

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ  
Государственное научно-производственное объединение порошковой металлургии  
Институт порошковой металлургии  
ЕВРОПЕЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ  
ЕВРОПЕЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ СВАРКИ

**ПОРОШКОВАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ:**  
ИНЖЕНЕРИЯ ПОВЕРХНОСТИ,  
НОВЫЕ ПОРОШКОВЫЕ  
КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ.  
СВАРКА

**POWDER METALLURGY:**  
SURFACE ENGINEERING,  
NEW POWDER COMPOSITE  
MATERIALS.  
WELDING

*Сборник докладов 8-го Международного симпозиума  
(Минск, 10-12 апреля 2013 г.)*

В двух частях



**Часть 2**

Минск  
«Беларуская навука»  
2013

УДК [621.762+621.791/.795](082)

ББК 34.39я43

П59

Редакционная коллегия :

руководитель аппарата Президиума НАН Беларуси, акад. НАН Беларуси,  
д-р техн. наук, проф. *П. А. Витязь* (главный редактор);  
генеральный директор ГНПО порошковой металлургии, чл.-кор. НАН Беларуси,  
д-р техн. наук, проф. *А. Ф. Ильющенко* (зам. главного редактора);  
директор ОХП ИСЗП, канд. физ.-мат. наук *М. А. Андреев*;  
директор ОХП НИИ ИП с ОП, д-р техн. наук *Л. В. Судник*;  
зам. проректора по НИЧ БНТУ, д-р техн. наук, доц. *А. С. Калиниченко*;  
зам. генерального директора ГНПО порошковой металлургии,  
д-р техн. наук, проф. *Е. Е. Петюшик*;  
зам. директора ОХП ИСЗП, канд. техн. наук *А. И. Радченко*;  
первый зам. директора ГНУ ИПМ, канд. техн. наук, доц. *В. В. Савич*;  
гл. науч. сотрудник ОХП НИИ ИП с ОП, д-р техн. наук *В. Г. Смирнов*;  
ведущий науч. сотрудник ОХП ИСЗП, канд. техн. наук *А. И. Шевцов*;  
зам. акад.-секретаря ОФТН НАН Беларуси, д-р техн. наук, проф. *М. Л. Хейфец*

Рецензенты :

зам. проректора НИЧ БНТУ, д-р техн. наук, доц. *А. С. Калиниченко*;  
зам. начальника отд-ния ОИМ, д-р техн. наук, доц. *В. И. Жорник*;  
зав. каф. «Технология металлов» БГАТУ, д-р техн. наук, проф. *В. М. Катцевич*;  
проф. каф. «Порошковая металлургия, сварка и технология материалов»,  
д-р техн. наук *В. Н. Ковалевский*

П59

**Порошковая металлургия: инженерия поверхности, новые порошковые композиционные материалы. Сварка = Powder metallurgy : Surface Engineering, New Powder Composite materials. Welding: сб. докл. 8-го Междунар. симп. (Минск, 10–12 апр. 2015 г.). В 2 ч. Ч. 2 / Нац. акад. наук Беларуси [и др.]; редкол.: П. А. Витязь (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2013. – 374 с. : ил.**

ISSBN 978-985-08-1555-2.

В настоящий сборник включены доклады Международного симпозиума «Порошковая металлургия: инженерия поверхности, новые порошковые композиционные материалы. Сварка» (10–12 апреля 2013 г.), который начиная с 1999 г. в 8-й раз проводится в Минске в рамках международных выставок «Порошковая металлургия» и «Сварка». Среди авторов – ведущие ученые и специалисты Беларуси, России, Украины, Латвии и Эстонии и Армении. Статьи публикуются в виде, представленном авторами, без дополнительного научного редактирования.

УДК [621.762+621.791/.795](082)

ББК 34.39я43

The reports of International symposium «Powder metallurgy: Surface engineering. New powder composition materials. Welding» (April 8-10, 2015) have been included into the current collection. The symposium is held in Minsk starting from 1999 within the framework of international exhibitions «Powder metallurgy» and «Welding». The given symposium is considered to be the 9<sup>th</sup> one. The leading scientists and specialists from Belarus, Russia, the Ukraine, Latvia, Estonia and Armenia are among the authors. Articles are published as submitted by the authors without additional scientific editing.

ISBN 978-985-08-1555-2 (ч. 2)

ISBN 978-985-08-1547-7

© Институт порошковой металлургии, 2013

© Оформление. РУП «Издательский дом  
«Беларуская навука», 2013

## МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

- Акименко В.** директор ИПМ ЦНИИЧермет им. И. П. Бардина, Москва, Россия
- Анциферов В.** директор НЦ ПМ, Пермь, Россия
- Баглюк А.** Заместитель директора ИПМ НАН Украины им. И. Н. Францевича, Киев, Украина
- Бойко И.** президент Латвийской ассоциации сварщиков, Рига, Латвия
- Витязь П.** руководитель аппарата Президиума НАН Беларуси, Минск, Беларусь
- Дорофеев В.** Профессор кафедры Ми ТМ ЮРГТУ, Новочеркасск, Россия
- Загашвили Ю.** первый проректор БГТУ «Военмех» им. Д. Ф. Устинова, Санкт-Петербург, Россия
- Ильющенко А.** генеральный директор ГНПО порошковой металлургии, Минск, Беларусь
- Королев Ю.** президент НТА «Порошковая металлургия», Москва, Россия
- Косторнов А.** Зав. отделом ИПМ НАН Украины им. И. Н. Францевича, Киев, Украина
- Кулик В.** профессор БГТУ «Военмех» им. Д. Ф. Устинова, Санкт-Петербург, Россия
- Кем А.** заведующий кафедрой ТКМ ДГТУ, Ростов-на-Дону, Россия
- Кремер И.** президент Европейской ассоциации порошковой металлургии, Германия
- Фишман В.** начальник главного управления инновационной и инвестиционной деятельности Минпрома, Минск, Беларусь
- Миронов В.** профессор РТУ, Рига, Латвия
- Нарва В.** профессор МГИСИС (ТУ), Москва, Россия
- Недилько В.** Директор Белорусского инновационного фонда
- Демидов Л.** первый заместитель председателя Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь, Минск, Беларусь
- Орлович В.** председатель Научного совета, директор исполнительной дирекции БРФФИ, Минск, Беларусь
- Пантелеенко Ф.** первый проректор БНТУ, Минск, Беларусь
- Кулу П.** профессор ТТУ, Таллин, Эстония
- Пиларчик Я.** директор Института сварки, Варшава, Польша
- Роман О.** академик НАН Беларуси, Минск, Беларусь

## INTERNATIONAL PROGRAMME COMMITTEE

- Akimenko V.** Director of PMI, Central Research Institute of Black Metallurgy named after I. P. Bardin, Moscow, Russia
- Antsiferov V.** Director of Powder Material Science Centre, Perm, Russia
- Baglyuk A.** Deputy director of PMI NAS of Ukraine named after I. N. Frantsevich, Kiev, the Ukraine
- Boiko I.** President of Latvian Association of Welders, Riga, Latvia
- Vityaz P.** Head of Staff of the Presidium of NAS of Belarus, Minsk, Belarus
- Dorofeev V.** Professor of chair “Material Science and Technology of Materials”, Southern Russia State Technical University, Novocherkassk, Russia
- Zagashvili Yu.** The first provost of Baltic State Technical University “Military and Mechanical” named after D. F. Ustinov, Saint Petersburg, Russia
- Ilyushchenko A.** General Director of State Research and Production Powder Metallurgy Association, Minsk, Belarus
- Korolev Yu.** President of Science and Engineering Association “Powder Metallurgy”, Moscow, Russia
- Kostornov A.** Head of Department of PMI NAS of the Ukraine named after I. N. Frantsevich, Kiev, the Ukraine
- Kulik V.** Professor of Baltic State Technical University, “Military and Mechanical” named after D. F. Ustinov, Saint Petersburg, Russia
- Kem A.** Head of chair Technology of Structure Materials of Don State Technical University, Russia
- Cremer I.** President of EAPM, Germany
- Fishman V.** Head of Main Directorate of Innovation and Investment Activities of the Industry Ministry, Minsk, Belarus
- Mironov V.** Professor of Riga Technical University, Riga, Latvia
- Narva V.** Professor of Moscow State Institute of Steel and Alloys (TU), Moscow, Russia
- Nedilko V.** Director of Belarusian Innovation Fund
- Demidov L.** First deputy chairman of state Committee on Science and Technologies of Republic of Belarus, Minsk, Belarus
- Orlovich V.** Chairman of Learned Board, Director for executive management of Belarusian Republican Fund for Basic Investigations, Minsk, Belarus
- Panteleenko F.** First provost of BNTU, Minsk, Belarus
- Kulu P.** Talinn University of Technology, Talinn, Estonia
- Pilarchik J.** Director of Institute of Welding, Warsaw, Poland
- Roman O.** Academician of NAS of Belarus, Minsk, Belarus

## НАЦИОНАЛЬНЫЙ ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

**Витязь П. А.** – председатель  
**Ильющенко А. Ф.** – заместитель председателя  
**Яркович А. М.** – ученый секретарь

<b>Андреев М. А.</b>	директор ОХП ИСЗП, Минск
<b>Астапчик С. А.</b>	академик НАН Беларуси, Минск
<b>Булавицкий В. В.</b>	генеральный директор Выставочного общества «Минскэкспо», Минск
<b>Гордиенко А. И.</b>	директор ФТИ НАН Беларуси, Минск
<b>Капцевич В. М.</b>	заведующий кафедрой БГАТУ, Минск
<b>Клубович В. В.</b>	академик НАН Беларуси, Витебск
<b>Кулак А. И.</b>	заместитель директора ИОНХ НАН Беларуси, Минск
<b>Кундас С. П.</b>	ректор МГЭУ им А. Д. Сахарова, Минск
<b>Кухарев А. В.</b>	заместитель директора ГНУ ИПМ, Минск
<b>Марукович Е. И.</b>	директор ИТМ НАН Беларуси, Могилев
<b>Мышкин Н. К.</b>	директор ИММС НАН Беларуси им. В. А. Белого, Гомель
<b>Петюшик Е. Е.</b>	заместитель генерального директора ГНПО ПМ, Минск
<b>Судник Л. В.</b>	директор ОХП НИИ ИП с ОП, Минск
<b>Радченко А. А.</b>	заместитель директора ОХП НИКТИ СП, Минск
<b>Реут О. П.</b>	директор ИПК и ПК БНТУ, Минск
<b>Романюк Ф. А.</b>	проректор БНТУ, Минск
<b>Савич В. В.</b>	заместитель директора ГНУ ИПМ, Минск
<b>Свириденко А. И.</b>	академик НАН Беларуси, Гродно
<b>Смирнов В. Г.</b>	главный научный сотрудник ОХП НИИ ИП с ОП, Минск
<b>Хейфец М. Л.</b>	заместитель академика-секретаря ОФТН НАН Беларуси, Минск
<b>Федосюк В. М.</b>	академик-секретарь ОФТН НАН Беларуси, генеральный директор НЦП НАН Беларуси по материаловедению, Минск

## NATIONAL ORGANIZATION COMMITTEE

**Vityaz P. A.** – chairman

**Ilyushchenko A. F.** – deputy chairman

**Yarkovich A. M.** – learned secretary

<b>Andreev M. A.</b>	Director of separate Self-Financing Unit “Institute for Welding and Protective Coatings”, Minsk
<b>Astapchik S. A.</b>	Academician of NAS of Belarus, Minsk
<b>Bulavitskiy V. V.</b>	General director of Exhibition Society “Minskexpo”, Minsk
<b>Gordienko A. I.</b>	Director of Physical and Engineering Institute of NAS of Belarus, Minsk
<b>Kaptsevich V. M.</b>	Head of chair, Belarusian State Agriculture University, Minsk
<b>Klubovich V. V.</b>	Academician of NAS of Belarus, Vitebsk
<b>Kulak A. I.</b>	Deputy director of Institute for General and Inorganic Chemistry of NAS of Belarus, Minsk
<b>Kundas S. P.</b>	Provost of International Sakharov Environmental University, Minsk
<b>Kukharev A. V.</b>	Deputy director of SSI PMI, Minsk
<b>Marukovich E. I.</b>	Director of Institute of Metal Technology of NAS of Belarus, Mogilev
<b>Myshkin N. K.</b>	Institute for Mechanics in Metal Polymer Systems named after V. A. Belogo, NAS of Belarus, Gomel
<b>Petyushik E. E.</b>	Deputy Director General of SRPPMA, Minsk
<b>Sudnik L. V.</b>	Research Institute of Impulse Processes with Pilot Plant, Minsk
<b>Radchenko A. A.</b>	Deputy Director of SSU Research and Designing and Technological Institute of Welding and Protective Coatings, Minsk
<b>Reut O. P.</b>	Director for Qualification Improvement and Retraining of Staff, Belarusian National Technical University, Minsk
<b>Romanyuk F. A.</b>	Protector of BNTU, Minsk
<b>Savich V. V.</b>	Deputy director of SSI PMI, Minsk
<b>Sviredenok A. I.</b>	Academician of NAS of Belarus, Grodno
<b>Smirnov V. G.</b>	Chief researcher of Research Institute of Impulse Processes with Pilot Plant, Minsk
<b>Kheyvets M. L.</b>	Deputy academician and secretary for Physical and Engineering Department of NAS of Belarus, Minsk
<b>Phedosyuk V. M.</b>	Academician and secretary for Physical and Engineering Department of NAS of Belarus. General Director of Science and Practice Material Science Centre of NAS of Belarus, Minsk

## СОДЕРЖАНИЕ

### Секция 3

#### Инженерия поверхности

<b>Алексеев Ю. Г., Нисс В. С., Королев А. Ю., Фомихина И. В., Астапенко А. А.</b> ( <i>НТП БНТУ «Политехник», Минск, Беларусь; БНТУ, Минск, Беларусь; ГНУ ИПМ НАН Беларуси, Минск, Беларусь</i> ). Исследование процессов формирования композиционных слоев в анодном режиме электролитного нагрева.....	22
<b>Амян А. В., Оганесян Н. Р.</b> ( <i>Государственный инженерный университет Армении, Ереван, Армения</i> ). Исследование процесса фосфатирования черных металлов с применением реверса тока	28
<b>Амаян А. В., Оганесян Н. Р.</b> ( <i>Государственный инженерный университет Армении, Ереван, Армения</i> ). Применение комбинированных электрохимических покрытий в химических источниках тока.....	29
<b>Босяков М. Н., Бондаренко С. В., Бондаренко А. С., Иванов Ю. М., Козлов А. А., Поболь И. Л.</b> ( <i>ФТИ НАН Беларуси, Минск, Беларусь</i> ). Система управления установкой ионно-плазменного азотирования ОАО «МАЗ».....	30
<b>Босяков М. Н., Бондаренко С. В., Гуринович А. С., Козлов А. А., Поболь И. Л.</b> ( <i>ФТИ НАН Беларуси, Минск, Беларусь</i> ). Модернизация оборудования и разработка технологии ионно-плазменной обработки для ОАО «МАЗ».....	34
<b>Браницкий Г. А., Азаров С. М., Азарова Т. А., Соколов В. Г.</b> ( <i>НИИ ФХП БГУ, Минск, Беларусь; ИОНХ НАН Беларуси, Минск, Беларусь</i> ). Способы получения биоцидных пленок из соединений олова и серебра в органических растворителях на поверхности керамики.....	41
<b>Браницкий Г. А., Азаров С. М., Азарова Т. А., Тарасевич В. А., Дробыш В. А.</b> ( <i>НИИ ФХП БГУ, Минск, Беларусь; ИОНХ НАН Беларуси, Минск, Беларусь; ИХНМ НАН Беларуси, Минск, Беларусь</i> ). Композиционные пленки, сформированные из растворов соединений полигексаметиленгуанидингидрохлорида и серебра как средство защиты керамики от биообрастания.....	47
<b>Веремей П. В., Девойно О. Г., Филонов И. П.</b> ( <i>БНТУ, Минск, Беларусь</i> ). Компьютерное моделирование процесса лазерной закалки оптоволоконным лазером.....	51
<b>Гаршин А. П., Нилов А. С., Кулик В. И., Савич В. В., Дмитрович А. А., Сарока Д. И.</b> ( <i>СПбГПУ, Санкт-Петербург, Россия; БГТУ «ВОЕНМЕХ», Санкт-Петербург, Россия; ГНУ ИПМ НАН Беларуси, Минск, Беларусь</i> ). Анализ современных фрикционных материалов для тормозных колодок в высоконагруженных автомобильных системах торможения.....	56

<b>Григорчик А. Н., Белоцерковский М. А., Белый А. В., Кукареко В. А.</b> ( <i>ОИМ НАН Беларуси, Минск, Беларусь; ФТИ НАН Беларуси, Минск, Беларусь</i> ). Структура и триботехнические характеристики модифицированного ионами азота газотермического покрытия из стали 40Х13.....	72
<b>Девойно О. Г., Кардаполова М. А., Кавальчук О. Н.</b> ( <i>БНТУ, Минск, Беларусь</i> ). Влияние режимов ступенчатой обработки на свойства электроискровых покрытий.....	78
<b>Девойно О. Г., Кардаполова М. А., Кавальчук О. Н.</b> ( <i>БНТУ, Минск, Беларусь</i> ). Исследование геометрических характеристик валиков, получаемых при различных режимах лазерной наплавки....	83
<b>Жук Д. В., Босяков М. Н., Поболь И. Л., Олешук И. Г., Федорук Г. Ф.</b> ( <i>ФТИ НАН Беларуси, Минск, Беларусь</i> ). Разработка технологии ионно-плазменного азотирования вставок превенторов из стали 30ХМА.....	87
<b>Кем А. Ю.</b> ( <i>ДГТУ, Ростов-на-Дону, Россия</i> ). Определение взаимосвязи фрактальности и сорбционной способности поверхности порошковой подложки в условиях газофазного насыщения.....	91
<b>Киселев М. Г., Дроздов А. В., Мониц С. Г.</b> ( <i>БНТУ, Минск, Беларусь</i> ). Способ электроконтактной обработки металлических имплантатов проволочным электродом-инструментом.....	96
<b>Константинов В. М., Булойчик И. А.</b> ( <i>БНТУ, Минск, Беларусь</i> ). Анализ многокомпонентных цинковых диффузионных слоев повышенной прочности и коррозионной стойкости.....	102
<b>Константинов В. М., Ковальчук А. В.</b> ( <i>БНТУ, Минск, Беларусь</i> ). Оценка повышения износостойкости от упрочнения основы систем «конструкционная сталь – нитрид титана».....	106
<b>Косенок Я. А., Гайшун В. Е., Тюленкова О. И., Судник Л. В.</b> ( <i>ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель, Беларусь; ГНУ ИПМ НАН Беларуси, Минск, Беларусь</i> ). Новые композиционные суспензии на основе наноразмерного порошка диоксида кремния и силикатного золя для полировки пластин монокристаллического кремния различной ориентации.....	110
<b>Кочарян А. Н.</b> ( <i>Государственный инженерный университет Армении, Ереван, Армения</i> ). Получение двухслойного кадмиевого покрытия для применения в полупроводниковых преобразователях света.....	115
<b>Кузнецов П. А., Теращенко А. В., Савин В. И., Бобырь В. В., Юрков М. А., Кудрявцева И. В.</b> ( <i>ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей», Санкт-Петербург, Россия</i> ). Технологии лазерного синтеза порошковых материалов для создания, восстановления и ремонта изделий сложной формы.....	117
<b>Кукуй Д. И., Судник Л. В., Рудницкий Ф. И., Николайчик Ю. А., Мизгир А. Г.</b> ( <i>БНТУ, Минск, Беларусь; ГНУ ИПМ НАН Беларуси, Минск, Беларусь</i> ). Формирование структурно-механических свойств противопригарных покрытий при их модифицировании наноструктурированными материалами.....	124



<b>Логачева А. И., Береснев А. Г., Логачев И. А.</b> (ОАО «КОМПОЗИТ», Королев, Московской обл., Россия). Модификация поверхности гранул никелевых сплавов под воздействием ультразвука	130
<b>Мельников С. Н., Голосов Д. А., Кундас С. П.</b> (БГУИР, Минск, Беларусь; МГЭУ им. А. Д. Сахарова, Минск, Беларусь). Применение методов компьютерного моделирования при проектировании систем и процессов нанесения тонкопленочных покрытий методом магнетронного распыления.....	140
<b>Нисс В. С., Алексеев Ю. Г., Паршута А. А., Королев А. Ю., Кособуцкий А. А.</b> (БНТУ, Минск, Беларусь; ГП «НТП БНТУ «Политехник», Минск, Беларусь). Исследование влияния тепловых и электрических условий на устойчивость пленочного кипения и производительность электролитно-плазменной обработки.....	146
<b>Паустовский А. В., Чигринова Н. М., Алфинцева Р. А., Ткаченко Ю. Г., Ловыгин С. И., Кириленко С. Н., Юрченко Д. З., Терещенко В. С.</b> (ИПМ им. И. Н. Францевича НАН Украины, Киев, Украина; ОХП ИСЗП, Минск, Беларусь). Разработка и свойства электродных материалов для электроискровых покрытий при упрочнении и восстановлении деталей из конструкционных сталей...	152
<b>Радченко А. А., Олешкевич Д. А.</b> (ОХП ИСЗП, Минск, Беларусь). Экологически безопасный цинконаполненный материал на неорганической основе для «холодного» цинкования.....	158
<b>Сыроежко Г. С., Лешок А. В.</b> (ПРУП МолЗПМ, Молодечно, Беларусь). Молодеченский завод порошковой металлургии: настоящее, будущее.....	161
<b>Урбанович Н. И., Конствнтинов В. М., Басалай И. А., Гегеня Д. В.</b> (БНТУ, Минск, Беларусь). Рециклинг цинксодержащих отходов после горячего цинкования для термодиффузионного насыщения стальных изделий.....	167
<b>Черняк И. Н., Баев А. К.</b> (ГНУ ИПМ НАН Беларуси, Минск, Беларусь; МГЭУ им. А. Д. Сахарова, Минск, Беларусь). Термодинамические характеристики равновесия жидкость – пар в бинарных системах алкилов галлия, индия и алюминия.....	172
<b>Чигринова Н. М., Чигринов В. Е., Радченко А. А., Ловыгин С. И.</b> (БНТУ, Минск, Беларусь; ОХП ИСЗП, Минск, Беларусь). Применение порошковых композиций для формирования покрытий комбинированным методом ЭИЛ с УЗВ.....	177
<b>Чигринова Н. М., Чигринов В. Е., Радченко А. А., Ловыгин С. И., Чевкота А. А.</b> (БНТУ, Минск, Беларусь; ОХП ИСЗП, Минск, Беларусь). Многофункциональные микродуговые покрытия как эффективное средство продления долговечности алюминиевых изделий.....	183

Секция 4

**Функциональные защитные покрытия:  
материалы, технологии, оборудование**

- Kulu P., Surzhenkov A., Tarbe R., Sarjas H., Mikli V.** (*Tallinn University of Technology, Tallinn, Estonia*). Wear resistant metal matrix based hardmetal particles reinforced composite coatings..... 190
- Pihl T., Pihl R., Vainola V.** (*Tallinn University of Applied Sciences, Tallin, Estonia*). The technology of Hard Electrochemical Coatings..... 196
- Алексеев Ю. Г., Нисс В. С., Паршутто А. А., Королев А. Ю., Симончик А. П.** (*ГП «НТП БНТУ «Политехник», Минск, Беларусь; БНТУ, Минск, Беларусь*). Получение гальванических покрытий в катодном режиме электролитно-плазменной обработки..... 202
- Андреев М. А., Маркова Л. В., Суворов А. Н., Лисовская Ю. О.** (*ГНУ ИПМ НАН Беларуси, Минск, Беларусь*). Технологические особенности формирования комбинированных коррозионно-стойких и износостойких покрытий на основе хрома на режущем инструменте..... 207
- Антонова Н. М.** (*Каменский институт (филиал). ЮРГТУ (НПИ), Каменск-Шахтинский, Россия*). Повышение адгезионной прочности к стальной поверхности полимерных покрытий с порошком Al путем добавления субмикронных частиц Zr..... 213
- Белоцерковский М. А., Чекулаев А. В.** (*ОИМ НАН Беларуси, Минск, Беларусь*). Оптимизация процесса нанесения покрытий распылением полимерных шнуров..... 219
- Гасенкова И. В., Мухуров Н. И., Жвавый С. П.** (*Институт физики НАН Беларуси, Минск, Беларусь*). Фотолюминесценция пленок пористого анодного оксида алюминия в  $\alpha$ -фазе..... 225
- Дашкевич В. Г., Щербаков В. Г., Ясенко Н. Н.** (*БНТУ, Минск, Беларусь; ФТИ НАН Беларуси, Минск, Беларусь*). К вопросу о фрикционной искробезопасности наплавленных покрытий и методике их испытания..... 230
- Девойно О. Г., Пантелеенко А. Ф.** (*БНТУ, Минск, Беларусь*). Исследование морфологии и микроструктуры плазменных покрытий из борированного порошка PR-X18H9..... 233
- Ильющенко А. Ф., Шевцов А. И., Оковитый В. А., Громыко Г. Ф.** (*ГНУ ИПМ НАН Беларуси, Минск, Беларусь; Институт математики НАН Беларуси, Минск, Беларусь*). К вопросу оптимизации технологических параметров газотермического напыления защитных покрытий..... 239
- Имбиревич Н. Ю., Клапкив М. Д., Савчук П. П., Повстяной А. Ю.** (*ЛНТУ, Луцк, Украина; Физико-механический институт им. В. Карпенка НАН Украины, Львов, Украина*). Исследование новых комбинированных электрометализационно-плазмоэлектролитных покрытий созданных для упрочнения поверхности стальных прессованных втулок..... 245

<b>Капустин Р. Д., Первухин Л. Б.</b> ( <i>ИСМАН, Черноголовка, Россия</i> ). Экспериментально-теоретическое исследование процесса синтеза огнеупорных соединений в покрытиях на основе алюмосиликатных СВС-материалов.....	250
<b>Кем А. Ю.</b> ( <i>ДГТУ, Ростов-на-Дону, Россия</i> ). Использование методов фрактальной геометрии для исследования кинетики роста газофазных покрытий.....	255
<b>Константинов В. М., Дашкевич В. Г.</b> ( <i>БНТУ, Минск, Беларусь</i> ). Исследование искробезопасности диффузионных покрытий в результате фрикционного контакта.....	261
<b>Константинов С. В., Комаров Ф. Ф., Пилько В. В., Бурмаков А. П., Зайков В. А.</b> ( <i>НИИ прикладных физических проблем им А. Н. Севченко БГУ, Минск, Беларусь</i> ). Формирование наноструктурированных покрытий на основе TiN с добавлением алюминия, хрома и кремния.....	266
<b>Комаров А. И., Камарова В. И., Шилюк Д. Л., Данилович А. В.</b> ( <i>ОИМ НАН Беларуси, Минск, Беларусь; РУП «Белгазтехника», Минск, Беларусь</i> ). Повышение служебных свойств шаров запорной газовой арматуры нанесением износостойких покрытий.....	272
<b>Конюх В. Н., Прудник А. М., Валюн П. В.</b> ( <i>НИЦ «Плазмотег» ФТИ НАН Беларуси, Минск, Беларусь; БГУИР, Минск, Беларусь</i> ). Радиозащитные покрытия.....	278
<b>Куданович О. Н., Колесник Э. Э., Дениюк С. В.</b> ( <i>Институт физики НАН Беларуси, Минск, Беларусь</i> ). Защитные покрытия на основе оксидов алюминия и кремния для устройств микроэлектроники.....	285
<b>Леванцевич М. А., Максимченко Н. Н., Калач В. Н.</b> ( <i>ОИМ НАН Беларуси, Минск, Беларусь</i> ). Применение фрикционного плакирования для формирования противопригарных покрытий пресс-форм машин литья под давлением.....	288
<b>Насакина Е. О., Севостьянов М. А., Колмаков А. Г., Витязь П. А., Ильющенко А. Ф., Хейфец М. Л.</b> ( <i>ИМЕТ РАН, Москва, Россия; ОИМ НАН Беларуси, Минск, Беларусь; ГНПО НАН Беларуси, Минск, Беларусь</i> ). Получение защитного титанового поверхностного слоя методом магнетронного нанесения.....	294
<b>Прядко А. С., Поболь А. И.</b> ( <i>ОИМ НАН Беларуси, Минск, Беларусь; БНТУ, Минск, Беларусь; ФТИ НАН Беларуси, Минск, Беларусь</i> ). Свойства коррозионно-стойкого покрытия, нанесенного газотермическим методом на высокопрочный чугун.....	297
<b>Савчук П. П., Боярская И. В., Давыдюк А. И.</b> ( <i>ЛНТУ, Луцк, Украина</i> ). Особенности создания эпоксидных композиционных покрытий с комплексом управляемых свойств.....	303
<b>Свириденко А. И., Кравцевич А. В., Микулич С. И., Бардаханов С. П., Лысенко В. И.</b> ( <i>ГНУ «НИЦПР НАН Беларуси», Гродно, Беларусь; ИТПМ СО РАН им. С. А. Христиановича, Новосибирск, Россия</i> ). Покрытия на основе фторсодержащих ПАВ, модифицированных нанопорошком диоксида кремния.....	306
<b>Фармаковский Б. В., Геращенко Е. Ю., Юрков М. А., Деев А. А.</b> ( <i>ФГУП «ЦНИИ КМ «Прометей», Санкт-Петербург, Россия</i> ). Многофункциональные защитные покрытия с высокой износо- и коррозиестойкостью, полученные методом сверхзвукового «холодного» газодинамического напыления.....	311
<b>Хейфец М. Л., Хилько Д. Н.</b> ( <i>ГНПО «Центр» НАН Беларуси, Минск, Беларусь</i> ). Влияние технологической среды на структуру и свойства ферропорошковых покрытий.....	315

<b>Хмыль А. А., Кушнер Л. К., Дежкунов Н. В., Богущ Н. В., Кузьмар И. И.</b> ( <i>БГУИР, Минск, Беларусь</i> ). Формирование композиционных покрытий при воздействии ультразвука.....	319
<b>Шевченко А. А., Колешко В. М., Гулай А. В., Гулай В. А.</b> ( <i>БНТУ, Минск, Беларусь; ГНУ ИПМ НАН Беларуси, Минск, Беларусь</i> ). Фрактальная модель структуры распыляемых мишеней ZnO с легирующими добавками РЗЭ.....	324

## Секция 5

### Передовые сварочные технологии, материалы и оборудование. Совершенствование нормативной базы

<b>Астрейко Л. А., Игнатович З. В., Олешкевич Д. А.</b> ( <i>БНТУ, Минск, Беларусь; ОХП ИСЗП, Минск, Беларусь</i> ). Процессы неразъемного соединения стальных изделий, оцинкованных диффузионным и недиффузионным методами.....	332
<b>Бородавко В. И., Гайко В. А., Крутько В. С., Насыбулин А. Х., Пынькин А. М., Хейфец М. Л.</b> ( <i>ГНПО «Центр» НАН Беларуси, Минск, Беларусь</i> ). Влияние интенсивности плазменного потока на формирование структур и свойств поверхностей при раскросе хромоникелевых порошковых материалов.....	336
<b>Девойно О. Г., Радченко А. А., Лапковский А. С.</b> ( <i>БНТУ, Минск, Беларусь</i> ). Особенности процесса лазерной сварки стали 65Г и Ni-Cu-Fe сплава.....	342
<b>Жизняков С. Н., Пантелеенко Ф. И., Викторовский Д. И., Урбанович Н. И.</b> ( <i>БНТУ, Минск, Беларусь</i> ). Дуга и лед. Новый способ дуговой сварки плавящимся электродом.....	347
<b>Краснов С. В., Кузнецов М. А.</b> ( <i>ЮТИ НИТПУ, Юрга, Россия</i> ). Способы введения наноструктурированных порошков в сварочную ванну при различных методах сварки.....	349
<b>Лукашов А. С., Кузнецов М. А.</b> ( <i>ЮТИ НИТПУ, Юрга, Россия</i> ). Влияние наноструктурированного порошка вольфрама на микроструктуру наплавленного металла.....	353
<b>Пантелеенко Ф. И., Писарев В. А.</b> ( <i>БНТУ, Минск, Беларусь</i> ). Особенности аттестации персонала по сварке и контролю качества на объектах атомной энергетики.....	359
<b>Поболь И. Л., Юревич С. В., Азарян И. С.</b> ( <i>ФТИ НАН Беларуси, Минск, Беларусь; ОИЯИ, Дубна, Россия</i> ). Исследования по созданию ниобиевых СВЧ-резонаторов с использованием электронно-лучевой сварки.....	363
<b>Цумарев Ю. А., Игнатова Е. В., Цумарев Е. Н.</b> ( <i>БРУ, Могилев, Беларусь</i> ). Напряженно-деформированное состояние неразъемных тавровых соединений различной конструкции.....	368

# CONTENTS

## Section 3

### Surface engineering

<b>Alekseev Yu. G., Niss V. S., Korolev A. Yu., Fomikhina I. V., Astapenko A. A.</b> ( <i>State enterprise «Science and technology park of BNTU «Polytechnik», Minsk, Belarus; Belarusian national technical university, Minsk, Belarus; Powder Metallurgy Institute, Minsk, Belarus</i> ). Investigating the formation processes for composition layers in anode electrolyte heating mode.....	22
<b>Amyan A. V., Oganesyanyan N. R.</b> ( <i>State engineering university, Yerevan, Armenia</i> ). Investigating phosphalization process for ferrous metals with power reversal use.....	28
<b>Amyan A. V., Oganesyanyan N. R.</b> ( <i>State engineering university, Yerevan, Armenia</i> ). The application of combined electrochemistry coatings in chemical power sources.....	29
<b>Bosyakov M. N., Bondarenko S. V., Bondarenko A. S., Ivanov Yu. M., Kozlov A. A., Pobol I. L.</b> ( <i>Physical and technical institute of NAS of Belarus, Minsk, Belarus</i> ). Control and management system installation for ion and plasma nitriding OJSC «MAZ».....	30
<b>Bosyakov M. N., Bondarenko S. V., Gurinovich A. S., Kozlov A. A., Pobol I. L.</b> ( <i>Physical and technical institute of NAS of Belarus, Minsk, Belarus</i> ). Equipment updating and ion and plasma processing technology development for OJSC «MAZ».....	34
<b>Branitskiy G. A., Azarov S. M., Azarova T. A., Sokolov V. G.</b> ( <i>Research Institute of physical and chemical problems of BSU, Minsk, Belarus; Institute of general and inorganic chemistry of NAS of Belarus, Minsk, Belarus</i> ). The ways of obtaining biocide films out of tin and silver combinations in organic solvents on ceramics surface.....	41
<b>Branitskiy G. A., Azarov S. M., Azarova T. A., Tarasevich V. A., Dobysh V. A.</b> ( <i>Research Institute of physical and chemical problems of BSU, Minsk, Belarus; Institute of chemistry of new materials of NAS of Belarus, Minsk, Belarus</i> ). Composition films formed out of combined solutions of polyhexamethyleneguanidinehydrochloride and silver, as an agent of ceramics protection against biogrowth.....	47
<b>Veremey P. V., Devoyno O. G., Filonov I. P.</b> ( <i>Belarusian national technical University, Minsk, Belarus</i> ). Computer modeling for laser hardening process by fibre optic laser.....	51
<b>Garshin A. P., Nilov A. S., Kulik V. I., Savich V. V., Dmitrovich A. A., Saroka D. I.</b> ( <i>S. Petersburg State polytechnical university, city of S. Petersburg, Russia; S. Petersburg, Russia; Baltic state technical university «VOENMEKH», S. Petersburg, Russia; Powder Metallurgy Institute, Minsk, Belarus</i> ). Analyzing up-to-date friction materials for brake blocks in highly loaded car braking systems.....	56

<b>Grigorchik A. N., Belotserkovskiy M. A., Belyi A. V., Kukareko V. A.</b> ( <i>Joint machine building Institute of NAS of Belarus, Minsk, Belarus, Minsk, Belrus; Physical and Technical Institute of NAS of Belarus, Minsk, Belarus</i> ). Structure and tribotechnical characteristics of gas and flame steel 40x 13 coating modified with nitrogen ions.....	72
<b>Devoyno O. G., Kardopalova M. A., Kavalchuk O. N.</b> ( <i>Belarusian national technical university, Minsk, Belarus</i> ). The influence of step treatment modes on properties of electrospark coatings.....	78
<b>Devoyno O. G., Kardopalova M. A., Lutsko N. I., Lapkovskiy A. S.</b> ( <i>Belarusian national technical university, Minsk, Belarus</i> ). Investigating geometry characteristics of rollers obtained in different laser building up modes.....	83
<b>Zhuk D. V., Bosyakov M. N., Pobol I. L., Oleshuk I. G., Fedoruk G. F.</b> ( <i>Physical and technical Institute of NAS of Belarus, Minsk, Belarus</i> ). Ion and plasma nitriding technology development regarding insertions of preventors made out of 303MA steel.....	87
<b>Kem A. Yu.</b> ( <i>Don State technical university, Rostov-upon-Don, Russia</i> ). Revealing interrelationship between fractility and sorption capability of powder substrate surface under gas-phase saturation conditions.....	91
<b>Kisilev M. G., Drozdov A. V., Monich S. G.</b> ( <i>Belarussian national technical university, Minsk, Belarus</i> ). The way for electrocontact processing of metal implants with wire tool electrode.....	96
<b>Konstantinov V. M., Buloychik I. A.</b> ( <i>Belarusian national technical University, Minsk, Belarus</i> ). Analyzing multicomponent zinc diffusion layers with improved strength and corrosion stability.....	102
<b>Konstantinov V. M., Kovalchuk A. V.</b> ( <i>Belarusian national technical University, Minsk, Belarus</i> ). The assessment for wear resistance improvement due to base strengthening of the systems «structure steel – titanium nitride».....	106
<b>Kosenok Ya. A., Gayshun V. E., Tyulenкова O. I., Sudnik L. V.</b> ( <i>Education Institution «Gomel State university named after F. Skoryna», Gomel, Belarus; Powder Metallurgy Institute, Minsk, Belarus</i> ). New composition suspensions as based on nanosized silicon dioxide powder and silica sol for polishing monocrystal different orientation silicone plates...	110
<b>Kocharyan A. N.</b> ( <i>State Engineering University of Armenia, Erevan, Armenia</i> ). The obtaining of two layer cadmium coating for application in semiconducting light transducers.....	115
<b>Kuznetsov P. A., Tereshenko A. V., Savin V. I., Bobyr V. V., Yurkov M. A., Kudryavtseva I. V.</b> ( <i>Federal State Unitary Enterprise Central Research Institute of Structural Materials «Prometey» FSUE CRISM, St. Petersburg, Russia</i> ). Laser synthesis technologies of powder materials for creation, restoration and recovery of complex shape products	117
<b>Kukuy D. M., Sudnik L. V., Rudnitskiy F. I., Nikolaychik Yu. A., Mizgir A. G.</b> ( <i>Belarusian national technical University, Minsk, Belarus; Powder Metallurgy Institute, Minsk, Belarus</i> ). Formed structural and mechanical properties of anti-stick coatings when they are modified with nanostructured materials.....	124

<b>Logacheva A. I., Beresnev A. G., Logachev I. A.</b> ( <i>Open Joint stock company «KOMPOSIT», Korolev, Moscow region, Russia</i> ). Surface nickel alloys granules modification as influenced by ultrasound.....	130
<b>Melnickov S. N., Golosov D. A., Kundas S. P.</b> ( <i>Belarusian State University for Informatics and Radioelectronics, Minsk, Belarus; International State Ecology University named after A. D. Sakharov, Minsk, Belarus</i> ). The use of computer modeling methods in designing systems and processes for application of fine film coatings by magnetron sputtering method.....	140
<b>Niss V. S., Alekseev Yu. G., Parshuto A. A., Korolev A. Yu., Koobutskiy A. A.</b> ( <i>Belarusian national technical University, city of Minsk, Belarus; State enterprise «Science and technology park of BNTU «Polytechnik», Minsk, Belarus</i> ). The investigation regarding influence of heat and electric conditions on film boiling resistance and electrolyte-plasma processing productivity.....	146
<b>Paustovskiy A. V., Chigrinova N. M., Alphintseva R. A., Tkachenko Yu. G., Lovygin S. I., Kirienko S. N., Yurchenko D. Z., Tereshchenko V. S.</b> ( <i>Material science problems Institute named after I. N. Frantsevich of NAS, Kiev, the Ukraine; Welding and Protective Coatings Institute, Minsk, Belarus</i> ). The development and properties of electrode materials for electrospark coatings in strengthening and restoration of parts out of structure steels.....	152
<b>Radchenko A. A., Oleshkevich D. A.</b> ( <i>Welding and Protective Coatings Institute, Minsk, Belarus</i> ). Ecologically safe zinc additive material on inorganic base for «cold» galvanization.....	158
<b>Syroyezhko G. S., Leshok A. V.</b> ( <i>Mol PMP, Molodechno, Belarus</i> ). Molodechno powder metallurgy plant: present and future.....	161
<b>Urbanovich N. I., Konstantinov V. M., Basalay I. A., Gegenya D. V.</b> ( <i>Belarusian State technical university, Minsk, Belarus</i> ). Recycling of zinc containing wastes after hot zinc plating for thermodiffusion saturation of steel products.....	167
<b>cherniak I. N., Bayev A. K.</b> ( <i>SSI PMI of NAS of Belarus, Minsk, Belarus; International Sakharov Environmental University, Minsk, Belarus</i> ). Thermodynamic characteristics of liquid-vapor equilibrium in binary systems of gallium, indium alkyls.....	172
<b>Chigrinova N. M., Chigrinov V. E., Radchenko A. A., Lovygin S. I.</b> ( <i>Belarusian national technical University, Minsk, Belarus; Welding and Protective Coatings Institute, Minsk, Belarus</i> ). Using powder compositions for forming coatings with combined method of electrospark alloying with UW.....	177
<b>Chigrinova N. M., Chigrinov V. E., Radchenko A. A., Lovygin S. I., Chevkota A. A.</b> ( <i>Belarusian national technical University, Belarus; Welding and Protective coatings Institute, Minsk, Belarus</i> ). Multifunction microarc coatings as an efficient means for prolonging longevity of aluminium products.....	183

Section 4

**Functional protective coatings:  
materials, technologies, equipment**

- Kulu P., Surzhenkov A., Tarbe R., Sarjas H., Mikli V.** (*Department of Materials Engineering, Tallinn University of Technology, Tallinn, Estonia*). Wear resistant metal matrix based hardmetal particles reinforced composite coatings..... 190
- Pihl T., Pihl R., Vainola V.** (*Tallinn University of Applied Sciences, Tallinn, Estonia*). The Technology of Hard Electrochemical Coatings..... 196
- Alekseev Yu. G., Niss V. S., Parshuto A. A., Korolev A. Yu., Simonchik A. P.** (*State enterprise «Science and technology park of BNTU «Polytechnik», Minsk, Belarus*). The obtaining of galvanic coatings on cathode electrolyte and plasma treatment mode..... 202
- Andreev M. A., Markova L. V., Suvorov A. N., Lisovskaya Y. O.** (*SSI «Powder Metallurgy Institute» of NAS of Belarus, Minsk, Belarus*). Technological features of the production of combined corrosion and wear resistant coatings based on chromium on cutting tools..... 207
- Antonova N. M.** (*Kamensk Institute (branch) of Southern Russian State Technical University (Novocherkassk Polytechnical Institute, Kamensk-Shaktinskiy, Russia)*). Improvement in adhesion steel surface strength by way of adding submicron Zr particles as regards polymer coatings with Al powder..... 213
- Belotserkovskiy M. A., Chekulaev A. V.** (*Joint machine building Institute of NAS of Belarus*). Optimizing the process for applying coatings by sputtering of polymer cords..... 219
- Gasenkova I. V., Mukhurov N. I., Zhvavyi S. P.** (*Institute of physics of NAS of Belarus, Minsk, Belarus*). Photoluminescence of porous anode aluminium oxide films in  $\alpha$  phase..... 225
- Dashkevich V. G., Shcherbakov V. G., Yassenko N. N.** (*Belarusian National technical university, city of Minsk, Belarus; Physical and technical institute of NAS of Belarus, Minsk, Belarus*). On the question regarding friction spark safety of built up coatings and their testing methods..... 230
- Devoyno O. G., Panteleenko A. F.** (*Belarusian National technical university, Minsk, Belarus*). Investigating morphology and microstructure plasma PR-X18H9 powder coatings..... 233
- Ilyushchenko A. F., Shevtsov A. I., Okovityi V. A., Gromyko G. F.** (*Powder Metallurgy Institute, city of Minsk, Belarus, Institute of mathematics, Minsk, Belarus*). On the question regarding technology gas and flame spraying parameters optimization for protective coatings..... 239
- Imbирович N. Yu., Klapkiv M. D., Savchuk P. P., Povstyanoy A. Yu.** (*Lutsk National technical university, city of Lutsk, the Ukraine; Physical and mechanical Institute named after G. V. Karpenka, NAS of the Ukraine, Lvov, the Ukraine*). Investigating new combined electrometallization and plasma electrolyte coatings created for strengthening surface of compacted steel bushings..... 245



<b>Kapustin R. D., Pervukhin L. B.</b> ( <i>Federal state Budget Institution of Science structure macrokinetics and material science problems Institute of Russia Academy of Sciences (SMAS), town of Chernogolovka, Russia</i> ). Experimental and theoretical investigation on synthesis process of refractory combinations in fire resistant coatings as based on aluminium silicate SHS materials.....	250
<b>Kem A. Yu.</b> ( <i>Don state technical university, city of Rostov-upon Don, Russia</i> ). Using fractal geometry methods for investigating growth kinetics of gas-phase coatings.....	255
<b>Konstantinov V. M., Dashkevich V. G.</b> ( <i>Belarusian National technical university, Minsk, Belarus</i> ). Investigating spark safety of diffusion coatings as a friction contact result.....	261
<b>Konstantinov S. B., Komarov F. F., Pilko V. V., Burmakov A. A., Zaykov V. A.</b> ( <i>Research Institute of Applied Physical Problems named by A. N. Sevchenko of BSU, Minsk, Belarus; Department of Physical Electronics and Nanotechnologies of BSU, Minsk, Belarus</i> ). The formation of nanostructured coatings based on TiN with the addition of aluminium, chromium or silicon.....	266
<b>Komarov A. I., Komarova V. I., Shilyuk D. L., Danilovich A. V.</b> ( <i>Joint machinebuilding Institute, Minsk, Belarus; RUE «Belgastechnika», Minsk, Belarus</i> ). Improvement in subordinate properties of gas isolation valves balls by applying wear resistant coatings.....	272
<b>Kokhnyukh V. N., Prudnik A. M., Valyun P. V.</b> ( <i>Research Centre «Plasmoteg» Physical and technical Institute of NAS of Belarus, Minsk, Belarus; Belarusian state University of Informatics and radioelectronics, Minsk, Belarus</i> ). Radio protective coatings.....	278
<b>Kudanovich O. N., Kolesnik E. E., Deniyuk S. V.</b> ( <i>Institute of physics of NAS of Belarus, Minsk, Belarus</i> ). Protective aluminium and silicon oxides based coatings for microelectronics devices.....	285
<b>Levantsevich M. A., Maksimchenko N. N., Kalach V. N.</b> ( <i>Joint machine building Institute of NAS of Belarus, Minsk, Belarus</i> ). Applying friction plating for forming anti-stick coatings of die molds for pressure die casting machines.....	288
<b>Nasakina E. o., Sevostyanov M. A., Kolmakov A. G., Vityaz P. A., Ilyushchenko A. F., Kheyvets M. L.</b> ( <i>Federal state budget institution of science Metallurgy and material science Institute named after A. A. Baykov RAS, Moscow, Russia; Joint machine building Institute NAS of Belarus, Minsk, Belarus; State research and protection association «Centre» NAS of Belarus, Minsk, Belarus</i> ). the obtaining of protective titanium surface layer by magnetron application method.....	294
<b>Pryadko A. S., Pobol A. I.</b> ( <i>Joint machine building Institute NAS of Belarus, Minsk, Belarus; Belarusian National technical university; Physical and technical Institute of NAS of Belarus, Minsk, Belarus</i> ). The properties of corrosion stable coating sprayed by gas and flame method onto highly strength cast iron.....	297
<b>Savchuk P. P., Boyarskaya I. V., Davydyuk A. I.</b> ( <i>Lutsk national technical university, Lutsk, the Ukraine</i> ). The peculiarities in creating epoxy composition coatings with a set of controllable properties.....	303

<b>Sviredenok A. I., Kravtcevich A. V., Mikulich S. I., Bardakhanov S. P., Lysenko V. I.</b> ( <i>Research Centre of resource saving problems of heat and mass transfer Institute named after A. V. Lykov of NAS of Belarus, Grodno, Belarus; theoretical and applied mechanics Institute of Siberian department of RAS named after S. A. Khristianovich, Novosibirsk, Russia</i> ). Coatings as based on fluorine containing surface active agents modified by silicon dioxide nanopowder.....	306
<b>Farmakovskiy B. V., Gerashchenkova E. Yu., Yurkov M. A., Deev A. A.</b> ( <i>Federal State Unitary Enterprise Central Research Institute of Structural Materials «Prometey» FSUE CRISM, St. Petersburg, Russia</i> ). Multifunctional protective coatings with high wear and corrosion stability obtained by supersonic «cold» gasdynamic spraying.....	311
<b>Heifetz M. L., Hilko D. N.</b> ( <i>SSPA «Center» NAS of Belarus, Minsk, Belarus</i> ). Influence of technological environment on the structure and properties of ferromagnetic powder coatings.....	315
<b>Chmyl A. A., Kushner L. K., Dezhkunov N. V., Bogush N. V., Kuzmar I. I.</b> ( <i>Belarusian state university of informatics and radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus</i> ). The formation of composition coatings in ultrasound impact.....	319
<b>Shevchenok A. A., Koleshko V. M., Gulay A. V., Gulay V. A.</b> ( <i>Belarusian National technical University, Minsk, Belarus; Powder metallurgy Institute, city of Minsk, Belarus</i> ). Fractal structure model for sputtering ceramic targets ZnO with alloying additives of rare earth metals	324

## Section 5

### Advanced welding technologies, materials and equipment. Improvement for normative base

<b>Astreyko L. A., Ignatovich Z. V., Oleshkevich D. A.</b> ( <i>Belarusian national technical university, Minsk, Belarus; Welding and protective coatings, Minsk, Belarus</i> ). The processes for integral combining of steel products zinc plated with diffusion and nondiffusion methods.....	332
<b>Borodavko V. I., Gaiko B. A., Krutko V. S., Nasybulin A. H., Pynkin A. M., Heifetz M. L.</b> ( <i>SSPA «Center» NAS of Belarus, Minsk, Belarus</i> ). Influence of plasma flow intensity on the structure and properties of surfaces during cutting chrome nickel powder materials.....	336
<b>Devoyno O. G., Radchenko A. A., Lapkovskiy A. S.</b> ( <i>Belarusian national technical university, Minsk, Belarus</i> ). Peculiarities in 65G steel and NI-Cu-Fe alloy laser welding process.....	342
<b>Zhiznakov S. N., Panteleenko F. I., Viktorovskiy D. I., Urbanivich N. I.</b> ( <i>Belarusian national technical university, Minsk, Belarus</i> ). Arc and ice. New way for arc welding with the melting electrode	347
<b>Krasnov S. V., Kuznetsov M. A.</b> ( <i>Yurginskiy technology institute (branch) of the National research of Tomsk polytechnical university, Urga, Russia</i> ). Ways of introducing nanostructured powders in the weld pool under various welding methods.....	349

<b>Lukashov A. S., Kuznetsov M. A.</b> ( <i>Yurginskiy technology institute (branch) of the National research of Tomsk polytechnical university, Yurga, Russia</i> ). The influence of nanostructured tungsten powder on the microstructure of built up metal.....	353
<b>Panteleyenko F. I., Pisarev V. A.</b> ( <i>Belarusian national technical university, Minsk, Belarus</i> ). Peculiarities of personnel certification on welding and quality control at nuclear facilities.....	359
<b>Pobol I. L., Urevich S. V., Azaryan N. S.</b> ( <i>Physical and technical institute of NAS of Belarus, Minsk, Belarus; Joint institute for nuclear investigations, Dubna, Russia</i> ). Investigations on creating niobic superhigh frequency resonators using electron-beam welding.....	363
<b>Tsumarev Yu. A., Ignatova E. V., Tsumarev E. N.</b> ( <i>Belarusian and Russian University, Mogilev, Belarus</i> ). Tense and deformed state of integral different intention structure T joint.....	368