

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 9-го Международного симпозиума
(Минск, 8-10 апреля 2015 г.)*

В двух частях



Часть 1

Минск
«Беларуская навука»
2015

УДК [621.762+621.791/.795](082)

ББК 34.39я43

П59

Редакционная коллегия:

генеральный директор ГНПО порошковой металлургии, чл.-кор. НАН Беларуси,
д-р техн. наук, проф. *А. Ф. Ильющенко* (главный редактор);
руководитель аппарата Президиума НАН Беларуси, акад. НАН Беларуси,
д-р техн. наук, проф. *П. А. Витязь* (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*;
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. 9-го Междунар. симп. (Минск, 8-10 апр. 2015 г.). В 2 ч. Ч. 1 / Нац. акад. наук Беларуси [и др.]; редкол.: *А. Ф. Ильющенко* (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2015. – 403 с. : ил.

ISSBN 978-985-08-1838-6.

В настоящий сборник включены доклады Международного симпозиума «Порошковая металлургия: инженерия поверхности, новые порошковые композиционные материалы. Сварка» (8–10 апреля 2015 г.), который начиная с 1999 г. в 9-й раз проводится в Минске в рамках международных выставок «Порошковая металлургия» и «Сварка». Среди авторов – ведущие ученые и специалисты Беларуси, России, Украины, Латвии и Румынии. 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 9th 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 978-985-08-1838-6 (ч. 1)

ISBN 978-985-08-1831-7

© Институт порошковой металлургии, 2015

© Оформление. РУП «Издательский дом
«Беларуская навука», 2015

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

- Акименко В.** директор ИПМ ЦНИИ Чермет 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 МиТМ ЮРГТУ, Новочеркасск, Россия
- Ильющенко А.** генеральный директор ГНПО порошковой металлургии, Минск, Беларусь
- Королев Ю.** президент НТА «Порошковая металлургия», Москва, Россия
- Косторнов А.** заведующий 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
- Фишман В.** начальник главного управления инновационной и инвестиционной деятельности Минпрома, Минск, Беларусь
- Миронов В.** профессор РТУ, Рига, Латвия
- Левашов Е.** заведующий кафедрой НИТУ «МИСиС», Москва, Россия
- Пантелеенко Ф.** первый проректор БНТУ, Минск, Беларусь
- Кулу П.** профессор ТТУ, Таллин, Эстония
- Пиларчик Я.** директор Института сварки, Варшава, Польша

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 the Ukraine named after I. N. Frantsevich, Kiev, Ukraine
- Boiko I.** President of Latvian Assotiation 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 Russian Sate Technical University, Novocherkassk, Russia
- Ilyuschenko 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.** Deputy director of PMI NAS of the Ukraine named after I. N. Frantsevich, Kiev, Ukraine
- Kulik V.** Professor of Baltic State Technical University, «Military and Mechanical» named after D. F. Ustinov, Saint Petersburg, Russia
- Kem A. Yu.** Head of chair Technology of Structure Materials of Don State Technical University, Russia
- Fishman V.** Head of Main Directorate of Innovation and Investment Activities of the Industry Ministry, Minsk, Belarus
- Levashov Y.** Head of Department of NRTU «MISA», Moscow, Russia
- Panteleenko F.** First provost of BSTU, Minsk, Belarus
- Kulu P.** Tallinn University of technology, Tallinn, Estonia
- Pilarchik J.** Director of Institute of Welding, Warshaw, Poland

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

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

Андреев М. А.	Директор ОХП ИСЗП. Минск
Астапчик С. А.	Академик НАН Беларуси, Минск
Булавицкий В. В.	Генеральный директор Выставочного общества «минск-экспо», Минск
Гордиенко А. И.	Академик НАН Беларуси, Минск
Капцевич В. М.	Заведующий кафедрой БГАТУ, Минск
Клубович В. В.	Академик НАН Беларуси, Витебск
Кулак А. И.	Заместитель директора ИОНХ НАН Беларуси, Минск
Марукович Е. И.	Директор ИТМ НАН Беларуси, Могилев
Мышкин Н. К.	Директор ИММС НАН Беларуси им. В. А. Белого, Гомель
Петюшик Е. Е.	Заместитель генерального директора ГНПО порошковой металлургии, Минск
Судник Л. В.	Директор ОХП НИИ ИП с ОП, Минск
Радченко А. А.	Заместитель директора ОХП НИКТИ СП, Минск
Реут О. П.	Директор ИПК и ПК БНТУ, Минск
Романюк Ф. А.	Проректор БНТУ, Минск
Савич В. В.	Заместитель директора ГНУ ИПМ, Минск
Свириденко А. И.	Академик НАН Беларуси, Гродно
Смирнов В. Г.	Главный научный сотрудник ОХП НИИ ИП с ОП, Минск
Хейфец М. Л.	Заместитель академика-секретаря ОФТН НАН Беларуси, Минск
Федосюк В. М.	Генеральный директор НЦП НАН Беларуси по материаловедению, Минск

NATIONAL ORGANIZATION COMMITTEE

Ilyushchenko A. Ph. – chairman
Vityaz P. A. – deputy chairman
Yarkovich A. M. – learned secretary

Andreev M. A.	Director of Separate Self-Financing Unit «Institute for Welding and Protective Coatings», Minsk
Astapchik S. A.	Academician of NAS of Belarus, Minsk
Bulavitskiy V. V.	General director of Exhibition Society «Minskexpo», Minsk
Gordienko A. I.	Director of Physical and Engineering institute of NAS of Belarus, Minsk
Kaptsevich V. M.	Head of chair, Belarusian State Agriculture University, Minsk
Klubovich V. V.	Academician of NAS of Belarus, Vitebsk
Kulak A. I.	Deputy director of Institute for General and Inorganic Chemistry of NAS of Belarus, Minsk
Marukovich E. I.	Director of Institute of Metal Technology of NAS of Belarus, Mogilev
Myshkin N. K.	Institute for Mechanics in Metal Polymer Systems named after V. A. Belogo, NAS of Belarus, Gomel
Petyushik E. E.	Deputy Director General of SRPPMA, Minsk
Sudnik L. V.	Research Institute of Impulse Processes with Pilot Plant, Minsk
Radchenko A. A.	Deputy director of SSU Research and Designing and Technological Institute of Welding and Protective Coatings, Minsk
Reut O. P.	Director for Qualification Improvement and Retraining of Staff, Belorussian National Technical University, Minsk
Romanyuk D. A.	Prorector of BNTU, Minsk
Savich V. V.	Deputy director of SSI PMI, Minsk
Sviredenok A. I.	Academician of NAS of Belarus, Grodno
Smirnov V. G.	Chief researcher of Research Institute of Impulse Processes with Pilot Plant, Minsk
Kheyvets M. L.	Deputy academician and secretary for Physical and Engineering Department of NAS of Belarus, Minsk
Phedosyuk V. M.	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

Витязь П. А., Ильющенко А. Ф., Савич В. В. (<i>Президиум НАН Беларуси; ИПМ НАН Беларуси, Минск, Беларусь</i>). Состояние и перспективы развития порошковой металлургии в России, Украине и Беларуси.....	17
---	----

Секция 1

Порошковая металлургия: материалы, технологии, оборудование

Ильющенко А. Ф., Барай С. Г., Лецко А. И., Насонова Н. В., Пухир Г. А. (<i>ГНУ ИПМ, Минск, Беларусь; БГУИР, Минск, Беларусь</i>). Синтез и свойства композиционных материалов на основе соединений титана.....	42
Азаров С. М., Азарова Т. А., Красочко П. А., Журавлева Е. С., Петюшик Е. Е., Балыдко Д. Н., Красочко П. П. (<i>ИОНХ НАН Беларуси, Минск, Беларусь; БНТУ, Минск, Беларусь; Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелецкого, Минск, Беларусь; Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины, Витебск, Беларусь; ГНПО ПМ НАН Беларуси, Минск, Беларусь</i>). Пористые алюмосиликатные материалы для стерилизующей фильтрации	53
Азаров С. М., Азарова Т. А., Петюшик Е. Е., Дробыш А. А., Балыдко Д. Н. (<i>БНТУ, Минск, Беларусь, ИОНХ НАН Беларуси, Минск, Беларусь; ГНПО ПМ НАН Беларуси, Минск, Беларусь</i>). Характеристики пористых материалов на основе крупнодисперсных порошков силикатов и алюмосиликатов.....	59
Быков Р. П., Горохов В. М., Ильющенко А. Ф. (<i>ГНУ ИПМ, Минск, Беларусь</i>). Влияние добавок карбидов кремния и бора на режимы получения и свойства порошковых низколегированных сталей.....	67
Горохов В. М., Ильющенко А. Ф., Тарусов И. Н. (<i>ГНУ ИПМ, Минск, Беларусь</i>). Применение технологии спекания, совмещенного с закалкой – эффективный путь повышения конкурентноспособности конструкционных деталей.....	72

Дорофеев В. Ю., Кочкарова Х. С. (<i>Южно-Российский государственный политехнический университет им. М. И. Платова, Новочеркасск, Россия</i>). Микролегированные горячедеформированные порошковые чугуны: получение, структура, свойства.....	76
Дорофеев Ю. Г., Бабец А. В., Бессарабов Е. Н., Дорофеев В. Ю. (<i>Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова</i>). Получение порошковых биметаллов типа «сталь – бронза» горячей штамповкой раздельно нагретых пористых заготовок материалов слоев.....	86
Дураничев В. В. (<i>ООО «Прюфтехник МТ Гмбх», Санкт-Петербург, Россия</i>). Эффективные технологии спекания для производства технической керамики.....	93
Евтухова Т. Е., Романенков В. Е., Петюшик Е. Е., Пинчук Т. И., Афанасьева Н. А. (<i>БНТУ, Минск, Беларусь; ГНПО ПМ, Минск, Беларусь</i>). Влияние интерметаллида Cu_9Al_4 на формирование наноструктуры пористого композита из механически легированного порошка $Cu-Al$	96
Иванов С. А., Еремеева Ж. В., Апостолова Е. В. (<i>Новочеркасский инженерный мелиоративный институт Донского государственного аграрного университета, г.Новочеркасск, Россия; НИТУ «МИСиС», Москва Россия</i>). Изменение химического состава порошка при получении горячештампованного железа.....	104
Ильющенко А. Ф., Кусин Р. А., Черняк И. Н., Дечко М. М., Кусин А. Р., Жегздринь Д. И., Голяков М. В. (<i>ГНПО ПМ, Минск, Беларусь; ГНУ ИПМ, Минск, Беларусь; БГАТУ, Минск, Беларусь</i>) Получение фильтрующих элементов методом спекания электрическим током.....	109
Ильющенко А. Ф., Барай С. Г., Мигаль К. В. (<i>ГНУ ИПМ, Минск, Беларусь</i>). Разработка программы инжекционного литья керамических изделий сложной формы.....	113
Кожушко В. В., Сергиенко В. П. (<i>Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого, Гомель, Беларусь</i>) Лазерная ультразвуковая диагностика микроструктуры пластически деформированных металлов.....	122
Орыщенко А. С., Кузнецов П. А., Теленков А. И., Савин В. И., Бобырь В. В. (<i>ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей», Санкт-Петербург, Россия</i>). Аддитивные технологии на базе металлических порошковых материалов.....	129
Логачева А. И., Гусаков М. С., Логачев И. А., Лукьянова Н. А., Портной В. К. (<i>ОАО «Композит», Королев, Россия</i>). Особенности механохимического синтеза высокотемпературных интерметаллидных соединений системы $Ni-Al$ с добавкой углерода.....	141
Логачева А. И., Сентюрин Ж. А., Логачев И. А. (<i>ОАО «Композит», Королев, Россия; МГУ, Москва, Россия</i>). Сферические порошки перспективных никелевых и титановых сплавов российского производства и аддитивные технологии производства изделий ответственного назначения из них.....	146

<p>Мазюк В. В., Рак А. Л., Анчевский П. С. (<i>ГНУ ИПМ, Минск, Беларусь</i>). Разработка и производство капиллярно-пористых порошковых материалов и теплообменных устройств на их основе.....</p>	152
<p>Маслюк В. А., Ситник Я. А., Баглюк Г. А., Вергелес Н. М., Бондар А. А. (<i>Институт проблем материаловедения НАН Украины, Киев, Украина</i>). Порошковые износ-коррозионностойкие материалы на основе системы Fe-Cr-C.....</p>	164
<p>Миронов В., Станкевич П., Татаринев А., Земченков В., Сергеев Д. (<i>Рижский технический университет, Рига, Латвия</i>) Прочностные и акустические свойства втулок из низколегированных материалов для рычажной тормозной системы подвижного состава.....</p>	174
<p>Нарва В.К., Еремеева Ж.В., Морошенко О.А., Михеев Г.В. (<i>Национальный исследовательский технологический университет МИСиС, Москва, Россия</i>). Влияние технологических параметров получения и термической обработки на структуру и свойства порошковых легированных сталей.....</p>	186
<p>Савелов Д. В., Маркевич А. Г., Баглюк Г. А. (<i>Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского, г. Кременчуг, Украина; Институт проблем материаловедения НАН Украины, г. Киев, Украина</i>) Усовершенствование технологии и оборудования для интенсификации процесса вибрационно-статического прессования металлических порошков.....</p>	196
<p>Свистун Л. И., Свиридова А. Н. (<i>Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия</i>). Влияние термоциклической обработки на контактную выносливость и механические свойства горячедеформированных порошковых сталей.....</p>	206
<p>Толочин А. И., Баглюк Г. А., Яковенко Р. В., Толочина А. В. (<i>Институт проблем материаловедения НАН Украины, Киев, Украина</i>) Влияние среды нагрева при термическом синтезе и горячей штамповке на структуру и свойства интерметаллида Fe₃Al.....</p>	212
<p>Шелухина А.И. (<i>ГНУ ИПМ, Минск, Беларусь</i>) Параметры поровой структуры имплантатов позвонков, получаемых прессованием губчатого порошка титана пуансоном с эластичной облицовкой.....</p>	225
<p>Шыберко В.В., Рудь В.Д., Повстяной А.Ю. (<i>ЛНТУ, Украина, Луцк</i>). Прогнозирование структурных характеристик порошковых материалов с помощью 3D моделирования.....</p>	231
<p>Яковенко Р. В., Маслюк В. А., Баглюк Г. А., Орлова Л. М., Мамонова А. А. (<i>Институт проблем материаловедения им. И.Н. Францевича, Киев, Украина</i>). Влияние добавок карбида бора на особенности структурообразования при спекании карбидостали X13M2 – 20 % Cr₃C₂.....</p>	239

Секция 2

**Новые порошковые композиционные материалы:
проблемы получения и применение**

Александров В. М., Лобачев В. А., Дроздов А. В., Барина О. Н. (ОХП «НИ ИП с ОП»). Особенности формования легкоплавких гранулированных металлов.....	250
Александров В. М., Калиниченко М. Л. (ГНПО ПМ, Минск, Беларусь; БНТУ, Минск, Беларусь) Анализ производства и использования порошков титана в технологии порошковой металлургии.....	258
Витязь П. А., Ильюшенко А. Ф., Сенють В. Т., Хейфец М. Л., Черняк И. Н., Кусин Р. А., Жегздринь Д. И., Колмаков А. Г. (Президиум НАН Беларуси, Минск, Беларусь; ГНПО ПМ, Минск, Беларусь; ГНУ ИПМ, Минск, Беларусь; ГНПО «Центр» НАН Беларуси, Минск, Беларусь; Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН, Москва, Россия) Изучение структуры композиционного материала на основе алюминия, модифицированного шунгитом, после Р,Т-обработки.....	267
Горохов В. М., Тарусов И. Н. (ГНУ ИПМ, Минск, Беларусь) Влияние термической обработки на структуру и свойства порошковых композиционных материалов системы «вольфрам (карбид вольфрама) – серебро».....	274
Довыденков В.А., Довыденкова А.В., Ярмолык М.В. (ООО «Наномет», г. Йошкар-Ола, Россия; ЗАО «Завод металлокерамических материалов «Метма», г. Йошкар-Ола, Россия; Поволжский государственный технологический университет, г.Йошкар-Ола, Россия). Получение композиционных материалов из механолегированных гранул с медным связующим.....	281
Ильюшенко А. Ф., Осипов В. А., Звонарев Е. В., Витко Ж. А. (ГНУ ИПМ, Минск, Беларусь). Реакционно-связанная керамика состава SiC-B ₄ C-Si: получение и некоторые свойства.....	289
Ильюшенко А. Ф., Дмитрович А. А., Роговой А. Н., Сарока Д. И., Криволапов П. Н. (ГНУ ИПМ, Минск, Беларусь). Исследование фрикционного материала с добавками аморфного фулереноподобного углеродного материала.....	305
Костиков В. И., Еремеева Ж. В., Лопатин В. Ю., Симонова Е. В., Капланский Ю. Ю. (НИТУ «МИСис», Кафедра ПМиФП, Москва, Россия) Механические свойства композиционных материалов на основе алюминия, упрочненных нанодобавками SiO ₂ и W... ..	313
Кулик В. И., Нилов А. С., Гаршин А. П. (БГТУ «ВОЕНМЕХ», Санкт-Петербург, Россия, СПбПУ, Санкт-Петербург, Россия). Анализ путей повышения баллистической эффективности средств защиты на основе керамики.....	318

Костиков В. И., Еремеева Ж. В., Слюта Д. А., Ниткин Н. М., Шарипзянова Г. Х. (<i>НИТУ МИСиС, Москва, Россия; Московский государственный университет машиностроения МАМИ, Москва, Россия</i>) Механические свойства композиционного материала ЭПАН упрочненного наноразмерными углеродными волокнами предназначенного для химического машиностроения.....	339
Марукович А. И., Сморгыо О. Л. (<i>ГНУ ИПМ, Минск, Беларусь</i>) Физические и физико-механические и свойства ретектурированного пеностеклоуглерода.....	345
Микуцкий В. А., Сморгыо О. Л., Ильющенко А. Ф., Stathopoulos V., Gyrakis A., Trusca I., Trusca O. D. (<i>ГНУ ИПМ, Минск, Беларусь; «Technological Educational Institute of Sterea Ellada», Greece; «Plasma Jet s.r.l», Atomistilor, Romania</i>) Применение композиционного плакированного порошка для формирования дополнительного слоя в термобарьерном покрытии.....	353
Пилиневич Л. П., Савич В. В., Беденко С. А., Толстик В. Е., Кузнечик О. О., Шелухина А. И. (<i>ГНУ ИПМ, Минск, Беларусь</i>). Разработка процесса гомогенизации, отливки и сушки целлюлозной пульпы с металлическим дисперсным наполнителем для получения высокопористого тонколистового композиционного материала.....	361
Самоделкин Е. А., Горынин И. В., Кузнецов П. А., Геращенко Е. Ю., Яковлева Н. В., Каширина А. А. (<i>ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей», Санкт-Петербург, Россия</i>). Исследование механизма высокоскоростной дезинтеграторной обработки для получения порошков на основе лент аморфных сплавов Fe-Cu-Nb-Si-B.....	371
Сергиенко В. П., Бухаров С. Н. (<i>Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси, Гомель, Беларусь</i>). Роль фрикционных материалов в возникновении вибрации и шума в тормозах машин.....	384
Сенють В. Т., Мосунов Е. И., Валькович И. В., Парницкий А. М. (<i>Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, Минск, Беларусь</i>). Влияние карбида кремния на фазовый состав сверхтвердого композита на основе микропорошков алмаза и КНБ.....	387
Шелег В. К., Бохан С. Г., Александров В. М. (<i>БНТУ, Минск, Беларусь; ГНПО ПМ, Минск, Беларусь</i>) Технологическое обеспечение качества формирования рельефа поверхности компактных подложек компактно-пористых проницаемых материалов.....	394
Якубовская С. В., Корбит А. А., Ходан Е. П. (<i>БНТУ, Минск, Беларусь</i>). Получение агломерированных композиционных порошков на основе системы VN-Ni методом химического осаждения.....	398

CONTENTS

Vityaz P. A., Ilyushchenko A. Ph., Savich V. V. (<i>Presidium of NASB; SSI «Powder Metallurgy Institute», Minsk, Belarus</i>). Status and development perspectives of powder metallurgy in Russia, Ukraine and Belarus.....	17
--	----

Section 1

Powder metallurgy: materials, technologies, equipment

Ilyushchenko A. Ph., Baray S. G., Letsko A. I., Nasonova N. V., Pukhir G. A. (<i>SSI PMI, Minsk, Belarus; BSUIR, Minsk, Belarus</i>). Synthesis and properties of composite materials based on titanium compounds.....	42
Azarov S. M., Azarova T. A., Krasochko P. A., Zhuravleva Y. S., Piatsiushyk Y. Y., Balydko D. N., Krasochko P. P. (<i>SSI «Institute of General and Inorganic Chemistry of NAS of Belarus», Minsk, Belarus; BNTU, Minsk, Belarus; «Institute of Experimental Veterinary of S.N. Vyshel'skiy», Minsk, Belarus; «Vitebsk State Academy of Veterinary of the «Honor Medal» order», Vitebsk, Belarus</i>). Porous aluminosilicate materials for sterilizing filtration.....	53
Azarov S. M., Azarova T. A., Piatsiushyk Y. Y., Drobysh A. A., Balydko D. N. (<i>Institute of General and Inorganic Chemistry of NAS of Belarus, Minsk, Belarus; SRPPMA, Minsk, Belarus; BNTU, Minsk, Belarus</i>). Characteristics of porous materials based on coarse powders of silicates and aluminosilicates.....	59
Bykov R. P., Gorokhov V. M., Ilyushchenko A. Ph. (<i>SSI PMI, Minsk, Belarus</i>). Influence of silicon carbide and boron additives on production modes and properties of powder low alloy steels.....	67
Gorokhov V. M., Ilyushchenko A. Ph., Tarusov I. N. (<i>SSI PMI, Minsk, Belarus</i>). Application of sintering technology combined with hardening: an effective way to increase the competitiveness of structural components.....	72
Dorofeyev V. Y., Kochkarova K. S. (<i>South-Russian State Polytechnical University (NPI) of M.I. Platov, Novocherkassk, Russia</i>). Micro-alloyed hot deformed powder cast irons: obtaining, structure, properties.....	76
Dorofeev Y. G., Babets A. V., Bessarabov Y. N., Dorofeev V. Y. (<i>South-Russian State Technical University (NPI) named after M. I. Platov, Novocherkassk, Russia</i>). Obtaining of powder «steel – bronze» bimetal by hot forging of separately heated porous performs of layer materials.....	86

Duranichev V. V. (<i>«Pruftechnik MT GmbH» Ltd., St. Petersburg, Russia</i>). Effective sintering technologies for the production of technical ceramics.....	93
Yautukhova T. Y., Ramanenkau V. Y., Piatsiushyk Y. Y., Pinchuk T. I., Afanasyeva N. A. (<i>BNTU, Minsk, Belarus; SRPPMA, Minsk, Belarus</i>). Influence of intermetallide Cu ₉ Al ₄ on nanostructure formation of porous composite from mechanically alloyed powder Cu-Al.....	96
Ivanov S. A., Yeremeyeva Z. V., Apostolova Y. V. (<i>Novocherkassk Engineering Meliorative Institute of Don State Agrarian University, Novocherkassk, Russia; NRTU «Moscow Institute of Steel and Alloys», Moscow, Russia</i>). Change in the chemical composition of powder in obtaining hot-forging iron.....	104
Ilyushchenko A. Ph., Kusin R. A., Charniak I. N., Dechko M. M., Kusin A. R., Zhegzdrin D. I., Golyakov M. V. (<i>SRPPMA, Minsk, Belarus; SSI PMI, Minsk, Belarus; BGATU, Minsk, Belarus</i>) Investigation of the sintering process by using electric current on filter elements based on metal fibers and grids.....	109
Ilyushchenko A. Ph., Baray S. G., Migal K. V. (<i>SSI PMI, Minsk, Belarus</i>). Development of a program for injection molding of complex shaped ceramics.....	113
Kozhushko V. V., Sergiyenko V. P. (<i>Institute of Metal-Polymer Systems Mechanics of V.A. Belyi, Gomel, Belarus</i>) Laser ultrasound diagnosis of plastically deformed metal's microstructure.....	122
Oryshchenko A. S., Kuznetsov P. A., Telenkov A. I., Savin V. I., Bobyr V. V. (<i>CRISM «Prometey», St. Petersburg, Russia</i>) Additive technologies based on metal powder materials.....	129
Logacheva A. I., Gusakov M. S., Logachev I. A., Lukyanova N. A., Portnoy V. K. (<i>JSC «Kompozit», Korolev, Russia; Faculty of Chemistry, Moscow State University of M.V. Lomonosov, Moscow, Russia</i>) Features of mechanochemical grinding of high temperature intermetallic Ni-Al compounds with the addition of carbon.....	141
Logacheva A. I., Sentyurina Z. A., Logachev I. A. (<i>JSC «Kompozit», Korolev, Russia</i>) Spherical powders of promising nickel and titanium alloys of Russian production and additive production technologies for critical applications of products.....	146
Mazyuk V. V., Rak A. L., Anchevskiy P. S. (<i>SSI PMI, Minsk, Belarus</i>) Development and production of capillary-porous powder materials and heat exchanging devices based on them.....	152
Maslyuk V. A., Sitnik Y. A., Baglyuk G. A., Vergeles N. M., Bondar A. A. (<i>Institute of Material Science Problems of NAS of Ukraine, Kiev, Ukraine</i>) Powder abrasion and corrosion resistant materials based on Fe-Cr-C system.....	164

Mironov V., Stankevich P., Tatarinov A., Zemchenkov V., Sergeev D. (<i>Riga Technical University, Riga, Latvia</i>) Strength and acoustical properties of bushings from low alloy materials for lever brake system of rolling stock.....	174
Narva V. K., Yeremeyeva Z. V., Moroshenkov O. A., Mikheyev G. V. (<i>NRTU Moscow Institute of Steel and Alloys, Moscow, Russia</i>). Influence of process obtaining parameters and thermal treatment on the structure and properties of alloyed powder steels.....	186
Savelov D. V., Markevich A. G., Baglyuk G. A. (<i>Kremenchug National University of Mikhail Ostrogradskiy, Kremenchug, Ukraine; Institute of Materials Science Problems of NAS of Ukraine, Kiev, Ukraine</i>). Improvements in technology and equipment for intensification of vibration and static pressing process of metal powders.....	196
Svistun L. I., Sviridova A. N. (<i>Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia</i>). Influence of process obtaining parameters and thermal treatment on the structure and properties of alloyed powder steels.....	206
Tolochin A. I., Baglyuk G. A., Yakovenko R. V., Tolochina A. V. (<i>Institute of Materials Science Problems of NAS of Ukraine, Kiev, Ukraine</i>). Influence of heating environment during thermal synthesis and hot stamping on the structure and properties of the Fe ₃ Al intermetallide.....	212
Shelukhina A. I. (<i>SSI PMI, Minsk, Belarus</i>). Parameters of vertebral implants' pore structure produced by pressing of spongy titanium powder with the punch with an elastic lining.....	225
Shyberko V. V., Rud V. D., Povstyanoy A. Y. (<i>LNTU, Ukraine, Lutsk</i>) Prediction of structural characteristics of powder materials using 3D modeling	231
Yakovenko R. V., Maslyuk V. A., Baglyuk G. A., Orlova L. M., Mamonova A. A. (<i>Institute of Materials Science Problems of I.N. Frantsevich, Kiev, Ukraine</i>). Influence of boron carbide additives on the features of structure formation during sintering of carbide steel H13M2 – 20% Cr ₃ C ₂	239

Section 2

New powder composite materials: problems of production and application

Aleksandrlov V. M., Lobachev V. A., Drozdov A. V., Barinova O. N. (<i>TOU «NI IP with PP», Minsk, Belarus</i>). Features of molding fusible granular metals.....	250
Aleksandrlov V. M., Kalinichenko M. L. (<i>SRPPMA, Minsk, Belarus; BNTU, Minsk, Belarus</i>). Alternative methods of fastening compact and porous materials.....	258
Vityaz P.A., Ilyushchenko A.Ph., Senyut V.T., Heifets M.L., Charniak I.N., Kusin R.A., Zhegzdrin D.I., Kolmakov A.G. (<i>Presidium of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus; SRPPMA, Minsk, Belarus; SSI PMI, Minsk, Belarus; SRPA «Center» of NAS of Belarus, Minsk, Belarus; Institute of Metallurgy and Materials Science of A.A. Baykov</i>)	

<i>of RAN, Moscow, Russia</i>) Investigation of the structure of composite material based on alumina and modified with shungite after P,T – processing.....	267
Gorokhov V. M., Tarusov I. N. (<i>SSI PMI, Minsk, Belarus</i>) Influence of thermal treatment on structure and properties of powder composite materials of «tungsten (tungsten carbide) – silver» system.....	274
Dovydenkov V. A., Dovydenkova A. V., Yarmolyk M. V. (<i>«Nanomet» Ltd., Yoshkar-Ola, Russia; ZAO «Plant of cermet materials «Metma», Yoshkar-Ola, Russia; Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, Russia</i>) Obtaining of composite materials from mechanically alloyed granules with copper binder.....	281
Ilyushchenko A. Ph., Osipov V. A., Zvonaryov Y. V., Vitko Z. A. (<i>SSI PMI, Minsk, Belarus</i>). Reaction-connected ceramics of SiC-B4C-Si composition: preparation and certain properties.....	289
Ilyushchenko A. Ph., Dmitrovich A. A., Rogovoy A. N., Saroka D. I., Krivolapov P. N. (<i>SSI PMI, Minsk, Belarus</i>). Investigation of friction material with additives of amorphous fullerene-like carbon material.....	305
Kostikov V. I., Yeremeyeva Z. V., Lopatin V. Y., Simonova Y. V., Kaplanskiy Y. Y. (<i>NRTU «Moscow Institute of Steel and Alloys», Moscow, Russia</i>). Mechanical properties of composite materials based on aluminum and strengthened by nanoadditives of SiO ₂ and W.....	313
Kulik V. I., Nilov A. S., Garshin A. P. (<i>BSTU «Voyenmekh», Saint Petersburg, Russia, SPSPU, Saint Petersburg, Russia</i>) Analysis of ways to enhance the ballistic efficiency of protection means based on ceramics.....	318
Kostikov V. I., Yeremeyeva Z. V., Sluta D. A., Nitkin N. M., Sharipzyanova G. K. (<i>NRTU «Moscow Institute of Steel and Alloys», Moscow State University of Engineering MAMI, Moscow, Russia</i>) Mechanical properties of the composite material EPAN reinforced with nanosized carbon fibers designed for chemical engineering.....	339
Marukovich A. I., Smorygo O. L. (<i>SSI PMI, Minsk, Belarus</i>). Physical and physicomechanical properties of reticulated carbon foam glass.....	345
Mikutskiy V. A., Smorygo O. L., Ilyushchenko A. Ph., Stathopoulos V., Gypakis A., Trusca I., Trusca O. D. (<i>SSI PMI, Minsk, Belarus; «Technological Educational Institute of Sterea Ellada», Greece; «Plasma Jet s.r.l», Atomistilor, Romania</i>). Application of composite clad powder to form an additional layer in thermal barrier coating.....	353
Pilinevich L. P., Savich V. V., Bedenko S. A., Tolstik V. Y., Kuznechik O. O., Shelukhina A. I. (<i>SSI PMI, Minsk, Belarus</i>). Development of the process of homogenization, casting and drying of cellulose pulp with metallic dispersed filler for obtaining highly porous composite thin sheet material.....	361
Samodelkin Y. A., Gorynin I. V., Kuznetsov P. A., Gerashchenkova Y. Y., Yakovleva N. V., Kashirina A. A. (<i>CRISM «Prometey», Saint Petersburg, Russia</i>). Investigation of the mechanism of high-speed disintegrating processing for obtaining powders based on tapes of Fe-Cu-Nb-Si-B amorphous alloys.....	371

Sergiyenko V. P., Bukharov S. N. (<i>Institute of Mechanics of Metal-Polymer Systems of V.A. Belyi of NAS of Belarus, Gomel, Belarus</i>). Role of friction materials in the occurrence of vibration and noise in machine brakes.....	384
Senyut V. T., Mosunov Y. I., Valkovich I. N., Parnitskiy A. M. (<i>Joint Institute of Mechanical Engineering of NAS of Belarus, Minsk, Belarus</i>). Influence of silicon carbide on the phase composition of superhard composite based on diamond and CBN micropowders.....	387
Sheleg V. K., Bokhan S. G., Aleksandrov V. M. (<i>BNTU, Minsk, Belarus; SRPPMA, Minsk, Belarus</i>). Technological quality security of forming surface topography of compact substrates for compact-porous permeable materials.....	394
Yakubovskaya S. V., Korbit A. A., Khodan Y. P. (<i>Branch of BNTU «Research Department», Minsk, Belarus</i>). Obtaining of agglomerated composite powders based on BN-Ni system by chemical deposition.....	398