

КОРРЕКТИРОВКА ПОДАЧИ ТОПЛИВА В СИСТЕМЕ COMMON RAIL ПРИ ДИАГНОСТИРОВАНИИ ДВИГАТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ

Дмитрий Александрович Галин, кандидат технических наук, доцент, e-mail: dagalin@narod.ru;
Николай Викторович Раков, кандидат технических наук, доцент;
Александр Михайлович Давыдкин, кандидат технических наук, доцент;
Леонид Олегович Круш, магистрант
Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, г. Саранск, Российская Федерация

Реферат. Анализ технического состояния дизелей с аккумуляторной системой питания Common Rail показывает, что наибольшая доля отказов топливной аппаратуры связана с неисправностью топливных форсунок высокого давления. Электронный блок управления двигателя формирует команды на двухфазный впрыск топлива из каждой форсунки. Из-за износа элементов форсунок возникает неравномерность подачи топлива в цилиндры двигателя и, как правило, ухудшение его работы. (Цель исследования) Изучить процесс корректировки подачи топлива в системе Common Rail при диагностировании двигателя автомобиля Ford Transit. (Материалы и методы) Отметили, что наиболее актуальным методом ввода форсунок топливной системы Common Rail в эксплуатацию служат различные сервисные процедуры, например, процедура «обучения малому впрыску». Использовали сканер и соответствующее программное обеспечение для оценки суммарной подачи топлива на холостом ходу. Выполнили исследование на дизельном двигателе Duratorq объемом 2,4 литра. (Результаты и обсуждение) Привели результаты работы двигателя до и после корректировки («процедура малого впрыска»). Показали, что до корректировки в два цилиндра двигателя поступает больше топлива, чем в остальные. Получили увеличение скорости вращения коленчатого вала. Отметили, что после корректировки произошла настройка форсунок и была выровнена подача топлива в цилиндры, что привело к выравниванию оборотов коленчатого вала, уменьшению вибрации и шума. (Выводы) Результаты исследований показали, что корректировка подачи топлива и «обучение малому впрыску» должны быть обязательным условием при диагностических работах двигателя. Корректировка эффективна, если величина расхождения впрыска форсунок составляет не более 5 миллиграммов за такт.

Ключевые слова: дизель, диагностика, корректировка подачи топлива, давление топлива, форсунка, электронный блок управления, Common Rail, мультимарочный сканер, рабочие характеристики.

Для цитирования: Галин Д.А., Раков Н.В., Давыдкин А.М., Круш Л.О. Корректировка подачи топлива в системе Common Rail при диагностировании двигателя автомобиля // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N2(143). С. 12-20. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-12-20

JUSTIFYING THE FUEL SUPPLY IN THE COMMON RAIL SYSTEM WHEN DIAGNOSING THE VEHICLE ENGINE

Dmitriy A. Galin, Ph.D.(Eng.), associate professor;
Nikolay V. Rakov, Ph.D.(Eng.), associate professor;
Aleksandr M. Davydkin, Ph.D.(Eng.), associate professor;
Leonid O. Krush, master's student
National Research Mordovia State University, Russian Federation,
Republic of Mordovia, Saransk

Abstract. Analysis of technical condition of diesels with accumulator Common Rail power supply system shows that the largest share of fuel equipment failures is associated with malfunction of high-pressure fuel injectors. The electronic engine control unit generates commands for biphasic fuel injection from each injector. Due to the wear of the injector elements, there is an uneven fuel supply to the engine cylinders and, as a rule, deterioration of its operation. (Research purpose) The research purpose is in studying the process of adjusting the fuel supply in the Common Rail system when diagnosing the engine of a Ford Transit vehicle. (Materials and methods) The most relevant method of commissioning Common Rail fuel system injectors are various service procedures, such as the Low Injection Training procedure. Authors used a scanner and appropriate software to estimate total fuel delivery at idle mode. Authors performed the

study on a 2.4 liter Duratorq diesel engine. (Results and discussion) The article presents the engine parameters before and after adjustment (Small Injection Procedure). Before adjustment, two cylinders of the engine received more fuel than the other cylinders. It manifests in an increase in crankshaft speed. After the adjustment, the fuel supply to the cylinders was equalized, resulting in an equalization of crankshaft RPM, reduced vibration and noise. (Conclusions) The study showed that fuel adjustment and Low Injection Training should be a must for engine diagnostics. Correction is effective if the value of injection discrepancy is no more than 5 mg/stroke.

Keywords: diesel, diagnostics, fuel supply adjustment, fuel pressure, nozzle, electronic control unit, Common Rail, multi-mark scanner, performance characteristics.

For citation: Galin D.A., Rakov N.V., Davydkin A.M., Krush L.O. Korrektirovka podachi topliva v sisteme Common Rail pri diagnostirovanii dvigatelya avtomobilya [Justifying the fuel supply in the Common Rail system when diagnosing the vehicle engine]. Tekhnicheskij servis mashin. 2021. Vol. 59. N2(143). 12-20 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-12-20

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-21-28

УДК 62-626.42

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ И ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ ФЕРМ

Илдар Исмагилович Габитов, доктор технических наук, профессор;

Денис Фаилевич Балтиков, кандидат технических наук,

e-mail: baltikov21@gmail.com;

Самат Зайтунович Инсафутдинов,

кандидат технических наук, доцент

Башкирский государственный аграрный университет,

г. Уфа, Российская Федерация

Реферат. В статье рассмотрели актуальную для малых сельскохозяйственных предприятий проблему утилизации куриного помета на птицефабриках – насущный вопрос любого птицеводческого хозяйства ввиду того, что птичий помет представляет собой опасные отходы. В работе представили альтернативные способы утилизации птичьего помета и получения тепловой и электрической энергии при использовании газогенераторной установки. (Цель исследования) Определить возможности применения птичьего помета в качестве топлива в газогенераторной установке для снижения затрат на энергообеспечение птицеводческих хозяйств. (Материалы и методы) Использовали исследовательские методы, основанные на применении стандартных методик, при этом объектом исследований стало энергетическое обеспечение птицеводческой фермы. Представили и рассчитали математическую модель определения параметров газогенераторной установки. (Результаты и обсуждение) Разработали технологию утилизации куриного помета с одновременной выработкой тепловой и электрической энергии. Отобразили результаты экспериментальных исследований работы газогенераторной установки на птичьем помете в виде графиков. Определили характеристики работы газогенераторной установки на птичьем помете, а также состав пиролизного газа: CO – 25 процентов, CO₂ – 18, CH₄ – 17 процентов; температура пиролиза составила 700-800 градусов Цельсия. С учетом характеристик птичьего помета в качестве топлива собрали экспериментальный образец газогенераторной установки. (Выводы) Разработанная технология утилизации птичьего помета решает экологическую проблему птицеводческих ферм, уменьшает экономические затраты на утилизацию отходов. При утилизации вырабатывается дополнительная энергия, которая направляется на нужды производства.

Ключевые слова: газогенераторная установка, котел, тепловая энергия, куриный помет, барабанная сушилка, экология.

Для цитирования: Габитов И.И., Балтиков Д.Ф., Инсафутдинов С.З. Разработка энергетической установки для утилизации отходов и энергообеспечения птицеводческих ферм // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N2(143). С. 21-28. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-21-28

DEVELOPMENT OF AN ENERGY PLANT FOR WASTE RECYCLING AND ENERGY SUPPLY OF POULTRY FARMS

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

Denis F. Baltikov, Ph.D.(Eng.);

Abstract. *The article considers the actual problem of chicken manure disposal at poultry farms, which is an urgent issue for any poultry farm, due to the fact that poultry manure is a hazardous waste. The paper presents an alternative method for disposing of poultry manure and generating heat and electricity using a gas generator set. (Research purpose) The research purpose is in determining the possibility of using poultry manure as fuel in a gas-generating plant to reduce the cost of energy supply to poultry farms. (Materials and methods) Authors used research methods based on the application of standard methods, while the object of research was the energy supply of a poultry farm. The article presents the mathematical model for determining the parameters of a gas generator set. (Results and discussion) The article presents a developed technology for recycling poultry manure with simultaneous production of heat and electricity. The results of experimental studies of the operation of the gas generator set on bird droppings presented in the form of graphs. The characteristics of the operation of the gas generator set on poultry manure were determined, as well as the composition of the pyrolysis gas: CO – 25 percent, CO₂ – 18, CH – 17 percent; the pyrolysis temperature was about 700-800 degrees Celsius. Taking into account the characteristics of poultry manure as fuel, an experimental sample of a gas generator set was constructed. (Conclusions) The developed technology for the disposal of poultry manure solves the environmental problem of poultry farms, reduces the economic costs of waste disposal. During recycling, additional energy is directed to the needs of production.*

Keywords: *gas generator plant, boiler, heat energy, chicken droppings, tumble dryer, ecology.*

For citation: Gabitov I.I., Baltikov D.F., Insafutdinov S.Z. Razrabotka energeticheskoy ustanovki dlya utilizatsii otkhodov i energoobespecheniya ptitsevodcheskikh ferm [Development of an energy plant for waste recycling and energy supply of poultry farms]. *Tekhnicheskii servis mashin.* 2021. Vol. 59. N2(143). 21-28 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-21-28

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-29-38

УДК 62-611

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ЭКОНОМИИ ТОПЛИВНО-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕХНИКИ

**Валерий Сергеевич Герасимов, ведущий специалист;
Владимир Ильич Игнатов, доктор технических наук,
главный специалист, e-mail: ignatoww@inbox.ru;
Зоя Николаевна Мишина, старший научный сотрудник;
Дарья Владимировна Андреева, инженер
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация**

Реферат. *Агропромышленный комплекс России – один из основных потребителей нефтепродуктов. Объемы работ в сельском хозяйстве, загрузка техники при выполнении полевых и транспортных работ предъявляют повышенные требования к качеству горюче-смазочных материалов. (Цель исследования) Провести комплексный анализ отечественных и зарубежных источников для получения развернутых характеристик систем экономии топливно-смазочных материалов. (Материалы и методы) Изучили методы экономного использования топливно-смазочных материалов на основе отечественных и зарубежных источников, использовали информацию о качестве и ассортименте масел, применяемых в агропромышленном комплексе России. Рассмотрели основы рационального использования отработанных материалов, способы их очистки от загрязнения, представили технологии и технические средства для восстановления (регенерации) отработанных масел. (Результаты и обсуждение) Показали, что в настоящее время существующие системы экономии топливно-смазочных материалов не отвечают в полной мере требованиям ресурсосбережения и экологическим нормам. Использование рекомендаций, методических указаний, нормативно-технической документации по данной проблеме в разработанной системе экономии топливно-смазочных материалов позволит потребителям агропромышленного комплекса снизить затраты на топливо на 7-25 процентов; снизить потери на трение в 3-5 раз; восстанавливать геометрию изношенных поверхностей трения; увеличить мощность двигателя на 5-10 процентов; продлить ресурс двигателя и механизмов на 8-12 процентов. (Выводы) Результаты исследований, разработанная нормативная база, теоретические и методические положения дадут возможность органам управления агропромышленного комплекса на региональном (районном) уровне и крупным агропредприятиям разрабатывать и внедрять научно-*

обоснованные решения по организации процессов экономии топливно-смазочных материалов при эксплуатации сельскохозяйственных машин и агрегатов.

Ключевые слова: горюче-смазочные материалы, топливно-смазочные материалы, сельскохозяйственная техника, масла, регенерация, экономия, агрохозяйства, агропромышленный комплекс.

Для цитирования: Герасимов В.С., Игнатов В.И., Мишина З.Н., Андреева Д.В. Комплексный анализ систем экономии топливно-смазочных материалов при эксплуатации техники // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N2(143). С. 29-38. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-29-38

COMPREHENSIVE ANALYSIS OF FUEL AND LUBRICANTS ECONOMY SYSTEMS IN THE OPERATION OF MACHINERY

Valeriy S. Gerasimov, leading specialist;

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

Zoya N. Mishina, chief researcher;

Dar'ya V. Andreyeva, engineer

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. *The agro-industrial complex of Russia is one of the main consumers of petroleum products. The volume of work in agriculture, the loading of equipment when performing field and transport work place increased demands on the quality of fuels and lubricants. (Research purpose) The research purpose is in compilation of a comprehensive analysis of domestic and foreign sources to obtain detailed characteristics of fuel and lubricants economy systems. (Materials and methods) The article presents the methods of economical use of fuel and lubricants based on domestic and foreign sources, information about the quality and range of oils used in the agro-industrial complex of Russia. The article considers the basics of rational use of waste materials, ways to clean them from contamination, presented technologies and technical means for the recovery (regeneration) of waste oils. (Results and discussion) Currently existing fuel and lubricant saving systems do not fully meet the requirements of resource saving and environmental standards. The use of recommendations, guidelines, regulatory and technical documentation on this problem in the developed system of fuel and lubricants economy will allow consumers of the agro-industrial complex to reduce fuel costs by 7-25 percent; reduce friction losses by 3-5 times; restore the geometry of worn friction surfaces; increase the engine power by 5-10 percent; extend the life of the engine and mechanisms by 8-12 percent. (Conclusions) The developed regulatory framework, theoretical and methodological provisions will allow the management departments of the agro-industrial complex at the regional (district) level and large agricultural enterprises to develop and implement scientifically based solutions for organizing the processes of saving fuel and lubricants during the operation of agricultural machines and aggregates.*

Keywords: *fuels and lubricants, agricultural machinery, oils, regeneration, economy, agricultural farms, agro-industrial complex.*

For citation: Gerasimov V.S., Ignatov V.I., Mishina Z.N., Andreyeva D.V. Kompleksnyy analiz sistem ekonomii toplivno-smazochnykh materialov pri ekspluatatsii tekhniki [Comprehensive analysis of fuel and lubricants economy systems in the operation of machinery]. Tekhnicheskii servis mashin. 2021. Vol. 59. N2(143). 29-38 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-29-38

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-39-45

УДК 631.17

ИНТЕРАКТИВНАЯ СИСТЕМА 3D ДЛЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИ РЕМОНТЕ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

*Юрий Владимирович Катаев, кандидат технических наук,
доцент, ведущий научный сотрудник,
e-mail: ykataev@mail.ru;*

*Валерий Сергеевич Герасимов, ведущий специалист;
Алексей Алексеевич Соломашкин, ведущий специалист
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация*

Реферат. Разработка научных гипотез и подходов по совершенствованию стратегии технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники становится одним из актуальных направлений в агропромышленном комплексе, поскольку имеет первостепенное значение при техническом сопровождении машинно-тракторного парка на протяжении всего жизненного цикла машин. (Цель исследования) Изучить методы дефектовки двигателей внутреннего сгорания на примере шатуна двигателя трактора К-744. (Материалы и методы) Провели исследование способов и средств контроля деталей автотракторных двигателей внутреннего сгорания при дефектовке и ремонте. Разработали автоматизированную интерактивную систему с программным обеспечением для контроля указанных параметров на примере шатуна двигателя трактора К-744. Предложили новую стратегию технического обслуживания, основанную на использовании нескольких допусков, каждый допуск соответствует определенной скорости изнашивания детали. Отметили, что в результате применения данной стратегии поток отказов существенно снижается и средний срок службы возрастает. (Результаты и обсуждение) Получили экспериментальные данные по износу поверхности нижней головки шатуна по углу поворота нутромера. Проводили измерения на специальной установке, состоящей из контролируемого шатуна ЯМЗ, нутромера марки НИ-75-100-1, двух металлических шайб диаметром 93 и толщиной 7 миллиметров и микрометра 0-100 мм, предназначенного для калибровки нутромера. (Выводы) Выявили экспериментальные зависимости износа поверхности нижней головки шатуна по углу поворота нутромера для различных шатунов в трех сечениях по высоте на равном расстоянии между собой – 13, 20 и 27 миллиметров по высоте нижней головки шатуна.

Ключевые слова: интерактивная система, ремонт двигателя, шатун, износ поверхности нижней головки шатуна, диаметр нижней головки шатуна, нутромер, компьютерная программа, допуск, сельскохозяйственная техника.

Для цитирования: Катаев Ю.В., Герасимов В.С., Соломашкин А.А. Интерактивная система 3D для измерительного контроля деталей при ремонте автотракторных двигателей // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N2(143). С. 39-45. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-39-45

INTERACTIVE 3D SYSTEM FOR MEASURING CONTROL PARTS DURING REPAIR OF AUTOMOTIVE ENGINES

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

Abstract. The development of scientific hypotheses and approaches to improve the strategy of maintenance and repair of agricultural machinery is becoming one of the most relevant areas in the agro-industrial complex, since it is of paramount importance in the technical support of the machine and tractor fleet throughout the entire life cycle of machines. (Research purpose) The research purpose is in studying the methods of searching for defects of internal combustion engine on the example of the connecting rod of the tractor engine K-744. (Materials and methods) The study of methods and means of controlling parts of automotive internal combustion engines during defects and repairs are conducted. Authors developed an automated interactive system with software for monitoring these parameters on the example of the connecting rod of the K-744 tractor engine. The article proposes a new maintenance strategy based on the use of multiple tolerances, each tolerance corresponding to a certain wear rate of the part. As a result of this strategy, the failure rate is significantly reduced and the average service life increases. (Results and discussion) The article presents the experimental data on the wear of the surface of the lower connecting rod head by the angle of rotation of the internal meter. Measurements were carried out on a special installation consisting of a controlled connecting rod of the YaMZ, an internal measuring device of the NI brand-75-100-1, two metal washers with a diameter of 93 and a thickness of 7 millimeters and a micrometer of 0-100 mm, designed for calibration of the internal measuring device. (Conclusions) The experimental dependences of the surface wear of the lower connecting rod head on the angle of rotation of the internal meter for different connecting rods in three sections in height at an equal distance between themselves are 13, 20 and 27 millimeters in height of the lower connecting rod head.

Keywords: interactive system, engine repair, connecting rod, lower connecting rod surface wear, lower connecting rod diameter, internal gauge, computer program, tolerance, agricultural machinery.

For citation: Katayev Yu.V., Gerasimov V.S., Solomashkin A.A. Interaktivnaya sistema 3D dlya izmeritel'nogo kontrolya detaley pri remonte avtotraktornykh dvigateley [Interactive 3D system for measuring control parts during repair of

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ГЕНЕРАТОРОВ ГОРЯЧИХ ГАЗОВ ПРИ ОБОГРЕВЕ АГРЕГАТОВ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ

Андрей Владимирович Неговора, доктор технических наук, профессор;

Махмут Магдатович Разяпов, кандидат технических наук, доцент;

Арсений Александрович Козеев, кандидат технических наук,

доцент, e-mail: k.arsen.a@mail.ru

Башкирский государственный аграрный университет,

г. Уфа, Российская Федерация

Реферат. В качестве источника тепловой энергии для предпусковой подготовки автотранспортных средств в холодных климатических условиях используют генераторы горячих газов. Их широкое применение обусловлено высокой тепловой мощностью и безопасностью. (Цель исследования) Определить возможности применения термоэлектрических модулей для снижения потребления энергии аккумуляторной батареи генераторами горячих газов. (Материалы и методы) Использовали исследовательские методы, основанные на применении стандартных методик, при этом объектом исследований стала система электроснабжения источника тепловой энергии. (Результаты и обсуждение) Провели исследования способов и методов снижения электропотребления генератора горячих газов путем рекуперации тепловой энергии в электрическую с помощью термоэлектрических генераторных модулей. Определили, что термоэлектрические преобразователи, установленные на жаровую трубу генератора горячих газов, благодаря высокой разности температур позволяют получить высокое значение электродвижущей силы. Моделирование насадки в программном комплексе системы трехмерного моделирования Ansys показало, что часть тепловой энергии уходит через поверхность жаровой трубы. Предложили использовать вместо жаровой трубы насадку с установленным на внешней поверхности цилиндра термоэлектрическим преобразователем. Представили и рассчитали математическую модель усовершенствованной насадки генератора горячих газов. (Выводы) Применение термоэлектрического преобразователя для утилизации тепловой энергии и восполнения энергетических потерь аккумуляторной батареи, питающего генератор горячих газов, позволит снизить внутренние потери мощности аккумуляторной батареи и повысить техническую готовность автотракторной техники. Внедрение комплексной системы тепловой подготовки, интеллектуально и функционально связанной с системой удаленного мониторинга, позволит значительно повысить срок службы агрегатов, наиболее подверженных температурным воздействиям.

Ключевые слова: генератор горячих газов, энергопотребление, термоэлектрический генераторный модуль, жаровая труба, направляющая насадка генератора.

Для цитирования: Неговора А.В., Разяпов М.М., Козеев А.А. Повышение эффективности работы генераторов горячих газов при обогреве агрегатов автотракторной техники // *Технический сервис машин*. 2021. Т. 59. N2(143). С. 46-53. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-46-53

IMPROVING THE EFFICIENCY OF HOT GAS GENERATORS FOR HEATING AUTOMOTIVE EQUIPMENT

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

Makhmut M. Razyapov, Ph.D.(Eng.), associate professor;

Arseniy A. Kozeyev, Ph.D.(Eng.), associate professor,

e-mail: k.arsen.a@mail.ru

Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russian Federation

Abstract. Hot gas generators are used as a source of thermal energy for pre-start preparation of motor vehicles in cold climatic conditions. Their wide application is due to the high thermal power and safety. (Research purpose) The research purpose is in determining the possibilities of using thermoelectric modules to reduce the energy consumption

of the battery by hot gas generators. (Materials and methods) Authors used research methods based on the application of standard techniques, while the object of research was the power supply system of a thermal energy source. (Results and discussion) Authors conducted research on ways and methods to reduce the electric consumption of a hot gas generator by recuperating thermal energy into electrical energy using thermoelectric generator modules. The thermoelectric converters installed on the heat pipe of the hot gas generator, due to the high temperature difference, will allow to obtain a high value of the electromotive force. Modeling of the nozzle in the software package of the Ansys three-dimensional modeling system showed that part of the heat energy goes through the surface of the heat pipe. The article proposes the use of a nozzle with a thermoelectric converter installed on the outer surface of the cylinder instead of a heat pipe. The article presents the mathematical model of an improved hot gas generator nozzle. (Conclusions) The use of a thermoelectric converter for the utilization of thermal energy and the replacement of energy losses of the battery, which feeds the hot gas generator, will reduce the internal power losses of the battery and increase the technical readiness of automotive equipment. The introduction of a comprehensive heat treatment system, which is intelligently and functionally linked to a remote monitoring system, will significantly increase the service life of the units most exposed to temperature influences.

Keywords: hot gas generator, power consumption, thermoelectric generator module, heat pipe, generator guide nozzle.

For citation: Negovora A.V., Razyapov M.M., Kozeyev A.A. Povysheniye effektivnosti raboty generatorov goryachikh gazov pri obogreve agregatov avtotraktornoy tekhniki [Improving the efficiency of hot gas generators for heating automotive equipment]. Tekhnicheskii servis mashin. 2021. Vol. 59. N2(143). 46-53 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-46-53

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-54-61

УДК 621.43

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВОДНО-ТОПЛИВНОЙ ЭМУЛЬСИИ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

¹Сергей Владимирович Борисов, соискатель;

¹Александр Егорович Ломовских, кандидат технических наук,
доцент кафедры;

²Анатолий Васильевич Дунаев, доктор технических наук,
главный специалист, e-mail: dunaev135@mail.ru;

¹Олег Евгеньевич Прилепин, оператор научной роты;

¹Тимур Рифатович Маматказин, оператор научной роты

¹Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия имени профессора

Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Российская Федерация

²Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация

Реферат. Улучшение параметров дизельных двигателей представляет собой актуальную задачу. Проведены работы для заметного снижения расхода их топлива с вводом водных дисперсий в топлива. Сейчас в основном апробируют водно-топливные эмульсии с экзотическими эмульгаторами. (Цель исследования) Создать водно-топливную эмульсию без эмульгатора несложной установкой и выявить влияние состава и качества этой ВТЭ на эксплуатационные показатели дизельного двигателя ЯМЗ-236. (Материалы и методы) Разработали установку для приготовления «грубой» водно-топливной смеси из дизельного топлива по ГОСТ 32511-2013 и дистиллированной воды по ГОСТ 6709. Провели стандартные стендовые испытания на стенде КИ-5540-ГОСНИТИ с дизелем ЯМЗ-236 с модернизированной топливной системой и проконтролировали уровень дымности отработавших газов газоанализатором «АВТОТЕСТ». Исследовали экспериментально зависимость эксплуатационных показателей дизеля от состава и дисперсности водно-топливных эмульсий без эмульгатора с минимальным числом испытаний, но с максимально возможным сочетанием значений трех варьируемых факторов. (Результаты и обсуждение) Осуществили оценку влияния различных водно-топливных эмульсий на эксплуатационные показатели дизеля согласно плану полного факторного эксперимента, включающего 20

испытаний. Математической обработкой результатов испытаний получили уравнения регрессии второго порядка. Подтвердили целесообразность применения водно-топливных эмульсий для дизельных двигателей. Моделированием водно-топливной смеси без эмульгаторов создали водную дисперсию с каплями до двух микрон. В нагрузочных испытаниях дизеля с ней получено заметное улучшение его показателей. (Выводы) Ввод в дизельное топливо 17-20 процентов водной дисперсии с каплями до двух микрон снизил на 18 процентов удельный расход топлива, дымность по показателю K – на 20-22, по показателю N – на 30-35 процентов.

Ключевые слова: дизель, водно-топливная эмульсия, мощность, расход топлива, дымность.

Для цитирования: Борисов С.В., Ломовских А.Е., Дунаев А.В., Прилепин О.Е., Маматказин Т.Р. Исследование влияния водно-топливной эмульсии на эксплуатационные показатели дизельного двигателя // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N2(143). С. 54-61. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-54-61

STUDYING OF THE EFFECT OF WATER-FUEL MIXTURE ON OPERATIONAL PARAMETERS OF A DIESEL

¹*Sergey V. Borisov, applicant;*

¹*Aleksandr E. Lomovskikh, Ph.D.(Eng.), associate professor;*

²*Anatoliy V. Dunayev, Dr.Sc.(Eng.), chief specialist;*

¹*Oleg E. Prilepin, science company operator;*

¹*Timur R. Mamatkazin, science company operator*

¹*Military educational scientific center of air forces «Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin»,*

Voronezh, Russian Federation

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

Abstract. Improving the parameters of diesel engines is an urgent task. Work has been carried out to significantly reduce the consumption of their fuel with the introduction of water dispersions into the fuel. Currently, water-fuel emulsions with exotic emulsifiers are mainly tested. (Research purpose) The research purpose is in creation of a water-fuel emulsion without an emulsifier with a simple installation and identifying the influence of the composition and quality of this WFE on the performance of the YaMZ-236 diesel engine. (Materials and methods) The article presents a plant for the preparation of a "rough" water-fuel mixture from diesel fuel according to GOST 32511-2013 and distilled water according to GOST 6709. Authors conducted standard bench tests at the KI-5540-GOSNITI stand with a YaMZ-236 diesel engine with an upgraded fuel system and performed the control of the smoke content of the exhaust gases with the gas analyzer "AUTOTEST". The dependence of diesel performance indicators on the composition and dispersion of water-fuel emulsions without an emulsifier was studied experimentally with a minimum number of tests, but with the maximum possible combination of the values of three variable factors. (Results and discussion) The influence of various water-fuel emulsions on the performance of the diesel engine was evaluated according to the plan of a full factor experiment, including 20 tests. The second-order regression equations were obtained by mathematical processing of the test results. The feasibility of using water-fuel emulsions for diesel engines was confirmed. By modeling a water-fuel mixture without emulsifiers, there was created an aqueous dispersion with drops up to two micrometers. In the load tests of the diesel engine with it, there was noticed an improvement in its performance. (Conclusions) The introduction of 17-20 percent water dispersion with drops of up to two micrometers into diesel fuel reduced the specific fuel consumption by 18 percent, the smokiness in the K indicator by 20-22, and in the N indicator by 30-35 percent.

Keywords: diesel, water-fuel emulsion, power, fuel consumption, smoke content.

For citation: Borisov S.V., Lomovskikh A.E., Dunayev A.V., Prilepin O.E., Mamatkazin T.R. Issledovaniye vliyaniya vodno-toplivnoy emul'sii na ekspluatatsionnyye pokazateli dizel'nogo dvigatelya [Studying of the effect of water-fuel mixture on operational parameters of a diesel]. Tekhnicheskii servis mashin. 2021. T. 59. N2(143). 54-61 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-54-61

ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ВЕЩЕСТВ В ВОДНОМ ПОТОКЕ

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

Реферат. С расширением области применения оборудования для дробления различных веществ остро встают вопросы энергоемкости процесса, длительности помола, рентабельности аппаратов при требуемом качестве измельчения. (Цель исследования) Обосновать технические решения для использования аппаратов вихревого слоя в качестве активаторов процессов измельчения и конверсии органических отходов сельского хозяйства при их предварительной обработке для дальнейшей утилизации в биогазовых установках. (Материалы и методы) Оценили эффективность предварительной обработки отходов животноводства в разработанном аппарате вихревого слоя мощностью 1,3 киловатт; использовали в качестве ферромагнитных элементов стальные иглы при соотношении диаметр/длина – 1/10. Применены следующие методы исследования: логический анализ существующих экспериментальных данных по процессам, происходящим в аппаратах вихревого слоя, с использованием контрольного оборудования; статистическую обработку данных. (Результаты и обсуждение) Определили наиболее значимые факторы, действующие в аппаратах вихревого слоя на выход биогаза. Установили, что наибольшее влияние на процессы дробления отходов оказывают кавитация и механическое воздействие ферромагнитных элементов. Применение аппаратов вихревого слоя стимулирует микробиологическую активность метабенов биогазовых установок, устраняет возможные засорения коммуникаций при доступном включении аппаратов вихревого слоя в существующую технологическую схему. (Выводы) В результате проведенных экспериментов предложили конструкцию аппарата вихревого слоя с установленной мощностью 1,3 киловатт производительностью два литра в минуту. Аппараты вихревого слоя целесообразно применять для тонкого измельчения растительных продуктов и отходов, подготовки стабильных коллоидных растворов и интенсификации химических и микробиологических процессов при высокой производительности и низком удельном потреблении энергии.

Ключевые слова: аппарат вихревого слоя, измельчение, органические отходы, утилизация, биогазовые установки, ферромагнитные элементы.

Для цитирования: Григорьев В.С., Романов И.В. Применение аппарата вихревого слоя для механического измельчения веществ в водном потоке // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N2(143). С. 62-70. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-62-70

APPLICATION OF THE VORTEX LAYER APPARATUS FOR MECHANICAL GRINDING OF SUBSTANCES IN A WATER FLOW

*Viktor S. Grigor'yev, Dr.Sc.(Eng.), professor, chief researcher;
Ilya V. Romanov, junior researcher,
Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow,
Russian Federation*

Abstract. With the expansion of the crushing equipment for various substances, the issues of the energy intensity of the process, the duration of grinding, the profitability of the devices with the required quality of grinding are acute. (Research purpose) The research purpose is in justifying the technical solutions for the use of vortex layer apparatuses as activators of the processes of crushing and converting organic agricultural waste during their pre-treatment for further utilization in biogas plants. (Materials and methods) Authors evaluated the efficiency of pretreatment of animal waste in the developed 1.3 kilowatt vortex layer apparatus; steel needles were used as ferromagnetic elements with a diameter/length ratio of 1/10. Logical analysis of existing experimental data on the processes occurring in the vortex layer apparatuses with the use of control equipment and statistical data processing were used as research methods. (Results and discussion) The article presents the most significant factors affecting the biogas yield in the vortex layer apparatuses. Cavitation and the mechanical action of ferromagnetic elements have the greatest influence on the processes of waste crushing. The use of vortex layer devices stimulates the microbiological activity of metagens of biogas plant, eliminates possible clogging

of communications with the available inclusion of vortex layer devices in the existing technological scheme. (Conclusions) The article proposes the design of the vortex layer apparatus with an installed capacity of 1.3 kilowatts and a capacity of two liters per minute. It is advisable to use vortex layer devices for fine grinding of plant products and waste, preparation of stable colloidal solutions and intensification of chemical and microbiological processes with high productivity and low specific energy consumption.

Keywords: *vortex layer apparatus, grinding, organic waste, utilization, biogas plants, ferromagnetic elements.*

For citation: Grigor'yev V.S., Romanov I.V. Primeneniye apparata vikhrevogo sloya dlya mekhanicheskogo izmel'cheniya veshchestv v vodnom potoke [Application of the vortex layer apparatus for mechanical grinding of substances in a water flow]. Tekhnicheskij servis mashin. 2021. Vol. 59. N2(143). 62-70 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-62-70

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-71-76

УДК 621.436

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПНЕВМОПЛОТНОСТИ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

¹*Виктор Иосифович Коцуба, кандидат
технических наук, доцент;*

²*Василий Михайлович Кузюр, кандидат технических наук,
доцент, e-mail: kvming@mail.com;*

²*Сергей Иванович Будко, кандидат технических наук, доцент;*

¹*Евгений Викторович Сулима, аспирант*

¹*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Горки, Республика Беларусь;*

²*Брянский государственный аграрный университет,
г. Брянск, Российская Федерация*

Реферат. *Снижение герметичности рабочего объема цилиндра из-за изнашивания цилиндропоршневой группы или других причин приводит к перебоям в работе двигателя. (Цель исследования) Изучить зависимость пневмоплотности цилиндропоршневой группы дизельного двигателя от положения поршня и давления подаваемого в цилиндр воздуха. (Материалы и методы) Отметили, что при диагностировании цилиндропоршневой группы применяют различные приборы, в том числе пневмотестеры. Указали, что данный метод тестирования дает недостоверные сведения о причинах снижения пневмоплотности, так как цилиндры двигателя изнашиваются неравномерно, процесс диагностирования необходимо выполнять при различных положениях поршня. (Результаты и обсуждение) Установили при исследовании пневмоплотности, что герметичность изношенной цилиндропоршневой группы в зоне верхней мертвой точки при минимальном давлении подаваемого воздуха была на 12,8 процентов ниже, чем в остальной части цилиндра. С повышением давления разность герметичности снижалась до 6,3 процентов. Подтвердили в результате проведенных испытаний гипотезу о зависимости герметичности изношенной цилиндропоршневой группы от положения поршня, что позволяет более точно определять причину нарушения герметичности цилиндра. Выявили, что низкое давление подаваемого воздуха показывает большую информативность измерения за счет более широкого изменения пневмоплотности в зоне верхней мертвой точки по сравнению со средней частью цилиндра и меньшего изменения плотности воздуха, истекающего через зазоры цилиндропоршневой группы. (Выводы) С целью повышения степени точности тестирования пневмоплотности цилиндропоршневой группы измерения необходимо осуществлять несколько раз при различном давлении подаваемого воздуха.*

Ключевые слова: *цилиндропоршневая группа, поршень, пневмоплотность, давление, диагностирование.*

Для цитирования: Коцуба В.И., Кузюр В.М., Будко С.И., Сулима Е.В. Результаты исследования пневмоплотности цилиндропоршневой группы дизельного двигателя // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N2(143). С. 71-76. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-71-76

LEAKPROOFNESS OF THE CYLINDER-PISTON GROUP OF A DIESEL ENGINE

¹Viktor I. Kotsuba, Ph.D.(Eng.), associate professor;

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

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

¹Evgeniy V. Sulima, postgraduate

¹Belarusian State Agricultural Academy, Gorki, Republic of Belarus

²Bryansk State Agrarian University, Bryansk, Russian Federation

Abstract. Reducing the leakproofness of the working volume of the cylinder due to wear of the cylinder piston group or other reasons leads to interruptions in the engine work. (Research purpose) The research purpose is in studying the dependence of the pneumatic leakproofness of the cylinder-piston group of a diesel engine on the position of the piston and the pressure of the air supplied to the cylinder. (Materials and methods) When diagnosing the cylinder-piston group, various devices are used, including pneumatic testers. This test method does not provide reliable information about the reasons for the decrease in air density and since the engine cylinders wear out unevenly, the diagnostic process must be performed at different positions of the piston. (Results and discussion) During the study of pneumatic tightness, it was found that the leakproofness of the worn cylinder-piston group in the zone of the upper dead center at the minimum pressure of the supplied air was 12.8 percent lower than in the rest of the cylinder. With an increase in pressure, the difference in leakproofness decreased to 6.3 percent. Authors confirmed the hypothesis of the dependence of the leakproofness of the worn cylinder-piston group on the position of the piston, which allows us to more accurately determine the cause of the violation of the leakproofness of the cylinder. The low pressure of the supplied air shows a greater informative value of the measurement due to a wider change in the air density in the upper dead center zone compared to the middle part of the cylinder and a smaller change in the density of the air flowing through the gaps of the cylinder-piston group. (Conclusions) In order to increase the degree of accuracy of testing the pneumatic density of the cylinder-piston group, measurements must be carried out several times at different pressures of the supplied air.

Keywords: cylinder-piston group, piston, pneumatic density, pressure, diagnostics.

For citation: Kotsuba V.I., Kuzyur V.M., Budko S.I., Sulima E.V. Rezul'taty issledovaniya pnevmoplotnosti tsilindroporshnevoy gruppy dizel'nogo dvigatelya [Results of the test of the pneumatic leakproofness of the cylinder-piston group of a diesel engine]. Tekhnicheskii servis mashin. 2021. Vol. 59. N2(143). 71-76 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-71-76

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-77-84

УДК 62-12:664.65.05:001.891.57

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ НОМИНАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ ТЕСТОДЕЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН ВАКУУМНО-ПОРШНЕВОГО ТИПА

Елена Геннадьевна Мартынова, аспирант,

e-mail: El.mart2012@yandex.ru

Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева,

г. Саранск, Российская Федерация

Реферат. Основным методом для определения износов деталей служат микрометражные измерения выхода номинального размера за предельные отклонения поля допуска. Для определения износа деталей при проведении микрометражных измерений возникают трудности из-за отсутствия нормативно-технической документации на оборудование с конструкторскими чертежами деталей. Одним из возможных способов определения предельных отклонений номинального размера деталей стал метод расчета размерной цепи при решении «прямой» или «обратной» задачи. (Цель исследования) Определить предельные отклонения номинальных размеров деталей всасывающей камеры тестоделительных машин вакуумно-поршневого типа методом расчета размерной цепи. (Материалы и методы) Использовали штангенциркуль ШЦ-II 0-160 для измерения наружных и внутренних номинальных размеров деталей всасывающей камеры. Отметили, что входным параметром для расчета стал минимальный технологический зазор в соединениях деталей равный 50 микрометрам, а максимальный – 100 микрометров. Вычислили допуск замыкающего звена вероятностным методом расчета составляющих звеньев. (Результаты и обсуждение) Определили предельные отклонения номинальных размеров деталей всасывающей камеры методом расчета размерных цепей по ширине и высоте деталей при решении «прямой» задачи. (Выводы) Полученные предельные отклонения позволяют определить износы деталей

всасывающей камеры тестodelительных машин вакуумно-поршневого типа при выходе наружного размера детали за нижнее предельное отклонение, а внутреннего размера детали – за верхнее предельное отклонение.

Ключевые слова: тестodelительная машина, микрометражные исследования, предельные отклонения номинального размера, размерная цепь.

Для цитирования: Мартынова Е.Г. Определение предельных отклонений номинальных размеров деталей тестodelительных машин вакуумно-поршневого типа // Технический сервис машин. 2021. Т.59. N2(143). С. 77-84. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-77-84

DETERMINATION OF THE MAXIMUM DEVIATIONS FROM THE NOMINAL DIMENSIONS OF THE PARTS OF DOUGH-DIVIDING MACHINES VACUUM-PISTON TYPE

*Elena G. Martynova, postgraduate,
N.P. Ogarev Mordovian State University,
Saransk, Russian Federation*

Abstract. *The main method for determining the wear of parts is micrometer measurements of the output of the nominal size for the maximum deviations of the tolerance field. To determine the wear of parts during micrometric measurements, difficulties arise due to the lack of regulatory and technical documentation for equipment with design drawings of parts. One of the possible ways to determine the maximum deviations of the nominal size of parts was the method of calculating the size chain when solving the "direct" or "reverse" problem. (Research purpose) The research purpose is in determining the maximum deviations of the nominal dimensions of the parts for the suction chamber of the test separation machines of the vacuum-piston type by calculating the size chain. (Materials and methods) A caliper ShTs-II 0-160 was used to measure the external and internal nominal dimensions of the suction chamber parts. The input parameter for the calculation was the minimum technological gap in the joints of the parts equal to 50 micrometers, and the maximum one equal to 100 micrometers. The article presents the tolerance of the closing link by the probabilistic method of calculating the components of the links. (Results and discussion) The maximum deviations of the nominal dimensions of the parts for the suction chamber were determined by calculating the dimensional chains for the width and height of the parts when solving the "direct" problem. (Conclusions) The obtained limit deviations allow us to determine the wear of the parts for the suction chamber of the vacuum-piston type dough separating machines when the outer size of the part exceeds the lower limit deviation, and the inner size of the part exceeds the upper limit deviation.*

Keywords: *dough dividing machine, micrometer studies, limit deviations of the nominal size, dimensional chain.*

For citation: Martynova E.G. Opredeleniye predel'nykh otkloneniy nominal'nykh razmerov detaley testodelitel'nykh mashin vakuumno-porshneвого типа [Determination of the maximum deviations from the nominal dimensions of the parts of dough-dividing machines vacuum-piston type]. Tekhnicheskiiy servis mashin. 2021. Vol. 59. N2(143). 77-84 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-77-84

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-85-90

УДК 544.723.212:662.7

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОДГОТОВКИ ОРГАНОСОДЕРЖАЩИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ИХ ДАЛЬНЕЙШЕЙ ПЕРЕРАБОТКИ В СВЕРХКРИТИЧЕСКОЙ ВОДНОЙ СРЕДЕ

Илья Владимирович Романов, младший научный сотрудник;

Виктор Степанович Григорьев, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, e-mail: gosniti1953@mail.ru

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

Реферат. *Проблема утилизации отходов всегда остро стоит во всех сферах производственной деятельности, особенно это важно для агропромышленного комплекса. Сверхкритическое водное окисление служит наиболее экологичным методом переработки органосодержащих отходов и стойких органических загрязнителей. При переработке и утилизации, наряду с вредностью, одним из главных показателей становится исходное состояние отходов и их пригодность для разных технологий утилизации. (Цель исследования) Выбрать и обосновать наиболее энергетически эффективный способ помола с учетом того, что исследуемые органосодержащие отходы (лузга гречихи, подсолнечника, риса) представляют собой мягкие,*

эластичные и волокнистые материалы. (Материалы и методы) Отметили, что измельчение органических отходов для подготовки их к дальнейшей переработке производилось разными методами на валковой, шаровой, ножевой и коллоидной мельницах. Использовали для оценки фракционного состава получаемого материала набор сит с квадратными ячейками по ГОСТ 2715-75, шкаф сушильный ШС-80-01 СПУ, весы аналитические Acculab ALC-210d4 (погрешность взвешивания не более 0,5 процентов массы пробы). (Результаты и обсуждение) Установили, что при концентрации лузги 100 грамм на 1 литр воды через 30 минут мокрого помола проход частиц через сито составляет 87,1 процентов. Показали преимущество мокрого помола в ножевой мельнице, выявили математические зависимости, позволяющие прогнозировать процесс измельчения с получением продукта необходимой дисперсности. (Выводы) Измельчение органосодержащих отходов в ножевой мельнице методом мокрого помола служит наиболее оптимальной технологией для подготовки этих отходов к дальнейшей переработки в условиях сверхкритической водной среды. Полученные математические зависимости позволяют прогнозировать сам процесс измельчения.

Ключевые слова: переработка отходов, измельчение, сверхкритические условия, мокрый помол, ножевая мельница, дисперсность, фракционный состав.

Для цитирования: Романов И.В., Григорьев В.С. Исследование методов подготовки органосодержащих сельскохозяйственных отходов для их дальнейшей переработки в сверхкритической водной среде // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N2(143). С. 85-90. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-85- 90

METHODS FOR THE PREPARATION OF ORGANIC AGRICULTURAL WASTE FOR FURTHER PROCESSING IN A SUPERCRITICAL WATER ENVIRONMENT

*Ilya V. Romanov, junior researcher;
Viktor S. Grigor'yev, Dr.Sc.(Eng.), professor, chief researcher
Federal Scientific Agroengineering
Center VIM, Moscow, Russian Federation*

Abstract. *The problem of waste disposal is always acute in all areas of production activity, especially for the agro-industrial complex. Supercritical water oxidation is the most environmentally friendly method for processing organic waste and persistent organic pollutants. In the process of recycling and disposal, along with the harmfulness, one of the main indicators is the initial state of the waste and its suitability for different disposal technologies. (Research purpose) The research purpose is in choosing and justifying the most energy-efficient method of grinding, taking into account the fact that the organ-containing waste under study (buckwheat husk, sunflower, rice) is soft, elastic and fibrous materials. (Materials and methods) The crushing of organic waste to prepare it for further processing was carried out by different methods in roller, ball, knife and colloid mills. A set of sieves with square cells according to GOST 2715-75, a drying cabinet SHS-80-01 SPU, analytical scales Acculab ALC-210d4 (weighing error of no more than 0.5 percent of the sample weight) were used to evaluate the fractional composition of the obtained material. (Results and discussion) At a concentration of 100 grams of husk per 1 liter of water after 30 minutes of wet grinding, the passage of particles through the sieve is 87.1 percent. The article presents the advantage of wet grinding in a knife mill, reveals mathematical dependencies that allow predicting the grinding process to obtain the product of the required dispersion. (Conclusions) The grinding of organ-containing waste in a knife mill by wet grinding is the most optimal technology for preparing this waste for further processing in a supercritical water environment. The obtained mathematical dependencies allow us to predict the grinding process.*

Keywords: *waste processing, grinding, supercritical conditions, wet grinding, knife mill, dispersion, fractional composition.*

For citation: Romanov I.V., Grigor'yev V.S. Issledovaniye metodov podgotovki organosoderzhashchikh sel'skokhozyaystvennykh otkhodov dlya ikh dal'neyshey pererabotki v sverkhkriticheskoy vodnoy srede [Methods for the preparation of organic agricultural waste for further processing in a supercritical water environment]. Tekhnicheskiiy servis mashin. 2021. Vol. 59. N2(143). 85-90 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-85-90

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-91-102

УДК 631.12: 666.3: 546.62

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ
ПОТРЕБНОСТЕЙ АПК**

*Анатолий Валентинович Федотов, кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник, e-mail: fedotov48@list.ru;
Алексей Семенович Дорохов, доктор технических наук,
профессор Российской академии наук,
член-корреспондент Российской академии наук;
Дмитрий Александрович Ковалев, кандидат технических наук
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация*

Реферат. В результате низкого качества детали почвообрабатывающей техники приходится заменять по 3-7 раз в год. Одна из причин – недостаточное внимание к возможности применения технической керамики в сельскохозяйственном машиностроении для повышения износостойкости и долговечности деталей машин. (Цель исследования) Оценить состояние исследований и перспектив применения в Российской Федерации керамических материалов для потребностей агропромышленного комплекса. (Материалы и методы) Использовали наноструктурный бемит, полученный методом гидротермального синтеза, для улучшения свойств материалов и покрытий. Определяли трещиностойкость способом индентирования, содержание метана в биогазе – хроматографическим методом. (Результаты и обсуждение) Привели результаты применения алюмооксидной керамики для изготовления деталей почвообрабатывающей техники, что позволяет увеличить ресурс деталей для обработки суглинистых почв в 2,4-4,5 раз. Отметили, что для повышения прочности, износостойкости и трещиностойкости материала перспективным представляется создание нанокмозитов. Установили, что в составе противопригарного покрытия добавка бемита увеличивает в 2,2-2,7 раз прочность покрытия на истирание и образцов на сжатие, повышает качество литья. Применение высокопористых керамических материалов в литниковой системе помогает уменьшить отходы, снизить затраты на производство, повысить качество литейной продукции. (Выводы) Керамические материалы благодаря высокой твердости, износостойкости и коррозионной стойкости становятся перспективными для применения в агропромышленном комплексе. Широкое использование современных керамических материалов в качестве деталей почвообрабатывающей техники, противопригарных покрытий и для фильтрации расплавов позволит повысить качество литья, долговечность изделий, удешевить их производство. Положительные результаты по очистке сточных вод с применением высокопористой керамики позволяют считать ее инновационным материалом для подобных целей и исследования в данном направлении целесообразно продолжать.

Ключевые слова: прочность, износостойкость, трещиностойкость, керамические материалы, металл, литье, противопригарное покрытие, фильтрующая керамика, биопереработка отходов.

Для цитирования: Федотов А.В., Дорохов А.С., Ковалев Д.А. Перспективы применения керамических материалов для потребностей АПК // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N2(143). С.91-102. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-91-102

PROSPECTS FOR THE USE OF CERAMIC MATERIALS FOR THE NEEDS OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

*Anatoliy V. Fedotov, Ph.D.(Eng.), leading researcher;
Aleksey S. Dorokhov, Dr.Sc.(Eng.), Professor of the Russian Academy of Sciences,
Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences;
Dmitriy A. Kovalev, Ph.D. (Eng.),
Federal Scientific Agroengineering Center WIM, Moscow, Russian Federation*

Abstract. As a result of poor quality, parts of tillage equipment have to be replaced 3-7 times a year. One of the reasons is the lack of attention to the possibility of using technical ceramics in agricultural engineering to improve the wear resistance and durability of machine parts. (Research purpose) The research purpose is in assessing the state of research and prospects for the use of ceramic materials in the Russian Federation for the needs of the agro-industrial complex. (Materials and methods) For the experiments has been used nanostructured boehmite obtained by hydrothermal synthesis to improve the properties of materials and coatings. The crack resistance was determined by the indentation method, and the methane content in the biogas was determined by the chromatographic method. (Results and discussion) The article presents the results of the use of aluminum oxide ceramics for the manufacture of parts of

tillage equipment, which allows increasing the resource of parts for processing loamy soils by 2.4-4.5 times. The creation of nanocomposites is promising to increase the strength, wear resistance and crack resistance of the material. In the composition of the non-stick coating, the addition of boehmite increases the abrasion strength of the coating and the compressive strength of the samples by 2.2-2.7 times, and improves the quality of casting. The use of highly porous ceramic materials in the gating system helps to reduce waste, reduce production costs, and improve the quality of foundry products. (Conclusions) Ceramic materials due to their high hardness, wear resistance and corrosion resistance are becoming promising for use in the agro-industrial complex. The widespread use of modern ceramic materials as parts of tillage equipment, non-stick coatings and for the filtration of melts will improve the quality of casting, the durability of products, and reduce the cost of their production. Positive results on wastewater treatment with the use of highly porous ceramics allow us to consider it an innovative material for such purposes and it is advisable to continue research in this direction.

Keywords: strength, wear resistance, crack resistance, ceramic materials, metal, casting, non-stick coating, filter ceramics, waste bioprocessing.

For citation: Fedotov A.V., Dorokhov A.S., Kovalev D.A. Perspektivy primeneniya keramicheskikh materialov dlya potrebnostey APK [Prospects for the use of ceramic materials for the needs of the agro-industrial complex]. Tekhnicheskii servis mashin. 2021. Vol. 59. N2(143). 91-102 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-91-102.

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-103-109 УДК 629.3

ОЦЕНКА ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА В ТЕРМИЧЕСКОМ НЕЙТРАЛИЗАТОРЕ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ

*Николай Анатольевич Баганов, кандидат технических наук,
доцент, e-mail: baganov75@mail.ru;
Виталий Алексеевич Алексеенко,
кандидат технических наук, доцент;
Дмитрий Алексеевич Сидельников,
кандидат технических наук, доцент
Ставропольский государственный аграрный университет,
г. Ставрополь, Российская Федерация*

Реферат. На долю автотракторной техники по данным статистики приходится до 60 процентов вредных выбросов. Большую роль в загрязнении воздушного бассейна играют бензиновые двигатели. В зонах работы транспортных средств наблюдается повышение концентрации токсичных веществ. (Цель исследования) Создать эффективное средство очистки отработавших газов, обладающее повышенным ресурсом и незначительным влиянием на мощностные и топливо-экономические показатели двигателя, и изучить процессы, протекающие в термических нейтрализаторах, для последующего использования их на мобильной сельскохозяйственной и промышленной технике. (Материалы и методы) Применили метод расчета основных показателей по методике теплового расчета двигателя внутреннего сгорания. Выделили и проанализировали наиболее значимые процессы в устройстве снижения токсичности, установили их взаимосвязь с температурой и возможность использования при оптимизации устройства. (Результаты и обсуждение) Выполнили расчеты тепловых потерь в термическом нейтрализаторе при разных толщинах слоя тепловой изоляции для различных условий эксплуатации. (Выводы) На основании анализа литературных источников и проведенных исследований установили, что большую роль в загрязнении воздушного бассейна играют автотракторные двигатели. Изучение особенностей различных систем очистки отработавших газов показало, что перспективной стала разработка комбинированного устройства, сочетающего в себе функции термического нейтрализатора. По приведенным уравнениям были выполнены расчеты тепловых потерь в термическом нейтрализаторе при разных толщинах слоя тепловой изоляции для различных условий эксплуатации. Как показывают расчеты, увеличение толщины тепловой изоляции свыше 10 миллиметров представляется нецелесообразным вследствие того, что дальнейшее снижение тепловых потерь происходит незначительно, при этом возрастают размеры и стоимость конструкции.

Ключевые слова: токсичность, сгорание, нейтрализатор, тепловой баланс, отработавшие газы, тепловые потери, изоляция.

ASSESSMENT OF THE THERMAL BALANCE IN THE THERMAL NEUTRALIZER TO REDUCE THE TOXICITY OF EXHAUST GASES

*Nikolay A. Baganov, Ph.D.(Eng.), associate professor;
Vitaliy A. Alekseyenko, Ph.D. (Eng.), associate professor;
Dmitriy A. Sidel'nikov, Ph.D. (Eng.), associate professor
Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russian Federation*

Abstract. According to statistics, the share of automotive equipment accounts for up to 60 percent of harmful emissions. Gasoline engines play an important role in the pollution of the air basin. In the areas of operation of vehicles, there is an increase in the concentration of toxic substances. (Research purpose) The research purpose is in creating an effective means of cleaning exhaust gases, which has an increased resource and little impact on the power and fuel-economic indicators of the engine, and studying the processes occurring in thermal neutralizers, for their subsequent use on mobile agricultural and industrial equipment. (Materials and methods) Authors used the calculating method for the main indicators according to the method of thermal calculation of the internal combustion engine. The article identifies and analyzes the most significant processes in the device for reducing toxicity, established their relationship with temperature and the possibility of using them in optimizing the device. (Results and discussion) Authors performed calculations of heat losses in the thermal neutralizer at different thicknesses of the thermal insulation layer for different operating conditions. (Conclusions) Based on the analysis of literature sources and conducted research, it was found that tractor engines play a large role in the pollution of the air basin. The study of the features of various exhaust gas treatment systems has shown that the development of a device that combines the functions of a thermal neutralizer has become promising. According to the equations, the heat losses in the thermal neutralizer were calculated at different thicknesses of the thermal insulation layer for different operating conditions. As the calculations show, an increase in the thickness of the thermal insulation over 10 millimeters seems impractical because further reduction in heat loss occurs slightly, while increasing the size and cost of the structure.

Keywords: toxicity, combustion, neutralizer, heat balance, exhaust gases, heat loss, insulation.

For citation: Baganov N.A., Alekseyenko V.A., Sidel'nikov D.A. Otsenka teplovogo balansa v termicheskom neytralizatore dlya snizheniya toksichnosti otrabotavshikh gazov [Assessment of the thermal balance in the thermal neutralizer to reduce the toxicity of exhaust gases]. Tekhnicheskii servis mashin. 2021. Vol. 59. N2(143). 103-109 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-103-109

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-110-118 УДК 339.137.22

ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ СЕЛЬХОЗМАШИНОСТРОЕНИЯ

*Владимир Ильич Игнатов, доктор технических наук,
главный специалист, e-mail: ignatoww@inbox.ru;
Юрий Владимирович Катаев, кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник;
Валерий Сергеевич Герасимов, ведущий специалист;
Дарья Владимировна Андреева, инженер
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация*

Реферат. В работе проанализировали факторы, определяющие векторы повышения конкурентоспособности промышленных предприятий, в том числе сельхозмашиностроительных. На

основании этого анализа определили этапы и направления входа промышленных предприятий в область конкурентоспособности. (Цель исследования) Определить и проанализировать возможности повышения конкурентоспособности промышленных предприятий, включая сельхозмашиностроение. (Материалы и методы) Использовали материалы о состоянии конкурентоспособности отечественного сельхозмашиностроения, отразили основные моменты, связанные с управлением конкурентоспособностью предприятий отрасли. Проанализировали правительственные документы по данному вопросу. Темпы развития промышленности стран-лидеров, а, следовательно, темпы повышения требований рынков к качеству продукции в последние годы существенно возросли и становятся все более недостижимыми для российских производителей, особенно это касается предприятий сельхозмашиностроения. (Результаты и обсуждение) Указали, что в Государственной программе Российской Федерации N2539-р от 15 апреля 2014 г. поставлены задачи по обеспечению технологического развития отечественной промышленности на основе создания и внедрения прорывных, ресурсосберегающих, экологически безопасных промышленных технологий для производства конкурентоспособной наукоемкой продукции. Отметили, что с целью повышения конкурентоспособности предприятий отрасли необходимо обеспечить условия для формирования собственной индустрии производства конкурентоспособной продукции с параметрами, превышающими параметры продукции конкурента. (Выводы) Рассмотренные варианты и тенденции повышения конкурентоспособности продукции могут быть применены ко всем отраслям промышленности, в том числе и к сельхозмашиностроению. Для реализации поставленных задач потребуются пересмотр приоритетов развития страны, детальная проработка и уточнение предлагаемой стратегии с привлечением квалифицированных специалистов в области экономики, техники, технологий.

Ключевые слова: конкурентоспособность, промышленные предприятия, сельскохозяйственная техника, техническое оснащение, интеллектуальное обеспечение, информация, комбинированная стратегия, сельхозмашиностроение.

Для цитирования: Игнатов В.И., Катаев Ю.В., Герасимов В.С., Андреева Д.В. Возможности повышения конкурентоспособности предприятий сельхозмашиностроения // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N2(143). С. 110-118. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-110-118

OPPORTUNITIES FOR IMPROVING THE COMPETITIVENESS OF AGRICULTURAL MACHINERY ENTERPRISES

Vladimir I. Ignatov, Dr.Sc.(Eng.), leading specialist;
Yuriy V. Katayev, Ph.D.(Eng.), leading researcher;
Valeriy S. Gerasimov, leading specialist;
Dar'ya V. Andreyeva, engineer
Federal Scientific Agroengineering Center VIM,
Moscow, Russian Federation

Abstract. *The paper analyzes the factors that determine the vectors of increasing the competitiveness of industrial enterprises, including agricultural machinery. Based on this analysis, the article describes the stages and directions of entry of industrial enterprises into the field of competitiveness. (Research purpose) The research purpose is in identifying and analyzing opportunities to improve the competitiveness of industrial enterprises, including agricultural machinery. (Materials and methods) Used materials on the state of competitiveness of domestic agricultural machinery, reflected the main points related to the management of the competitiveness of enterprises in the industry. Authors analyzed government documents on this issue. The pace of industrial development in the leading countries and the pace of increasing market demands for product quality, has increased significantly in recent years and is becoming increasingly unattainable for Russian manufacturers, especially for agricultural machinery enterprises. (Results and discussion) The article points out that the State Program of the Russian Federation N2539-r of April 15, 2014 sets tasks to ensure the technological development of the domestic industry on the basis of the creation and implementation of breakthrough, resource-saving, environmentally friendly industrial technologies for the production of competitive high-tech products. In order to increase the competitiveness of the industry enterprises, it is necessary to provide conditions for the formation of their own industry for the production of competitive products with parameters exceeding the parameters of the competitor's products. (Conclusions) The article considers options and trends for improving the competitiveness of products that can be applied to all industries, including agricultural machinery. To achieve these goals, it will be necessary to review the country's development priorities, elaborate and refine the proposed strategy with the involvement of qualified specialists in the field of economics, engineering, and technology.*

Keywords: *competitiveness, industrial enterprises, agricultural machinery, technical equipment, intellectual support, information, combined strategy, agricultural machinery.*

For citation: Ignatov V.I., Katayev Yu.V., Gerasimov V.S., Andreyeva D.V. *Vozможности povыsheniya konkurentosposobnosti predpriyatiy sel'khoz mashinostroyeniya* [Opportunities for improving the competitiveness of agricultural machinery enterprises]. *Tekhnicheskiy servis mashin*. 2021. Vol. 59. N2(143). 110-118 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-110-118

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-120-129 УДК 620.178.162.4

НОВОЕ УСТРОЙСТВО И ПОРЯДОК СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ АБРАЗИВНОЙ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОКРЫТИЙ СТАЛИ 65Г, ПОЛУЧЕННЫХ СКОРОСТНЫМ ТВЧ-БОРИРОВАНИЕМ

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

Реферат. Испытания на абразивное изнашивание – сложный, трудоемкий и длительный вид исследования износостойких свойств материалов. Известные методики экспериментального определения износостойкости материалов, основанные на абразивном изнашивании, требуют оценки износостойкости, соответствующей характеристикам полевых испытаний деталей с упрочняющими покрытиями, нанесенными с помощью токов высокой частоты. (Цель исследования) Проанализировать существующие методы испытаний на абразивный износ при отработке технологических процессов по увеличению износостойкости поверхностей деталей машин по сравнению с разработанной ВИМ методикой, а также сравнить методики лабораторных и полевых испытаний с предложенным в данной работе методом. (Материалы и методы) Выбрали установку ИМ-01 конструкции ВИСХОМ для лабораторных исследований, в которой используется порошковый абразив. Привели наиболее близкие по сути методики зарубежных авторов. Упрочнили по выбранной технологии испытаний долота сеялок Amazone. Представили в качестве образцов для испытаний на относительную износостойкость пластины размером 60x40 и толщиной 5-7 миллиметров. Уточнили, что по методике ВИМ на установке М-1 в качестве абразивного материала используется абразивный радиальный лепестковый круг. (Результаты и обсуждение) Результаты испытаний выразили показателем относительной износостойкости ϵ , равным отношению износостойкости испытуемого образца к износостойкости эталона. Установили, что использование показателя относительной износостойкости позволяет повысить точность полученных результатов вследствие исключения влияния на них естественных изменений внешних параметров, определяющих интенсивность изнашивания в процессе испытаний. (Выводы) Предложенное устройство позволяет обеспечить ускоренные сравнительные испытания образцов и улучшить стабильность получения характеристик износа за сравнительно короткое время (при практическом применении устройства затраты времени на испытание одного образца составили около 8 минут).

Ключевые слова: износостойкость, абразивное изнашивание, износ, устройство, лепестковый круг, методика абразивного изнашивания.

Для цитирования: Аулов В.Ф., Рожков Ю.Н., Лялякин В.П. Новое устройство и порядок сравнительных испытаний абразивной износостойкости покрытий стали 65Г, полученных скоростным ТВЧ-борированием // *Технический сервис машин*. 2021. Т. 59. N2(143). С. 120-129. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-120-129

NEW DEVICE AND PROCEDURE FOR COMPARATIVE TESTS OF THE ABRASIVE WEAR RESISTANCE OF 65G STEEL COATINGS OBTAINED BY HIGH-SPEED HDPE BORATING

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

Abstract. Abrasive wear tests are a complex, time-consuming and long-term type of research on the wear-resistant properties of materials. Known methods for the experimental determination of the wear resistance of materials based on abrasive wear require an assessment of the wear resistance corresponding to the characteristics of field tests of parts with reinforcing coatings applied using high-frequency currents. (Research purpose) The research purpose is in analyzing the existing methods of testing for abrasive wear in the development of technological processes to increase the wear resistance of the surfaces of machine parts in comparison with the methodology developed by VIM, as well as comparing the methods of laboratory tests and field tests with the method proposed in this paper. (Materials and methods) Authors chose the IM-01 installation of the VISKHOM design for laboratory research, which uses powder abrasive. The article describes the most similar methods of foreign authors. The drill bits of Amazone seeders were strengthened according to the selected testing technology. The plates with a size of 60x40 and a thickness of 5-7 millimeters were selected as samples for testing the relative wear resistance. According to the VIM method, an abrasive radial petal circle is used as an abrasive material on the M-1 installation. (Results and discussion) The test results are expressed by the relative wear resistance index ε , which is equal to the ratio of the wear resistance of the test sample to the wear resistance of the standard. The use of the relative wear resistance index allows to increase the accuracy of the results obtained due to the exclusion of the influence of natural changes in external parameters that determine the wear rate during the test. (Conclusions) The proposed device makes it possible to provide accelerated comparative tests of samples and improve the stability of obtaining wear characteristics in a relatively short time (with the practical use of the device, the time spent on testing of one sample was about 8 minutes).

Keywords: wear resistance, abrasive wear, wear, device, petal circle, abrasive wear method.

For citation: Aulov V.F., Rozhkov Yu.N., Lyalyakin V.P. Novoye ustroystvo i poryadok sravnitel'nykh ispytaniy abrazivnoy iznosostoykosti pokrytiy stali 65G, poluchennykh skorostnym TVCh-borirovaniyem [New device and procedure for comparative tests of the abrasive wear resistance of 65G steel coatings obtained by high-speed HDPE borination]. Tekhnicheskii servis mashin. 2021. Vol. 59. N2(143). 120-129 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-120-129

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-130-134 УДК 621.9.047

РАСЧЕТ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ НА КАЧЕСТВО ПОЛУЧАЕМЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ

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

²Никита Алексеевич Пеньков, кандидат технических наук;

¹Марина Николаевна Краснова, кандидат технических наук,
доцент кафедры;

¹Александр Вячеславович Бирюков, аспирант

¹Воронежский государственный технический университет,
г. Воронеж, Российская Федерация

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

Реферат. Вопросам повышения надежности и экономичности силовых агрегатов в настоящее время уделяется повышенное внимание. Использование материалов со специальными покрытиями, обладающими необходимым набором характеристик, позволяет повысить срок службы восстановленных узлов и агрегатов. Один из способов получения подобных покрытий – плазменное напыление. (Цель исследования) Спрогнозировать эксплуатационные показатели композитных покрытий с использованием математического аппарата, адекватно описывающего процесс наращивания покрытий при плазменном напылении. (Материалы и методы) Использовали универсальную установку УПУ-3 с модификациями для получения покрытий, что позволило контролировать процесс теплопереноса с высокой точностью. Применили малогабаритные датчики температуры охлаждающей воды, размещенные в месте подключения токоведущих шлангов к распылителю, для фиксирования энтальпии струи. Отметили, что во время нанесения покрытия, восстанавливаемая деталь оставалась неподвижной, а движение вдоль напыляемой осуществлял плазмотрон. Указали, что преимуществом данного метода служит независимость массы восстанавливаемых деталей от мощности привода плазмотрона. (Результаты и обсуждение) Сформулировали математическую модель,

представляющую собой систему нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных, описывающую процесс теплопереноса при нанесении покрытий плазменным напылением с учетом начальных условий, определенных с использованием установки УПУ-3. Для решения представленной системы нелинейных дифференциальных уравнений использовали метод теории возмущения с применением тепловых потенциалов. (Выводы) Определили пути решения задачи теплопереноса при нанесении покрытий плазменным напылением, позволяющие прогнозировать эксплуатационные показатели восстанавливаемых деталей.

Ключевые слова: тепловая задача, плазменные покрытия, установка УПУ-3, плазменное напыление в атмосфере, численное решение уравнений в частных производных.

Для цитирования: Жачкин С.Ю., Пеньков Н.А., Краснова М.Н., Бiryukov А.В. Расчет влияния температурных полей на качество получаемых композиционных покрытий // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N2(143). С.130-134. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-130-134

CALCULATION OF THE INFLUENCE OF TEMPERATURE FIELDS ON THE QUALITY OF THE RESULTING COMPOSITE COATINGS

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

²*Nikita A. Pen'kov, Ph.D.(Eng.);*

¹*Marina N. Krasnova, Ph.D.(Eng.), associate professor;*

¹*Aleksandr V. Biryukov, postgraduate*

¹*Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian Federation*

²*Military Training and Research Center of the Air Force "Air Force Academy
named after Professor N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin",*

Voronezh, Russian Federation

Abstract. Increased attention is currently being paid to improving the reliability and efficiency of power units. The use of materials with special coatings that have the necessary set of characteristics allows you to increase the service life of the restored components and assemblies. One of the ways to obtain such coatings is by plasma spraying. (Research purpose) The research purpose is in predicting the performance indicators of composite coatings using a mathematical tool that adequately describes the process of coating build-up during plasma spraying. (Materials and methods) Authors used a universal UPU-3 installation with modifications to produce coatings, which allowed controlling the heat transfer process with high accuracy. Authors used small-sized cooling water temperature sensors located at the connection point of the current-carrying hoses to the sprayer to record the enthalpy of the jet. During the coating process, the restored part remained stationary, and a plasma torch carried out the movement along the sprayed part. The advantage of this method is the independence of the mass of the recovered parts from the drive power of the plasma torch. (Results and discussion) The article presents the mathematical model, which is a system of nonlinear partial differential equations describing the process of heat transfer during the application of plasma-sputtered coatings, taking into account the initial conditions determined using the UPU-3 installation. To solve the presented system of nonlinear differential equations, the method of perturbation theory with the use of thermal potentials is used. (Conclusions) The article proposes the ways to solve the problem of heat transfer during the application of plasma-coated coatings, which allow us to predict the performance indicators of the restored parts.

Keywords: thermal problem, plasma coatings, UPU-3 installation, plasma coating in the atmosphere, numerical solution of partial differential equations.

For citation: Zhachkin S.Yu., Penkov N.A., Krasnova M.N., Biryukov A.V. Calculation of the influence of temperature fields on the quality of obtained composite coatings [Calculation of the influence of temperature fields on the quality of the resulting composite coatings]. Technical Service of machines. 2021. Vol. 59. N2(143). 130-134 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-130-134

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-135-143 УДК 621.431.06-049.32

**МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗАЩИТНО-
ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ РАБОЧЕЙ ФАСКИ КЛАПАНОВ
ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

¹Алексей Геннадьевич Ипатов, кандидат технических наук,
доцент, e-mail: Ipatov.al@yandex.ru;

¹Кирилл Георгиевич Волков, аспирант

²Евгений Викторович Харанжевский, доктор технических наук,
профессор

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

²Удмуртский государственный университет,
г. Ижевск, Российская Федерация

Реферат. За последние 7-10 лет наблюдается стабильное увеличение стоимости бензинового и газового топлива. Данное обстоятельство вынуждает предприятия, эксплуатирующие автотракторную технику, переходить на использование газомоторного топлива. (Цель исследования) Создать защитно-восстановительное покрытие, способное противостоять износу рабочей фаски клапана, вызванному высокими эксплуатационными температурами, сухим трением в сопряжении «клапан–седло», а также высоким скоростям истечения выхлопных газов. (Материалы и методы) Провели анализ априорной информации, по результатам которого были выделены следующие порошковые композиции: Ni–ZrO₂–SiC; Ni–B₄C–BN–ZrO₂; Ni–B₄C–ZrO₂–MgO; Ni–B₄C. Подвергли образцы испытаниям на машине трения СМТ 2070 в условиях граничного трения для определения трибологических параметров покрытий из этих материалов. Регистрировали в ходе испытаний параметры момента трения и коэффициента трения в зависимости от прилагаемой нагрузки на трибосопряжение. (Результаты и обсуждение) На первом этапе исследований провели анализ микротвердости покрытий. Выполнили трибологические исследования в зависимости от показателей микротвердости покрытий. Выявили, что наряду с экономическим эффектом появляются негативные факторы, влияющие на работоспособность сопряжения «клапан – седло»: повышенные температуры до 750-800 градусов Цельсия, переход на сухое трение, высокие скорости истечения продуктов сгорания (свыше 1000 метров в секунду). Установили, что наилучшее значение коэффициента трения, полученного в ходе испытаний, принадлежит композиции Ni–ZrO₂–SiC, которая принимает значения ниже 0,1. (Выводы) Использование стандартных и известных методов защиты рабочей фаски клапана в этом случае неэффективно, поскольку они не обеспечивают требуемые условия эксплуатации. Рекомендуем использование Ni–ZrO₂–SiC в качестве материала защитно-восстановительного покрытия рабочей фаски клапана.

Ключевые слова: газомоторное топливо, защитно-восстановительное покрытие, рабочая фаска клапана, микротвердость покрытия, порошковая композиция, трибологические параметры.

Для цитирования: Ипатов А.Г., Волков К.Г., Харанжевский Е.В. Механические и трибологические свойства защитно-восстановительных покрытий рабочей фаски клапанов двигателей внутреннего сгорания // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N2(143). С. 135-143. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-135-143

MECHANICAL AND TRIBOLOGICAL PROPERTIES OF PROTECTIVE AND RECOVERING COATINGS OF THE WORKING CHAMFER OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE VALVES

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

¹Kirill G. Volkov, postgraduate;

²Evgeniy V. Kharanzhevskiy, Dr.Sc.(Eng.), professor

¹Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russian Federation

²Udmurt State University, Izhevsk, Russian Federation

Abstract. Over the past 7-10 years, there has been a steady increase in the cost of gasoline and gas fuel. This circumstance forces the enterprises operating automotive equipment to switch to the use of gas-powered fuel. (Research purpose) The research purpose is in creating a protective and recovering coating that can withstand the wear of the working chamfer of the valve caused by high operating temperatures, dry friction in the valve–seat interface, as well as high flow rates of exhaust gas. (Materials and methods) The article presents an analysis of a priori information, which resulted in the following powder compositions: Ni–ZrO₂–SiC; Ni–B₄C–BN–ZrO₂; Ni–B₄C–ZrO₂–MgO; Ni–B₄C. The samples were subjected to tests on the SMT 2070 friction machine under boundary friction conditions to determine the tribological parameters of coatings made of these materials. The parameters of the friction moment and the coefficient of friction were taken during the tests, depending on the applied load on the tribo-coupling. (Results and discussion) At the first stage of the research, the microhardness of the coatings was analyzed. Tribological studies were performed

depending on the microhardness of the coatings. Along with the economic effect, there are negative factors that affect the performance of the valve-seat coupling: increased temperatures up to 750-800 degrees Celsius, the transition to dry friction, high exhaust rates of combustion products (over 1000 meters per second). The best value of the coefficient of friction obtained during the tests belongs to the composition Ni–ZrO₂–SiC, which takes values below 0.1. (Conclusions) The use of standard and well-known methods of protecting the working chamfer of the valve in this case is ineffective, since it does not provide the required operating conditions. The article recommends the use of Ni-ZrO₂-SiC as the material of the protective and restorative coating of the working chamfer of the valve.

Keywords: gas engine fuel, protective-reducing coating, valve working chamfer, coating microhardness, powder composition, tribological parameters.

For citation: Ipatov A.G., Volkov K.G., Kharanzhevskiy E.V. Mekhanicheskiye i tribologicheskiye svoystva zashchitno-
vosstanovitel'nykh pokrytiy rabochey faski klapanov dvigateley vnutrennego sgoraniya [Mechanical and tribological
properties of protective and reducing coatings of the working chamfer of internal combustion engine valves]. Tekhnicheskiy
servis mashin. 2021. Vol. 59. N2(143). 135-143 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-135-143

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-144-150 УДК 621.793

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОТВЕРДОСТИ БОРИДНЫХ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ НА СТАЛИ 65Г ИЗ РАЗЛИЧНЫХ СОСТАВОВ БОРИРУЮЩИХ СМЕСЕЙ

¹Дмитрий Михайлович Скороходов, кандидат технических наук,
старший преподаватель, e-mail: d.skorokhodov@rgau-msha.ru;

¹Сергей Сергеевич Басов, магистр;

²Вячеслав Александрович Денисов, доктор технических наук,
главный научный сотрудник;

²Алексей Сергеевич Свиридов, младший научный сотрудник

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

²Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация

Реферат. Поверхность рабочих органов почвообрабатывающей техники подвергается износу в процессе работы. Для получения поверхностного слоя детали с высокими твердостью и прочностью, стойкостью к коррозии и абразивной стойкостью применяют методы химико-термической обработки, заключающейся в одновременном воздействии на поверхность температуры и веществ, способных химически реагировать с материалом детали. В данной статье рассмотрели метод диффузионного борирования в обмазках с использованием метода бесконтактного нагрева токами высокой частоты для исследования микротвердости различных боридных покрытий. (Цель исследования) Изучить механические свойства боридных покрытий, получаемых проведением борирования с помощью нагрева токами высокой частоты стали 65Г с использованием различных боридных смесей. (Материалы и методы) Отметили, что для исследования процессов проведения борирования с использованием нагрева токами высокой частоты поверхности использовали печь ТВЧ-40АВ. Указали, что температура процесса борирования составляла 950-1250 градусов Цельсия, а время процесса насыщения – 40-180 секунд. Применили боридные составы на основе карбида бора. (Результаты и обсуждение) Определили в результате исследований микротвердость образцов с различным составом боридных смесей. Борированию подвергали сталь 65Г. (Выводы) По результатам исследования наибольшая микротвердость была получена при использовании состава 6, содержащего кристаллы бориды марганца (HV₁₀₀ 27570 мегапаскалей, толщина покрытия 250 микрон) за время равное 120 секундам. Однако наиболее подходящими и менее затратными к применению в сельскохозяйственной отрасли оказались составы на основе карбида бора.

Ключевые слова: износ, диффузионное борирование, нагрев токами высокой частоты, боридные смеси, температура нагрева, микротвердость.

Для цитирования: Скороходов Д.М., Басов С.С., Денисов В.А, Свиридов А.С. Исследование микротвердости боридных покрытий, полученных на стали 65Г из различных составов борлирующих смесей // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N2(142). С. 144-150. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-144-150

MICROHARDNESS OF BORIDE COATINGS OBTAINED ON 65G STEEL FROM DIFFERENT COMPOSITIONS OF BORATING MIXTURES

¹*Dmitriy M. Skorokhodov, Ph.D.(Eng.), senior lecturer;*

¹*Sergey S. Basov, master;*

²*Vyacheslav A. Denisov, Dr.Sc.(Eng.), chief researcher;*

²*Aleksey S. Sviridov, junior researcher*

¹*Russian State Agrarian University-Timiryazev Moscow
Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation*

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

Abstract. *The surface of the working organs of tillage equipment is subject to wear during operation. To obtain a surface layer of a part with high hardness and strength, corrosion resistance and abrasive resistance, there are used methods of chemical-thermal treatment, which consist in simultaneously exposing the surface to temperature and substances that can react chemically with the organ material. In this article, we consider the method of diffusion boronizing in coatings using the method of non-contact heating by high-frequency currents to study the microhardness of various boride coatings. (Research purpose) The research purpose is in studying the mechanical properties of boride coatings obtained by boronizing by heating 65G steel with high-frequency currents using various borating mixtures. (Materials and methods) An HDTV-40AV furnace was used to study the processes of boronizing using high-frequency surface heating. The temperature of the boronizing process was 950-1250 degrees Celsius, and the saturation process time was 40-180 seconds. Boron-carbide-based compositions were used. (Results and discussion) As a result of the studies, the microhardness of samples with different compositions of boronizing mixtures was studied. 65G steel was boronized. (Conclusions) According to the results of the study, the greatest microhardness was obtained using composition 6, containing manganese boride crystals (HV_{100} of 27570 megapascals, coating thickness of 250 micrometers) for a time of 120 seconds. However, the most suitable and less expensive to use in the agricultural industry were compositions based on boron carbide.*

Keywords: *wear, diffusion boronizing, high-frequency current heating, boron mixtures, heating temperature, microhardness.*

For citation: Skorokhodov D.M., Basov S.S., Denisov V.A, Sviridov A.S. Issledovaniye mikrotverdosti boridnykh pokrytiy, poluchennykh na stali 65G iz razlichnykh sostavov boriruyushchikh smesey [Microhardness of boride coatings obtained on 65G steel from different compositions of borating mixtures]. Tekhnicheskii servis mashin. 2021. Vol. 59. N2(142). 144-150 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-144-150

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-151-160 УДК 621.9.047

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИЗНОСА РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ШНЕКОВЫХ УСТРОЙСТВ С КОМПОЗИЦИОННЫМ ПОКРЫТИЕМ

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

²*Никита Алексеевич Пеньков, кандидат технических наук;*

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

³*Роман Николаевич Задорожний, кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник;*

⁴*Павел Владимирович Стрункин, преподаватель*

¹*Воронежский государственный технический университет,
г. Воронеж, Российская Федерация*

²*Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия имени профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Российская Федерация,*
³*Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,
Москва, Российская Федерация,*
⁴*Воронежский политехнический техникум,
г. Воронеж, Российская Федерация*

Реферат. Оборудование по производству и транспортировке сыпучих сельскохозяйственных материалов работает в исключительно тяжелых эксплуатационных условиях, подвергается воздействию абразивных частиц перерабатываемого материала. Подобные условия работы ведут к изменению эксплуатационных свойств, ухудшению технического состояния оборудования и появлению неисправностей, которые выражаются в изменении первоначальных форм, размеров, массы, структуры материала и механических свойств. (Цель исследования) Спрогнозировать эксплуатационные показатели композитных покрытий с использованием математического аппарата, адекватно описывающего процесс абразивного износа контактной поверхности шнека зернотранспортера при работе с абразивными частицами перерабатываемого материала. (Материалы и методы) Выбрали в качестве образца для моделирования процесса изнашивания поверхности шнековый транспортер, рабочая винтовая поверхность которого обработана плазменным напылением с целью повышения ее износостойкости. Предположили, что шнек работает в абразивной среде, не соприкасаясь контактной поверхностью с другими телами. Отметили, что внешнее абразивное изнашивание характеризуется наличием царапин или углублений, ориентированных в направлении скольжения. Рассмотрели модель абразивного износа шнека зернотранспортера и численные методы ее расчета. (Результаты и обсуждение) Описали метод по оценке износоустойчивости восстановленных валов через определение интенсивности изнашивания поверхности детали и энергетической интенсивности линейного изнашивания для тел с нестационарной геометрией. Показали способ расчета формы и площади контакта композиционных частиц с восстанавливаемой поверхностью. Отметили, что полученное выражение справедливо при обеспечении отклонения частоты вращения шнека в процессе испытаний от номинальной, не превышающей 10 процентов установленного значения, погрешность приложения нагрузки на шнек не превышает 5 процентов. (Выводы) В результате исследования определили зависимость интенсивности абразивного износа как функции геометрии восстанавливаемой поверхности и плотности наносимого материала.

Ключевые слова: интенсивность изнашивания, абразивный износ шнека, геликоидная поверхность, энергетическая интенсивность изнашивания, контактная задача.

Для цитирования: Жачкин С.Ю., Пеньков Н.А., Сидоркин О.А., Задорожний Р.Н., Стрункин П.В. Аналитическая оценка износа рабочей поверхности шнековых устройств с композиционным покрытием // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N2(143). С. 151-160. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-151-160

ANALYTICAL ASSESSMENT OF WEAR OF THE WORKING SURFACE OF SCREW DEVICES WITH COMPOSITE COATING

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

²*Nikita A. Pen'kov, Ph.D.(Eng.);*

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

³*Roman N. Zadorozhniy, Ph.D.(Eng.), leading researcher*

⁴*Pavel V. Strunkin, instructor*

¹*Voronezh State Technical University,*

Voronezh, Russian Federation

²*Military Training and Research Center of the Air Force "Air Force Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Yu.*

A. Gagarin",

Voronezh, Russian Federation

³*Federal Scientific Agroengineering Center VIM,*

Moscow, Russian Federation

⁴*Voronezh Polytechnic Technical School, Voronezh, Russian Federation*

Abstract. Equipment for the production and transportation of bulk agricultural materials operates under extremely difficult operating conditions, is exposed to abrasive particles of the processed material. Such working conditions lead to changes in operational properties, deterioration of the technical condition of the equipment and the occurrence of malfunctions, which are expressed in changes in the original shapes, sizes, weight, structure of the material and mechanical properties. (Research purpose) The research purpose is to predict the performance of composite coatings using a mathematical apparatus that adequately describes the process of abrasive wear of the contact surface of the grain conveyor auger when working with abrasive particles of the processed material. (Materials and methods) As a sample for modeling the process of surface wear, authors chose a screw conveyor, the working screw surface of which is treated with plasma spraying in order to increase its wear resistance. The screw works in an abrasive environment, without touching by the contact surface with other bodies. External abrasive wear is characterized by the presence of scratches or cavities oriented in the direction of sliding. The article presents the model of abrasive wear of the grain conveyor screw and numerical methods of its calculation. (Results and discussion) The article describes a method for assessing the wear resistance of restored shafts by determining the wear intensity of the surface of the part and the energy intensity of linear wear for parts with non-stationary geometry. The article presents a method for calculating the shape and contact area of composite particles with the recovered surface. The obtained expression is valid when ensuring the deviation of the screw speed during the test from the nominal one, not exceeding 10 percent of the set value, the error of applying the load on the screw does not exceed 5 percent. (Conclusions) As a result of the study, the article presents the dependence of the intensity of abrasive wear as a function of the geometry of the surface to be restored and the density of the applied material.

Keywords: wear intensity, abrasive wear of the screw, helical surface, energy intensity of wear, contact problem.

For citation: Zhachkin S.Yu., Pen'kov N.A., Sidorkin O.A., Zadorozhniy R.N., Strunkin P.V. Analiticheskaya otsenka iznosa rabochey poverkhnosti shnekovykh ustroystv s kompozitsionnym pokrytiyem [Analytical assessment of wear of the working surface of screw devices with composite coating]. Tekhnicheskii servis mashin. 2021. Vol. 59. N2(143). 151-160 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-151-160

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-162-173 УДК 771.313+520.6.07

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ КОРАБЛЯ-СПУТНИКА «ВОСТОК»: ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОВЕРКА ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ

*Дмитрий Юрьевич Щербинин, кандидат технических наук,
директор, e-mail: sdy-press@mail.ru*

*Институт истории естествознания и техники
им. С.И. Вавилова Российской академии наук,
Москва, Российская Федерация*

Реферат. Зарождение космических средств исследования поверхности Земли в 50-70-х годах XX века неразрывно связано с основными этапами развития космической техники. Совершенствование методов и технических средств для исследования Земли и околоземного космического пространства проходило в условиях острого политического противостояния СССР и США. (Цель исследования) Выявить ключевые моменты, повлиявшие на становление программы корабля-спутника «Восток» на этапе проектирования с 1957 по 1960 год, а также оценить вклад инженерно-конструкторских решений в развитие космической отрасли Советского Союза. (Материалы и методы) В основе исследования лежат материалы Государственного архива Российской Федерации, Российского государственного архива научно-технической документации, Архива Президента Российской Федерации, Российского государственного архива экономики, Архива ракетно-космической корпорации «Энергия им С.П. Королева», Архива Центра подготовки космонавтов им. Ю.А. Гагарина, а также публикации ученых-историков, мемуары свидетелей и участников событий, результаты предшествующих исследований по данной тематике. (Результаты и обсуждение) Привели историю создания программы советских кораблей-спутников серии «Восток». Отметили, что наибольшая трудность проекта заключалась в разработке научной аппаратуры для научных исследований и передаче полученных данных со спутника на Землю. Установили, что были разработаны техническое задание на проведение исследований и создание системы управления, обеспечивающей вывод спутника на орбиту; технические задания и планы работ, предусматривающие исследования и разработку систем и средств спуска с орбиты результатов научных наблюдений. (Выводы) Первый полет корабля-спутника показал правильность основных теоретических положений и инженерно-конструкторских решений, принятых при создании ориентируемого космического корабля.

Ключевые слова: космическая техника, спутник, спутник-разведчик, история российской космонавтики, советский космос, пилотируемая космонавтика, фотографирование Земли.

Для цитирования: Щербинин Д.Ю. История создания корабля-спутника «Восток»: проектирование и проверка инженерных решений // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N2(143). С. 162-173. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-162-173

THE HISTORY OF THE VOSTOK SATELLITE SPACECRAFT: DESIGN AND TESTING OF ENGINEERING SOLUTIONS

*Dmitriy Yu. Shcherbinin, Ph.D.(Eng.), director
S. I. Vavilov Institute of the History of Natural Science and Technology
of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation*

Abstract. *The origin of space means of studying the Earth's surface in the 50-70-s of the twentieth century is inextricably linked with the main stages of the development of space technology. The improvement of methods and technical means for the study of the Earth and near-Earth space took place in the conditions of acute political confrontation between the USSR and the United States. (Research purpose) The research purpose is in identifying the key points that influenced the formation of the "Vostok" satellite program at the design stage from 1957 to 1960, as well as assessing the contribution of engineering and design solutions to the development of the space industry of the Soviet Union. (Materials and methods) The research is based on the materials of the State Archive of the Russian Federation, the Russian State Archive of Scientific and Technical Documentation, the Archive of the President of the Russian Federation, the Russian State Archive of Economics, the Archive of the S. P. Korolev Rocket and Space Corporation "Energia", the Archive of the Yuri Gagarin Cosmonaut Training Center, as well as publications of historians, memoirs of witnesses and participants of events, and the results of previous research on this topic. (Results and discussion) The article presents the history of the creation of the program of the Soviet spacecraft-satellites of the "Vostok" series. The greatest difficulty of the project was the development of scientific equipment for scientific research and the transmission of the received data from the satellite to the Earth. The terms of reference for conducting research and developing a control system that ensures the launch of the satellite into orbit were developed; the terms of reference and work plans providing for the research and development of systems and means for getting the results of scientific observations from orbit. (Conclusions) The first flight of the satellite spacecraft showed the correctness of the main theoretical provisions and engineering and design decisions taken when creating an orientable spacecraft.*

Keywords: *space technology, satellite, reconnaissance satellite, history of Russian cosmonautics, Soviet space, manned cosmonautics, photographing the Earth.*

For citation: Shcherbinin D.Yu. Istoriya sozdaniya korablya-sputnika "Vostok": proyektirovaniye i proverka inzhenernykh resheniy [The history of the Vostok satellite spacecraft: design and testing of engineering solutions]. Tekhnicheskii servis mashin. 2021. Vol. 59. N2(143). 162-173 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-162-173

DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-174-183 УДК 631.316

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УРОВНЯ ПАРОВЫХ КУЛЬТИВАТОРОВ В XXI ВЕКЕ

¹*Андрей Юрьевич Несмиян, доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры, e-mail: nesmiyan.andrei@yandex.ru;*

²*Юлия Сергеевна Ценч, кандидат педагогических наук,
ведущий научный сотрудник;*

¹*Анастасия Сергеевна Каймакова, студентка*

¹*Азово-Черноморский инженерный институт – филиал Донского
государственного аграрного университета, г. Зерноград,
Ростовская область, Российская Федерация*

²*Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,*

Реферат. Большинство современных сельскохозяйственных машин и орудий состоят из узлов, основные параметры и конструктивные особенности которых были обоснованы еще в первой половине XX века, но медленно эволюционным путем указанные технические средства развиваются. (Цель исследования) Выявить общие тенденции изменения технического и технологического уровня паровых культиваторов в первой четверти XXI века. (Материалы и методы) Провели анализ данных кратких протоколов испытаний выбранных орудий. Сделали вывод о постепенном увеличении объемов производства паровых культиваторов в Российской Федерации. (Результаты и обсуждение) Установили, что за первые десять лет XXI века на испытания было предоставлено всего 27 орудий, а с 2014 по 2017 год – более 40, при этом для «старых» культиваторов средневзвешенное значение тягового класса тракторов составило 2,8, для новых – 4. Отметили, что за исследуемый период (в среднем – 10 лет) качество культивации почвы по параметрам отклонение от заданной глубины обработки, крошение и гребнистость поверхности поля практически не изменились. Выявили увеличение производительности культиваторных агрегатов на 7-21 процентов, что объясняется не только увеличением мощности тракторов, но и возрастанием коэффициента использования времени смены в среднем с 0,72 до 0,77. Удельная масса «новых» культиваторов в среднем оказалась на 22 кг/м меньше, чем у «старых» аналогов, что можно объяснить эволюцией их конструкций. (Выводы) При увеличении класса тракторов на один «уровень» удельная материалоемкость агрегируемых с ними культиваторов возрастает примерно на 58 килограммометров как для «старых», так и для «новых» культиваторов. При увеличении ширины захвата орудий с 4 до 16 метров их масса возрастет в 8 раз, что сказывается на стоимости и эксплуатационно-экологических характеристиках широкозахватных культиваторов.

Ключевые слова: паровые культиваторы, сравнительный анализ, технико-технологический уровень, качество культивации, производительность культиваторных агрегатов, удельная материалоемкость.

Для цитирования: Несмиян А.Ю., Ценч Ю.С., Каймакова А.С. Анализ изменения технико-технологического уровня паровых культиваторов в XXI веке // Технический сервис машин. 2021. Т. 59. N2(143). С. 174-183. DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-174-183

CHANGES IN THE TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL LEVEL OF STEAM CULTIVATORS IN THE XXI CENTURY

¹Andrey Yu. Nesmiyan, Dr. Sc.(Eng.), associate professor, chair professor, e-mail: nesmiyan.andrei@yandex.ru;

²Yuliya S. Tsench, Ph.D.(Ped.), leading researcher;

¹Anastasiya S. Kaymakova, student

¹Azov-Black Sea Engineering Institute-branch of the Don State Agrarian University, Zernograd, Rostov Region,
Russian Federation

² Federal Scientific Agroengineering Center VIM,
Moscow, Russian Federation

Abstract. Most modern agricultural machines and tools consist of components, the main parameters, design features of which were justified in the first half of the twentieth century. Slowly and evolutionarily, these technical means are developing. (Research purpose) The research purpose is in identifying general trends in the technical and technological level of steam cultivators in the first quarter of the XXI century. (Materials and Methods) For the study there was analyzed the data of the short test reports of the selected machines. The production of steam cultivators in the Russian Federation is gradually increasing. (Results and discussion) For ten years of the beginning of the XXI century, only 27 machines were provided for testing, and from 2014 to 2017 – more than 40, while for "old" cultivators, the weighted average value of the tractor traction class was 2.8, for new ones it is about of four. For the study period (on average 10 years) the quality of soil cultivation in terms of such parameters as deviation from the specified depth of cultivation, crumbling and combing of the field surface has not changed much. The productivity of cultivator units increased by 7-21 percents, which is explained not only by an increase in the power of tractors, but also by an increase in the utilization rate of charge time on average from 0.72 to 0.77. The specific weight of the "new" cultivators was on average 22 kilogram-meters less than that of the "old" analogues, which can be explained by the evolution of their designs. (Conclusions) Increasing the class of tractors by one "level" the specific material consumption of the cultivators aggregated with them increases by about 58 kilogram-meters for both "old" and "new" cultivators. With an increase in the width of the tools from 4 to 16 meters, their weight will increase by 8 times, which affects the cost and operational and environmental characteristics of wide-reach cultivators.

Keywords: *steam cultivators, comparative analysis, technical and technological level, cultivation quality, productivity of cultivator units, specific material consumption.*

For citation: Nesmiyan A. Yu., Tsench Yu.S., Kaymakova A.S. Analiz izmeneniya tekhniko-tekhnologicheskogo urovnya parovykh kul'tivatorov v XXI veke [Changes in the technical and technological level of steam cultivators in the XXI century]. Tekhnicheskij servis mashin. 2021. Vol. 59. N2(143). 174-183 (In Russian). DOI 10.22314/2618-8287-2021-59-2-174-183