishina Z.N. THE NEED FOR STANDARDS FOR PLANNING THE COST OF MAINTENANCE AND REPAIR OF AGRICULTURAL MACHINERY**

Abstract. The efficiency of agricultural machinery requires the creation and clear functioning of the material and technical base for the maintenance and repair of agricultural machinery. (Purpose of research) Determining the dynamics of changes in the quality of agricultural machines on the example of tractors in terms of time between failures and the calculation of the standards of labor costs for repairs. (Materials and methods) The analysis of the state of the machinery, repair and maintenance base in agriculture of Russia, indicators of the cost of repairing agricultural machines in 2010-2017 was carried out and justified the need for technical service. In the development of labor standards for the repair of tractors, the previously approved standards (1988-1993) were adopted as basic standards. Determined the dynamics of change in reliability, in accordance with which the complexity of repairs for other time periods was calculated, based on the IIA data on the reliability of tractors in terms of the "Time between difficult failure" indicator. (Results and discussion) It was revealed in the course of the study that to plan the volume of labor costs for repairing tractors based on the dynamics of quality, it is necessary to calculate the labor intensity of repairs over four time periods that can be used to calculate the labor intensity of the whole average tractor park of each class. We determined the average annual index of improving the quality of tractors. They proposed to use for the imported agricultural equipment in the planning of the

repair the increasing reliability coefficient relative to the domestic agricultural equipment. (Conclusions) To improve the performance of agricultural enterprises, it is proposed to use the cost standards for the repair of equipment, ensuring their reduction through the organization of the restoration of spare parts. Standards calculated using a reduction factor will stimulate repair enterprises and farms to develop parts recovery technology, which can provide a total annual savings of agricultural producers to repair equipment.

Keywords: the rate of participation in repair, the complexity of the work, standards.

**Костомахин М.Н., Воронов А.Н. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБОБЩЕННОГО КОЭФФИЦИЕНТА ПРИ ОЦЕНКЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ САМОХОДНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

Реферат. В статье рассмотрены возможности наиболее рационального применения системы дистанционного мониторинга, диагностики и программирования для выявления причин возникновения неисправностей сельскохозяйственной техники и сбора информации о надежности мобильной сельскохозяйственной техники. (Цель исследования) Определение параметрических отказов сельхозтехники по косвенным диагностическим параметрам, устанавливаемым безразборными методами с применением электроники. (Материалы и методы) Системы мониторинга позволяют обеспечить автоматизированный контроль необходимых параметров технического состояния агрегатов и узлов машин и механизмов, используемых для поиска причин возникновения отказов техники, в период ее эксплуатации на основе документирования фактов работы машины в аварийных или предаварийных режимах работы за счет обеспечения автоматизированного контроля нахождения в допустимых пределах необходимых контролируемых параметров. (Результаты и обсуждение) Для получения результатов измерений контролируемых диагностических и режимных параметров целесообразно использовать данные с CAN-шины, а также применять аналого-цифровые преобразователи (датчики). (Выводы) На основе полученных данных о текущем техническом состоянии машины и наложенной системы допусков оценивают в допуске или не в допуске контролируемый параметр, определяют количество оставшейся наработки до отказа. На основе данных об отказах можно построить закон распределения ресурсного параметра для групп одноименных деталей и сопряжений, что в конечном итоге позволит собирать сведения о надежности техники.

Ключевые слова: отказ, долговечность, ресурс, параметр технического состояния.

**Kostomahin M.N., Voronov A.N. DETERMINATION OF THE GENERALIZED COEFFICIENT AT ASSESSMENT OF INDICATORS OF RELIABILITY OF SELF-PROPELLED FARM VEHICLES**

Abstract. In article the possibilities of the most rational application of a system of remote monitoring, diagnostics and programming for identification of the causes of malfunctions of agricultural machinery and collection of information about reliability of mobile agricultural machinery are considered. (Research objective) Definition of parametrical refusals of agricultural machinery in the indirect diagnostic parameters set by in-place methods with use of electronics. (Materials and methods) The systems of monitoring allow to provide automated control of the necessary parameters of the technical condition of the aggregates and units of machines and mechanisms used to search for the causes of equipment failures during its operation based on documenting the facts of the machine's operation in emergency or pre-emergency operation modes by automated control of finding the required controlled parameters in the acceptable range. (Results and discussion) For obtaining results of measurements of controlled diagnostic and regime parameters it is expedient to use data from the CAN tire, and also to use analog-digital converters (sensors). (Conclusions) On the basis of the obtained data on the current technical condition of the car and the imposed system of admissions estimate in admission or not in admission controlled parameter, define quantity of the remained operating time to the full. On the basis of data on refusals it is possible to construct the law of distribution of resource parameter for groups of the details of the same name and interfaces that finally will allow to collect data on reliability of the equipment.

Keywords: parameter of technical condition, coefficient of the actual value of parameter.

**Пархоменко С.Г., Пархоменко Г.Г. ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРАКТОРНЫХ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ШИН**

Реферат. На показатели функционирования машинно-тракторных агрегатов сильное влияние оказывает совершенство движителей, среди которых колесные являются доминирующими. (Цель исследования) Повысить эффективность функционирования и обеспечить эксплуатационную надежность машинно-тракторных агрегатов за счет оптимального сочетания параметров внутреннего строения тракторных пневматических шин. (Материалы и методы) Изучили характеристики пневматических шин размера 16,9-30 радиальной (серийной) модели Ф-39 и диагонально-параллельной (опытные)



конструкции. Конструктивные параметры диагонально-параллельных шин обусловлены латинским квадратом (3x3). Установка для испытаний пневматических шин (шинный тестер) позволяет определить необходимые показатели в реальных условиях эксплуатации. Шинный тестер создан для экспериментальных исследований упругодемпфирующих, деформационных, тяговых характеристик тракторных пневматических шин. Разработанная методика экспериментальных исследований позволяет определять необходимые характеристики пневматических шин, сравнивать различные варианты. (Результаты и обсуждение) Экспериментальные тяговые характеристики пневматических шин свидетельствуют о большем КПД диагонально-параллельной шины 16,9-30ДП (на 9,2 процента) и меньшем ее буксовании, что предопределяет меньшее истирание почвы данным типом шин. Установлено, что применение опытных шин 16,9-30ДП снижает уплотняющее воздействие агрегата на почву. Прирост тягового сопротивления по следу колеса составляет 47,5 и 27,9 процентов с серийной и опытной шинами соответственно. (Выводы) Определены оптимальные параметры диагонально-параллельной шины: слойность каркаса – 6, угол наклона нитей корда к меридиану в самом широком месте – 33,4, внутреннее давление воздуха – 0,0995 МПа.

Ключевые слова: пневматическая шина, жесткость, демпфирование, буксование, коэффициент полезного действия, почва, уплотнение.

**Parkhomenko S.G., Parkhomenko G.G.** OPTIMIZATION OF CONSTRUCTIVE PARAMETERS OF TRACTOR PNEUMATIC TIRES

Abstract. The performance of machine-tractor units is strongly influenced by the perfection of the propellers, among which the wheels are dominant. (Purpose of research) to Improve the efficiency and ensure the operational reliability of machine-tractor units due to the optimal combination of parameters of the internal structure of tractor pneumatic tires. (Materials and methods) We studied the characteristics of pneumatic tires size 16,9-30 radial (serial) model f-39 and diagonal-parallel (experimental) design. The design parameters of the diagonal parallel tires are due to the Latin square (3x3). Installation for testing pneumatic tires (tire tester) allows you to determine the necessary indicators in real-world conditions. The tire tester is designed for experimental studies of elastic-damping, deformation, traction characteristics of tractor pneumatic tires. The developed method of experimental studies allows to determine the necessary characteristics of pneumatic tires, compare different options. (Results and discussion). The experimental traction characteristics of pneumatic tires show a higher efficiency of the diagonal-parallel 16.9-30DP tire and its less slipping, which predetermines less abrasion of the soil with this type of tire. It has been established that the application of the experimental tires 16.9-30DP reduces the compaction of the unit on the soil. The increase in tractive resistance along the wheel is 47,5 and 27,9%, respectively, with production and experimental tires. In theoretical studies, the multiplicative optimization criteria were used. An algorithm for finding the minimum of objective function was made. (Conclusion) The optimal parameters of diagonal-parallel tire were determined: the ply layers is 6, the cord inclination to the meridian in the widest place is 33,4o, the internal air pressure is 0,0995 MPa.

Keywords: pneumatic tire, stiffness, damping, slippage, coefficient of efficiency, soil, compaction.

**Петрищев Н.А., Саяпин А.С., Поспелов А.Р.** ПЕРСПЕКТИВЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИМЕЮЩЕГОСЯ ПАРКА МЭС ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Реферат. Парк мобильных энергетических средств (МЭС), находящихся в эксплуатации в настоящее время, по своим заложенным характеристикам контролепригодности и приспособленности к диагностированию не адаптирован к современным требованиям, что значительно повышает риск высокой вероятности сбоя ритма работ по причине внезапных отказов и поломок II и III групп сложности, прежде всего, узлов и агрегатов трансмиссии, ходовой части, навесных и прицепных орудий. (Цель исследования) Разработать макетный образец электронной цифровой системы контроля, применение повышающий эксплуатационную надежность МЭС за счет предупреждения аномальных режимов работы в узлах и агрегатах силовых передач и комплексного контроля качества эксплуатации. (Материалы и методы) Широкое внедрение различных компьютерных систем контроля рабочих параметров и помощи в управлении транспортными средствами обусловлено стремительным развитием цифровых технологий и аппаратных возможностей, наличием широкого спектра доступных электронных цифроаналоговых КИТ-наборов, позволяющих проводить измерения, записывать данные и визуализировать процессы в удобной для восприятия форме. Компьютерные средства контроля работы различных узлов и агрегатов машин распространены и в сельском хозяйстве. Внедрение таких систем, позволит минимизировать риск неправильного, неэффективного и неэкономичного выбора рабочих режимов и способствует увеличению ресурса МЭС. Также это уменьшит вредное влияние на экологию, сэкономит ГСМ и улучшит условия

труда. Ведение записи параметров рабочих режимов в процессе эксплуатации МЭС дает ценную информацию для обслуживающих дилерских и ремонтных служб. (Результаты и обсуждение) Описали процесс отработки алгоритмов контроля на макетном образце, который, повысит технологическую эффективность использования и эксплуатационную надежность техники. Это достигается путем установки системы контроля за превышающими допускаемыми параметрами и характеристиками работы (аномальными событиями), а также микроклиматом в кабине оператора в процессе эксплуатации МЭС. Контроль аномальных событий используется для оператора с целью уменьшения субъективных оценок при эксплуатации. Получаемые системой данные сравниваются с эталонными характеристиками и параметрами, присущими каждой конкретной модели техники. Итоговая информация выводится на смартфон потребителя, позволяя снизить стоимость продукта на 25-40 процентов. (Выводы) По предварительным экспертным оценкам, эффективность использования системы позволит снизить затраты топлива в 1,1-1,3 раза, а также не допускать грубых ошибок при эксплуатации техники, что будет положительно сказываться на эксплуатационной надежности и конкурентных преимуществах при использовании конечным потребителем.

Ключевые слова: машинно-тракторный парк, трансмиссия, эксплуатационная надежность, контролепригодность, цифровые технологии, буксование.

**Petrishchev N.A., Sayapin A.S., Pospelov A.R.** USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES FOR QUALITY CONTROL AND CONDITIONS OF USE OF THE EXISTING STOCK OF MES

Abstract. The fleet of mobile power facilities (MEA) currently in operation, according to its inherent characteristics of controllability and adaptability to diagnosis, is not adapted to modern requirements, which significantly increases the risk of a high probability of failure of the rhythm of work due to sudden failures and breakdowns of II and III groups of complexity, first of all, components and assemblies of the transmission, chassis, hinged and trailed guns. (Purpose of research) To develop a model of an electronic digital control system, the use of which should improve the operational reliability of the MEA by preventing abnormal modes of operation in the nodes and units of power transmission and integrated quality control. (Materials and methods) At present, the widespread introduction of various computer systems for monitoring operating parameters and assistance in the management of vehicles is due to the rapid development of digital technologies and hardware capabilities, as well as the availability of a wide range of available electronic digital-to-analog KIT-sets that allow to measure, record data and visualize processes in a user-friendly form. Computer tools for monitoring the operation of various components and assemblies of machines are common in agriculture. The introduction of such systems, first of all, minimizes the risk of incorrect, inefficient and uneconomical choice of operating modes and increases the resource of MEA. It also allows to reduce the harmful impact on the environment, improve the economy of production, save fuel and improve the working conditions of the operator. Keeping records of operating conditions during the entire life cycle of the MEA allows to obtain valuable information for servicing dealer and repair services. It also allows to reduce the harmful impact on the environment, improve the economy of production, save fuel and improve the working conditions of the operator. Keeping records of operating conditions during the entire life cycle of the MEA allows to obtain valuable information for servicing dealer and repair services. (Results and discussion) The article gives examples and description of the process of testing control algorithms on a model sample, which in the short term will offer technology that increases the efficiency and operational reliability of equipment. This is achieved by installing a control system for exceeding the permissible parameters and characteristics of the work (abnormal events), as well as the microclimate in the operator's cabin during the operation of the MEA. Abnormal event monitoring is used to assist the operator to reduce subjective assessments during operation. The data obtained by the system are compared with the reference characteristics and parameters inherent in each specific model of equipment. The data obtained by the system are compared with the reference characteristics and parameters inherent in each specific model of equipment. As a display device for the output of measured values, the smartphone of the end user is used, which allows to reduce the cost of the product by at least 25-40%. (Conclusion) According to preliminary expert estimates, the efficiency of the system will reduce fuel costs by 1.1-1.3 times, as well as prevent gross errors in the operation of equipment, which will have a positive impact on operational reliability and competitive advantages when used by the end user.

Keywords: machine and tractor park, transmission, operational reliability, digital technologies, slipping.

**Свиридов А.С., Тужилин С.П., Лопатина Ю.А.** ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВОЙ 3D-ФЕРМЫ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В РЕМОНТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Реферат. Детали машин, выполненные из полимерных и созданных на их основе композиционных материалов, находят в настоящий момент все большее распространение в конструкциях машин, в том

числе в конструкциях сельскохозяйственной техники и оборудования. Ремонтные предприятия не всегда могут восстановить работоспособность неисправного узла, восстановив работоспособность детали. Для реабилитации узла необходимо заменить изношенные детали. Приобретение и доставка запасных частей оборудования могут оказаться сложной задачей ввиду преобладающей доли использования импортной техники во многих отраслях, включая сельское хозяйство. (Цель исследования) Оценить возможности повышения эффективности ремонтных предприятий, ориентированных на восстановление деталей и узлов из полимерных и композиционных материалов за счет внедрения на производстве цифровой 3D-фермы. (Материалы и методы) Материалом данного исследования стали данные об использовании концепции цифровой 3D-фермы на различных предприятиях машиностроительной отрасли. В качестве материала рассматривается опыт применения данной технологии на базе ВИМ. Метод исследования – сбор, изучение и сравнительный анализ информации. (Результаты и обсуждение) Выявили, что оборудование, необходимое для реализации концепции цифровой 3D-фермы, является дешевым и универсальным по сравнению с оборудованием, применяемым в настоящее время на предприятиях. Указанное оборудование позволяет получать изделия более сложной формы за меньшие промежутки времени. (Выводы) Концепция цифровой 3D-фермы за счет применяемого оборудования и технологий более эффективна по сравнению с традиционными методами обработки и производства с точки зрения сложности изготавливаемых деталей, их номенклатуры и производительности. Однако ввиду определенной специфики и ограничений, внедрение этой концепции на предприятиях, в том числе ремонтных, затруднено.

Ключевые слова: 3D-ферма, 3D-принтер, 3D-сканер, ремонт, восстановление работоспособности, полимер, композит.

**Sviridov A.S., Tuzhilin C.P., Lopatina J.A.** THE USE OF DIGITAL 3D-FARM FOR USE IN THE REPAIR OF AGRICULTURAL MACHINERY

Abstract. Machine parts made of polymer and composite materials based on them are currently becoming more common in machine designs, including agricultural machinery and equipment. Repair companies are not always able to restore the operability of a faulty assembly, by restoring the workability of the part. Often, to restore the site you need to replace worn parts. However, the acquisition and delivery of spare parts of equipment can be a difficult task due to the predominant share of the use of imported equipment in many industries, including agriculture. (Purpose of research) To evaluate the possibility of increasing the efficiency of repair businesses, recovery-oriented parts of the polymer and com-position materials due to the introduction in the production of digital 3D-farm. (Materials and methods) The material of this study is data on the use of the concept of a digital 3D farm in various enterprises of the engineering industry. In addition, the experience of using this technology on the basis of VIM is considered as a material. The method of research is the collection, study and comparative analysis of information. (Results and discussions) As a result of the research, it was revealed that the equipment necessary to implement the concept of a digital 3D farm is cheaper and more versatile than the equipment currently used in enterprises. In addition, it allows you to get products of more complex shape in less time intervals. (Conclusion) The concept of a digital 3D farm, due to the equipment and technology used, is more efficient than traditional methods of processing and production in terms of the complexity of the parts produced, their range and performance. However, due to certain specifics and limitations, the implementation of this concept in enterprises, including repair, is difficult.

Keywords: 3D-farm, 3D-printer, 3D-scanner, repair, recovery, polymer, composite.

**Акулович Л.М., Сергеев Л.Е., Дубновицкий С.К., Шабун В.В.** КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ ПОСЛЕ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ

Реферат. В результате коррозии металлические изделия теряют свои ценные технические свойства, поэтому важное значение имеет поиск способов ее замедления. Коррозионная стойкость деталей машин определяется показателями качества их поверхностей, которые формируются в основном на финишных операциях обработки. Перспективными способами финишной обработки поверхностей деталей становятся способы, основанные на использовании эластичной связки или незакрепленного абразива, к которым относится магнитно-абразивная обработка МАО. (Цель исследования) Обосновать эффективность магнитно-абразивной обработки деталей из легированных сталей для повышения их коррозионной стойкости по сравнению с токарной обработкой и шлифованием. (Материалы и методы) Экспериментальные исследования проводили на образцах колец подшипников (материал ШХ15 ГОСТ801-78) и закаточных роликов (материал Х12М ГОСТ 5950-73) после токарной обработки, шлифования и МАО. В ходе эксперимента кольца подшипника погружались в 20 процентный водный раствор NaCl при температуре 20 градусов Цельсия на 288 часов, закаточные ролики – в 10 процентный

водный раствор NaCl при температуре 20 градусов Цельсия на 336 часов. При оценке коррозионной стойкости использовали качественные показатели – изменение внешнего вида поверхности металла. (Результаты и обсуждение) Сравнили интенсивность развития коррозии образцов в зависимости от времени погружения их в раствор после токарной обработки, шлифования и МАО. Сопоставили топографические характеристики поверхности после разных способов финишной обработки. Установили, что МАО обеспечивает наименьшую шероховатость поверхностей, что повышает их коррозионную стойкость. (Выводы) Магнитно-абразивная обработка повышает коррозионную стойкость поверхности внутреннего кольца подшипника в 1,83 раза, а закаточного ролика в 1,5 раза, при этом морфология и состав ФАП не оказывают существенного влияния на коррозионную стойкость.

Ключевые слова: кольца подшипников, закаточный ролик, магнитно-абразивная обработка.

**Akulovich L.M., Sergeev L.E., Dubnovitsky S.K., Shabunya V.V. CORROSIVE RESISTANCE OF THE ALLOYED STEEL DETAILS AFTER MAGNETIC ABRASIVE MACHINING**

Abstract. As a result of corrosion metal products lose the valuable technical properties that is why searching the ways of its deceleration is important. Corrosion resistance of automobile details is defined by the quality indicators of their surfaces, which are generally formed during the time of finishing processing operations. Perspective ways of finishing processing of the detail surfaces are the ways based on the use of an elastic adhesive or three-body abrasion to which magnetic abrasive machining refers. (Purpose of research) Proving the efficiency of magnetic abrasion machining of the alloyed steel details for increasing their resistance to corrosive attack. (Materials and methods) Experimental studies were conducted on the race rings (material ShH15 state standard specification 801-78) and seaming rolls (material H12M state standard specification 5950-73) samples after turning, grinding and magnetic abrasive machining. During the experiment the race rings were immersed in 20% aqueous NaCl solution at a temperature 20°C for 288 hours, the seaming rolls – in 10% aqueous NaCl solution at a temperature 20°C for 336 hours. When assessing the corrosive resistance the quality indicators were used – the changing visual appearance of the metal surface. (Results and discussion) The intensity of the corrosion development of the samples were compared depending on their immersion in solution time after turning, grinding and magnetic abrasive machining. Topographical features of surface after different ways of finishing processing were also equated. It was determined that magnetic abrasive machining provides the smallest roughness of surface that in its turn increases its resistance to corrosion attack. (Conclusions) Magnetic abrasive machining increases the corrosive resistance of a surface of an inner race by 1,83 times, and a seaming roll by 1,5 times, at the same time the morphology and structure of ferro abrasive powder have no significant effect on resistance to corrosive attack.

Keywords: race rings, seaming roll, magnetic abrasive machining.

**Бурак П.И., Латыпов Р.А., Серов А.В., Серов Н.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ И МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ ПРИ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ПРИВАРКЕ**

Реферат. Создание аппаратно-программных комплексов, позволяющих анализировать данные, поступающие от датчиков, оператора или других, в том числе справочных сетевых источников с последующим использованием результатов анализа при выборе параметров процессов, на сегодняшний момент является востребованным для процессов упрочнения и восстановления деталей сельскохозяйственных машин. (Цель исследования) Расширение применения цифровых технологий в процессах ремонта, восстановления и упрочнения деталей сельскохозяйственных машин методом электроконтактной приварки. (Материалы и методы) Использовали метод математического моделирования, а также компьютерные языки программирования «Си-шарп» и «Visual Basic 6.0» для создания компьютерных программ. (Результаты и обсуждение) Получили уравнения регрессии при помощи программы SPSS Statistics для прогнозирования прочности соединения присадочного материала ленты 50ХФА с основой из стали 45 и величину деформации ленты  $\epsilon$  в зоне термического влияния Zзтв. Разработали компьютерные программы «Расчетно-экспериментальная оценка выбора оптимального режима электроконтактной приварки» на языке «Си-шарп» для проверки полученных уравнений регрессий и «Оптимальные режимы электроконтактной приварки металлической ленты с использованием промежуточного слоя на основе высокоактивных аморфных лент», которая позволяет автоматически рассчитывать скорость (частоту) вращения детали, сварочный ток, время протекания импульса, подачу и усилие сжатия роликовых электродов, расход охлаждающей жидкости, а также оценить зону термического влияния и прочность соединения покрытия с основой. (Выводы) Применение цифровых технологий в процессах упрочнения и восстановления деталей машин различными методами позволит значительно повысить качество получаемых покрытий и снизить их трудоемкость. Определили,

что оптимальной величиной деформации стальной ленты, при которой прочность соединения покрытия с основой является равнопрочной одному из соединяемых металлов, является  $\epsilon = 30-35$  процентов.

**Ключевые слова:** Цифровые технологии, получение покрытий, ремонт, электроконтактная приварка, стальная лента, оптимизация режимов.

Burak P.I., Abdulhakovich R.A., Serov A.V., Serov N.V. THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN CASE OF A RESEARCH AND SIMULATION OF THE PROCESSES PROCEEDING IN CASE OF AN ELECTROCONTACT WELDING

**Abstract.** Creation of hardware and software systems that allow analyzing the data received during the execution of processes from sensors, operator or others, including network reference sources, and then using the results of analysis when assigning process parameters is currently in demand for hardening processes and restoring agricultural machinery parts. (Purpose of research) Expansion of the use of digital technologies in the processes of repair, restoration and hardening of parts of agricultural machines by the method of electrocontact resistance welding. (Materials and method) To achieve this purpose, an analysis of literary sources was carried out, using the method of mathematical modeling. To create computer programs used computer programming languages "C#" and "Visual Basic 6.0". (Results and discussion) With the help of SPSS Statistics, the obtained regression equations were used to predict the strength of the joint of the filler material of steel 50XΦA tape with the basis of steel 45 and the tape deformation  $\epsilon$  and the heat affected zone  $Z_{зтв}$ . To verify the obtained regression equations, computer programs "Calculation and experimental evaluation of the choice of the optimal mode of electrocontact resistance welding" were developed in the C# language. The program "Optimal modes of electrocontact resistance welding of metal tape using an intermediate layer based on highly active amorphous ribbons" has been developed, which allows you to automatically calculate the speed (frequency) of a part's rotation, welding current, pulse time, feed and compression force of roller electrodes, coolant flow, and also evaluate the heat-affected zone and the strength of the coating compound with the base. (Conclusion) The use of digital technologies in the processes of hardening and restoration of machine parts using various methods will significantly improve the quality of the coatings obtained and reduce their labor intensity. It is definitely that the optimum amount of deformation of the steel tape, at which the strength of the coating connection with the base is equal to one of the metals being joined, is  $\epsilon = 30-35\%$ .

**Keywords:** Digital technology, receiving coverings, repair, electrocontact resistance welding, steel tape, mode optimization.

**Габитов И.И., Неговора А.В., Разяпов М.М., Гусев Д.А. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ТЕПЛОЙ ПОДГОТОВКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР**

**Реферат.** Эксплуатация автотракторной техники в условиях низких температур затруднена. Наиболее эффективным методом подготовки техники к зимним нагрузкам является тепловая обработка агрегатов. (Цель исследования) Выявить конструктивно-режимные параметры средств тепловой подготовки и описать взаимодействие потока теплоносителя с нагреваемым объектом. (Материалы и методы) Выявлены факторы, влияющие на теплопередачу, предложено выполнить моделирования в программной среде FlowVision. Проведено моделирование процесса разогрева поддона картера двигателя СМД-60 в программе «CD Adapco Star CCM». Представлена схема экспериментальной установки. (Результаты и обсуждение). Экспериментальные данные с достаточной точностью подтвердили расчетные значения оптимальных параметров, полученные моделированием. (Выводы) Наиболее эффективным способом тепловой подготовки высокотехнологичных агрегатов является их объемный обогрев потоком теплоносителя с пониженной до 150оС температурой. Обоснованы конструктивно-режимные параметры средств тепловой подготовки: для обеспечения минимального времени тепловой подготовки агрегатов теплоносителем с низкой температурой. Установлено, что при тепловой мощности подогревателя равной 15 кВт оптимальная скорость потока равна 2 метров в секунду, а расход воды для образования теплоносителя смешанного типа около 0,17 л/мин.

**Ключевые слова:** автотракторная техника, тепловая подготовка, информационная модель подогрева, газоздушная смесь, теплоноситель смешанного типа.

**Gabitov I.I., Negovora A.V., Razyapov M.M., Gusev D.A. DIGITAL OPTIMIZATION OF THE PROCESS OF THERMAL PREPARATION OF AGRICULTURAL MACHINERY AT LOW TEMPERATURES**

**Abstract.** Operation of automotive equipment at low temperatures is difficult. The most effective method of preparation of equipment for winter loads is heat treatment of units. (The purpose of the study) to Identify the design and operating parameters of the means of heat treatment and describe the interaction of the coolant flow with the heated object. (Materials and methods) Revealed the factors affecting heat transfer, it is proposed to perform a simulation in the software environment is Studied. The modeling of the heating process of the sump sump SMD-60 in the program "CD Adapco Star CCM". The scheme of the experimental setup is presented.

(Results and discussion). Experimental data with sufficient accuracy confirmed the calculated values of the optimal parameters obtained by simulation. (Conclusions) the most effective way of heat treatment of high-tech units is their volumetric heating by coolant flow with a temperature reduced to 150°C. The design-regime parameters of the means of thermal preparation are substantiated: to ensure a minimum time of thermal preparation of the units by a coolant with a low temperature. It is established that at the heater thermal power equal to 15 kW, the optimal flow rate is 2 meters per second, and the water flow rate for the formation of a mixed type coolant is about 0.17 l/min.

Keywords: the autotractor machinery, thermal preparation, information model of heating, air-gas mix, the heat carrier of the mixed type.

**Сайфуллин Р.Н., Гаскаров И.Р., Ямалетдинов Р.К.** ДЕТАЛИ МАШИН, ВОССТАНОВЛЕННЫЕ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ПРИВАРКОЙ ПРИСАДОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА БЛОЧНО-МОДУЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ  
Реферат. Рассмотрели опыт восстановления изношенных деталей машин электроконтактной приваркой различных присадочных материалов, привели номенклатура изношенных детали машин. Восстановление изношенных деталей производили на новой блочно-модульной установке. Установка укомплектована двумя блоками: блоком электроконтактной приварки и блоком наплавки под слоем флюса. Восстановление изношенных деталей машин производилось на научно-производственном участке кафедры технологии металлов и ремонта машин Башкирского государственного аграрного университета. (Цель исследования) Восстановление исходных параметров изношенных деталей машин расширенной номенклатуры методом электроконтактной приварки различных присадочных материалов. (Материалы и методы) Технология электроконтактной приварки заключается в приемке, дефектации, предварительной механической обработке, приварке, окончательной механической обработке и контроле качества полученного покрытия. Предварительная механическая обработка проводится с целью устранения следов износа, придания правильной геометрической формы и занижения диаметра с учетом привариваемого присадочного материала. (Результаты и обсуждение) Режимы электроконтактной приварки определяются в зависимости от диаметра поверхности и применяемого присадочного материала. Окончательная обработка проводится на шлифовальных станках. При повышенных требованиях к качеству поверхности шлифование следует проводить в два этапа: предварительно и окончательно после правки шлифовального круга. Контроль качества восстановления производится сразу же после окончательной обработки без снятия со станка. Визуально оценивается отсутствие пор, непроваров и других дефектов. При их наличии поверхность подлежит повторному восстановлению. (Выводы) Для повышения качества восстановленных деталей необходимо создавать специализированные предприятия по восстановлению изношенных деталей машин и желательно фирмами-производителями с целью создания оборотных запасных частей.

Ключевые слова: восстановление деталей, электроконтактная приварка, опыт восстановления деталей.

Saifullin R.N., Gaskarov I.R., Yamaletdinov R.K. MACHINE PARTS RESTORED BY ELECTROCONTACT WELDING OF MATERIALS ON BLOCK-MODULAR INSTALLATION

Abstract. The work continues the theme of the experience of the restoration of wornout machine parts electrocontact welding of various filler materials, a new range of worn machine parts. Restoration of worn parts was carried out, including a new block-modular installation. The unit is equipped with two units: a block of electric contact welding and a block of surfacing under a layer of flux. Restoration of worn-out machine parts was carried out at the research and production site of the Department of metal technology and machine repair of the Bashkir state agrarian University. (Purpose of research) Restoration of initial parameters of worn-out details of cars of the expanded nomenclature by method of electrocontact welding of various additive materials. (Materials and methods) The technology of electrocontact welding is acceptance, defecation, pre-machining, welding, final machining and control of the resulting coating. Pre-machining is carried out in order to eliminate the signs of wear, give the correct geometric shape and understatement of the diameter, taking into account the welded filler material. (Results and discussion) Modes of electric contact welding are reference and are determined primarily by the diameter of the surface and the kind of filler material. The final treatment is usually carried out on grinding machines. With increased requirements for surface quality grinding should be carried out in two stages: pre-and finally after editing the grinding wheel. Quality control of restoration is carried out immediately after the final processing without removing from the machine. Visually assessed the absence of pores, incomplete penetration and other defects, and if any surface be registered again. (Conclusion) Restoration of worn parts today is an urgent task, especially for parts of expensive imported equipment. To improve the quality of remanufactured parts, it is necessary to create specialized enterprises for the restoration of worn parts of machines and preferably by the manufacturers themselves, as is done in industrialized

countries. Therefore, domestic manufacturers, according to the experience of developed countries, it is advisable to organize a developed network of repair and restoration points of their equipment, which would be engaged not only in maintenance and repair of equipment, but also the creation of a Fund of circulating spare parts.

Keywords: restoration of details, electrocontact welding, experience of restoration of details.

#### **Сайфуллин Р.Н., Прига В.Г. СОВРЕМЕННЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО НАРАЩИВАНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ**

Реферат. В связи с изменением масштаба и структуры производства возросла роль универсальных методов обработки материалов, к которым можно отнести электроискровую обработку металлических поверхностей. Необходимо возобновление широкого использования электроимпульсной обработки для решения задач машиностроительного и ремонтного производства. (Цель исследования) Проанализировать современные зарубежные установки для электроискрового наращивания и упрочнения изделий. (Материалы и методы). Представлена собственная классификация аппаратов и их ориентировочная стоимость. Отличительной особенностью электроимпульсной обработки металлов является использование однополярной формы импульсов, что повышает активность процесса обработки и существенно снижает температуру межэлектродного пространства. Метод используется для упрочнения режущего и штампового инструмента, а также для восстановления размеров изношенных деталей. Данный метод отличается универсальностью и возможностью полной автоматизации процесса. (Результаты и обсуждение) Кратко охарактеризовали современное оборудование для электроискровой обработки. Аппараты для электроискровой обработки можно разделить на индуктивные, конденсаторные и управляемые конденсаторные. В настоящее время выпускаются только конденсаторные и управляемые конденсаторные электроискровые аппараты. Индуктивные электроискровые аппараты не выпускаются и о них мало информации. (Выводы) За рубежом продолжается совершенствование аппаратов для электроискровой обработки, чего нельзя сказать об отечественном опыте совершенствования методов и аппаратов электроискрового упрочнения и наращивания. Некоторые исследования ведутся в МИСиС (Москва, рук. проф. – Левашов Е.А.); ИМ ХНЦ ДВО РАН (г. Хабаровск, рук. – проф. Верхотуров А.Д.); ИПМ НАНУ (г. Киев). В целом работы по совершенствованию электроискровой обработки ведутся в области автоматического управления режимами обработки и подбора эффективных электродных материалов.

Ключевые слова: электроискровая обработка, упрочнение, восстановление.

#### **Saifullin R.N., Priga V.G. MODERN INSTALLATIONS FOR ELECTRO-SPARKING BUILDING-UP AND HARDENING OF PARTS**

Abstract. The review presents modern foreign installations for the electric-spark buildup and hardening of parts and their estimated cost. Given the own classification of devices. Nowadays, due to changes in the scale and structure of production, the role of universal methods of processing materials has increased, to which electric spark processing of metal surfaces can be attributed. (Purpose of research) Therefore, it is necessary to resume the widespread use of electro impulse treatment for solving problems of the machine-building and repair production. (Materials and methods) A distinctive feature of the electro impulse treatment of metals is the use of a single-polar form of pulses, which increases the activity of the treatment process and significantly reduces the temperature of the interelectrode space. The use of modern advances in the field of high-current electronics and high-voltage pulsed technology, which opens the way to the creation of plants with improved performance. The method is used to harden the cutting and die tools, as well as to restore the size of worn parts. This method is characterized by versatility and the ability to fully automate the process. (Results and discussion) In this paper, we briefly stop on modern equipment for electric-spark processing. Devices for electric spark processing can be divided into inductive, capacitor and controlled capacitor. At present, only capacitor and controlled capacitor electric-spark devices are produced. Inductive electro-spark devices are not produced and there is little information about them. (Conclusion) The improvement of electric-spark machining apparatus continues abroad, which cannot be said about the domestic experience of improving the methods and apparatus of electric-spark hardening and extension. Some researches are conducted in MISiS (Moscow, the head – prof. E.A.Levashov); MI KhNTS DWO RAN (Khabarovsk, the head – prof. A.D. Verkhoturov); IPM NANU (Kiev). In general, the work on the improvement of the electric-spark treatment is carried out in the field of automatic control of the processing modes and selection of effective electrode materials.

Keywords: electro-spark treatment, hardening, recondition.

**Рещиков Е.О., Задорожний Р.Н., Иванов В.И. ИССЛЕДОВАНИЕ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ С ПОКРЫТИЯМИ, ПОЛУЧЕННЫМИ ЭЛЕКТРОИСКРОВОМ ЛЕГИРОВАНИЕМ**

Реферат. Титановые сплавы нашли широкое применение в промышленности. Ограниченность применения сплавов титана в узлах трения обусловлена неудовлетворительными триботехническими свойствами этих материалов. Повышение износостойкости титана и его сплавов возможно при помощи нанесения покрытий и изменения свойств поверхностного слоя материала. (Цель исследования) Повышение износостойкости титановых сплавов на примере VT20 при помощи электроискрового легирования. (Материалы и методы) Выполнили исследования износостойкости титанового сплава VT20 с покрытиями, полученными методом электроискрового легирования различными материалами. Изучили при помощи рентгенофлуорисцентного спектрометра в рамках проведенных исследований химический состав, профиль поверхности методом профилирования, износостойкость и триботехнические свойства полученных покрытий путем испытаний на трибометре по схеме штифт – диск. (Результаты и обсуждение) Выявили, что полученные покрытия из твердых материалов вследствие низкого качества поверхности в результате обработки показывают износостойкость на уровне эталонного образца без покрытия. Определили, что покрытия, образованные с применением электрода из графита, отличаются низким коэффициентом трения и высокой износостойкостью. Установили, что износ образцов с покрытиями, за исключением образцов, обработанных графитом, в значительной мере приходится на этап приработки и обусловлен высокими параметрами профиля поверхности образцов. Следует измерять износ на всех стадиях процесса изнашивания: при приработке, в режиме нормальной эксплуатации и при так называемом катастрофическом износе. (Выводы) Выявили, что ЭИЛ позволяет в широком диапазоне изменять состав, структуру и свойства поверхностного слоя легируемого материала. Титановый сплав, обработанный ЭИЛ графитом, показывает высокую износостойкость и низкий коэффициент трения; слой графита, нанесенный на поверхность образца, не образует прочное покрытие, а играет роль твердой смазки, постепенно расходуемой в процессе изнашивания. Повышение износостойкости титановых сплавов путем электроискровой обработки графитом становится перспективным направлением развития использования титановых сплавов в узлах трения.

Ключевые слова: титановые сплавы, износостойкость, триботехнические испытания, электроискровое легирование.

**Reschikov E.O., Zadorozhnyi R.N., Ivanov V.I. TRIBOTECHNICAL PARAMETERS OF TITANIUM ALLOYS WITH ELECTRO SPARK ALLOYING COVER RESEARCH**

Abstract. Titanium alloys are industrially widespread. Titanium alloys limitation is caused poor tribotechnical properties of these materials. Titanium alloys wear resistance increasing can be reached by making covers and surface attributes changing. (Research purpose) Increasing titanium alloys wear resistance by electro spark alloying of VT20. (Materials and methods) In this work wear resistance of titanium alloys with electro spark alloying covers research was made to reach the purpose. In the study chemical composition by means of X-ray fluorescent was determined, surface texture with profile method was discovered, wear resistance and tribotechnical parameters of produced covers by the pinondisk method were researched. (Results and discussion) Because of poor surface texture parameters hardness material covers shows wear resistance the same as standard sample without cover. Covers produced by the means of carbon electrode differ low friction coefficient and high wear resistance. Summary. Samples with covers (except carbon produced) wear is mostly caused during breaking-in period because of their high surface texture parameters. Wear should be determined during all wearing process: breaking-in, normal and high-wear period. (Conclusions) Titanium alloys wear resistance increasing through electro spark alloying with carbon is a perspective way of using these materials in friction gear.

Keywords: titanium alloys, wear resistance, tribotechnical testing, electro spark alloying.

**Зеленьков С.М., Лавров Ю.Г. ГИПОТЕЗА ФОРМИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТРЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТРИБОТЕХНИЧЕСКОГО СОСТАВА «СУПРОТЕК»**

Реферат. Исследования геомодификации поверхностей трения показали, что уникальные эффекты многократного снижения интенсивности изнашивания и потерь на трение обусловлены химическими и структурными свойствами минералов, а также гранулометрическим составом геомодификатора. (Цель исследования) Разработать рабочую гипотезу формирования новой структуры поверхности трения, приводящей к кардинальным изменениям условий трибоконтакта по результатам разрушающего и неразрушающего исследования. (Материалы и методы) На основе проведенных исследований предположили, что формированию новой оптимальной структуры поверхности трения способствуют различные факторы. Снятие тонкого дефектного слоя поверхностей трения способствует ускоренному



формированию на них вторичных структур; при разрушении частиц минерала в локальной зоне трения быстро выделяется большая энергия, на поверхности детали возникает значительный градиент температуры и давления; в зоне разрушения частиц могут находиться химические соединения из минералов: SiO<sub>2</sub>, MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO, NiO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, CaO и др., участвующих в физико-химической модификации поверхностей трения. (Результаты и обсуждение) Определили, что факторы при потоке энергии, обусловленном твердостью и энергоплотностью частиц минерала, их размером, возможной эмиссией свободных электронов, обусловленной степенью «чистоты» поверхности и величиной модуля упругости, при наличии химических элементов в контакте, обеспечивают перестройку фаз и структуры компонентов на поверхностях трения, катализ новых соединений, и тем самым, не поддающееся контролю изменение поверхностей трения и подповерхностных слоев. (Выводы) Исследования показали, что ТС «СУПРОТЕК» способствуют формированию новой структуры поверхности трения на основе кристаллической решетки металла. В процессе работы узла трения в присутствии ТС «СУПРОТЕК» происходит последовательное постепенное наращивание слоев на атомном уровне. Характеристики сформированной структуры (толщина, пористость, микротвердость, масло-удерживающая способность) определяются условиями работы самого узла трения.

Ключевые слова: геомодификатор трения, структура слоев, частицы порошка, самоорганизация, каталитическое воздействие, кривая Аббота, явление «вытягивания» приповерхностных зерен, дефектность структуры.

Zelenkov S.M., Lavrov Yu.G. THE HYPOTHESIS OF THE FORMATION OF THE FRICTION SURFACE WITH THE USE OF TRIBOLOGICAL COMPOSITION "SUPROTEC"

Abstract. The studies "geomodifications friction surfaces" showed that multiple unique effects reduce the wear rate and friction loss due to chemical and structural properties of minerals, as well as with a granulometry geomodifications friction. (Research purpose) The purpose of these studies was to develop a new working hypothesis forming structure friction surface, leading to drastic changes in friction contact conditions on the results of the destructive and nondestructive investigation. (Materials and methods) Studies suggest that the formation of a new, optimal structure of the friction surfaces, by a variety of factors: the removal of a thin layer of defective friction surface that contributes to the accelerated formation of secondary structures on them; the destruction of mineral particles in a large area of local friction energy is released quickly, on the workpiece surface there is a considerable temperature gradient and pressure; in particle fracture zone may be chemical compounds from minerals: SiO<sub>2</sub>, MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO, NiO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, CaO, etc., involved in the physicochemical modification of friction surfaces. (Results and discussion) All of these factors when energy flux due to the hardness and the energy density of the mineral particles, their size, the possible emission of free electrons due to the degree of the "purity" of the surface and the elastic modulus value in the presence of chemical elements in contact, provide restructuring phase and structure of the components on the friction surfaces, catalysis, novel compounds and thus, uncontrollable change of the friction surfaces and subsurface layers. (Conclusions) Studies have shown that the vehicle "SUPROTEC" contribute to the formation of the new structure of the surface friction on the basis of the crystal lattice of the metal. In the process of operation of a friction component in the presence of CU "SUPROTEC" takes place consistently gradual build-up of layers at the atomic level. The characteristics of the formed structure (thickness, porosity, microhardness, oil-holding capacity) are determined by the operating conditions of the friction unit itself.

Keywords: geomodifier friction (GMF), structure of layers of the powder particles, selforganization, catalytic effect, Abbott curve, the phenomenon of "pull" near surface grains, structural defects.

**Юдин В.М., Кулаков К.В. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОТВЕРСТИЙ ДЕТАЛЕЙ ЖЕЛЕЗНЕНИЕМ**

Реферат. Наиболее широко в ремонтном производстве для восстановления деталей применяют железнение. Основные преимущества железнения –отсутствие термического влияния на деталь, небольшой припуск на механическую обработку и высокая износостойкость покрытия. (Цель исследования) Разработать установку и технологию нанесения железных покрытий на внутренние поверхности отверстий из высококонцентрированного электролита, обеспечивающего ресурсосбережение. (Материалы и методы) Исследования проводили на установке для нанесения железных покрытий из концентрированного электролита (500-600 г/л двуххлористого железа). (Результаты и обсуждение) Разработанная технология восстановления внутренних поверхностей отверстий электролитическим железнением позволяет значительно увеличить скорость нанесения покрытия. Недостатком разработанной технологии служит повышенная склонность к окислению применяемого высококонцентрированного хлористого электролита. В ходе электролиза при высоких катодных

плотностях тока получили данные о накоплении в электролите ионов трехвалентного железа. При железнении возможно защелачивание прикатодного слоя. Кислотность прикатодного слоя можно снизить до уровня образования в нем гидроксидов железа, которые включаются в осадок и ухудшают качество поверхности или приводят к нарушению всего процесса. Для устранения недостатков технологии скоростного железнения предлагаем в состав установки для нанесения покрытий включить электролитическую ячейку проработки электролита. Использование такой ячейки позволяет восстанавливать ионы трехвалентного железа до двухвалентного и поддерживать концентрацию двуххлористого железа в электролите на требуемом уровне. С целью экономии материалов и снижения вредного воздействия на окружающую среду после железнения рекомендуется проводить промывку и нейтрализацию деталей в воде, разделенной с помощью электрического тока на обогащенную ионами водорода («кислую») и ионами гидроксила («щелочную»). Детали после железнения промывают в «кислой» воде, а затем проводят нейтрализацию «щелочной» водой. Водой для промывки пополняют ванну железнения, а воду для нейтрализации после фильтрации применяют снова. (Выводы) Предлагаемая установка и технология позволяют наносить качественные железные покрытия с высокой скоростью, сократить потребление ресурсов и загрязнение сточных вод.

Ключевые слова: железнение, плотность тока, кислотность электролита, гидроксид железа, «кислая» и «щелочная» вода.

#### **Yudin V.M., Kulakov K.V. RESTORATION OF INTERNAL SURFACES OF OPENINGS OF DETAILS STEELING**

Abstract. Most widely in repair production apply iron plating to recovery of parts. The main advantages of iron plating are the lack of thermal influence on a part, a small allowance for machining and high wear resistance of a covering. (Research purpose) Development of installation and technology of drawing iron coverings on internal surfaces of the openings from the high-concentrated electrolyte providing resource-saving. (Materials and methods) Researches were conducted on installation for drawing iron coverings from the concentrated electrolyte (500-600 g/l of two-chloride iron). (Results and discussion) The technology of recovery of inner surfaces of openings developed by us electrolytic iron plating allows to increase coating application speed considerably. A lack of the developed technology is the increased tendency to oxidation of the applied high-concentrated chloride electrolyte. During electrolysis at the high cathode current densities we obtained data on accumulation in electrolyte of ions of trivalent iron. At iron plating there can be a alkalization of a prikatodny layer. The acidity of a prikatodny layer can decrease to education level of iron hydroxides in it which join in a deposit and worsen a surface quality or lead to violation of all process. For elimination of shortcomings of technology of highspeed iron plating we suggest to include an electrolytic cell of study of electrolyte in structure of the coater. Use of such cell allows to recover ions of trivalent iron to bivalent and to maintain concentration of dichloride iron in electrolyte at the required level. For the purpose of economy of materials and decrease in harmful effects on the environment after iron plating it is recommended to carry out washing and neutralization of parts in the water separated by means of current flow on enriched with ions of hydrogen ("acid") and ions of a hydroxyl ("alkaline"). Parts after iron plating wash out in "acid" water, and then carry out neutralization by "alkaline" water. Fill up with water for washing an iron plating bathtub, and water for neutralization, after filtering apply again. (Conclusions) The offered installation and technology allows to put qualitative iron coverings with a high speed, to reduce consumption of resources and pollution of sewage. Keywords: iron plating, current density, acidity of electrolyte, iron hydroxide, "acid" and "alkaline" water.

#### **Тополянский П.А., Ермаков С.А., Тополянский А.П. КРЕМНИЕВОЕ ПОКРЫТИЕ SILCOPATEKS ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НАГАРА И ОТЛОЖЕНИЙ НА ДЕТАЛЯХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ**

Реферат. За рубежом эффективно применяют кремниевые химически инертные покрытия, предотвращающие образование нагара и отложений на деталях машин и оборудования. Данные покрытия состоят из многослойного (до 10 слоев) гидрогенизированного аморфного кремния (a-Si:H), внешний слой которого функционализирован углеводородными соединениями, имеющими ковалентную связь с предшествующим слоем. Эти диффузионные покрытия прозрачны, имеют повышенную адгезионную прочность к подложке за счет проникновения кремния вглубь до 50 нм. Метод нанесения данных покрытий – химическое осаждение из паровой фазы (CVD). В России аналогичные покрытия не применяются, поэтому их разработка является актуальной задачей. (Цель исследования) Доказать эффективность разработанного отечественного кремниевого покрытия SilcoPateks при его нанесении методом химического осаждения из паровой фазы с плазменной активацией (PACVD) на детали машин и оборудования для предотвращения образования углеродистых отложений, связанных с горением топлива, высокотемпературным и окислительным воздействием компонентов масла. (Материалы и методы) В качестве исходных материалов образцов для исследований применялись

антифрикционный легированный чугун марки АХНМД и сталь Р18. Исследования проводили при изучении физико-механических и трибологических свойств, параметров шероховатости, морфологии, остаточных напряжений, угла смачивания и других характеристик поверхностного слоя. (Результаты и обсуждение) Разработанное многослойное покрытие SilcoPateks из гидрогенизированного аморфного кремния с верхним многослойным покрытием из оксикарбонитрида кремния ( $\alpha$ -Si:H-SiOCN) наносили с использованием химического осаждения из паровой фазы с активацией плазмой дугового разряда (технология финишного плазменного упрочнения). Результаты проведенных исследований показали преимущества свойств поверхностного слоя с покрытием SilcoPateks по сравнению с электрохимическим хромированием. (Выводы) Покрытие SilcoPateks может использоваться для повышения долговечности и надежности деталей цилиндропоршневой группы, а также упрочнения и восстановления золотниковых и плунжерных пар топливных насосов высокого давления. Ключевые слова: углеродистые отложения, плазменное силицирование, химико-термическая обработка, кремниевое покрытие, плазменное покрытие.

Topolyansky P.A., Ermakov S.A., Topolyansky A.P. SILICON SILCOPATEKS COATINGS TO PREVENT SCALE AND DEPOSITS ON THE PARTS OF MACHINES AND EQUIPMENT

Abstract. Silicon chemically inert coatings are effectively used abroad to prevent formation of scale and deposits on the parts of machines and equipment. These coatings consist of multilayer (up to 10 layers) hydrogenated amorphous silicon ( $\alpha$ -Si: H), outer layer thereof is functionalized with hydrocarbon compounds with a covalent bond with the preceding layer. These diffusion coatings are transparent, have an increased adhesive strength to the substrate due to penetration of silicon down to 50 nm. Chemical vapor deposition (CVD) method is used to apply these coatings. Similar coatings are not applied in Russia, so their development is a relevant task. (Research purpose) To prove the effectiveness of the developed silicon coating SilcoPateks when it is applied by chemical vapor deposition with plasma activation (PACVD) on the parts of machines and equipment for the prerotation of the formation of carbon deposits associated with the combustion of top-Liv, high-temperature and oxidative effects of oil components. (Materials and methods) Antifriction alloyed cast iron АННМД and steel R18 were used as starting materials for the samples. Researches were performed in the course of study of physical-mechanical and tribological properties, roughness parameters, morphology, residual stresses, wetting angle and other characteristics of the surface layer. (Results and discussion) The developed SilcoPateks multilayer coating of hydrogenated amorphous silicon with an upper multilayer coating of silicon oxycarbonitride ( $\alpha$ -Si: H-SiOCN) was applied using chemical vapor deposition with arc plasma-activated plasma technology (plasma finishing technology). The results of the studies showed benefits of the properties of the surface layer coated with SilcoPateks compared with electrochemical chrome plating. (Conclusions) SilcoPateks coating can be used to improve durability and reliability of parts of cylinder-piston group, as well as hardening and restoration of spool and piston pairs of high-pressure fuel pumps.

Keywords: carbon deposits, coke, plasma silicization, chemical-thermal treatment, silicon coating, plasma coating.

**Сидоров С.А., Зволинский В.Н. ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН ПУТЕМ ЗАЩИТЫ ОПРЕДЕЛЕННЫХ ЗОН ОТ ИНТЕНСИВНОГО АБРАЗИВНОГО ИЗНАШИВАНИЯ**

Реферат. основополагающим критерием наступления предельного состояния рабочего органа почвообрабатывающего орудия вследствие воздействия абразивной массы почвы служит линейный износ лезвия по длине, ширине и толщине детали. Аналогичная проблема, приводящая к износу болтовых соединений и снижению усилия их затяжки, существует в зонах крепежных отверстий. (Цель исследования) Разработать предложения по созданию рабочих органов с конструктивно-материаловедческими и технологическими параметрами, обеспечивающими защиту от преждевременного истончения определенных поверхностей, существенно влияющих на уровень необходимых прочностных характеристик при длительном процессе эксплуатации. (Материалы и методы) Объекты исследований – тяжело нагруженные и быстро изнашиваемые детали почвообрабатывающих орудий, такие как лемехи плугов, лапы культиваторов, наральники, лезвия дисков, фрезерные ножи и др. При этом учитывали подобные проблемы с импортозамещающими рабочими органами. (Результаты и обсуждение) Основным результатом проведенных исследований стало соответствие изученных объектов прогнозируемому техническому и технологическому уровню на период до 2030 года. Разработанные материаловедческие, технологические, конструкторские и технические решения обоснованы с практической, технической и экономической точек зрения,

подтверждены экспериментальной проверкой. (Выводы) Полученные результаты исследований показали возможность повышения суммарного эксплуатационного ресурса испытанных рабочих органов минимум в 1,5 раза. Необходимый экономический эффект достигнут при твердости материалов основы деталей не ниже 46 HRC; скорости нанесения покрытий 0,5 сантиметров в квадрате в секунду; производительности нанесения по весу – не менее 60 грамм в минуту; твердости наносимого покрытия не менее 59 HRC и коэффициенте относительной износостойкости не менее 3,5. Себестоимость изготовления новых деталей увеличивалась не более чем на 70 процентов.

Ключевые слова: материаловедческий, почвообрабатывающий, лемех, лапа, испытания, параметры, измерение, крепеж, импортозамещение, эффективность.

**Sidorov S.A., Zvolinsky V.N.** IMPROVING THE STRENGTH CHARACTERISTICS OF THE WORKING TILLAGE MACHINERY ORGANS BY PROTECTING CERTAIN AREAS FROM INTENSE ABRASIVE WEARS

Abstract. The basic criterion for the onset of the limit state of the working body of the tillage tool, due to the impact of abrasive soil mass, is the linear wear of the blade along the length, width and thickness of the part. A similar problem, leading to wear of bolt connections and reduce the tightening force, exists in the areas of fixing holes. (Research purpose) To develop proposals for the creation of working bodies with structural, material and technological parameters that provide protection against premature thinning of certain surfaces that severely affect the level of the required strength characteristics during the long process of operation. (Materials and methods) The research was heavily load-measures and quick-wear parts tillage tools such as chisels plows, paws cultivators, naralniki, blades, discs, milling knives, etc. taking into account such problems with imports substituting working bodies. (Results and discussion) The main result of the research was the compliance of the studied objects with the projected technical and technological level for the period up to 2030. The developed materials science, technological, design and technical solutions are justified from practical, technical and economic points of view, confirmed by experimental verification. (Conclusions) The obtained results showed the possibility of achieving the level of increase in the total operating life of the tested working bodies at least 1.5 times. Obtaining the necessary economic effect is achieved when the hardness of the base materials of the parts is not lower than 46 HRC; coating rate of 0.5 cm<sup>2</sup>/sec; application performance by weight – not less than 60 g/min; the hardness of the coating is not less than 59 HRC and the coefficient of relative wear resistance is not less than 3.5. The cost of manufacturing new parts increased by no more than 70%.

Keyword: material science, tillage, ploughshare, paw, testing, parameters, measurement, fasteners, import substitution, efficiency.

**Голубев И.Г., Быков В.В., Голубев М.И., Спицын И.А.** АНАЛИЗ АДДИТИВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ 3D ПЕЧАТИ ДЕТАЛЕЙ

Реферат. Мировым трендом и наиболее динамично развивающимся направлением цифрового производства стало применение аддитивных технологий (АТ). (Цель исследования) Проанализировать рынок и модели аддитивного оборудования для 3D-печати полимерных и металлических деталей, а также возможности принтеров зарубежных и российских производителей для изготовления и ремонта деталей сельскохозяйственной и лесохозяйственной техники. (Материалы и методы) Проведен анализ открытых информационных источников по использованию аддитивных технологий. Большое внимание уделено изучению и анализу принтеров для 3D-печати, представленных на различных выставках. (Результаты и обсуждение) Исследовали рынок аддитивного оборудования для 3D-печати полимерных и металлических деталей. Установили, что рынок установок 3D-печати делится на три сегмента. Самые высокие темпы роста отмечаются для дешевых 3D-принтеров. Второй набор технологий предназначен для создания прототипов деталей. Дешевые и средние по стоимости установки обычно ориентированы на полимерные материалы. Установки высокого класса, составляющие третий сегмент, позволяют изготавливать полимерные, металлические и керамические детали. Подавляющее большинство реализованных принтеров работают с полимерами. По данным «Микромет», больше всего аддитивных машин установлено в США, Японии и Германии. Российский рынок аддитивного оборудования только начинает формироваться. Согласно информации Wohlers, с 1988 по 2016 год в России установлено 1,4 процентов всех аддитивных машин. Минпромторг России считает, что в Российской Федерации эксплуатируется около 600-650 промышленных 3D-принтеров, из них 10% работают с металлом. (Выводы) Привели характеристики моделей принтеров зарубежных и отечественных производителей SLA, FDM и PoLyJet. Они могут быть использованы для изготовления и ремонта деталей, в том числе сельскохозяйственной и лесохозяйственной техники.

Ключевые слова: аддитивные технологии, оборудование, принтеры, детали, 3D-печать.

Golubev I.G., Bykov V.V., Golubev M.I., Spitsyn I.A. ANALYSIS OF ADDITIVE EQUIPMENT FOR 3D PRINTING OF PARTS

**Abstract.** The world trend and the most dynamically developing direction of "digital" production is the use of additive technologies (at). (Research purpose) To analyse the market and models of the additive equipment for 3D printing of polymer and metal details and also a possibility of printers of foreign and Russian producers for production and repair of details of the agricultural and forestry and landscape machinery. (Materials and methods) The analysis of the additive equipment market for 3D printing of polymer and metal parts is given. It is established that the market of 3D printing installations is divided into three segments. (Results and discussion) Investigated the market of the additive equipment for 3D printing of polymer and metal details. Established that the market of the 3D installations - the seals is divided into three segments. Cheap and average cost of installation is usually focused on polymeric materials. High-class installations, which make up the third segment, allow to produce polymer, metal and ceramic parts. The vast majority of realized printers work with polymers. According to "Micromet" most additive machines installed in the United States, Japan and Germany. The Russian market of additive equipment is just beginning to take shape. According to Wohlers, since 1988 and 2016, Russia is set to 1.4% of all the additive machines. The Ministry of industry and trade of Russia believes that the Russian Federation operates about 600-650 industrial 3D-printers, 10% of them work with metal. (Conclusions) The article presents the characteristics of models of printers of foreign and domestic manufacturers SLA, FDM and PoLyJet and others. They can be used for the manufacture and repair of parts, including agricultural and forestry equipment.

**Keywords:** additive technologies, equipment, printers, details, 3D printing.

**Шаров В.В., Ценч Ю.С. ВОССОЗДАНИЕ «САМОХОДА» Ф.А. БЛИНОВА**

**Реферат.** Сохранение технического наследия в виде натуральных образцов, которые характеризуют передовые достижения любой страны, говорят о ее высоком интеллектуальном и техническом статусе. В истории отечественного тракторостроения эпохальным событием стала разработка и изготовление парового двухгусеничного трактора Ф.А. Блиновым, который демонстрировался в действии на всероссийской выставке в Нижнем Новгороде в 1896 году. За рубежом действующие двухгусеничные тракторы появились только в 1905 году. (Цель исследования) Доказать и утвердить в научно-техническом и информационном пространстве безусловный приоритет России в изобретении и реализации принципиально нового способа передвижения – «гусеничного хода» и создании первого в мире двухгусеничного трактора. (Материалы и методы) Провели исследование деятельности Ф.А. Блинова. Проанализировали и описали созданные им оригинальные конструкции самоходных машин. (Результаты и обсуждение) Предложили рассмотреть возможность повторного изготовления Самохода, чтобы досконально разобраться в его техническом устройстве, в принципах работы и эксплуатации, а также для подтверждения работоспособности первой тяговой машины России. Для решения поставленной задачи требуется заглянуть в ушедшую эпоху, и тщательно изучить существующие на тот момент промышленные предприятия Поволжья (место, где жил и работал Ф.А. Блинов), их продукцию и применяемые технологии. Ведущиеся исследования показывают, что имеющиеся научно-технические литературные источники и масштабная копия Самохода позволяют воссоздать машину близкую к оригиналу. (Выводы) Создание действующего образца Самохода будет олицетворять собой первую ступеньку отечественного тракторостроения.

**Ключевые слова:** паровая техника, Самоход, «бесконечный рельс», паровой двигатель, гусеничный трактор, керосиновый двигатель, двухгусеничная техника.

**Sharov V.V., TtENCH Y.S. RECREATING THE "CREEP" BLINOV, F.A.**

**Abstract.** Preservation of the technical heritage in the form of full-scale models that characterize the advanced achievements of any country, talking about its high intellectual and technical status. In the history of the domestic tractor industry landmark event was the development and manufacture of steam two track tractor F. A. Blinov, which was shown in action at the all-Russian exhibition in Nizhny Novgorod in 1896. Abroad operating two-track tractors appeared only in 1905. (The purpose of the study) to Prove and approve in the scientific, technical and information space the unconditional priority of Russia in the invention and implementation of a fundamentally new method of movement-the "caterpillar track" and the creation of the world's first two – track tractor. (Materials and methods) conducted a study of The activities of F. A. Blinov. Analyzed and described the original designs of self-propelled machines created by him. (Results and discussion) Proposed to consider the possibility of re-manufacturing the self-propelled Vehicle to thoroughly understand its technical structure, the principles of operation and operation, as well as to confirm the performance of the first traction machine in Russia. To solve this problem you need to look into the past era, and carefully examine the existing at that time

industrial enterprises of the Volga region (the place where He lived and worked FA Blinov), their products and technologies. Ongoing research shows that the available scientific and technical literature and a large-scale copy of the self-Propelled vehicle can recreate the machine close to the original. (Conclusions) The Creation of the current model of self-Propelled will represent the first step of the domestic tractor.

Keywords: steam engineering, self-propelled, "infinitely rail", steam engine, crawler tractor, kerosene engine, two-track engineering.

#### **Косенко В.В., Шаров В.В., Ценч Ю.С. ТРАКТОР ДТ-75. ЗНАМЕНИТЫЙ ДОЛГОЖИТЕЛЬ.**

Реферат. Выпуск на Волгоградском тракторном заводе известного гусеничного трактора ДТ-75, который начался в 1963 г. и продолжался вплоть до 2009 г. – это одна из ярких страниц отечественного тракторостроения. (Цель исследования) Провести анализ этапов серийного производства трактора ДТ-75 и его модификаций с рассмотрением совершенствования его конструкции и эффективности применения. (Материалы и методы) Описаны основные этапы создания трактора ДТ-75, его совершенствования и модернизации. (Результаты и обсуждения) Определили, что тракторы семейства ДТ-75 выполняли не только работы общего назначения, но и использовались на междурядной обработке пропашных культур, уборке урожая, поливе, внесении удобрений, на транспорте. Их применяли и в промышленности, строительстве, мелиорации, на торфодобыче, в других отраслях. За 46 лет производства этой машины от ДТ-75 до ДТ-75Д мощность ее возросла на 47 процентов, эксплуатационная масса увеличилась на 12-18 процентов, номинальное тяговое усилие поднялось на 15 процентов (с 31,4 до 36 килоньютон), максимальное – на 23 процента (с 37 до 45,7 килоньютон), скорость при тяговом усилии 27,5-28 кН возросла на 28 процентов (с 5,41 до 6,9 километров в час), срок службы до первого капитального ремонта увеличился вдвое: с 4 до 8 тысяч моточасов. (Выводы) За счет удачной конструкции и постоянного совершенствования трактор типа ДТ-75 стал самым распространенным гусеничным трактором в нашей стране. Всего Волгоградский и Павлодарский тракторные заводы выпустили более 2,7 млн таких машин. Ключевые слова: гусеничный сельскохозяйственный трактор, тракторный завод, производство, развитие, совершенствование, модернизация, модификации, показатели.

#### **Kosenko V.V., Sharov V.V., Tsench Yu.S TRACTOR DT-75. FAMOUS PENDANT**

Abstract. Release at the Volgograd tractor plant of the known caterpillar dt-75 tractor which began in 1963 and proceeded up to 2009 is one of bright pages of domestic tractor construction. (The purpose of the study) to analyze the stages of serial production of the tractor DT-75 and its modifications with the consideration of improving its design and efficiency. (Materials and methods) Describes the main stages of the creation of the tractor DT-75, its improvement and modernization. (Results and discussions) Determined that the tractors of the DT-75 family performed not only General-purpose work, but also used for interrow processing of row crops, harvesting, irrigation, fertilization, transport. They were used in industry, construction, land reclamation, peat extraction, and other industries. For 46 years of production of this machine from DT-75 to DT-75D, its capacity increased by 47 percent, the operating weight increased by 12-18 percent, the nominal traction increased by 15 percent (from 31.4 to 36 kilonewtons), the maximum-by 23 percent (from 37 to 45.7 kilonewtons), the speed with traction 27.5-28 kN increased by 28 percent (from 5.41 to 6.9 kilometers per hour), the service life before the first overhaul doubled: from 4 to 8 thousand (Conclusions) due to the successful design and continuous improvement of the tractor type DT-75 became the most common crawler tractor in our country. In total, Volgograd and Pavlodar tractor plants produced more than 2.7 million such machines.

Keywords: crawler agricultural tractor, tractor plant, production, development, improvement, modernization, modification, performance.