



УДК 681.2

МОДЕРНИЗАЦИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ, ОЦЕНИВАЮЩЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ

*М.В. Федоров¹, fedorovv.mark@gmail.com, А.К. Прокопенко¹, prokopenkoak@mail.ru,
А.П. Голубев², argolubev@mail.ru, А.А. Корнеев¹, vso3@yandex.ru*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина», г. Москва

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московской
области «Технологический университет», г. Королев

В данной статье рассмотрены вопросы оценки износостойкости инновационных экологически чистых многофункциональных покрытий на детали машин промышленного производства. Также данные технологии могут быть применены при изготовлении, ремонте и реставрации элементов конструкционного и дизайнерского характера. Проведенная модернизация испытательных стендов позволила повысить достоверность результатов испытаний, а также обеспечила расширение функциональных возможностей, за счет максимального приближения испытаний к реальным условиям эксплуатации деталей и изделий. Повышение точности измерений параметров процессов, происходящих в зоне контакта при испытании на стойкость к истиранию, было достигнуто применением регистрирующей аппаратуры с использованием информационных технологий обработки полученной информации.

MODERNIZATION OF MEASUREMENT EQUIPMENT THAT EVALUATES THE EFFECTIVENESS OF THE APPLICATION OF INNOVATIVE ENVIRONMENTALLY FRIENDLY MULTIFUNCTIONAL COATINGS

Fedorov M.V.¹, Prokopenko A.K.¹, Golubev A.P.², Korneev A.A.¹

Federal state budgetary educational institution of higher professional education "Russian state University A. N. Kosygin (Technology. Design. Art)", Moscow, Russia

State Educational Institution of Higher Education Moscow Region «University of technology», Korolev, Moscow region, Russia

This article discusses the assessment of wear resistance of innovative environmentally friendly multifunctional coatings on parts of industrial machines. Also, these technologies can be used in the manufacture, repair and restoration of structural and design elements. The modernization of the test stands allowed to increase the reliability of the test results, as well as to expand the functionality by bringing the test conditions as close as possible to the actual operating conditions of parts and products. Increasing the accuracy of measurements of the parameters of the processes occurring in the contact zone during the test for abrasion resistance was achieved by using recording equipment using information technology processing of the information received.

Внешнее трение в молекулярно - механической (или адгезионно-деформационной) теории трения и изнашивания И.В. Крагельского рассматривается как процесс, при котором взаимодействие твердых деталей локализовано в тончайших поверхностных и приповерхностных слоях. В условиях эксплуатации эти области подвергаются наиболее сильному механическому, тепловому, магнитоэлектрическому, световому, химическому и другим воздействиям [1].

В последнее время в нашей стране и за рубежом получили распространение новые технологии придания обрабатываемым материалам улучшенных потребительских характеристик. Одними из наиболее перспективных являются методы на



основе эффекта металлоплакирования, нанесения металлических и композиционных покрытий с использованием плазменного, электроискрового и газодинамического оборудования [2,3,4].

Авторами данной работы в течение длительного времени разрабатывались инновационные методы нанесения экологически чистых многофункциональных покрытий на детали машин и оборудование различных производств [5,6].

Разработанные технологии неоднократно экспонировались на различных выставках, прошли апробацию на предприятиях и получили высокую оценку специалистов. Они просты в освоении, не требуют значительных капитальных вложений при внедрении, экологически безопасны и характеризуются высокой эффективностью. Были осуществлены изыскания новых конструктивных решений, технологических приемов и определено их влияние на фазовые и структурные превращения в поверхностных слоях деталей с последующей оценкой их основных служебных свойств [6,7].

Трибологическими исследованиями металлоплакирующих технологий установлено, что процесс самоорганизации пленкообразования обладает ярко выраженным динамическим характером [8]. Это обуславливает повышенную значимость точности и оперативности определения основных выходных параметров трения: значение величины изнашивания образцов, параметры момента (силы) трения, показатели температуры испытываемых образцов, смазочной среды и т.п.

В настоящее время проведение ускоренных испытаний является одним из самых эффективных способов получения новых конструкционных материалов, определения оптимальных технологий их обработки и решения задач по формированию эффективных композиционных покрытий [9,10].

Творческим коллективом ученых и инженеров была разработана триботехническая установка ТК-1, моделирующая фрикционный контракт высшей кинематической пары и позволяющая с достаточной точностью фиксировать параметры процесса трения в зоне контакта [11].

В современных условиях ускоренное продвижение на рынке научно-исследовательских разработок получают информационные технологии с управляющими системами различного назначения [12,13].

Для увеличения точности регистрирующей аппаратуры, повышения достоверности полученных результатов была осуществлена модернизация мобильного малогабаритного триботехнического комплекса с применением современных информационных технологий. Модернизация позволила значительно расширить функциональные возможности испытательной техники с выполнением автоматизации процессов управления экспериментальным комплексом с последующей цифровой обработкой зарегистрированной информации.

Комплекс кроме триботехнической установки включает в себя бинокулярный микроскоп, стробоскоп, светопроводник на гибкой связи, цифровую видеокамеру, блок цифровой обработки полученной видеoinформации, монитор и печатающее устройство [14].

В качестве регистратора аналоговых и цифровых сигналов был определен компактный переносной прибор «Flash-Recorder-2-16RTC-SD», выполняющий функции цифрового многоканального сбора данных на Flash-носитель.



Применение при модернизации стробоскопического эффекта позволило осуществить снятие показаний параметров трения в строго установленных на испытываемых образцах точках измерения [15].

Выполненные исследования показали возможность формирования многослойных защитных и декоративных полимерных и металлополимерных покрытий на элементы деталей машин, малых архитектурных форм и дизайна из металла, керамики, мрамора, бетона, пластмассы и других материалов.

В результате проведенной работы были разработаны методика и испытательный стенд для исследования на истираемость защитно-декоративных многофункциональных покрытий, применяемых при изготовлении изделий художественно-промышленного назначения. Это позволило повысить достоверность результатов испытаний, обеспечить расширение функциональных возможностей за счет максимального приближения условий испытаний к реальным условиям эксплуатации [16].

Список цитируемой литературы

1. Голубев А.П., Прокопенко А.К., Беляев В.И. Теоретические основы повышения ресурса оборудования и режущего инструмента предприятий легкой промышленности плакирующими нанотехнологиями (монография). – М.: РИО МГУДТ, 2014. – 97 с.
2. Прокопенко А.К., Голубев А.П., Беляев В.И., Голубев О.П., Тюфтяев А.С., Мордынский В.Б. Перспективные методы повышения срока службы деталей оборудования и инструмента на предприятиях легкой промышленности и сферы обслуживания/ Электронное периодическое издание научный журнал «Сервис в России и за рубежом» / выпуск 10 (48), 2013. 10 с. DOI: 10.12737/2555.
3. Инновационные производственные технологии для малых предприятий: процессы, инструменты и устройства/ В.Ф. Абрамов, Е.В. Андриенков, В.В. Афанасьев, А.Г. Бурмистров, А.П. Голубев, С.В. Еремеев, А.П. Жихарев, А.Н. Зайцев, Г.П. Зикеев, Е.А. Кирсанова, А.С. Козлов, А.А. Корнеев, С.К. Кузин, В.Н. Лохманов, А.К. Прокопенко, С.В. Родэ, В.Н. Соколов, М.В. Федоров/ под. ред. профессора В.С. Белгородского // М.: РИО МГУДТ. 2011. 149 с.
4. Корнеев А.А., Прокопенко А.К., Голубев А.П., Терешкин С.А. Финишная антифрикционная обработка деталей узлов трения машин (монография)/ - М.: РИО МГУДТ, 2015. 98 с.
5. Голубев А.П., Прокопенко А.К., Голубев А.А. Эксплуатационная обкатка – финишный этап приработки поверхностных слоев деталей механических систем/ В сборнике: Трибология - машиностроению. Труды XII Международной научно-технической конференции, посвященной 80-летию ИМАШ РАН. 2018. С. 136-138.
6. Голубев А.П. Ресурсосберегающие металлоплакирующие технологии/ В сборнике: Инновационные исследования в науке и образовании. Сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции «Инновационные исследования в науке и образовании».- ООО Новаленсо, Смоленск, 2018. С. 150-152.
7. Голубев А.П., Корнеев А.А. Исследование возможности формирования многофункциональных покрытий газодинамическим напылением // Информационно-технологический вестник №4 (14). 2017. С. 191-199.
8. Прокопенко А.К., Голубев А.П., Триботехнические исследования в режиме «безызносного трения» // В книге: Трибология – машиностроению. Труды XI Международной научно-технической конференции, Институт машиноведения им. А.А. Благонравова. 2016. С. 198-199.
9. Минимизация объема экспериментальных трибологических испытаний на машине трения возвратно-поступательного движения. Буяновский И.А., Провоторова Е.А., Большаков А.Н., Левченко В.А. // Трение и износ. -2017. – Т. 38, № 3. – С. 201-207.



10. Управление инновациями и качеством. Т.Н. Антипова, Н.П. Асташева, О.А. Горленко, В.Г. Исаев, О.А. Копылов, В.А. Коновалова, А.А. Жидкова, В.Н. Строителев, А.Г. Суслов: учебное пособие/ под ред. Т.Е. Старцевой // М.: ФТА. 2013. 300 с.
11. Прокопенко А.К., Голубев А.П. Модернизация автоматизированного мобильного комплекса для испытаний материалов механических систем в режиме металлоплакирования / Научно-технический и журнал «Электротехнические и информационные комплексы» №3, т.8, 2012, С. 37-45.
12. Голубев А.П., Корнев А.А. Разработка и применение перспективных методов инженерии поверхностей деталей машин с использованием информационных технологий / Сборник научных статей под ред. д.т.н., проф. В.М. Артющенко, колл. Авторы. – М.: издательство «Научный консультант». 2018. – 130 с. С 104-108.
13. Голубев А.П. Применение информационных технологий при технических испытаниях / Информационные технологии. Эволюционные процессы / Сборник научных статей под ред. д.т.н., проф. В.М. Артющенко, колл. Авторы. – М.: издательство «Научный консультант». 2018. – 130 с. С 99-103.
14. Комплекс для измерения параметров трения при испытании конструкционных и смазочных материалов. Голубев А.П., Прокопенко А.К., Беляев В.И., Лохманов В.Н.: Патент РФ на полезную модель № 136 170; опубл. 27.12.2013, Бюл. № 36.
15. Голубев А.П. Методика ускоренных исследований для получения новых экологически чистых многофункциональных материалов и покрытий/ В сборнике: Современные информационные технологии. Сборник трудов по материалам II-й межвузовской научно-технической конференции. под общей научной редакцией В.М. Артющенко. 2016. С. 163-166.
16. A.K. Prokopenko, A.P. Golubev, A.A. Korneev / A.K. Prokopenko et al., "Research on Wear Resistance of Multifunctional Coatings Used in the Manufacture of Art and Industrial Products", Materials Science Forum, Vol. 945, pp. 670-674, 2019.

© М.В. Федоров, А.К. Прокопенко, А.П. Голубев, А.А. Корнеев, 2019