

# РЕШЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ И СОЦИАЛЬНЫХ ЗАДАЧ В АПК ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИМИ СЛУЖБАМИ

*Зоя Николаевна Мишина, старший научный сотрудник,  
e-mail: zoy4538@mail.ru;*

*Вячеслав Иванович Черноиванов, академик РАН,  
доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник  
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,  
Москва, Российская Федерация*

**Реферат.** *Машинно-технологический комплекс сельского хозяйства как инновационная база аграрного производства становится важнейшей производственной системой, которая определяет объемы, качество и экономические характеристики конечной сельскохозяйственной продукции. (Цель исследования) Проанализировать цели и задачи, решаемые инженерно-технической службой аграрного предприятия, а также их выполнение в интеграции с другими сферами сельскохозяйственного производства. Определили, что инженерно-техническая служба сельскохозяйственного предприятия представляет собой стержень системы управления производством, а уровень ее организации во многом определяет эффективность применяемой в производстве техники и технологий. (Материалы и методы) Оценили уровень использования машинно-тракторного и автомобильного парков предприятия, чтобы оценить эффективность работы инженерных подразделений. Установили, что повышение надежности машинно-тракторного парка на сегодняшний день становится приоритетной задачей, и ее решение большинство специалистов представляет в виде комплекса мер, которые практически не затрагивают вопрос совершенствования инженерных служб предприятия и системы их инженерно-технического обеспечения. Без решения данной проблемы невозможно повысить надежность машинно-тракторного парка, так как новая техника будет поступать в среду, условия которой не позволят реализовать потенциальные возможности машин и рационально управлять их эксплуатацией. (Результаты и обсуждение) Выявили, что развитие инновационных процессов в сфере машиностроения способствует поступлению новой техники и технологий в производство и вызывает необходимость у инженеров хозяйств заниматься изучением новинок и способов их эффективного применения. Предложили перспективный вариант структуры и материального обеспечения инженерной службы, при которых специалисты смогут постоянно анализировать технологические процессы, искать их резервы с применением современных информационных технологий. Отметили необходимость формирования внутрихозяйственных баз данных и специализированных компьютерных программ для работы с ними. (Выводы) Ожидаемая эффективность внедрения результатов исследований позволит снизить затраты на содержание технологических машин и оборудования.*

**Ключевые слова:** *ресурсосбережение, автоматизация, агрозоотехнические сроки, энергообеспеченность, инновационное развитие.*

**Для цитирования:** *Мишина З.Н., Черноиванов В.И. Решение экономических и социальных задач в АПК инженерно-техническими службами // Технический сервис машин. 2019. N3(136). С. 12-20.*

## THE DECISION OF THE ECONOMIC AND SOCIAL CHALLENGES IN AGRICULTURE ENGINEERING AND TECHNICAL SERVICES

*Zoya N. Mishina, senior researcher;  
Vyacheslav I. Chernoiivanov, academician of RAS, Dr.Sc.(Eng.),  
professor, chief researcher  
Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** *Machine-technological complex of agriculture as an innovative base of agricultural production becomes the most important production system that determines the volume, quality and economic characteristics of the final agricultural products. (Purpose of research) To Analyze the goals and objectives of the engineering and technical service of the agricultural enterprise, as well as their implementation in integration with other areas of agricultural production. It was determined that the engineering and technical service of the agricultural enterprise is the core of the production management system, and the level of its organization largely determines the effectiveness of the equipment and technologies used in the production. (Materials and methods) Evaluated the level of use of machine-tractor and automobile fleets of the enterprise to assess the efficiency of engineering divisions. It was found that improving the reliability of the machine and tractor fleet today is becoming a priority, and its solution is the majority of specialists in the form of a set of measures that practically do not affect the issue of improving the engineering services of the enterprise and the system of their engineering support. Without a solution to this problem it is impossible to*

*improve the reliability of the machine and tractor fleet, as the new equipment will come into the environment, the conditions of which will not allow to realize the potential of machines and manage their operation rationally. (Results and discussion) Revealed that the development of innovative processes in the field of mechanical engineering contributes to the entry of new equipment and technologies into production and causes the need for farm engineers to study new products and ways of their effective application. Proposed a promising option for the structure and material support of the engineering service, in which experts will be able to constantly analyze the processes, to look for their reserves with the use of modern information technology. Noted the need for the formation of on-farm databases and specialized computer programs to work with them. (Conclusions) the Expected efficiency of implementation of the research results will reduce the cost of maintenance of technological machines and equipment.*

**Keywords:** resource saving, automation, agro-technical terms, energy supply, innovative development.

## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ АКТИВАТОРОВ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

*Клайв Николас Грэнтхэм<sup>1</sup>, инженер, директор;*

*Валерий Васильевич Остриков<sup>2</sup>, доктор технических наук,*

*ВРИО директора;*

*Александр Юрьевич Костюков<sup>3</sup>, кандидат технических наук,*

*ведущий научный сотрудник;*

*Борис Иосифович Шор<sup>4</sup>, кандидат технических наук,*

<sup>1</sup> *ООО «Аксиоматические Системы», Москва, Российская Федерация;*

*Всероссийский научно-исследовательский институт*

*использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, Тамбов, Российская Федерация;*

<sup>3</sup> *Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва,*

*Российская Федерация;*

<sup>4</sup> *Москва, Российская Федерация*

**Реферат.** *Возможность увеличения полноты сгорания топлива в цилиндрах двигателя внутреннего сгорания по-прежнему актуальна. (Цель исследования) Проанализировать новые разработки применения активаторов дизельного топлива, выполненные на базе прикладных исследований, и дать практические предложения по дальнейшим шагам в решении этой проблемы. (Материалы и методы) Отметили, что прохождение потока топлива через острые кромки рассекателей, расположенных в корпусе активатора, сопровождается образованием свободных радикалов в смеси жидкого топлива и его газообразной составляющей. Свободные радикалы вступают в реакцию с кислородом. Выявили, что в данном случае повышается полнота сгорания активированного топлива, а также появляется эффект очистки форсунок и других элементов топливной аппаратуры. Определили принцип действия устройств для активации и структурирования жидкости. (Результаты и обсуждение) Представили результаты по расходу топлива и вредным выбросам в атмосферу при эксплуатации двигателей и теплоэнергетических установок, оснащенных указанными устройствами. Показали возможную экономию расхода топлива от 10 до 40 процентов и значительное уменьшение вредных выбросов в выхлопе дизеля. (Выводы) Активаторы адаптируются к любым двигателям внутреннего сгорания. Предлагаемый процесс очистки менее затратен и экологически чище любых известных процессов, поскольку реализуется без разборки двигателя и не требует токсичных химических средств. Для фиксации уменьшения объема активированного топлива требуется принудительно снизить подачу топлива в процессе испытаний, то есть менять компьютерную программу. Поскольку перепрограммирование компьютера за пределами повышает и без того высокую стоимость испытаний самым простым решением служит увеличение при испытаниях сопоставимых нагрузок. Оборудование для подобных испытаний в настоящий момент находится в стадии изготовления.*

**Ключевые слова:** *дизельное топливо, активатор, активация, структурирование, полнота сгорания, экономия топлива, экология, вредные выбросы.*

**Для цитирования:** Грэнтхэм К.Н., Остриков В.В., Костюков А.Ю., Шор Б.И. Опыт применения активаторов дизельного топлива // Технический сервис машин. 2019. N3 (136). С. 21-26.

Clive N. Grantham<sup>1</sup>, Engineer, Director;  
Valery V. Ostrikov<sup>2</sup>, Dr.Sc(Eng.), Acting Director;  
Alexander Yu. Kostyukov<sup>3</sup>, Ph.D.(Eng.), leading researcher;  
Boris I. Shor<sup>4</sup>, Ph.D.(Eng.)

<sup>1</sup> Axiomatic Systems LLC, Moscow, Russian Federation;

<sup>2</sup> All-Russian Research Institute for the Use of Machinery and Petroleum  
Products in Agriculture, Tambov, Russian Federation;

<sup>3</sup> Federal Scientific  
Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation;

<sup>4</sup> Moscow, Russian Federation

**Abstract.** The possibility of increasing the completeness of combustion of fuel in the cylinders of the internal combustion engine is still relevant. (Research purpose) Analyze the new developments of application of diesel activators, made on the basis of applied research, and provide practical suggestions for further steps in solving this problem. (Materials and methods) Noted that passing of a stream of fuel through sharp edges of the rasekatel located in the case of the activator is followed by education of free radicals in mix of liquid fuel and its gaseous component. Free radicals react with oxygen. Revealed that in this case the completeness of combustion of the activated fuel increases and also the effect of cleaning of nozzles and other elements of the fuel equipment appears. Defined the principle of operation of devices for activation and structuring liquid. (Results and discussion) results on fuel consumption and harmful emissions in the atmosphere at operation of the engines and heat power installations equipped with the specified devices Presented. Showed possible economy of fuel consumption from 10 to 40 percent and considerable reduction of harmful emissions in a diesel exhaust. (Conclusions) Activators adapt to any internal combustion engines. The offered process of cleaning is less expensive and is ecologically purer than any known processes as is implemented without dismantling of the engine and does not demand toxic chemical means. For fixing of reduction of volume of the activated fuel it is required to reduce forcibly supply of fuel in the course of tests, that is to change the computer program. As reprogramming of the computer incredibly increases already high cost of tests by the simplest decision increase at tests of comparable loadings serves. The equipment for similar tests at the moment is in a production stage.

**Keyword:** diesel fuel, activator, activation, structuring, combustion efficiency, fuel economy, ecology, harmful emissions.

## ОЦЕНКА РАСХОДА ВОЗДУХА ЧЕРЕЗ ВПУСКНУЮ СИСТЕМУ ДВС

Борис Александрович Арютов, доктор технических наук,  
профессор, arjutow@mail.ru;

Мария Владимировна Багрова, аспирант;

Лев Алексеевич Жолобов, кандидат технических наук, профессор;

Александр Валентинович Пасин, доктор технических наук, профессор,

Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия,  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация

**Реферат.** В работе представлены результаты экспериментального исследования и расчетных показателей режимных факторов поршневых двигателей на процессы газообмена. (Цель исследования) Сравнение расчетных показателей двигателя с экспериментальными. (Материалы и методы) Объектом испытаний стал двигатель со стандартной системой впуска. Описали методику проведения эксперимента. Получили зависимость расчетных скоростей среднего значения движения потока от скорости воздушного потока в сечении клапанной щели и от площади проходного сечения. Определили расход воздуха через сечение клапана. Рассчитали значение скорости воздушного потока и расход воздуха для трех скоростных режимов 1000, 2000 и 3000 оборотов в минуту. (Результаты и обсуждение) Провели стендовые испытания для подтверждения проведенных расчетов Испытания проводили в режиме прокрутки от постороннего источника энергии на тех же частотах вращения коленчатого вала. Определили коэффициент сопротивления трубы опытным путем. Для отдельных прямолинейных участков впускной системы коэффициент линейного сопротивления рассчитали по формуле Альтишуля. Учитывали также при подсчете потери давления в системе впуска. (Выводы) Произвели расчеты расхода воздуха и стендовые испытания, подтверждающие правильность данных расчетов. При этом в расчете учитывали все факторы, влияющие на величину расхода воздуха. Анализ полученных результатов прокрутки и сравнение их с расчетными величинами показали схожесть по характеру протекания расчетного и экспериментального графиков расхода. Отличия объясняются тем, что в формуле (2) не учитывается изменение давления в системе во время процесса впуска, а также изменение плотности заряда при нагреве при прохождении через клапанной узел.

**Ключевые слова:** впускной клапан, коэффициент сопротивления.

*Для цитирования:* Арютов Б.А., Багрова М.В., Жолобов Л.А., Пасин А.В. Оценка расхода воздуха через впускную систему ДВС // Технический сервис машин. 2019. №3(136). С. 27-32.

## AIR CONSUMPTION ASSESSMENT THROUGH THE DVS INLET SYSTEM

*Boris A. Aryutov, Dr.Sc.(Eng.), professor;  
Mariya V. Bagrova, postgraduate;  
Lev A. Zholobov, Ph.D.(Eng.), professor;  
Aleksandr V. Pasin, Dr.Sc.(Eng.), professor,  
Nizhny Novgorod state agricultural Academy,  
Nizhny Novgorod, Russian Federation*

**Abstract.** *The paper presents the results of an experimental study and the calculated performance of the operating factors of piston engines for gas exchange processes. (Purpose of research) Comparison of the calculated parameters of the engine with the experimental ones. (Materials and methods) the test Object was an engine with a standard intake system. Described the method of the experiment. The dependence of the calculated velocities of the average flow velocity on the air flow velocity in the section of the valve slit and on the area of the flow section was obtained. Determined the air flow through the valve section. Calculated the value of the air flow rate and air flow rate for three speed modes 1000, 2000 and 3000 rpm. (Results and discussion) Conducted bench tests to confirm the calculations carried out Tests were carried out in the mode of scrolling from an external energy source at the same crankshaft speeds. Determined the coefficient of resistance of the pipe empirically. For some straight sections of the intake system, the coefficient of linear resistance was calculated using the altshul Formula. It was also taken into account when calculating the pressure loss in the intake system. (Conclusions) Made calculations of air flow and bench tests, confirming the correctness of these calculations. At the same time, all factors affecting the air flow rate were taken into account in the calculation. The analysis of the obtained scrolling results and their comparison with the calculated values showed a similarity in the nature of the flow of the calculated and experimental flow graphs. The differences are explained by the fact that formula (2) does not take into account the change in pressure in the system during the intake process, as well as the change in charge density when heated when passing through the valve Assembly.*

**Keyword:** *flow rate estimation, intake valve, resistance coefficient.*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗНИКАЮЩИХ ОТКАЗОВ МЕЖДУ ОСНОВНЫМИ СИСТЕМАМИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ И ВРЕМЕНИ ИХ УСТРАНЕНИЯ

*Анатолий Тимофеевич Лебедев, доктор технических наук, профессор;  
Роман Владимирович Павлюк, кандидат технических наук,  
доцент кафедры, e-mail: roman\_pavlyuk\_v@mail.ru;  
Антон Викторович Захарин, кандидат технических наук,  
доцент кафедры;  
Павел Анатольевич Лебедев, кандидат технических наук,  
доцент кафедры,  
Ставропольский государственный аграрный университет,  
г. Ставрополь, Российская Федерация*

**Реферат.** *Зерноуборочные комбайны используют только в сезон уборочных работ с примерной годовой загрузкой от 100 до 250 часов; они имеют долгий срок окупаемости и их простои во время страды могут обернуться значительными убытками для хозяйств и предприятий. (Цель исследования) Совершенствование методов устранения отказов неподвижных соединений модернизацией их конструкции применительно для механических приводов зерноуборочных комбайнов. (Материалы и методы) Провели экспериментальные исследования и хронометраж работы уборочной техники в соответствии с ОСТ 108.1-99. Использовали сплошной и выборочный хронометражи, которые служат основными методами при сборе необходимой статистической информации о надежности агрегатов, систем и в целом зерноуборочного комбайна. (Результаты и обсуждение) Установили, что существенная часть выявленных отказов по усредненным значениям равна 87,3 процентов и обнаружена в жатвенной части, механических передачах, отдельно распределенных шпоночных соединениях, гидравлической системе и трансмиссии. Выявили, что при устранении неисправностей все составляющие в зависимости от типа конструкции и способа восстановления работоспособности имеют различное значение для приведенных систем зерноуборочных комбайнов.*

Определили, что для увеличения работоспособности зерноуборочных комбайнов и других сельскохозяйственных машин может применяться в виде ремонтного комплекта модернизированное соединение – съемная ступица. (Выводы) Установили наиболее отказывающие системы, такие как жатвенная часть, механические передачи, отдельно распределенные шпоночные соединения, гидравлическая система и трансмиссия. Возможное время устранения их отказов существенно отличается и не всегда является продолжительным.

**Ключевые слова:** отказ, зерноуборочный комбайн, время устранения, хронометраж, работоспособность.

**Для цитирования:** Лебедев А.Т., Павлюк Р.В., Захарин А.В., Лебедев П.А. Исследование возникающих отказов между основными системами зерноуборочных комбайнов и времени их устранения // Технический сервис машин. 2019. N3(136). С. 33-39.

## **RESEARCH OF THE EMERGING FAILURES AND THE TIME OF THEIR ELIMINATION BETWEEN THE MAIN SYSTEMS OF GRAIN HARVESTING COMBINES**

*Anatoliy T. Lebedev, Dr.Sc.(Eng.), professor;*

*Roman V. Pavlyuk, Ph., associate professor, e-mail: roman\_pavlyuk\_v@mail.ru;*

*Anton V. Zaharin, Ph.D.(Eng.), associate professor;*

*Pavel A. Lebedev, Ph.D.(Eng.), associate professor,*

*Stavropol state agrarian university, Stavropol, Russian Federation*

*Abstract. Combine harvesters are used only in the harvesting season with an approximate annual load of 100 to 250 hours; they have a long payback period and their downtime during the suffering can result in significant losses for farms and enterprises. (Research purpose) to Improve methods of Troubleshooting fixed connections by upgrading their design with respect to mechanical harvesters. (Materials and methods) Conducted experimental studies and timing of harvesting equipment in accordance with OST 108.1-99. We used continuous and selective timing, which serve as the main methods for collecting the necessary statistical information about the reliability of the units, systems and the whole combine harvester. (Results and discussion) Found that a significant part of the identified failures on average values equal to 87.3 percent and found in the harvester, mechanical transmission, separately distributed key connections, hydraulic system and transmission. It was found that when Troubleshooting all components, depending on the type of design and method of restoring efficiency, have different values for the above systems of combine harvesters. It was determined that to increase the efficiency of combine harvesters and other agricultural machines can be used in the form of a repair kit upgraded connection – removable hub. (Conclusions) Found the most failure systems, such as harvesting, mechanical transmission, separately distributed key connections, hydraulic system and transmission. The possible time of elimination of their failures differs significantly and is not always long.*

**Keywords:** failure, combine harvester, time of elimination, timing, performance.

## **ПРИМЕНЕНИЕ 3D-ПЕЧАТИ МЕТОДОМ FDM ПРИ РЕМОНТЕ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ**

*Юлия Александровна Лопатина, научный сотрудник,*

*e-mail: lopatina.julia@yandex.ru;*

*Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,*

*Москва, Российская Федерация*

**Реферат.** Технологии аддитивного производства находят все большее применение в различных отраслях промышленности, в частности, при ремонте техники. Наибольшее распространение получила технология FDM (англ. Fused Deposition Modeling – моделирование методом послойного наплавления), позволяющая создавать детали из термопластичных полимеров. (Цель исследования) Выполнить аналитический обзор материалов, связанных с использованием технологии FDM-печати для ремонта и восстановления работоспособности машин и оборудования, и оценить возможности применения данной технологии для задач технического сервиса машин. (Материалы и методы) Материалом данного исследования стали открытые информационные источники. Методом исследования сбор, изучение и сравнительный анализ информации. (Результаты и обсуждение) Отметили, что в России в настоящий момент существует достаточно много маленьких частных фирм, предоставляющих услуги по изготовлению деталей методом 3D-печати, и в том числе предлагающих услуги по ремонту машин и оборудования. Выявили, что наибольшее распространение получили услуги в области технического обслуживания автомобилей по заказу частных лиц, при этом наибольший поток заказов приходится на изготовление зубчатых колес. Предложили применять FDM-технологии в рамках метода ремонта с постановкой дополнительной ремонтной детали. Изготовили и заменили зубчатый венец вал-шестерни зубчато-ременной передачи садового триммера. (Выводы) Номенклатура изделий, изготавливаемых методом

FDM-технологии, достаточно широка и охватывает почти все разнообразие полимерных деталей, используемых в конструкциях различных машин и оборудования. В целом использование аддитивных технологий при ремонте становится довольно перспективным и позволяющим значительно сократить время и стоимость ремонтных работ.

**Ключевые слова:** аддитивные технологии, 3D-печать, FDM, ремонт, техническое обслуживание, восстановление работоспособности.

**Для цитирования:** Лопатина Ю.А. Применение 3D-печати методом FDM при ремонте машин и оборудования // Технический сервис машин. 2019. N3(136). С. 40-45.

## APPLICATION OF 3D PRINTING BY FDM METHOD FOR REPAIRING MACHINERY AND EQUIPMENT

*Yuliya A. Lopatina, research assistant, e-mail: lopatina.julia@yandex.ru;  
Federal scientific agroengineering center VIM, Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** Additive manufacturing technologies are increasingly used in various industries, in particular, in the repair of equipment. The most widespread technology received FDM (eng. Fused Deposit Modeling – modeling by layer-by-layer deposition), which allows to create parts from thermoplastic polymers. (Research purpose) to Perform an analytical review of materials related to the use of FDM-printing technology for the repair and restoration of machines and equipment, and to assess the possibility of using this technology for the tasks of technical service of machines. (Materials and methods) the Material of this study were open information sources. Research method collection, study and comparative analysis of information. (Results and discussion) Noted that in Russia at the moment there are a lot of small private companies that provide services for the manufacture of parts by 3D printing, including offering services for the repair of machinery and equipment. It was found that the most widespread services in the field of car maintenance by order of individuals, with the largest flow of orders accounted for the manufacture of gears. Proposed the use of FDM technology in the framework of the method of fixation with the production of additional repair parts. The garden trimmer gear shaft-gear ring was manufactured and replaced. (Conclusions) the Range of products manufactured by FDM-technology is quite wide and covers almost all the variety of polymer parts used in the construction of various machines and equipment. In General, the use of additive technologies in the repair becomes quite promising and can significantly reduce the time and cost of repairs.

**Keywords:** additive technologies, 3D-printing, FDM, repair, maintenance, recovery.

## ВЛИЯНИЕ УГЛА ОПЕРЕЖЕНИЯ ВПРЫСКИВАНИЯ ТОПЛИВА НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ

*Николай Викторович Раков, кандидат технических наук,  
доцент кафедры, e-mail: nikolaytgu@yandex.ru;*

*Алексей Викторович Смольянов,  
кандидат технических наук, доцент кафедры  
Национальный исследовательский Мордовский государственный  
университет им. Н.П. Огарёва», г. Саранск,  
Республика Мордовия, Российская Федерация*

**Реферат.** Статья посвящена изучению угла опережения впрыскивания топлива на технико-экологические показатели работы двигателя. Исследования проведены на примере двигателя КамАЗ-740. (Цель исследования) Оценить влияние износов деталей автоматической муфты опережения впрыскивания топлива на показатели работы дизельного двигателя КамАЗ. (Материалы и методы) Исследовали техническое состояние партии муфт, бывших в эксплуатации. Определили изменения от отклонения угла опережения впрыскивания топлива на различных частотах вращения кулачкового вала топливного насоса. Провели стендовые испытания для оценки влияния угла опережения впрыска топлива на технико-экологические показатели работы двигателя. Муфты были выбраны с различной степенью износа. (Результаты и обсуждение) Выявили, что значительное влияние на экологические показатели оказывает длительность впрыскивания топлива, определяемая углом опережения впрыска топлива. Увеличение угла опережения впрыска уменьшает длительность впрыскивания, снижает выбросы по углеводородам, но увеличивает по оксидам азота. Уменьшение угла увеличивает длительность впрыскивания, что приводит к увеличению расхода топлива и оказывает обратный эффект по выбросу соответствующих компонентов отработавших газов, уменьшая в наибольшей степени выбросы по оксидам азота, но при том возрастают выбросы по саже. (Выводы) В зависимости от износа потери мощности на номинальном режиме двигателя достигают 10,6

процентов, удельный расход топлива увеличивается на 9,4 процентов. Изменение угла опережения впрыска топлива в любую сторону от рекомендуемого приводит к уменьшению мощности и увеличению дымности. Проведенные исследования доказывают, что износы деталей АМОУТ оказывают существенное влияние на показатели работы двигателя.

**Ключевые слова:** износ, муфта, угол опережения впрыскивания топлива, дизель, испытание.

**Для цитирования:** Раков Н.В., Смольянов А.В. Влияние угла опережения впрыскивания топлива на показатели работы двигателя // Технический сервис машин. 2019. №3(136). С. 46-50.

## INFLUENCE OF THE FUEL INJECTION ADVANCE ANGLE ON THE ENGINE PERFORMANCE

*Nikolay V. Rakov,*

*Ph.D.(Eng.), associate professor, e-mail: nikolaymgu@yandex.ru;*

*Aleksey V. Smol'yanov,*

*Ph.D.(Eng.), associate professor*

*National research Mordovian state University. N.P. Ogareva, Saransk,  
Republic of Mordovia, Russian Federation*

**Abstract.** *The article is devoted to the study of the advance angle of fuel injection on the technical and environmental performance of the engine. The studies were carried out on the example of the KAMAZ-740 engine. (Research purpose) to Assess the impact of wear parts of the automatic clutch ahead of fuel injection on the performance of the diesel engine KAMAZ. (Materials and methods) Investigated the technical condition of the batch of couplings that were in operation. Identified changes from the deflection angle of an advancing of injection of fuel at different frequencies of rotation of the Cam shaft of the fuel pump. We conducted bench tests to assess the effect of the fuel injection advance angle on the technical and environmental performance of the engine. The couplings were selected with varying degrees of wear. (Results and discussion) Found that the duration of fuel injection, determined by the fuel injection advance angle, has a significant impact on environmental performance. Increasing the injection advance angle reduces the duration of injection, reduces emissions of hydrocarbons, but increases the nitrogen oxides. Reducing the angle increases the duration of injection, which leads to an increase in fuel consumption and has the opposite effect on the emission of the respective exhaust gas components, reducing to the greatest extent the emissions of nitrogen oxides, but increasing emissions of soot. (Conclusions) Depending on the wear and tear of the power loss at the rated mode of the engine reach 10.6 percent, the specific fuel consumption increases by 9.4 percent. Changing the angle of advance of fuel injection in any direction from the recommended leads to a decrease in power and an increase in smoke. Studies show that the wears parts of AMOUT have a significant impact on the performance of the engine.*

**Keywords:** *wear, clutch, advance angle of fuel injection, diesel, test.*

## ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЦИПАЛЬНОЙ СХЕМЫ СТЕНДА ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕМНЫХ ГИДРОПРИВОДОВ

*Сергей Владимирович Пьянзов, аспирант*

*e-mail: serega.pyanzov@yandex.ru;*

*Павел Александрович Ионов,*

*кандидат технических наук, профессор*

*Национальный исследовательский Мордовский государственный*

*университет им. Н.П. Огарёва, г. Саранск,*

*Республика Мордовия, Российская Федерация*

**Реферат.** *В настоящее время техническое состояние объемного гидро-привода определяется параметрами диагностирования, заявленными завода-ми-изготовителями, наиболее важными из которых являются подача (расход) рабочей жидкости, рабочее давление, крутящий момент, температура рабочей жидкости и коэффициент полезного действия, определение которых возможно только с помощью специализированного оборудования – стенда. (Цель исследования) Обоснование принципиальной схемы стенда с гидравлическим нагружающим устройством для оценки технического состояния объемных гидроприводов отечественного и зарубежного производства в условиях ремонтных предприятий и сервисных центров. (Материалы и методы) Проанализировали состояние современной ремонтной базы предприятий и сервисных центров. Выявили отсутствие оборудования, которое позволяет контролировать параметры диагностирования объемных*

гидроприводов. Исследовали параметры диагностирования гидронасоса и гидромотора, рекомендуемые заводами-изготовителями для оценки их технического состояния, формулы для вычисления параметров диагностирования и принципиальные гидравлические схемы для их определения. (Результаты и обсуждение) Предложили и обосновали принципиальную схему стенда с гидравлическим нагружающим устройством, позволяющую контролировать все параметры диагностирования объемных гидроприводов, установленные заводами-изготовителями. Разработали гидравлическое нагружающее устройство для практической реализации принципиальной схемы, которое обеспечивает необходимый крутящий (тормозной) момент на валу испытуемого гидромотора. (Выводы) За счет применения гидравлического нагружающего устройства в составе стенда реализовали методику динамического испытания объемных гидроприводов, которая позволяет оценить их техническое состояние в условиях ремонтных предприятий и сервисных центров.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ПАРАМЕТР ДИАГНОСТИРОВАНИЯ, ГИДРОНАСОС, ГИДРОМОТОР, СТЕНД, ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ НАГРУЖАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО, ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ СХЕМА.**

**SUBSTANTIATION SCHEMATIC DIAGRAM TEST BENCH FOR  
ASSESSMENT TECHNICAL CONDITION OF VOLUMETRIC  
HYDRAULIC DRIVES**

*Sergey V. Pyanzov, postgraduate student, e-mail: serega.pyanzov@yandex.ru*

*Pavel A. Ionov, Ph.D.(Eng.), professor*

*National Research Mordovia State University. N.P. Ogareva,  
Saransk, Re-public of Mordovia, Russian Federation*

**Abstract.** *At present, the technical condition of the volumetric hydro-drive is determined by the diagnostic parameters declared by the manufacturer, the most important of which are the supply (flow) of the working fluid, the working pressure, torque, the temperature of the working fluid and the efficiency, the determination of which is possible only with the help of specialized equipment – stand. (Research purpose) Substantiation of the concept of the stand with a hydraulic loading device to assess the technical condition of the volume hydraulic drives of domestic and foreign production in the conditions of repair enterprises and service centers. (Materials and methods) Analyzed the state of modern repair facilities of enterprises and service centers. Revealed the lack of equipment that allows you to control the parameters of the diagnosis of bulk hydraulic drives. Investigated the parameters of diagnosis of the hydraulic pump and the hydraulic motor recommended manufacturers for assessment of their technical condition, the formulas for calculating the parameters of the diagnosis and the principle hydraulic scheme for their definition. (Results and discussion) Proposed and justified the basic scheme of the stand with a hydraulic loading device that allows to control all the parameters of the diagnosis of volumetric hydraulic drives installed by the manufacturers. Developed a hydraulic loading device for the practical implementation of the concept, which provides the necessary torque (brake) torque on the shaft of the test hydraulic motor. (Conclusions) Due to the use of a hydraulic loading device as part of the stand, the dynamic test method of volumetric hydraulic drives was implemented, which allows to assess their technical condition in the conditions of repair enterprises and service centers.*

**Keywords:** *parameter diagnosticating, hydraulic pump, hydraulic motor, test bench, hydraulic loading device, hydraulic schematic.*

**СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ОТХОДОВ – ВАЖНЫЙ ШАГ К  
РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭКОЛОГИИ**

*Владимир Ильич Игнатов, доктор технических наук,  
главный специалист, e-mail: rosagroserv@list.ru;*

*Валерий Сергеевич Герасимов, ведущий специалист;*

*Сергей Анатольевич Буряков, старший научный сотрудник*

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

**Реферат.** *В статье раскрыты основные направления работ, проводимых в течение последних лет в Федеральном научном агроинженерном центре ВИМ, касающиеся формирования ресурсосберегающей и экологоориентированной системы утилизации выведенной из эксплуатации техники. (Цель исследования) Оценить варианты решения проблемы утилизации отходов производства и потребления в отраслях народного хозяйства, включая агропромышленный комплекс. (Материалы и методы). Выявили основные задачи, которые необходимо решить в первую очередь: устранение несовершенства законодательной базы; предложение эффективного варианта системы раздельного сбора отходов; разработка концепции формирования действенного механизма решения проблемы с отходами с учетом российских особенностей. (Результаты и*



обсуждение) Проанализировали различные виды отходов и определили, что наибольшей материалоемкостью обладает выведенная из эксплуатации техника. Разработали методологию создания системы утилизации сельскохозяйственной техники. Обосновали необходимость создания сервисных предприятий нового типа, в обязанности которых войдет как техническое сопровождение техники, так и утилизация отходов, возникающих в процессе эксплуатации техники и в процессе утилизации после вывода ее из эксплуатации. При проведении утилизации на этих предприятиях будет обеспечиваться отдельный сбор компонентов отходов. (Выводы) Важнейшее направление формирования механизма решения проблемы утилизации отходов – разработка отраслевых систем утилизации выведенной из эксплуатации техники, которая позволяет вернуть в повторное использование до 95 процентов компонентов, входящих в эту технику. В ВИМ разработана методология создания такой системы для утилизации сельхозтехники; предложена концепция единой системы утилизации отходов различных видов.

**Ключевые слова:** стратегия развития, утилизация отходов, компоненты, жизненный цикл продукции, рециклинг, ресурсосбережение, экология, техника, промышленность, понятийный аппарат.

**Для цитирования:** Игнатов В.И., Герасимов В.С., Буряков С.А. Стратегия развития промышленности отходов – важный шаг к решению задач ресурсосбережения и экологии // Технический сервис машин. 2019. N3(136). С. 58-67.

## THE STRATEGY FOR THE DEVELOPMENT OF INDUSTRY WASTE IS AN IMPORTANT STEP TO THE SOLUTION OF PROBLEMS OF RESOURCE SAVING AND ECOLOGY

*Vladimir I. Ignatov, Dr.Sc(Eng.), chief research engineer,  
e-mail: rosagroserv@list.ru;  
Valery S. Gerasimov, leading specialist;  
Sergey A. Buryakov, senior researcher associate  
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,  
Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** *The article reveals the main directions of work carried out in recent years in the Federal scientific Agroengineering center of VIM, concerning the formation of resource-saving and environmentally oriented system of disposal of decommissioned equipment. (Research purpose) to Evaluate options for solving the problem of waste management in the sectors of national economy, including agriculture. (Materials and methods). Identified the main tasks that need to be solved in the first place: the elimination of imperfections in the legislative framework; offer an effective version of the system of separate waste collection; development of the concept of an effective mechanism for solving the problem of waste, taking into account Russian characteristics. (Results and discussion) Analyzed the different types of waste and determined that the most material-intensive equipment is decommissioned. Developed a methodology for creating a system of utilization of agricultural machinery. The necessity of creating a new type of service enterprises, whose duties will include both technical support of equipment and waste disposal arising in the process of operation of equipment and in the process of disposal after its decommissioning. When recycling, these companies will be provided with a separate collection of the waste components. (Conclusions) the most Important direction of the formation of a mechanism for solving the problem of waste disposal is the development of industrial systems for the disposal of decommissioned equipment, which allows to return to reuse up to 95 percent of the components included in this equipment. The VIM has developed a methodology for creating such a system for the utilization of agricultural machinery; the concept of a unified system for the utilization of waste of various types is proposed.*

**Keywords:** *development strategy, waste management, components, product life cycle, recycling, resource saving, ecology, engineering, industry, conceptual apparatus.*

## ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

*Алексей Сергеевич Свиридов, младший научный сотрудник,  
e-mail: sviridef4@yandex.ru;  
Константин Александрович Краснящих, кандидат технических наук  
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,  
Москва, Российская Федерация*

**Реферат.** Проблема оптимизации сложных конструкций с целью уменьшения себестоимости за счет сокращения технологических издержек и расхода дорогостоящего материала при достижении наилучших прочностных характеристик деталей является актуальной для большинства отраслей современной промышленности, в том числе и для агропромышленного комплекса. (Цель исследования) Провести топологическую оптимизацию рычага сельскохозяйственной машины со снижением его массы при обеспечении заданной прочности и жесткости и сохранением габаритных размеров. (Материалы и методы) Осуществили создание твердотельной модели кронштейна сельскохозяйственной машины и его топологическую оптимизацию в системе автоматизированного проектирования САПР Компас-3D. Отметили, что ключевой особенностью продукта является использование собственного математического ядра C3D и параметрических технологий. Задачей исследования стало определение возможности снижения массы детали при обеспечении заданной прочности и жесткости, а также с сохранением габаритных размеров. (Результаты и обсуждение) Получили конечно-элементную модель пространства оптимизации, которая содержит 7407 конечных элементов и 4351 узлов. Выявили, что массу конечного изделия при использовании алгоритма топологической оптимизации можно сократить на 40 процентов с обеспечением заданной прочности и жесткости. (Выводы) В результате топологической оптимизации была получена конструкция рычага, которую достаточно сложно было бы спроектировать, используя только интуицию и опыт конструктора.

**Ключевые слова:** топологическая оптимизация, САПР-система Компас-3D, твердотельная модель, аддитивные технологии, облегченная деталь.

**Для цитирования:** Свиридов А.С., Краснящих К.А. Топологическая оптимизация деталей сельскохозяйственной техники // Технический сервис машин. 2019. N3(136). С. 68-72.

## TOPOLOGICAL OPTIMIZATION OF DETAILS AGRICULTURAL MACHINERY

Alexey S. Sviridov, junior researcher, e-mail: sviridef4@yandex.ru;

Konstantin A. Krasnyaschykh, Ph.D.(Eng.)

Federal Scientific Agro-Engineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

**Abstract.** The problem of optimization of difficult designs for the purpose of reduction of prime cost due to reduction of technological expenses and a consumption of expensive material at achievement of the best strength characteristics of details is relevant for most the branches of the modern industry including for an agro-industrial complex. (Purpose of research) To Perform topological optimization of the lever of the farm vehicle with decrease in its weight when ensuring the set durability and rigidity and preservation of overall dimensions. (Materials and methods) Carried out creation of solid-state model of an arm of the farm vehicle and its topological optimization in the computer-aided engineering system CAD Compass-3D. Noted that key feature of a product is use of own mathematical kernel of C3D and parametrical technologies. Definition of a possibility of decrease in mass of a detail when ensuring the set durability and rigidity and also with preservation of overall dimensions became a research problem. (Results and discussion) Received final and element model of space of optimization which contains 7407 final elements and 4351 knots. Revealed that the mass of a final product when using an algorithm of topological optimization can be reduced by 40 percent with ensuring the set durability and rigidity. (Conclusions) As a result of topological optimization the lever design which would be rather difficult to be designed was received, using only an intuition and experience of the designer.

**Keywords:** topological optimization, the Compass-3D CAD system, solid-state model, additive technologies, the facilitated detail.

## ОСНОВЫ МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА

Екатерина Леонидовна Чепурина, кандидат технических наук, доцент кафедры, e-mail: ekaterina-chepurina@rambler.ru;

Дарья Леонидовна Севостьянова, магистрант

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

**Реферат.** Улучшение эффективности деятельности инженерно-технических служб по обеспечению производственных процессов в животноводстве является сложной и актуальной задачей в современных условиях функционирования агропредприятий, фирм и холдингов. Оно диктуется необходимостью повышения уровня исправности машин и оборудования животноводства и снижения затрат на его техническое

*обслуживание и ремонт. (Цель исследования) Обеспечение требуемого уровня исправности машин и оборудования животноводства на основе рациональной организации деятельности инженерно-технической службы хозяйства. (Материалы и методы) Использовали при проведении исследований информацию о состоянии надежности машин и оборудования животноводства, методах и средствах организации технического сервиса, затратах на их содержание. Применили в качестве основных методов исследования монографический и статистический, анализа и сравнительных оценок, логический и абстрактно-логический. (Результаты и обсуждение) Установили, что проектирование рациональной организации ИТС обеспечивает оптимальное планирование потребности в ТО и ремонте, в материально-технических ресурсах на инженерно-техническое обеспечение исправности технологических машин и оборудования животноводства и их эффективное использование. Выявили, что полученные расчетные мощности системы технического сервиса машин и оборудования животноводства оцениваются по технологическим возможностям, сопоставляются с имеющимися мощностями и на этом основании делается заключение о необходимости строительства или реконструкции объектов или наоборот, увеличения загрузки имеющихся производственных мощностей дополнительными объемами работ. (Выводы) Служба технического сервиса машин и оборудования животноводства агропредприятия должна быть укомплектована квалифицированным персоналом, необходимой ремонтно-технической базой и современными техническими средствами диагностирования, инструментом, чтобы иметь возможность проведения качественного и своевременного обслуживания и гарантировать безотказную работу машин и механизмов в течение требуемой наработки.*

**Ключевые слова:** инженерно-техническое обеспечение, работоспособность, техническое обслуживание, устранение неисправностей, эффективность.

**Для цитирования:** Чепурина Е.Л., Севостьянова Д.Л. Основы методики проектирования систем технического сервиса // Технический сервис машин. 2019. N3(136). С. 73-80.

#### **THE BASIC METHODOLOGY OF SYSTEMS DESIGN TECHNICAL SERVICE**

*Ekaterina L. Chepurina, Ph.D.(Eng.), associate professor of the department, e-mail: ekaterina-chepurina@rambler.ru;*

*Daria L. Sevostyanova, master student of the department*

*Russian state agricultural university – MSHA of K.A. Timiryazev,  
Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** *Improving the efficiency of engineering services to ensure production processes in animal husbandry is a complex and urgent task in modern conditions of functioning of agricultural enterprises, firms and holdings. It is dictated by the need to increase the level of serviceability of machinery and equipment of livestock and reduce the cost of its maintenance and repair. (The purpose of the study) to Ensure the required level of serviceability of machinery and equipment of animal husbandry on the basis of rational organization of the engineering and technical service of the economy. (Materials and methods) Used in the research information on the state of reliability of machinery and equipment of livestock, methods and means of organization of technical service, the cost of their maintenance. Applied as the main methods of research monographic and statistical, analysis and comparative assessments, logical and abstract-logical. (Results and discussion) Found that the design of a rational organization of its provides optimal planning needs for MAINTENANCE and repair, material and technical resources for engineering and technical maintenance of technological machines and equipment of livestock and their effective use. It was found that the obtained design capacity of the system of technical service of machinery and equipment of animal husbandry are evaluated by technological capabilities, compared with the available capacity and on this basis, the conclusion is made about the need for construction or reconstruction of facilities or Vice versa, increasing the load of existing production capacity with additional volumes of work. (Conclusions) the Service of technical service of machines and equipment of animal husbandry of agricultural enterprises should be staffed with qualified personnel, the necessary repair and technical base and modern technical means of diagnosis, tools to be able to carry out quality and timely maintenance and ensure trouble-free operation of machines and mechanisms during the required operating time.*

**Keywords:** *engineering, operation, maintenance, Troubleshooting, efficiency.*

#### **МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ОБОСНОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Борис Дмитриевич Докин<sup>1</sup>, доктор технических наук, профессор,  
главный научный сотрудник, e-mail: dokin38@mail.ru;*

*Вера Леонардовна Мартынова<sup>1</sup>, кандидат технических наук,*

ведущий научный сотрудник;  
Олег Владимирович Елкин<sup>1</sup>, кандидат технических наук,  
старший научный сотрудник;

Айна Афанасьевна Никифорова<sup>2</sup>, аспирант

<sup>1</sup>Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий  
Российской академии наук, р. п. Краснообск, Новосибирская область, Российская Федерация;

<sup>2</sup>Инженерный институт Новосибирского государственного  
аграрного университета, г. Новосибирск, Российская Федерация

**Реферат.** За последние десятилетия в России изменился общественный строй и экономика, появились энергонасыщенные тракторы, кормо- и зерноуборочные комбайны, широкозахватные посевные комплексы и новые ресурсосберегающие технологии возделывания и уборки сельскохозяйственных культур. (Цель исследования) Повышение эффективности производства продукции растениеводства за счет разработки новых методических подходов к обоснованию его технологического и технического обеспечения. (Материалы и методы) Представили фактическое распределение сельскохозяйственных предприятий Новосибирской области по площади пашни на рассматриваемый период. Отметили, что каждый сельхозпроизводитель выбирает тот или иной вариант технологий и технических средств для производства зерна в зависимости от ресурсного обеспечения и наличия кадров механизаторов. Разработали метод сквозного просмотра вариантов годовых комплексов полевых работ для обоснования структуры машинно-тракторного парка для различных типов товаропроизводителей на принципиально новой основе. (Результаты и обсуждение) Привели методiku выбора модельных хозяйств для типизации производственных условий лесостепной зоны Сибири и метод сквозного просмотра вариантов годовых комплексов полевых работ для обоснования структуры машинно-тракторного парка модельных хозяйств, методические подходы к выбору альтернативных технологий возделывания и уборки сельскохозяйственных культур в зависимости от ресурсообеспеченности сельхозтоваропроизводителей, а также направления снижения потребности в кадрах механизаторов. (Выводы) Установили, что переход от классической интенсивной технологии на базе отвальной вспашки или глубокого рыхления производства, например, зерновых культур к интенсивной ресурсосберегающей технологии на базе минимальной обработки почв, позволяет снизить расход топлива на 30-35 процентов и сократить потребность в кадрах механизаторов в 1,5-1,7 раза.

**Ключевые слова:** машинно-тракторный парк, модельное хозяйство, технологии, эксплуатационные затраты, количество механизаторов на 1000 га посевов зерновых.

**Для цитирования:** Докин Б.Д., Мартынова В.Л., Елкин О.В., Никифорова А.А. Методические подходы обоснования технологического и технического обеспечения производства продукции растениеводства лесостепной зоны новосибирской области // Технический сервис машин. 2019. N3(136). С. 81-89.

## METHODICAL APPROACHES OF THE JUSTIFICATION TECHNOLOGICAL AND TECHNICAL SUPPLY OF PRODUCTION PLANT GROWING IN SIBERIA

*Boris D. Dokin<sup>1</sup>, Dr.Sc(Eng.), professor, chief researcher, e-mail: dokin38@mail.ru;*

*Vera L. Martynova<sup>1</sup>, Ph.D.(Eng.), leading researcher;*

*Oleg V. Elkin<sup>1</sup>, Ph.D.(Eng.), senior researcher associate;*

*Ayna A. Nikiforova<sup>2</sup>, post-graduate student*

<sup>1</sup> *Siberian Federal Research Center for Agrobiotechnologies*

*Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, Russian Federation;*

<sup>2</sup> *Engineering Institute Novosibirsk State Agrarian University,*

*Novosibirsk, Russian Federation*

**Abstract.** Over the past decade, Russia has changed the social system and economy, there were energy-saturated tractors, forage and combine harvesters, wide-sowing complexes and new resource-saving technologies of cultivation and harvesting of crops. (Research purpose) Improving the efficiency of crop production through the development of new methodological approaches to the justification of its technological and technical support. (Materials and methods) Presented the actual distribution of agricultural enterprises of the Novosibirsk region in the area of arable land for the period under review. It was noted that each agricultural producer chooses one or another option of technologies and technical means for the production of grain, depending on the resource provision and the availability of personnel of machine operators. We have developed a method of end-to-end review of options for annual complexes of field work to justify the structure of the machine and tractor fleet for different types of producers on a fundamentally new basis. (Results and discussion) Led to the method of selection of model farms for the typification of production conditions of

*the forest-steppe zone of Siberia and the method of through viewing options for annual complexes of field work to justify the structure of the machine and tractor fleet of model farms, methodological approaches to the choice of alternative technologies of cultivation and harvesting of crops depending on the resource availability of agricultural producers, as well as ways to reduce the need for personnel of machine operators. (Conclusions) Found that the transition from the classical intensive technology based on dump plowing or deep loosening of production, for example, grain crops to intensive resource-saving technology based on minimal soil treatment, reduces fuel consumption by 30-35 percent and reduce the need for personnel of machine 1.5-1.7 times.*

**Keywords:** motor-tractor park, a modelling economy, technologies, a running cost, quantity of machine operators on 1000 hectares of sowings grain.

## **ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВ ХРОМОВЫХ ПОКРЫТИЙ ПРИ ГАЛЬВАНОКОНТАКТНОЙ ОБРАБОТКЕ**

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

*Никита Алексеевич Пеньков<sup>2</sup>, кандидат технических наук;  
Павел Владимирович Цысоренко<sup>3</sup>, кандидат технических наук;*

*Владислав Олегович Доценко<sup>2</sup>, курсант*

*<sup>1</sup>Воронежский государственный технический университет,  
г. Воронеж, Российская Федерация;*

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

*<sup>3</sup>4-я Армия Военно-воздушных сил и Противовоздушной обороны,  
г. Ростов, Российская Федерация*

**Реферат.** Рассмотрели информационный и управляющий подходы к оценке свойств гальванических покрытий детали. При информационном под-ходе проводят экспериментальное исследование свойств полученного в процессе обработки покрытия и для него прогнозируют эксплуатационные харак-теристики, корректируемые далее опытным путем или в процессе эксплуата-ции. Управляющий подход предполагает формирование покрытий с заданными или требуемыми параметрами по условиям эксплуатации изделия. (Цель исследования) Проанализировать влияние механических воздействий при нанесении покрытий на создание толстых слоев с постоянными или перемен-ными требуемыми свойствами. (Материалы и методы) Провели исследования на специально разработанной и спроектированной экспериментальной уста-новке для восстановления внутренних цилиндрических поверхностей. Отме-тили, что на установке возможно широкое изменение параметров осаждения: давления инструмента, межэлектродного расстояния, температуры электро-лита, плотности тока, скорости главного и вспомогательного движения. (Результаты и обсуждение) Установили преимущество управляющего подхода при получении вышеуказанных покрытий. Определили шероховатость покры-тия, величина которой позволяет использовать восстановленные детали без потери надежности восстановленного узла в сравнении с новыми деталями. Выявили регрессионные зависимости остаточных напряжений от давления и плотности тока при фиксированной температуре. Выбрали рабочие режимы, обеспечивающие высокие показатели покрытий, формирующих поверхност-ный слой изделий. Определили соотношение размеров зерен покрытий, полученных по различным технологиям. (Выводы) Метод ГКО заметно снижает трудоемкость ремонта деталей. Гальваноконтактный способ позволяет сократить время восстановления деталей (рассматривались толщины покрытий 150 микрометров) до 10-12 раз, а с учетом снижения количества бракованных изделий до 150 раз.

**Ключевые слова:** гальваноконтактное осаждение, гальванические по-крытия, шероховатость, многофакторный анализ.

**Для цитирования:** Жачкин С.Ю., Пеньков Н.А., Цысоренко П.В., Доценко В.О. Формирование качеств хромовых покрытий при гальваноконтакт-ной обработке // Технический сервис машин. 2019. N3(136). С. 92-98.

## **FORMATION OF QUALITIES OF CHROMIUM COATINGS DURING GALVANOCONTACT TREATMENT**

*Sergey Yu. Zhachkin<sup>1</sup>, Dr.Sc(Eng.),  
professor of the department, e-mail: zhach@list.ru;*

*Nikita A. Penkov<sup>2</sup>, Ph.D.(Eng.);*

*Pavel V. Tsysorenko<sup>3</sup>, Ph.D.(Eng.);*

*Vladislav O. Dotsenko<sup>2</sup>, cadet*

*<sup>1</sup> Voronezh state technical university, Voronezh, Russian Federation;*

*<sup>2</sup> Military educational scientific center of the Air Force «Military and air  
academy of a name of professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin»,  
Voronezh, Russian Federation;*

*<sup>3</sup> The 4th Army of the Air Force and Air defense, Rostov, Russian Federation*

**Abstract.** Reviewed information and control approaches to the evaluation of the properties of galvanic coatings of parts. In the information approach, an experimental study of the properties of the coating obtained in the process of processing is carried out and operational characteristics are predicted for it, which are further experimentally or during operation. The control approach involves the formation of coatings with specified or required parameters for the operating conditions of the product. (Research purpose) To Analyze the effect of mechanical effects during the application of coatings on the creation of thick layers with constant or variable desired properties. (Materials and methods) Conducted research on a specially developed and designed experimental installation for the restoration of internal cylindrical surfaces. It was noted that a wide change of deposition parameters is possible at the plant: tool pressure, interelectrode distance, electrolyte temperature, current density, velocity of the main and auxiliary motion. (Results and discussion) Established the advantage of the control approach in obtaining the above coatings. We determined the roughness of the coating, the value of which allows the use of the recovered parts without loss of reliability of the Assembly in comparison with the new parts. Regression dependences of residual stresses on pressure and current density at a fixed temperature were revealed. We chose operating modes that provide high performance coatings that form the surface layer of products. Oprah di-viding ratio of the grain size of the coatings obtained according to different technologies. (Conclusions) the Method of t-bills significantly reduces the complexity of the repair parts. Galvanostatic method allows to reduce time of restoration parts (addressed coating thickness 150 microns) up to 10-12 times, and given the reduction in the number of defective products up to 150 times.

**Keywords:** galvanic dep-osition, galvanic coatings, roughness, multivariate analysis.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ КЛЕЕВОГО СОСТАВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ STATGRAPHICSPLUS ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ**

*Юрий Владимирович Башкирцев, кандидат технических наук,  
доцент, e-mail: 4022550@mail.ru;*

*Дмитрий Игоревич Рогачев, студент*

*Мытищинский филиал Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, г.  
Мытищи, Российская Федерация*

**Реферат.** Многие организации проводят обслуживание и ремонт техники своими силами в ремонтных мастерских общего назначения. Отсюда возникает потребность в универсальных и недорогих материалах и технологиях ремонта, не требующих специализированного оборудования и высококвалифицированного персонала. (Цель исследования) Разработать термостойкий клеевой состав для ремонта и герметизации системы выпуска отработавших газов транспортных средств, выдерживающий вибрации, механические напряжения и перепады температуры. (Материалы и методы) Использовали различные показатели для оценки клеевых составов: разрушающее напряжение при сжатии, отрыве, сдвиге. Приняли в качестве параметра оптимизации величину разрушающего касательного напряжения (функцию отклика). Применили для экспериментальных исследований теорию планирования эксперимента как раздел математической статистики, изучающий рациональную организацию измерений и наблюдений. Аппроксимировали экспериментальные данные при помощи компьютерной программы STATGRAPHICS Plus, которая предусматривает разработку экспериментального плана, задание имени и сохранение плана эксперимента, ввод экспериментальных данных, анализ экспериментальных данных с одновременным графическим отображением исследуемых зависимостей, а также позволяет определять оптимальную концентрацию компонентов клеевого состава. (Результаты и обсуждение) Разработали клеевой состав для ремонта системы выпуска отработанных газов. В качестве основы состава использовали калиевое жидкое стекло, в качестве наполнителей – глинозем, графит и карбонильное железо P10. Применили при разработке состава в качестве

параметра оптимизации разрушающее касательное напряжение, которое характеризует адгезионные свойства клеевого состава. (Выводы) Созданный клеевой состав не уступает импортным аналогам. Испытания показали, что адгезионные характеристики увеличиваются при наполнении состава карбонильным железом в пределах 10-20 процентов.

**Ключевые слова:** ремонт глушителя, клеевой состав, система выпуска отработанных газов, оптимизация компонентов клеевого состава.

**Для цитирования:** Башкирцев Ю.В., Рогачев Д.И. Оптимизация концентрации клеевого состава с использованием компьютерной программы statgraphicsplus для восстановления машин и оборудования // Технический сервис машин. 2019. №3(136). С. 99-105.

## **OPTIMIZATION OF CONCENTRATION OF GLUTINOUS STRUCTURE WITH USE OF COMPUTER PROGRAM STATGRAPHICS PLUS FOR RESTORATION OF CARS AND THE EQUIPMENT**

*Yuri V. Bashkirtsev, Ph.D.(Eng.), associate professor, e-mail: 4022550@mail.ru;*

*Dmitry I. Rogachev, student  
Mytishchi branch of Moscow State Technical University. N.E.  
Bauman, Mytishchi, Russian Federation*

**Abstract.** Many organizations carry out maintenance and repair of equipment on their own in General purpose repair shops. Hence, there is a need for universal and inexpensive materials and repair technologies that do not require specialized equipment and highly qualified personnel. (Research purpose) To Develop a heat-resistant adhesive composition for the repair and sealing of the exhaust system of vehicles that can withstand vibration, mechanical stress and temperature changes. (Materials and methods) Used different indicators to assess the adhesive compositions: breaking stress in compression, separation, shear. The value of the destructive shear stress (response function) was taken as an optimization parameter. Applied for experimental research the theory of planning the experiment as a section of mathematical statistics, studying the rational organization of measurements and observations. The experimental data were approximated using the computer program STATGRAPHICS Plus, which provides for the development of an experimental plan, the name and preservation of the experimental plan, the input of experimental data, the analysis of experimental data with simultaneous graphical display of the studied dependencies, and also allows to determine the optimal concentration of the components of the adhesive composition. (Results and discussion) Developed the adhesive for the repair of the exhaust system. As the basis of the composition, potassium liquid glass was used, alumina, graphite and carbonyl iron P10 were used as fillers. The destructive shear stress, which characterizes the adhesive properties of the adhesive composition, was used in the development of the composition as an optimization parameter. (Conclusions) The created adhesive composition is not inferior to imported analogues. Tests have shown that the adhesion characteristics increase when the composition is filled with carbonyl iron in the range of 10-20 percent.

**Keywords:** repair of the muffler, glutinous structure, system of release of the fulfilled gases, optimization of components of glutinous structure.

## **ПОИСК РАЦИОНАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ХОЛОДНОГО ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ**

*Алексей Сергеевич Назаркин, аспирант,  
e-mail:lescha999@yandex.ru;*

*Александр Юрьевич Сахаров, магистрант;  
Александр Михайлович Земсков,*

*кандидат технических наук, старший преподаватель;*

*Павел Александрович Ионов,*

*кандидат технических наук, профессор*

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

**Реферат.** Восстановление деталей изготовленных из алюминиевых сплавов методами нанесения покрытий вызывает сложности, связанные с наличием на обрабатываемых поверхностях тугоплавкой оксидной пленки препятствующей прочному сцеплению наносимых покрытий. (Цель исследования) Определить рациональные

технологические режимы холодного газодинамического напыления порошкового материала, обеспечивающие необходимые функциональные свойства покрытия восстанавливаемых деталей машин. (Материалы и методы) Применили метод полного факторного эксперимента 2<sup>2</sup>, позволяющий получить математическую модель, которая с высокой достоверностью описывает связь параметра оптимизации (характеризующего процесс напыления) со статистически значимыми технологическими режимами (факторами) и их взаимным влиянием. Формировали покрытия методом холодного газодинамического напыления; в качестве материалов для нанесения использовали порошки, произведенные Обнинским центром порошкового напыления, следующих марок: А-20-11, АА-80-13. Проводили испытания на всех температурных режимах установки ДИМЕТ модели 403. (Результаты и обсуждение) Определили рациональные технологические режимы холодного газодинамического напыления порошкового материала методом крутого восхождения, при которых достигается необходимая нормативная толщина слоя покрытия для восстановления деталей при площади опорной поверхности не менее 80 процентов. Отметили, что процесс формирования покрытия методом холодного газодинамического напыления зависит от многих факторов: технологических параметров установки, рабочего давления носителя, свойств материалов детали и порошка, изменение которых влияет на функциональные свойства покрытия. (Выводы) Установили основные зависимости процесса холодного газодинамического напыления порошкового материала и факторы, влияющие на производительность. Определили рациональные технологические режимы напыления порошкового материала, обеспечивающие необходимые функциональные свойства формируемых покрытий. Полученные результаты могут быть использованы в условиях ремонтных предприятий и сервисных центров для восстановления деталей машин, изготовленных из алюминиевых сплавов.

**Ключевые слова:** холодное газодинамическое напыление, метод, восстановление, покрытие, эксперимент, математическая модель.

**Для цитирования:** Назаркин А.С., Сахаров А.Ю., Земсков А.М., Ионов П.А. Поиск рациональных технологических режимов холодного газодинамического напыления // Технический сервис машин. 2019. N3(136). С. 106-113

## SEARCH FOR RATIONAL TECHNOLOGICAL MODES OF COLD GAS DYNAMIC DUSTING

*Aleksey S. Nazarkin, post-graduate student,  
e-mail:lescha999@yandex.ru;*

*Alexander Yu. Sakharov, master student;  
Alexander M. Zemskov, Ph.D.(Eng.),  
senior teacher;*

*Pavel A. Ionov, Ph.D.(Eng.), professor  
National Research Mordovia State University. N.P. Ogareva,  
Saransk, Russian Federation*

**Abstract.** Restoration of parts made of aluminum alloys by coating methods causes difficulties associated with the presence of refractory oxide film on the treated surfaces that prevents the strong adhesion of the applied coatings. (Research purpose) To Determine the rational technological modes of cold gas-dynamic spraying of powder material, providing the necessary functional properties of the coating of the restored machine parts. (Materials and methods) Applied the method of full factorial experiment 2<sup>2</sup>, which allows to obtain a mathematical model that describes with high reliability the relationship of the optimization parameter (characterizing the deposition process) with statistically significant technological modes (factors) and their mutual influence. The coatings were formed by the method of cold gas-dynamic spraying; powders produced by the Obninsk powder spraying center of the following brands were used as materials for application: A-20-11, AA-80-13. Were tested at all temperature regimes installation DIMET model 403. (Results and discussion) Determined the rational technological modes of cold gas-dynamic spraying of powder material by the method of steep ascent, in which the required standard thickness of the coating layer is achieved for the restoration of parts with a reference surface area of at least 80 percent. It was noted that the process of forming the coating by cold gas-dynamic spraying depends on many factors: the technological parameters of the installation, the operating pressure of the carrier, the properties of the materials of the part and the powder, the change of which affects the functional properties of the coating. (Conclusions) Established the main dependences of the process of cold gas-dynamic spraying of powder material and the factors affecting the performance. The rational technological modes of powder material deposition providing the necessary functional properties of the formed coatings were determined. The obtained results can be used in the conditions of repair companies and service centers for the restoration of machine parts made of aluminum alloys.

**Keywords:** cold gas-dynamic spraying, method, restoration, coating, experiment, mathematical model.



# ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ВОССТАНОВЛЕННЫХ НАПЛАВКОЙ БАЛАНСИРОВ ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН

*Егор Олегович Решиков<sup>1</sup>, инженер, e-mail:  
egorreschikov@gmail.com;*

*Владислав Алексеевич Павлов<sup>2</sup>, магистрант;*

*Дмитрий Борисович Слинко<sup>1, 2</sup>, кандидат технических наук,  
ведущий научный сотрудник;*

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

*<sup>2</sup>Московский государственный технический  
университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), Москва, Российская  
Федерация*

**Реферат.** Наиболее интенсивному износу в гусеничных машинах подвергается ходовая часть. В технической литературе подробно изучено восстановление элементов ходовой части различными методами наплавки. (Цель исследования) Определить наиболее рациональный способ восстановления балансира гусеничной машины, обеспечивающий высокую износостойкость. (Материалы и методы) Провели сравнительные испытания на износостойкость балансиров БМП-1 как новых, так и восстановленных методами плазменно-порошковой и электродуговой наплавки проволокой в защитном газе. Осуществляли плазменную наплавку порошком ПГ-СР2 на основе никеля, при этом заявленная производителем твердость наплавленного слоя должна составлять 48-52 HRC. (Результаты и обсуждение) Установили, что балансиры, восстановленные электродуговой наплавкой проволокой в защитном газе и плазменно-порошковой наплавкой, обладают износостойкостью в 3,8 раза и в 2,4 раза выше чем новый соответственно. Отметили, что полученные результаты согласуются с заявленной производителями расходных материалов твердостью. Твердость наплавленного слоя при использовании указанной проволоки примерно на 8-10 процентов выше, чем при наплавки порошком, и на 40-45 процентов выше, чем твердость нового балансира. (Выводы) Электродуговую наплавку проволокой в защитном газе можно рассматривать как альтернативу методу плазменно-порошковой наплавки.

**Ключевые слова:** износостойкость, балансир, гусеничная техника, электродуговая наплавка в среде защитных газов, плазменно-порошковая наплавка.

**Для цитирования:** Решиков Е.О., Павлов В.А., Слинко Д.Б. Износостойкость восстановленных наплавкой балансиров гусеничных машин // Технический сервис машин. 2019. №3(136). С. 114-119.

## TRACKED MACHINES BALANCERS RECOVERED BY SURFACING WEAR RESISTANCE

*Egor O. Reshchikov<sup>1</sup>, engineer, e-mail: egorreschikov@gmail.com ;*

*Vladislav A. Pavlov<sup>2</sup>, master student;*

*Dmitry B. Slinko<sup>1, 2</sup>, Ph.D.(Eng.), leading researcher*

*<sup>1</sup>Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation;*

*<sup>2</sup>Moscow State Technical University named after N.E.*

*Bauman (National Research University), Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** The most intensive wear in tracked vehicles undergoes chassis. In the technical literature, the restoration of the chassis elements by various methods of surfacing is studied in detail. (Research purpose) to Determine the most rational way to restore the balance of the tracked vehicle, providing high wear resistance. (Materials and methods) Conducted comparative tests on the wear resistance of the BMP-1 balancers, both new and restored by the methods of plasma-powder and electric arc welding with wire in a protective gas. Plasma surfacing with PG-CP2 powder based on Nickel was carried out, while the hardness of the deposited layer declared by the manufacturer should be 48-52 HRC. (Results and discussion) Found that the balancers, reduced arc welding wire in shielding gas and plasma-powder surfacing, have a wear resistance of 3.8 times and 2.4 times higher than the new, respectively. It was noted that the results are consistent with the declared hardness of the manufacturers of consumables. The hardness of the deposited layer when using this wire is about 8-10 percent higher than when surfacing with powder, and 40-45 percent higher than the hardness of the new balancer. (Conclusions) Arc welding with wire in shielding gas can be considered as an alternative to the method of plasma-powder surfacing.

**Keywords:** wear resistance, balancer, crawler technique, electric arc surfacing in the environment of protective gases, plasma-powder surfacing. **Keywords:** wear resistance, balancer, tracked vehicles, protective gas surfacing, plasma-powder surfacing.

## **ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ИЗ СТАЛИ 65Г, УПРОЧНЕННЫХ ПЛАЗМЕННЫМИ МЕТОДАМИ**

**Саид Насибуллович Шарифуллин<sup>1</sup>, доктор технических наук, профессор;**

**Наиль Рашиатович Адигамов<sup>2</sup>, доктор технических наук, профессор;**

**Елизавета Юрьевна Кудряшова<sup>3</sup>, кандидат технических наук, научный сотрудник, e-mail: elizaveta\_kudryashova@bk.ru;**

**Илья Владимирович Романов<sup>3</sup>, младший научный сотрудник;**

**Егор Олегович Решиков<sup>3</sup>, инженер;**

**Вадим Николаевич Колокольников<sup>3</sup>, инженер**

**<sup>1</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Российская Федерация;**

**<sup>2</sup>Казанский государственный аграрный университет, Казань, Российская Федерация;**

**<sup>3</sup>Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация**

**Реферат.** Основной составляющей износа рабочих органов почвообрабатывающих машин, таких как лемех плуга, диск сошника и стрелчатые лапы культиватора, является абразивное изнашивание. Поэтому необходимо разработать такие упрочняющие технологии структуры поверхностного слоя рабочих органов почвообрабатывающих машин, чтобы они могла противостоять абразивным частицам почвы. (Цель исследования) Изучить влияние вибродуговой обработки на износостойкость поверхностного слоя стали 65Г, являющейся основным материалом таких рабочих органов почвообрабатывающей техники, как лемех плуга, диск сошника сеялки, культиваторная лапа. (Материалы и методы) Провели исследования на образцах из стали 65Г размером 30x30 миллиметров с толщиной 2 миллиметра. Осуществили обработку на технологических установках вибродугового упрочнения разработки ГОСНИТИ. Выполнили испытания на износостойкость при помощи трибометра TRB-S-DE-0000 фирмы CSM Instruments. (Результаты и обсуждение) Оценили износостойкость образцов при их относительном перемещении (скольжении) по схеме штифт-диск в условиях изнашивания. Непрерывно измеряли коэффициент трения и глубину внедрения контрообразца в тело образца. Выявили при сравнении зависимостей глубины внедрения контрообразца в тело образца от пройденного пути индентора, что твердость обработанной поверхности вибродуговым разрядом в несколько раз больше твердости поверхности исходного образца. (Выводы) Вибродуговая обработка поверхности позволяет предположительно в 6-7 раз повысить износостойкость рабочих органов почвообрабатывающих машин и их ресурс работы. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию и моделирование процесса вибродуговой обработки, изучение плазмохимических процессов, происходящих в самой плазменной среде, и на решение вопросов взаимодействия самой плазмы с расплаиваемыми материалами и легируемыми элементами. Для полноценного внедрения технологий упрочнения поверхностей металлических изделий в производство с применением концентрированных потоков энергии должны проводиться опытно-конструкторские работы по механизированному способу их реализации.

**Ключевые слова:** упрочнение, плазма, вибродуга, рабочие органы, почвообрабатывающая техника, трибология, износостойкость.

**Для цитирования:** Шарифуллин С.Н., Адигамов Н.Р., Кудряшова Е.Ю., Романов И.В., Решиков Е.О., Колокольников В.Н. Трибологические исследования поверхностей деталей из стали 65Г, упрочненных плазменными методами // Технический сервис машин. 2019. N3(136). С. 120-127

## **TRIBOLOGICAL STUDIES OF THE SURFACES OF 65G STEEL PARTS REINFORCED BY PLASMA METHODS**

**Said N. Sharifullin<sup>1</sup>, Dr.Sc(Eng.), professor;**  
**Nail R. Adigamov<sup>2</sup>, Dr.Sc(Eng.), professor;**

*Elizaveta Y. Kudryashova<sup>3</sup>, Ph.D.(Eng.), research associate,  
e-mail: elizaveta\_kudryashova@bk.ru;*

*Ilya V. Romanov<sup>3</sup>, junior researcher;*

*Egor O. Reschikov<sup>3</sup>, engineer;*

*Vadim N. Kolokolnikov<sup>3</sup>, engineer*

*<sup>1</sup>Kazan (Volga) Federal University, Kazan, Russian Federation;*

*<sup>2</sup>Kazan State Agrarian University, Kazan, Russian Federation;*

*<sup>3</sup>Federal Research Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** *The main component of the wear of the working bodies of tillage machines, such as the plowshare plowshare, the coulter disc and the cultivator lancet paws, is abrasive wear. Therefore, it is necessary to develop such strengthening technologies for the structure of the surface layer of the working bodies of the tillage machines so that they can resist the abrasive particles of the soil. (Purpose of research) To study the effect of vibration-arc processing on the wear resistance of the surface layer of 65G steel, which is the main material of such working bodies of tillage equipment as the plowshare plow, seeder disc, cultivator paw. (Materials and methods) Conducted research on samples of steel 65G in size 30×30 millimeters with a thickness of 2 millimeters. Carried out the processing on the technological installations of vibration-arc hardening the development of GOSNITI. Performed wear resistance tests using the TRB-S-DE-0000 tribometer by CSM Instruments. (Research purpose) The wear resistance of the samples was evaluated during their relative displacement (sliding) according to the pin-disk scheme under wear conditions. Continuously measured the coefficient of friction and the depth of the introduction of the counterpiece in the body of the sample. When comparing the dependencies of the depth of penetration of the contra-sample into the sample body from the distance traveled by the indenter, it was revealed that the hardness of the treated surface by a vibrating arc discharge is several times greater than the hardness of the surface of the original sample. (Conclusions) Vibro-arc surface treatment allows, presumably, to increase the durability of the working bodies of the tillage machines and their working life by 6-7 times. Further studies should focus on the optimization and modeling of the vibration-arc processing process, the study of plasma-chemical processes occurring in the plasma medium itself, and on the issues of the interaction of the plasma itself with the sputtered materials and doped elements. For the full implementation of the technology of hardening the surfaces of metal products into production using concentrated energy flows, experimental development work on the mechanized method of their implementation should be carried out.*

**Keywords:** *hardening, plasma, vibratory arc, working bodies, soil tillage equipment, tribology, wear resistance.*

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН ИЗ СВЕРХВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА**

*Сергей Андреевич Квас, аспирант,*

*e-mail: Kvas.Sergo@yandex.ru*

*Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,*

*Москва, Российская Федерация*

**Реферат.** *Нанесение покрытия из СВМПЭ на сложные пространственные поверхности рабочих органов почвообрабатывающих машин позволит при их достаточной и необходимой износостойкости уменьшить силы трения при обработке почвы и снизить ее энергоемкость. (Цель исследования) Определить трибологические характеристики рабочих органов из сверхвысокомолекулярного полиэтилена. (Материалы и методы) Использовали при испытаниях трибومتر TRB-S-DE-0000 фирмы CSM Instruments. Проводили эксперименты на трибометре по схеме «круговое движение» с исследуемым образцом в виде диска, по которому перемещалось (скользило) контртело в виде шарика. Выбирали одинаковую длительность ступеней нагружения для каждого сопряжения с учетом стабилизации коэффициента трения, она составляла не менее 5-10 минут. В течение испытаний непрерывно фиксировали на диаграмме силу трения. Определяли оптимальную величину нагружения при устойчивом режиме линии разгрузки и минимальном значении коэффициента трения. Находили радиус дорожки трения из диаграммы зависимости коэффициента трения от пройденного пути контртела по материалу, отображенному в вкладке «Triboparameters», и ширину дорожки трения на инвертированном оптическом микроскопе OLYMPUSGX51. (Результаты и обсуждение) Установили, что потеря массы образца составила 0,0001 граммов, а потеря массы контртела – 3 грамма. Ширина дорожки образца из сверхвысокомолекулярного полиэтилена составила 0,8 миллиметров, а износ – 0,73 кубических миллиметров. (Выводы) Интенсивность изнашивания алюминиевого образца и образца из сверхвысокомолекулярного полиэтилена составила соответственно 0,00048 и 0,00046 кубических миллиметров на метр. Результаты исследования выявили, что трибологические характеристики*

сверхвысокомолекулярного полиэтилена сопоставимы с трибологическими характеристиками алюминия. Минимальное значение коэффициента внешнего трения составило 0,09, максимальное – 0,21.

**Ключевые слова:** износ, интенсивность изнашивания, сверхвысокомолекулярный полиэтилен, коэффициент внешнего трения.

**Для цитирования:** Квас С.А. Результаты исследований на износостойкость рабочих органов почвообрабатывающих машин из сверхвысокомолекулярного полиэтилена // Технический сервис машин. 2019. N3(136). С. 128-134

## **THE RESEARCH RESULTS ON THE WEAR RESISTANCE OF WORKING AUTHORITIES OF SOIL TREATMENT MACHINES FROM ULTRA HIGH-MOLECULAR POLYETHYLENE**

*Sergey A. Kvass, post-graduate student, e-mail: Kvas.Sergo@yandex.ru  
Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** *The coating of UHMWPE on the complex spatial surfaces of the working bodies of tillage machines will, with their sufficient and necessary wear resistance, reduce the friction forces during soil treatment and reduce its energy consumption. (Research purpose) Determine the tribological characteristics of the working bodies of ultra-high molecular weight polyethylene. (Materials and methods) The Tests were carried out on the TRB-S-DE-0000 tribometer manufactured by CSM Instruments according to the «circular motion» scheme. Tests on the tribometer were carried out according to the scheme «circular motion» with the test sample in the form of a disk on which the counterbody moves (slides) in the form of a ball. The duration of the loading stages was chosen for each conjugation of the same, taking into account the stabilization of the friction coefficient and was at least 5-10 minutes. During the tests, the friction force was continuously recorded on the diagram. The optimal value of loading was determined at a stable mode of the unloading line with a minimum value of the coefficient of friction. The radius of the friction track was determined from the diagram of the friction coefficient dependence on the traveled path of the counterbody on the material displayed in the tab «Tribo parameters». The width of the friction path is determined by an inverted optical microscope OLYMPUS GX51. (Results and discussion) Found that the mass loss of the sample was 0.0001 g, and the mass loss of the counterbody – 3 g. the Width of the track of the sample from svervysokomolekulyarnogo polyethylene was 0.8 mm, and wear – 0.73 mm<sup>3</sup>. (Conclusions) the wear Rate of the aluminum sample and the sample of ultra-high molecular weight polyethylene is 0.00048 and 0.00046 mm<sup>3</sup>/m. based On the results of the study, it was found that the tribological characteristics of high molecular weight polyethylene are comparable with the tribological characteristics of aluminum. The minimum value of the coefficient of external friction was 0.09, the maximum – 0.21.*

**Keywords:** wear, wear intensity, ultra-high molecular weight polyethylene, coefficient of external friction.

## **ВОПРОСЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ТЕХНИКИ, ВЫВЕДЕННОЙ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

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

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

*Сергей Анатольевич Буряков, старший научный сотрудник  
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,  
Москва, Российская Федерация*

**Реферат.** *В последние годы значительно сократились поставки новых сельскохозяйственных машин, что приводит к старению их парка. Поддержание его в работоспособном состоянии вызывает необходимость увеличения поставок запасных частей, на изготовление которых требуется дополнительное количество материальных и трудовых ресурсов: на запасные части к автомобилям расходуется до 30, а к тракторам – около 40 процентов металла, идущего на изготовление этих машин. (Цель исследования) Проанализировать и обосновать возможность максимального использования годных деталей и деталей, подлежащих восстановлению, утилизируемой сельскохозяйственной техники, а также наиболее прогрессивных технологий и методов восстановления деталей. (Материалы и методы) Определили объемы годных и подлежащих восстановлению деталей отдельных сельскохозяйственных машин, при условии своевременного выведения их из эксплуатации. Отметили, что на некоторых ремонтных предприятиях доля восстановленных деталей достигала 40 процентов объема потребления запасных частей. Выявили, что в последние годы объемы восстановления деталей значительно сократились и их доля не превышает 10 процентов от потребляемых*

запасных частей. (Результаты и обсуждение) Анализ интернет-поиска показал, что в настоящий момент имеется обширная база предприятий, которые готовы приобретать полезные компоненты утилизированной техники. Определили, что ремонтное производство располагает достаточным количеством методов и способов, чтобы восстанавливать практически любую изношенную или поврежденную деталь. (Выводы) Сделали заключение о целесообразности проведения в процессе утилизации техники работ по дефектации и выявлению годных деталей и деталей, подлежащих восстановлению. Обосновали необходимость расширения масштабов реновации деталей, подлежащих восстановлению, утилизируемой техники с использованием инновационных технологий и развитием сети участков, цехов ЦВИД в инженерном блоке АПК.

**Ключевые слова:** утилизация, капитальный ремонт, исследования, детали, техника, методы, цена, дефект, способы восстановления.

**Для цитирования:** Герасимов В.С., Игнатов В.И., Буряков С.А. Вопросы восстановления деталей техники, выведенной из эксплуатации // Технический сервис машин. 2019. N3(136). С. 135-142.

## QUESTIONS OF RESTORATION OF DETAILS OF EQUIPMENT, DECOMMISSIONED

*Valery S. Gerasimov, leading specialist, e-mail: rosagroserv@list.ru;  
Vladimir I. Ignatov, Dr.Sc(Eng.), chief research engineer;  
Sergey A. Buryakov, senior researcher associate  
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,  
Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** *In recent years, the supply of new agricultural machines has decreased significantly, which leads to the aging of their fleet. Maintaining it in working condition necessitates an increase in the supply of spare parts, the manufacture of which requires an additional amount of material and labor resources: for spare parts for cars up to 30, and for tractors – about 40 percent of the metal going to the manufacture of these machines. (The purpose of the study) to Analyze and justify the possibility of maximum use of suitable parts and components to be restored, recyclable agricultural machinery, as well as the most advanced technologies and methods of restoration of parts. (Materials and methods) Determined the volume of suitable and recoverable parts of individual agricultural machines, subject to timely decommissioning. It was noted that in some repair facilities, the proportion of reconditioned parts reached 40 per cent of the consumption of spare parts. It was found that in recent years, the volume of restoration of parts has decreased significantly and their share does not exceed 10 percent of the consumed spare parts. (Results and discussion) the Analysis of the Internet search has shown that at the moment there is an extensive database of enterprises that are ready to purchase useful components of recycled equipment. It was determined that the repair production has a sufficient number of methods and techniques to restore almost any worn or damaged part. (Conclusions) Made the conclusion about expediency of carrying out in the course of utilization of equipment of works on defecation and identification of the suitable details and details which are subject to restoration. Justified the need to expand the scale of renovation of parts to be restored, recycled equipment using innovative technologies and the development of a network of sites, shops in the engineering unit of the AGRICULTURAL complex.*

**Keywords:** *recycling, repair, research, details, techniques, methods, price, defect repair options.*

## ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРМЕТАЛЛИДОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОКРЫТИЙ ПРИ СКОРОСТНОМ ТВЧ-БОРИРОВАНИИ

*Алексей Семенович Дорохов<sup>2</sup>, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Российской академии наук;*

*Алексей Владимирович Ишков<sup>1</sup>, доктор технических наук, профессор;*

*Виктор Васильевич Иванайский<sup>1</sup>, доктор технических наук, профессор;*

*Николай Тихонович Кривочуров<sup>1</sup>, кандидат технических наук, доцент;*

*Вячеслав Федорович Аулов<sup>2</sup>, кандидат технических наук,  
ведущий научный сотрудник;*

*Валерий Игоревич Иванов<sup>2</sup>, кандидат технических наук,  
ведущий научный сотрудник, mail: tehnoinvest-vip@mail.ru*

*<sup>1</sup>Алтайский государственный аграрный университет,  
г. Барнаул, Российская Федерация;*

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

**Реферат.** Особое место среди процессов упрочнения занимает борирование, когда на стальной поверхности получают протяженные (до 500-800 микрон) слои, отличающиеся высокой твердостью, прочностью, износостойкостью и стойкостью к коррозии. (Цель исследования) Разработка и материаловедческие исследования износостойких покрытий, полученных при скоростном борировании стали 65Г токами высокой частоты, дополнительно модифицированных термодинамически устойчивыми алюминиды  $Fe_2Al_5$  и  $Ni_2Al_3$ . (Материалы и методы) Исследовали влияние добавок при осуществлении борирования токами высокой частоты конструкционной стали 65Г под слоем шихты на основе карбида бора и интерметаллидов  $Fe_xAl_y$ ,  $Ni_xAl_y$ , образующихся в системах Fe-Al и Ni-Al по реакциям самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. Получили износостойкие композиционные покрытия  $FeB-(Fe-B)-Me_xAl_y$ , где Me – это Fe, Ni. Определили, что толщина покрытий достигает 500-800 микрон, время наплавки 1-2 минуты. Обнаружили в покрытиях новые фазы интерметаллидов двойного сверхтвердого бориды  $Fe_2AlB_2$ , в покрытиях в качестве основного бориды железа присутствует FeB, что приводит к увеличению их твердости и износостойкости. (Результаты и обсуждение) Модификация образующихся боридных покрытий интерметаллидами с температурами плавления, близкими к технологической температуре наплавки токами высокой частоты, приводит к уменьшению количества трещин и появлению новых потребительских качеств материала. Показали, что добавка интерметаллидов способствует образованию новых твердых, высокодисперсных и структурированных фаз в покрытии, которые при определенных условиях их образования и выделения влияют на структуру стали, осуществляют дисперсное или зонное упрочнение покрытия. (Выводы) Получили термодинамически устойчивые интерметаллиды  $Fe_2Al_5$  и  $Ni_2Al_3$ , которые могут быть использованы как эффективные модификаторы износостойких боридных покрытий.

**Ключевые слова:** ТВЧ-нагрев, скоростное ТВЧ-борирование, карбид бора, железо-боридная эвтектика, интерметаллиды.

**Для цитирования:** Дорохов А.С., Ишков А.В., Иванайский В.В., Кривочуров Н.Т., Аулов В.Ф., Иванов В.И. Применение интерметаллидов для повышения износостойкости покрытий при скоростном ТВЧ-борировании // Технический сервис машин. 2019. N3(136). С. 143-155.

## THE USE OF INTERMETALLIC COMPOUNDS TO IMPROVE THE WEAR RESISTANCE OF COATINGS WITH HIGH-SPEED HIGH-FREQUENCY BOROTION

Alexey S. Dorokhov<sup>2</sup>, Dr.Sc(Eng.), professor,  
Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences;

Alexey V. Ishkov<sup>1</sup>, Dr.Sc(Eng.), professor;

Viktor V. Ivanaysky<sup>1</sup>, Dr.Sc(Eng.), professor;

Nikolay T. Krivochurov<sup>1</sup>, Ph.D.(Eng.), associate professor;

Valery I. Ivanov<sup>2</sup>, Ph.D.(Eng.), associate professor, e-mail: tehnoinvest-vip@mail.ru

<sup>1</sup> Altai state agricultural university, Barnaul, Russian Federation;

<sup>2</sup> Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

**Abstract.** A specific place among processes of hardening is held by borating when on a steel surface receive extended (to 500-800 micrometers) the layers differing in the high hardness, durability, wear resistance and resistance to corrosion. (Purpose research) Development and materials research researches of the wearproof coverings received at high-speed borating of steel 65G by currents of high frequency, in addition modified thermodynamic by steady alyuminida of  $Fe_2Al_5$  and  $Ni_2Al_3$ . (Materials and methods) Investigated influence of additives at borating implementation by currents of high frequency of structural steel 65G under a furnace charge layer on the basis of carbide of a pine forest and intermetallid of  $Fe_xAl_y$ ,  $Ni_xAl_y$  which are formed in the Fe-Al and Ni-Al systems on reactions of the self-extending high-temperature synthesis. Received wearproof composite coverings of  $FeB-(Fe-B) - Me_xAl_y$  where Me is Fe, Ni. Defined that thickness of coverings reaches 500-800 micrometers, building up time 1-2 minutes. Found new phases of intermetallid of a double superfirm borid  $Fe_2AlB_2$  in coverings, at coverings as the main borid of iron there is FeB that leads to increase in their hardness and wear resistance. (Results and discussion) Modification of the intermetallidama coverings which are formed the boridnykh with melting temperatures, currents of high frequency, close to technological temperature of building up, leads to reduction of quantity of cracks and emergence of new consumer qualities of material. Showed that additive of intermetallid promotes formation of the new firm, high-disperse and structured phases in a covering which under certain conditions their educations and allocations affect structure of steel, carry out disperse or zonal hardening of a covering. (Conclusions) Received thermodynamic steady intermetallida of  $Fe_2Al_5$  and  $Ni_2Al_3$  which can be used as effective modifiers wearproof the boridnykh of coverings.

**Keywords:** high-frequency heating, high-speed high-frequency boronation, boron carbide, iron-boride eutectic, intermetallic compounds.

## ОБОСНОВАНИЕ НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ДАВЛЕНИЯ МОТОРНОГО МАСЛА ТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА Д-240 ДЛЯ ИХ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК

*Анатолий Васильевич Дунаев, доктор технических наук,  
главный специалист, e-mail: dunaev135@mail.ru;  
Алексей Алексеевич Соломашкин, ведущий специалист, инженер,  
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,  
Москва, Российская Федерация*

**Реферат.** *Определение оптимальных значений параметров, управляющих техническим состоянием и надежностью машин и оборудования, становится важной народно-хозяйственной задачей. (Цель исследования) Апробация метода экспресс-определения оптимальных допускаемых значений параметров состояния машин исходя из закономерностей их динамики в эксплуатации, но с учетом конкретной скорости их деградации. (Материалы и методы). Использовали математический аппарат теории надежности машин и общие закономерности динамики диагностических параметров. (Результаты и обсуждение). Предложили рассчитывать допускаемые значения параметров только по фактическим кривым их динамики. Отметили, что объектам с высокой скоростью расходования ресурса назначать низкие допускаемые значения, а объектам с низкой скоростью – высокие. Привели соответствующие формулы расчетов. Выявили, что предлагаемый подход уменьшает полноту использования ресурса объектов из-за ужесточения допускаемых значений параметров. Однако при значительных затратах на устранение отказов и издержках от простоев, особенно импортных машин, недоиспользование ресурса перекрывается заметным уменьшением отказов объектов с повышенной интенсивностью деградации. (Выводы) Предложили и апробировали эмпирический экспресс-метод расчета допускаемых значений диагностических и структурных параметров технического состояния машин. Определили, что его можно применять для обоснования допускаемых значений параметров, изменение которых в эксплуатации подчиняется конкретным закономерностям. Для реализации метода требуется знать текущее значение параметра и предшествующую наработку.*

**Ключевые слова:** *параметр технического состояния, номинальное, допускаемое, предельное значения, оптимизация, моторное масло, тракторный дизель, кривошипно-шатунный механизм, давление в главной масляной магистрали.*

**Для цитирования:** Дунаев А.В., Соломашкин А.А. Обоснование нормативных значений давления моторного масла тракторных дизелей семейства д-240 для их технического сервиса в АПК // Технический сервис машин. 2019. N3(136). С. 156-167.

## THE JUSTIFICATION FOR NORMATIVE VALUES ENGINE OIL PRESSURE TRACTOR DIESEL ENGINES OF THE FAMILY D-240 FOR TECHNICAL SERVICE IN AGRICULTURE

*Anatoly V. Dunaev, doctor of technical sciences,  
chief specialist, e-mail: dunaev135@mail.ru;  
Aleksy A. Solomashkin, leading specialist, engineer  
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,  
Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** *Determination of optimum values of the parameters operating technical condition and reliability of machines and the equipment becomes an important economic task. (Purpose research) Approbation of the method of rapid determination of the optimal permissible values of the parameters of the state of machines based on the laws of their dynamics in operation, but taking into account the specific rate of degradation. (Materials and methods). The mathematical apparatus of the theory of reliability of machines and general laws of dynamics of diagnostic parameters are used. (Results and discussion) Suggested to count the allowed values of parameters only on the actual curves of their dynamics. Noted that to objects with a high speed of expenditure of a resource to appoint the low allowed values, and to objects with a low speed – high. Gave the corresponding formulas of calculations. Revealed that the offered approach reduces completeness of use of a resource of objects because of toughening of the allowed values of parameters. However at considerable costs of elimination of refusals and costs of idle times, especially import cars,*

*underexploitation of a resource it is blocked by noticeable reduction of refusals of objects from the degradation increased by intensity. (Conclusions) The Express method of calculation of permissible values of diagnostic parameters of machines is proposed and tested. It can also be used to justify the permissible repair of wear and other defects of parts, the change of which in operation is subject to known laws.*

**Keywords:** *parameter of technical condition, nominal, permissible, limit values, optimization of engine oil parameters, tractor diesel, crank mechanism, pressure in the main oil line.*

## **ОБОСНОВАНИЕ НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ДАВЛЕНИЯ МОТОРНОГО МАСЛА ТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА Д-240 ДЛЯ ИХ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК**

*Анатолий Васильевич Дунаев, доктор технических наук,  
главный специалист, e-mail: dunaev135@mail.ru;  
Алексей Алексеевич Соломашкин, ведущий специалист, инженер,  
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,  
Москва, Российская Федерация*

**Реферат.** *Определение оптимальных значений параметров, управляющих техническим состоянием и надежностью машин и оборудования, становится важной народно-хозяйственной задачей. (Цель исследования) Апробация метода экспресс-определения оптимальных допускаемых значений параметров состояния машин исходя из закономерностей их динамики в эксплуатации, но с учетом конкретной скорости их деградации. (Материалы и методы). Использовали математический аппарат теории надежности машин и общие закономерности динамики диагностических параметров. (Результаты и обсуждение). Предложили рассчитывать допускаемые значения параметров только по фактическим кривым их динамики. Отметили, что объектам с высокой скоростью расходования ресурса назначать низкие допускаемые значения, а объектам с низкой скоростью – высокие. Привели соответствующие формулы расчетов. Выявили, что предлагаемый подход уменьшает полноту использования ресурса объектов из-за ужесточения допускаемых значений параметров. Однако при значительных затратах на устранение отказов и издержках от простоев, особенно импортных машин, недоиспользование ресурса перекрывается заметным уменьшением отказов объектов с повышенной интенсивностью деградации. (Выводы) Предложили и апробировали эмпирический экспресс-метод расчета допускаемых значений диагностических и структурных параметров технического состояния машин. Определили, что его можно применять для обоснования допускаемых значений параметров, изменение которых в эксплуатации подчиняется конкретным закономерностям. Для реализации метода требуется знать текущее значение параметра и предшествующую наработку.*

**Ключевые слова:** *параметр технического состояния, номинальное, допускаемое, предельное значения, оптимизация, моторное масло, тракторный дизель, кривошипно-шатунный механизм, давление в главной масляной магистрали.*

**Для цитирования:** Дунаев А.В., Соломашкин А.А. Обоснование нормативных значений давления моторного масла тракторных дизелей семейства д-240 для их технического сервиса в АПК // Технический сервис машин. 2019. N3(136). С. 156-167.

## **THE JUSTIFICATION FOR NORMATIVE VALUES ENGINE OIL PRESSURE TRACTOR DIESEL ENGINES OF THE FAMILY D-240 FOR TECHNICAL SERVICE IN AGRICULTURE**

*Anatoly V. Dunaev, doctor of technical sciences,  
chief specialist, e-mail: dunaev135@mail.ru;  
Aleksy A. Solomashkin, leading specialist, engineer  
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,  
Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** *Determination of optimum values of the parameters operating technical condition and reliability of machines and the equipment becomes an important economic task. (Purpose research) Approbation of the method of rapid determination of the optimal permissible values of the parameters of the state of machines based on the laws of their dynamics in operation, but taking into account the specific rate of degradation. (Materials and methods). The mathematical apparatus of the theory of reliability of machines and general laws of dynamics of diagnostic parameters are used. (Results and discussion) Suggested to count the allowed values of parameters only on the actual curves of*



*their dynamics. Noted that to objects with a high speed of expenditure of a resource to appoint the low allowed values, and to objects with a low speed – high. Gave the corresponding formulas of calculations. Revealed that the offered approach reduces completeness of use of a resource of objects because of toughening of the allowed values of parameters. However at considerable costs of elimination of refusals and costs of idle times, especially import cars, underexploitation of a resource it is blocked by noticeable reduction of refusals of objects from the degradation increased by intensity. (Conclusions) The Express method of calculation of permissible values of diagnostic parameters of machines is proposed and tested. It can also be used to justify the permissible repair of wear and other defects of parts, the change of which in operation is subject to known laws.*

**Keywords:** *parameter of technical condition, nominal, permissible, limit values, optimization of engine oil parameters, tractor diesel, crank mechanism, pressure in the main oil line.*

## **АВТОМОБИЛЬНАЯ ФАБРИКАЦИЯ – ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ В ТРАКТОРОСТРОЕНИИ**

*Андрей Владимирович Карасев, кандидат технических наук,  
научный сотрудник, e-mail: andrey.karasev@nami.ru  
Научно-исследовательский автомобильный и автомоторный  
институт НАМИ, Москва, Российская Федерация*

**Реферат.** *Переход автомобиле- и тракторостроения с мелкосерийного на крупносерийный выпуск требовал создания не только соответствующего производства, но и предъявлял определенные требования к конструкции самоходных машин. Совершенствование конструкции обуславливало применение высокотехнологичных материалов. (Цель исследования) Проанализировать появление понятий «автомобильная конструкция», «автомобильный завод», используемых профессором Н.Р. Брилингом в работе «Отзыв «НАМИ» о тракторах «Запорожец», Коломзавода, «Гном» и «Фордзон». (Материалы и методы) Использовали источники исследуемого периода, работы по истории техники современных авторов для проведения анализа и обобщения. Выявили, что резкое увеличение производства автомобилей могли дать только новые методы и технологии изготовления – автомобильная фабрикация. Определили, что отечественному автомобильному производству не давали развиваться высокие ввозные пошлины на отдельные детали при низких пошлинах на готовые автомобили. Выбрали за основу для массового производства тракторов американский трактор International (McCormick-Deering 15-30) после испытания в Научном автомоторном институте. (Результаты и обсуждение) Отметили, что опыт отечественного производства автомобилей показал недостаточный уровень развития производительных сил страны. Опыт выявил преимущество крупносерийного выпуска конструкций «автомобильного» типа, освоенных ведущими фирмами США. Крупносерийное производство самоходной техники для механизации сельского хозяйства привело к появлению отечественного автотракторного машиностроения. (Выводы) Экономическая целесообразность способствовала массовому производству колесных тракторов «автомобильного» типа на специализированных заводах – первенцах индустриализации нового уровня.*

**Ключевые слова:** *автомобиль, трактор, производство автомобилей и тракторов.*

**Для цитирования:** Карасев А.В. Автомобильная фабрикация – промышленная революция в тракторостроении // Технический сервис машин. 2019. №3(136). С. 187-195.

## **AUTOMOTIVE FABRICATION – THE INDUSTRIAL REVOLUTION IN TRACTOR CONSTRUCTION**

*Andrei V. Karasev, Ph.D.(Eng.), research associate,  
e-mail: andrey.karasev@nami.ru  
Research automobile and motor Institute NAMI,  
Moscow, Russian Federation*

**Abstract.** *Transition of automobile and tractor production from small-scale to large-scale production demanded creation not only the corresponding production, but also imposed certain requirements to a design of self-propelled cars. Improving the design caused the use of high-tech materials. (Purpose of research) To analyze the emergence of the concepts of “automobile construction”, “automobile plant” used by Professor N.R. Brillin in the work “Feedback by NAMI” about the tractors “Zaporozhets”, Kolomzavod, “Gnome” and “Fordson”. (Materials and methods) We used the sources of the studied period, works on the history of technology of modern authors for analysis and generalization. It was revealed that a sharp increase in automobile production could be provided only by new methods and manufacturing technologies – automobile fabrication. We determined that the domestic automobile industry was*

prevented from developing high import duties on individual parts with low duties on finished cars. The American tractor International (McCormick-Deering 15-30) was chosen as the basis for mass production of tractors after testing at the Scientific Automotive Institute. (Results and discussion) It was noted that the experience of domestic automobile production showed an insufficient level of development of the country's productive forces. Experience has shown the advantage of large-scale production of automotive-type structures mastered by leading US firms. Large-scale production of self-propelled machinery for agricultural mechanization led to the emergence of domestic automotive tractor engineering. (Conclusions) Economic feasibility contributed to the mass production of "automobile" type wheeled tractors at specialized factories - the first-born of industrialization of a new level.

**Keywords:** automobile, tractor, automobile and tractor production.

## 70 ЛЕТ ЛЕГЕНДАРНОМУ ТРАКТОРУ ДТ-54

**Вячеслав Владимирович Косенко<sup>1</sup>**, кандидат технических наук,  
e-mail: ts@vstu.ru;

**Владимир Васильевич Шаров<sup>2</sup>**, методолог, кандидат технических наук, e-mail: sharov\_vv56@mail.ru;

**Юлия Сергеевна Ценч<sup>3</sup>**, кандидат технических наук,  
ведущий научный сотрудник,

<sup>1</sup> Волгоградский государственный технический университет,  
Волгоград, Российская Федерация;

<sup>2</sup> Музей национального тракторостроения, МБУК "Созвездие",  
Чеховский район, Московская область, Российская Федерация;

<sup>3</sup> Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,  
Москва, Российская Федерация

**Реферат.** 70 лет назад, в 1949 году начато производство поистине легендарного отечественного трактора ДТ-54. Выпуск этой машины был организован на трех тракторных заводах: Сталинградском (Волгоградском), Харьковском, Алтайском и продолжался вплоть до 1979 года. (Цель исследования) Провести анализ истории разработки, серийного производства трактора ДТ-54 и его модификаций, совершенствования его конструкции и эффективности применения. (Материалы и методы) Изложены основные этапы создания трактора ДТ-54, его совершенствования и модернизации, проведенных на базе этой машины поисковых научно-исследовательских работ. (Результаты и обсуждения) Оснащенный экономичным дизельным двигателем трактор ДТ-54 по сравнению с предшественником АСХТЗ-НАТИ с керосиновым карбюраторным двигателем нашел широкое распространение не только в сельском хозяйстве, но и во многих отраслях промышленности. ДТ-54 по сравнению с АСХТЗ-НАТИ развивал на треть большую крюковую мощность при вдвое меньшем удельном крюковом расходе топлива. Особенно заслуга этого трактора в подъеме целинных и залежных земель, где он стал основным мобильным энергосредством.

(Выводы) Тракторы семейства ДТ-54, благодаря удачной конструкции, экономичности, универсальности, неприхотливости и приспособленности к эксплуатации в разнообразных условиях, находились в серийном производстве 30 лет и до появления ДТ-75 были самыми распространенными гусеничными тракторами в нашей стране, экспортировались и выпускались за рубежом. Всего Сталинградский (Волгоградский), Харьковский и Алтайский тракторные заводы выпустили почти миллион таких машин.

Ключевые слова: гусеничный сельскохозяйственный трактор, дизельный двигатель, тракторный завод, производство, развитие, совершенствование, модернизация, модификации, показатели.

**Для цитирования:** Косенко В.В., Шаров В.В., Ценч Ю.С. 70 лет легендарному трактору ДТ-54 // Технический сервис машин. 2019. N3(136). С. 196-209

## 70 YEARS OF THE LEGENDARY DT-54 TRACTOR

**Vyacheslav V. Kosenko<sup>1</sup>**, PhD (Eng.),  
e-mail: ts@vstu.ru;

**Vladimir V. Sharov<sup>2</sup>**, methodologist, PhD (Eng.),  
e-mail: sharov\_vv56@mail.ru;

**Yuliya S. Tsench<sup>3</sup>**, leading researcher, associate professor, PhD (Ped.),

<sup>1</sup> Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation;

<sup>2</sup> Museum of the Domestic Tractor Industry, MBUK "Constellation",

**Abstract.** 70 years ago, in 1949, the production of legendary domestic tractor DT-54 has begun. The production of this machine was organized at three tractor plants: Stalingrad (Volgograd), Kharkov, Altai and lasted until 1979. (Research purpose) The research purpose is the analyzing of the history of development and serial production of the DT-54 tractor and its modifications, improvement of its design and efficiency. (Materials and methods) The article deals with the main stages of the DT-54 design, its improvement and modernization, research works performed using this machine. (Results and discussions) Equipped with an economic diesel engine, compared to its predecessor ASKHTZ-NATI with kerosene carburetor engine, the tractor DT-54 is widely used not only in agriculture but also in many industries. DT-54 compared to USHTZ-NATI has a third larger hook capacity with half a hook specific fuel consumption. Special merit of this tractor in the reverting of virgin and fallow lands in production, where he became the main mobile power. (Conclusions) Tractors of the DT-54 family, thanks to a successful design, efficiency, versatility, unpretentiousness and adaptability to operation in a variety of conditions, were in mass production for 30 years and before the appearance of the DT-75 they were the most common crawler tractors in our country, exported and produced abroad. In total, Stalingrad (Volgograd), Kharkiv and Altai tractor plants produced almost a million of such machines.

**Keywords:** caterpillar agricultural tractor, diesel engine, tractor plant, production, development, improvement, modernization, modifications, characteristics.