

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ  
Государственное научно-производственное  
объединение порошковой металлургии  
Институт порошковой металлургии  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО НАУКЕ  
И ТЕХНОЛОГИЯМ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
ЕВРОПЕЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ПОРОШКОВОЙ  
МЕТАЛЛУРГИИ

ПОРИСТЫЕ ПРОНИЦАЕМЫЕ  
МАТЕРИАЛЫ: ТЕХНОЛОГИИ  
И ИЗДЕЛИЯ НА ИХ ОСНОВЕ

---

POROUS PERMEABLE  
MATERIALS: TECHNOLOGIES  
AND PRODUCTS THEREOF

*Материалы  
5-го Международного симпозиума  
(Минск 30—31 октября 2014 г.)*

Минск  
«Беларуская навука»  
2014

УДК 621.762=03-026.564.3(082)

ББК 34.39я43

П59

Редакционная коллегия:

П. А. Витязь (гл. ред.), В. Н. Анциферов, Г. А. Баглюк, В. Ю. Дорофеев,  
А. Ф. Ильющенко, В. М. Капцевич, А. Г. Косторнов, В. Ю. Лопатин,  
Ф. И. Пантелеенко, Е. Е. Петюшик, Л. П. Пилиневич, О. П. Реут,  
В. В. Савич, А. И. Свириденко

П59

**Пористые** проницаемые материалы: технологии и изделия на их основе = Porous permeable materials: technologies and products thereof : материалы 5-го Междунар. симп. (Минск, 30–31 окт. 2014 г.) / Нац. акад. наук Беларуси [и др.] : редкол. П. А. Витязь (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2014. – 362 с. : ил.

ISBN 978-985-08-1776-1

В сборнике приведены результаты оригинальных исследований структуры и свойств проницаемых материалов различной физической природы: металлов, керамики, композитов, полимеров, наноматериалов и др. Даны рекомендации по их оптимальному применению в качестве фильтров, глушителей шума, капиллярно-пористых структур, носителей катализаторов, медицинских имплантатов и др.

УДК 621.762=03-026.564.3(082)

ББК 34.39я43

5<sup>th</sup> International Symposium materials (Minsk, October 30–31, 2014) «Porous permeable materials: technologies and products thereof» have been included into the current collection. Original investigation findings regarding structure and properties for permeable different physical nature materials: metals, ceramics, composites, polymers, etc. are listed in the collection: the recommendations on their best application as filters, noise silencers, capillary and porous structures, catalyzer carriers, medical implants, etc. are highlighted.

*Ответственность за точность предоставленных материалов и разглашение закрытой информации несут авторы*

ISBN 978-985-08-1776-1

© Институт порошковой металлургии, 2014

© Оформление. РУП «Издательский дом  
«Беларуская навука», 2014

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ**

<b>Анциферов В.</b>	Академик РАН, директор НЦ ПМ, Пермь, Россия
<b>Баглюк Г.</b>	доктор технических наук, заместитель директора ИПМ НАН Украины им. И. Н. Францевича, Киев, Украина
<b>Витязь П.</b>	Академик НАН Беларуси, первый заместитель председателя Президиума НАН Беларуси, Минск, Беларусь
<b>Дорофеев В.</b>	доктор технических наук, профессор кафедры МиТМ ЮРГТУ, Новочеркасск, Россия
<b>Ильющенко А.</b>	член-корреспондент НАН Беларуси, генеральный директор ГНПО порошковой металлургии, Минск, Беларусь
<b>Капцевич В.</b>	доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология металлов» БГАТУ, Минск, Беларусь
<b>Киебак В.</b>	доктор технических наук, профессор IFAM, Дрезден, Германия
<b>Королев Ю.</b>	доктор технических наук, профессор, президент НТА «Порошковая металлургия», Москва, Россия
<b>Косторнов А.</b>	академик НАН Украины, заведующий отделением ИПМ НАН Украины им. И. Н. Францевича, Киев, Украина
<b>Кем А.</b>	доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой ТКМ ДГТУ, Ростов-на-Дону, Россия
<b>Mironovs V.</b>	профессор РТУ, Рига, Латвия
<b>Лопатин В.</b>	кандидат технических наук, доцент МГИСИС (ТУ), Москва, Россия
<b>Пантелеенко Ф.</b>	член-корреспондент НАН Беларуси, первый проректор БНТУ, Минск, Беларусь
<b>Плескачевский Ю.</b>	председатель Президиума Гомельского филиала НАН Беларуси, Гомель, Беларусь
<b>Поляков В.</b>	Доктор физико-математических наук, профессор, декан физико-технического факультета, заведующий кафедрой прикладной физики, электроники и информационной безопасности Алтайского государственного университета, Барнаул, Россия

**INTERNATIONAL  
PROGRAMME COMMITTEE**

<b>Antsiferov V.</b>	Academician RAS, Director of Scientific PM Centre, Perm, Russia
<b>Baglyuk G.</b>	Doctor in engineering, Deputy director of PMI NAS of the Ukraine named after I. N. Frantsevich, Kiev, Ukraine
<b>Vityaz P.</b>	Academician of NASB, First deputy of Presidium President of NASB, Minsk, Belarus
<b>Dorofeev V.</b>	Doctor in engineering, Professor of chair «Material science and technology of materials», South Russian State Technical University, Novocherkassk, Russia
<b>Ilyushchenko A.</b>	Associate member of NAS B, General director of SRPPMA, Minsk, Belarus
<b>Kaptsevich V.</b>	Doctor in engineering, Professor, Head of chair «Technology of metals» BSATU, Minsk, Belarus
<b>Kieback B.</b>	Doctor in engineering, Professor IFAM, Dresden, Germany
<b>Korolev Yu.</b>	Doctor in engineering, Professor, President of Science and Engineering Association «Powder metallurgy», Moscow, Russia
<b>Kostornov A.</b>	Academician of NAS of the Ukraine. Head of department of PMI of NAS of the Ukraine named after I. N. Frantsevich, Kiev, the Ukraine
<b>Kem A.</b>	Doctor in engineering, Professor, Head of chair «Technology of structure materials», Don State Technical University, Rostov upon Don, Russia
<b>Mironovs V.</b>	Professor of Rizhskiy Technical University, Riga, Latvia
<b>Lopatin V.</b>	Ph. D in engineering, Associate professor of Moscow State Institute of Steel and Alloys (TU), Moscow, Russia
<b>Panteleenko F.</b>	Associate member of the NASB, First Prorector of Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus
<b>Pleskachevskiy Yu.</b>	Associate member of NAS of Belarus, President of Presidium of Gomel branch For NAS of Belarus, Gomel, Belarus
<b>Polyakov V.</b>	Doctor of physical and Mathematical Sciences, Professor, Dean of Physics and Technology Faculty, Head of department of Applied Physics, Electronics and Information Security of Altai State University, Barnaul, Russia

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ**

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

<b>Белявин К. Е.</b>	доктор технических наук, профессор, заведующий кафедры «Машины и технологии ОМД» БНТУ, Минск, Беларусь
<b>Комякова О. В.</b>	заведующая отделением ГНУ ИПМ ГНПО ПМ НАН Беларуси, Минск, Беларусь
<b>Кравцов А. Г.</b>	доктор технических наук, заместитель Председателя Президиума Гомельского филиала НАН Беларуси, Гомель, Беларусь
<b>Кулак А. И.</b>	Доктор технических наук, профессор, заместитель директора ИОНХ НАН Беларуси, Минск, Беларусь
<b>Кусин Р. А.</b>	кандидат технических наук, заместитель директора НИИ ИПМ ГНПО ПМ НАН Беларуси, Минск, Беларусь
<b>Мазюк В. В.</b>	кандидат технических наук, заведующий НИЛ ГНУ ИПМ ГНПО ПМ НАН Беларуси, Минск, Беларусь
<b>Мышкин Н. К.</b>	академик НАН Беларуси, директор ИММС НАН Беларуси им. В. А. Белого, Гомель, Беларусь
<b>Петюшик Е. Е.</b>	доктор технических наук, профессор, заместитель генерального директора ГНПО ПМ НАН Беларуси, Минск, Беларусь
<b>Пилиневич Л. П.</b>	доктор технических наук, профессор БГУИР, Минск, Беларусь
<b>Рак А. Л.</b>	кандидат технических наук, заместитель генерального директора ГНПО ПМ НАН Беларуси, Минск, Беларусь
<b>Реут О. П.</b>	доктор технических наук, профессор, директор ИПК и ПК БНТУ, Минск, Беларусь
<b>Савич В. В.</b>	кандидат технических наук, заместитель директора ГНУ ИПМ, Минск, Беларусь
<b>Свириденко А. И.</b>	академик НАН Беларуси, Гродно, Беларусь
<b>Сморыго О. Л.</b>	кандидат технических наук, заведующий НИЛ ГНУ ИПМ ГНПО ПМ НАН Беларуси, Минск, Беларусь
<b>Хейфец М. Л.</b>	доктор технических наук, профессор, заместитель академика секретаря ОФТН НАН Беларуси, Минск, Беларусь
<b>Чернышев Л. И.</b>	кандидат технических наук заведующий НИЛ ИПМ им. И. Н. Францевича НАН Украины, Киев, Украина
<b>Шелег В. К.</b>	доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой БНТУ, Минск, Беларусь

**NATIONAL  
ORGANIZATION COMMITTEE**

**Vityaz P. A.** – president  
**Ilyushchenko A. Ph.** – Vice President  
**Yarkovich A. M.** – Learned Secretary

<b>Belyavin K. E.</b>	Doctor in engineering, Professor, Head of Department «Machinery and Technology OMD» BSTU, Minsk, Belarus
<b>Komyakova O. V.</b>	Head of Department, SSI PMI SRPPMA, NAS of Belarus, Minsk, Belarus
<b>Kravtsov A. G.</b>	Doctor in engineering, Vice President of the Presidium of Gomel branch of NAS of Belarus, Gomel, Belarus
<b>Kulak A. I.</b>	Doctor in engineering, Professor, Deputy director of Institute of general and inorganic chemistry NAS of Belarus, Minsk, Belarus
<b>Kusin R. A.</b>	Ph. D., Deputy director of Research Institute of impulse processes of PMI of SRPPMA of NAS of Belarus, Minsk, Belarus
<b>Mazyuk V. V.</b>	Ph. D., Head of research laboratory of SSI PMI SRPPMA NAS of Belarus, Minsk, Belarus
<b>Myshkin N. K.</b>	Academician of NAS of Belarus, Director of mechanics of metal polymer systems Institute of NAS named after V. A. Belogo, Gomel, Belarus
<b>Petyushik E. E.</b>	Doctor in engineering, Professor, Deputy general director of SRPPMA, Minsk, Belarus
<b>Pilinevich L. P.</b>	Doctor in engineering, Professor of Belarusian State University of Informatics and radioelectronics, Minsk, Belarus
<b>Rak A. L.</b>	Ph. D, Deputy general director SRPPMA, NAS of Belarus, Minsk, Belarus
<b>Reut O. P.</b>	Doctor in engineering, Professor, Director of qualification improvement and retraining of staff, BNTU, Minsk, Belarus
<b>Savich V. V.</b>	Ph. D., Deputy director of SSI PMI, Minsk, Belarus
<b>Sviredenok A. I.</b>	Academician of NAS of Belarus, Grodno, Belarus
<b>Smorygo O. L.</b>	Ph. D in engineering, Head of research laboratory of SSI PMI of SRPPMA of NAS of Belarus, Minsk, Belarus
<b>Kheyvets M. L.</b>	Doctor in engineering, Professor, Deputy academician and secretary of physical and engineering sciences' department, NAS of Belarus, Minsk, Belarus
<b>Chernyshev L. I.</b>	Ph. D. in engineering, Head of research laboratory of SSI PMI of SRPPMA of NAS of Belarus, Minsk, Belarus
<b>Sheleg V. K.</b>	Doctor in engineering, Professor, Head of Belarusian National Technical University chair, Minsk, Belarus

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Ильющенко А. Ф.</b> ( <i>Государственное научно-производственное объединение порошковой металлургии, Минск, Беларусь</i> ) Пористые порошковые материалы: новые разработки, задачи и перспективы.....	8
--	---

### Секция 1

#### **Пористые порошковые материалы: теоретические и экспериментальные исследования процессов их получения**

<b>Азаров С. М., Азарова Т. А., Петюшик Е. Е., Иванец А. И., Воронец Е. А., Балыдко Д. Н.</b> ( <i>Белолусский национальный технический университет, Минск, Беларусь; Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси, Минск, Беларусь; Государственное научно-производственное объединение порошковой металлургии, Минск, Беларусь</i> ) Оценка эффективности очистки воды от механических и коллоидных примесей пористыми материалами различной природы.....	33
<b>Азарова Т. А., Азаров С. М., Петюшик Е. Е., Балыдко Д. Н., Прохоров О. А., Сычева О. В.</b> ( <i>Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси, Минск, Беларусь; Государственное научно-производственное объединение порошковой металлургии, Минск, Беларусь; Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь</i> ) Особенности формирования ультрафильтрационных мембранных слоев на пористых алюмосиликатных подложках спеканием в окислительной атмосфере.....	36
<b>Дорофеев В. Ю., Дорофеев Ю. Г., Бабец А. В.</b> ( <i>Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова, Новочеркасск, Россия</i> ) Влияние пор и дефектов на свойства горячедеформированных порошковых материалов.....	42
<b>Азарова Т. А., Азаров С. М., Петюшик Е. Е., Дробыш А. А.</b> ( <i>Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь; Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси, Минск, Беларусь; Государственное научно – производственное объединение порошковой металлургии, Минск, Беларусь</i> ) Оценка возможности формирования высокопроницаемых.....	50
<b>Ильющенко А. Ф., Кусин Р. А., Черняк И. Н., Кусин А. Р., Жегздринь Д. И., Дечко М. М., Голяков М. В.</b> ( <i>Государственное научно-производственное объединение порошковой металлургии, Минск, Беларусь; Государственное научное учреждение «Институт</i>	

<i>порошковой металлургии», Минск, Беларусь; Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Беларусь)</i> Исследование процесса спекания порошковых пористых элементов на основе бронзы	53
<b>Леонов А.Н., Корнеева В. К., Капцевич В. М.</b> ( <i>Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Беларусь</i> ) Пористые порошковые фильтры с объёмным (глубинным) механизмом фильтрования.....	56
<b>Павлюкевич Ю. Г., Гундилович Н. Н., Деревяго М. В.</b> ( <i>Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь</i> ) Использование гиббсида в составах керамических масс для производства высокоглиноземистых проницаемых материалов.....	66
<b>Рожкова Н. Н., Рожков С. С., Емельянова Г. И., Горленко Л. Е., Лунин В. В.</b> ( <i>Институт геологии КарНЦ РАН, Петрозаводск, Россия</i> ) Структурная организация и пористость углерода на основе шугнитового графена.....	74
<b>Савич В. В., Шелухина А. И., Маркова Л. В., Фомихина И. В., Макаренко М. В., Беззубик С. Д.</b> ( <i>Государственное научное учреждение «Институт порошковой металлургии» НАН Беларуси; Государственное научное учреждение «Институт биоорганической химии» НАН Беларуси; ГУ «РНПЦ неврологии и нейрохирургии» МЗ РБ Минск, Беларусь</i> ) Особенности исследования микро- и макропористой структуры пористых имплантатов из порошков титана.....	78
<b>Ульянова Т. М., Крутько Н. П., Овсеенко Л. В., Титова Л. В., Медиченко С. В.</b> ( <i>Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси, Минск, Беларусь</i> ) Пористые керамические композиты на основе природных минералов и наноструктурных добавок оксида алюминия.....	91
<b>Шелухина А. И.</b> ( <i>Государственное научное учреждение «Институт порошковой металлургии», Минск, Беларусь,</i> ) Анизотропная поровая структура имплантатов из губчатого порошка титана: моделирование и эксперимент.....	104
<b>Левашов Е. А., Шуменко В. Н., Шуменко В. В.</b> ( <i>ФГОУ ВПО Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Москва, Россия; Российский союз автостраховщиков, Москва, Россия</i> ) Способ пропитки пористого вольфрамового каркаса...	116
<b>Левашов Е. А., Шуменко В. Н., Шуменко В. В.</b> ( <i>ФГОУ ВПО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Москва, Россия; Российский союз автостраховщиков, Москва, Россия</i> ) Способ получения пористого вольфрамового каркаса..	120
<b>Бондаренко В. П., Андреев И. В., Тарасенко Л. Г.</b> ( <i>Институт сверхтвёрдых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины, Киев, Украина</i> ) Активированное спекание особокрупнозернистых порошков вольфрама.....	125
<b>Колмаков А. Г., Витязь П. А., Ильющенко А. Ф., Соболев С. Ф., Хейфец М. Л.</b> ( <i>Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН, Москва, Россия, ГНПО Порошковой металлургии НАН Беларуси, Минск, Беларусь, СЗАО «БелМетКомпозит», Минск, Беларусь, ГНПО «Центр» НАН Беларуси, Минск, Беларусь</i> ) Сравнительный анализ структурообразования при термических и деформационных воздействиях	129



Секция 2

**Проницаемые материалы: свойства,  
технологии получения**

- Андрушевич А. А., Калиниченко В. А.** (*Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Беларусь; Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь*) Перспективы применения и особенности получения проницаемых пористых литых материалов..... 138
- Ильющенко А. Ф., Кусин Р. А., Черняк И. Н., Жегздринь Д. И., Дечко М. М., Манойло Е. Д., Голяков М. В., Кусин А. Р.** (*Государственное научное учреждение «Институт порошковой металлургии», Минск, Беларусь; Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Беларусь; ОХП «Институт сварки и защитных покрытий» Государственного научного учреждения «Институт порошковой металлургии», Минск, Беларусь*) Исследование свойств и перспективы использования распыленных порошков на основе алюминия..... 147
- Кравцевич А. В., Свириденко А. И.** (*Гродненский филиал Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси», Минск, Беларусь*) Барьерные свойства полимерных пленок, наполненных углеродными и силикатными высокодисперсными наполнителями ..... 152
- Красный Б. Л., Тарасовский В. П., Красный А. Б., Васин А. А., Рыбальченко В. В.** (*ЗАО «НТЦ «Бакор», Москва, Щербинка, Россия; Московский государственный индустриальный университет, Москва, Россия*) Количественный анализ структуры порового пространства пористой проницаемой керамики с мембранным покрытием..... 156
- Лопатин В. Ю., Симонова Е. В., Логинов П. А., Крылов А. И.** (*Национальный исследовательский технологический университет МИСиС, Москва, Россия*) Пористые проницаемые материалы на основе полых стеклянных микросфер и модель их консолидации ..... 163
- Беденко С. А., Пилиневич Л. П., Толстик В. Е., Тумилович М. В., Шеко Г. А.** (*Институт порошковой металлургии, Минск, Беларусь; Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь*) Получение пористых вакуумных вставок планшайб методом фильтрационного горения для оборудования электронного машиностроения..... 173
- Мазной А. С., Кирдяшкин А. И., Габбасов Р. М.** (*Томский научный центр СО РАН, Томск, Россия*) Синтез пористой силановой керамики посредством фильтрационного горения пористых реакционных преформ в токе азота..... 182
- Мухуров Н. И., Гасенкова И. В.** (*Институт физики НАН Беларуси, Минск, Беларусь*) Формирование и модифицирование пористых подложек из анодного оксида алюминия..... 189

<b>Плиско Т. В., Бильдюкевич А. В., Браницкий Г.А.</b> (Институт физико-органической химии НАН Беларуси, Минск, Беларусь; НИИ физико-химических проблем БГУ, Минск, Беларусь) Капиллярные органо-минеральные мембраны на основе полисульфона..	202
<b>Александров В. М., Лобачев В. А., Дроздов А. В.</b> (Обособленное хозрасчётное структурное подразделение «Научно-исследовательский институт импульсных процессов с опытным производством», Минск, Беларусь) Эффективные фильтроэлементы для очистки жидких и газовых сред .....	214
<b>Бородавко В. И., Витязь П. А., Гайко В. А., Насыбулин А. Х., Пынькин А. М., Хейфец М. Л.</b> (ГНПО «Центр» НАН Беларуси, Минск, Беларусь) Послойное макетирование и производство изделий из материалов с регулируемой пористостью.....	219

### Секция 3

#### Эффективные области использования пористых материалов

<b>Голодок Р. П., Микуцкий В. А., Сморгыо О. Л.</b> (Государственное научное учреждение «Институт порошковой металлургии», НАН Беларуси, Минск, Беларусь) Удаление ионов никеля из низкоконцентрированных растворов электрохимическим осаждением на пористые проточные электроды.....	230
<b>Ильющенко А. Ф., Тимошин В.В., Якимович Н. Н., Кусин Р. А., Черняк И. Н., Жегздринь Д. И.</b> (Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Беларусь, Государственное научное учреждение «Институт физико-органической химии НАН Беларуси», Минск, Беларусь, Государственное научное учреждение «Институт порошковой металлургии», Минск, Беларусь, ООО «Фирма «Ремона», Могилев, Беларусь) Применение порошковых диспергаторов для озонирования воды в установках замкнутого водоснабжения.....	236
<b>Калиниченко В. А., Андрушевич А. А.</b> (Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь; Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Беларусь) Эффективные области использования пористых литых материалов на основе алюминия.....	239
<b>Кравцов А. Г., Плескачевский Ю. М., Зотов С. В., Зубарева А. В.</b> (Гомельский филиал НАН Беларуси, Гомель, Беларусь; Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси, Гомель, Беларусь; Институт радиобиологии НАН Беларуси, Гомель, Беларусь) Перспективные волокнисто-пористые системы для целей радиоэкологии.....	248

<b>Мазалов Ю. А., Судник Л. В., Витязь П. А.</b> ( <i>ГНУ ГОСНИТИ Россельхозакадемии, Москва, Россия; ОХП «Научно-исследовательский институт импульсных процессов с опытным производством» Государственное научное учреждение «Институт порошковой металлургии», Минск, Беларусь; Президиум Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь</i> ) Эффективность использования пористой керамики для нейтрализаторов отработавших газов дизельных двигателей.....	255
<b>Мазной А. С., Кирдяшкин А. И., Гушин А. Н., Минаев С. С.</b> ( <i>Томский научный центр СО РАН, Томск, Россия; Томский политехнический университет, Томск, Россия</i> ) Синтезированные методом СВС пористые Ni-Al материалы для радиационных горелок....	267
<b>Мазной А. С., Кирдяшкин А. И., Китлер В. Д., Гушин А. Н., Соловьев А. А.</b> ( <i>Томский научный центр СО РАН, Томск, Россия; ТПУ, Томск, Россия</i> ) Разработка пористых Ni-Al материалов для твердооксидных топливных элементов на несущей металлической основе.....	277
<b>Мазюк В. В., Анчевский П. С., Антух А. А.</b> ( <i>Государственное научное учреждение «Институт порошковой металлургии», Минск, Беларусь</i> ) Лифобные капиллярно-пористые порошковые материалы для интенсификации процесса конденсации в тепловых трубах.....	283

#### Секция 4

#### Новые пористые и проницаемые материалы, оборудование и процессы с их применением

<b>Миронов В., Пундиене И., Татаринов А., Барониньш Я.</b> ( <i>Рижский Технический Университет, Рига, Латвия. Вильнюсский Технический Университет, Вильнюс, Литва</i> ) Исследование порового пространства в металлоцементных композитах.....	292
<b>Марукович А. И., Сморгыо О. Л., Прохоров О. А.</b> ( <i>Государственное научное учреждение «Институт порошковой металлургии» НАН Беларуси, Минск, Беларусь</i> ) Получение пеностеклоуглерода дублированием структуры пенополиуретана бакелитовой смолой.....	303
<b>Петюшик Е. Е., Тихов С. Ф., Клевченя Д. И., Романенков В. Е., Евтухова Т. Е., Пинчук Т. И.</b> ( <i>ГНПО порошковой металлургии НАН Беларуси, Минск, Беларусь; Институт катализа им Г.К. Борескова СО РАН, Новосибирск, Россия; Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь</i> ) Синтез проницаемых композиционных материалов методом гидратационного твердения механохимически активированных порошков Cu-Al.....	310
<b>Пикуцкая Е. С., Любимов А. Г., Бильдюкевич А. В.</b> ( <i>Институт физико-органической химии НАН Беларуси, Минск, Беларусь; Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь</i> ) Получение мембран для нанофильтрации методом межфазной пликонденсации: влияние добавок солей и диметилсульфоксида.....	319

<b>Пилиневич Л. П., Савич В. В., Беденко С. А., Толстик В. Е., Кузнечик О. О.</b> ( <i>Государственное научное учреждение «Институт порошковой металлургии» НАН Беларуси, Минск, Беларусь</i> ) Исследование возможности получения тонколистовых пористых материалов с использованием технологии целлюлозно-бумажного производства	325
<b>Сенють В. Т., Маркова Л. В., Гамзелева Т. В.</b> ( <i>Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, Минск, Беларусь; Институт порошковой металлургии НАН Беларуси, Минск, Беларусь</i> ) Структурные особенности пористого наноматериала на основе BN, модифицированного тугоплавкими соединениями.....	332
<b>Тумилович М. В., Галкин А. Е., Пилиневич Л. П., Беденко С. А.</b> ( <i>Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь; ЗАО «Минскэкспо», Минск, Беларусь; Институт порошковой металлургии НАН Беларуси</i> ) Влияние электрического поля на коагуляцию дисперсных частиц в высокопористых материалах.....	338
<b>Шелег В. К., Бохан С. Г., Александров В. М.</b> ( <i>Белорусский национальный технический университет; Государственное научно-производственное объединение порошковой металлургии, Минск, Беларусь</i> ) Технологическое обеспечение качества формирования рельефа поверхности компактных подложек компактно-пористых проницаемых материалов.....	347

## CONTENTS

<b>Ilyushchenko A. Ph.</b> ( <i>State Research and Production Powder Metallurgy Association, Minsk, Belarus</i> ) Porous powder materials: new developments, objectives and perspectives.....	8
---	---

### Section 1

#### **Porous powder materials: theoretical and experimental investigation of their obtaining processes**

<b>Azarov S. M., Azarova T. A., Piatsiushik Y. Y., Ivanets A. I., Voronets Y. A., Balydko D. N.</b> ( <i>Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus; Institute of General and Inorganic Chemistry of NAS of Belarus, Minsk, Belarus; State Research and Production Powder Metallurgy Association, Minsk, Belarus</i> ) Assessment of the effectiveness of water treatment from mechanical and colloidal impurities by porous materials of different nature.....	33
<b>Azarova T. A., Azarov S. M., Piatsiushik Y. Y., Balydko D. N., Prokhorov O. A., Sycheva O.V.</b> ( <i>Institute of General and Inorganic Chemistry of NAS of Belarus, Minsk, Belarus; State Research and Production Powder Metallurgy Association, Minsk, Belarus; Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus</i> ) Features of forming ultrafiltration membrane layers on aluminosilicate porous substrates by sintering in an oxidizing atmosphere.....	36
<b>Dorofeyev V. Y., Babets A. V., Dorofeyev Y. G.</b> ( <i>South-Russian State Polytechnic University (SRSPU) named after Mikhail Platov, Novocherkassk, Russia</i> ) Influence of pores and defects on the properties of heat-deformed powder materials.....	42
<b>Azarov S. M., Azarova T. A., Piatsiushik Y. Y., Drobysh A. A.</b> ( <i>Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus; Institute of General and Inorganic Chemistry of NAS of Belarus, Minsk, Belarus; State Research and Production Powder Metallurgy Association, Minsk, Belarus</i> ) Assessment of possibility of forming highly permeable porous structures based on aluminosilicates.....	50
<b>Ilyushchenko A. Ph., Kusun R. A., Chernyak I. N., Kusun A. R., Zhegzdrin D. I., Dechko M. M., Golyakov M. V.</b> Investigation of the sintering process of powder elements based on bronze.....	53
<b>Leonov A. N., Korneyeva V. K., Kaptsevich V. M.</b> ( <i>Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Belarus</i> ) Porous powder filters with volumetric (depth) filtration mechanism.....	56
<b>Pavlyukevich Y. G., Gundilovich N. N., Derevyago M. V.</b> ( <i>Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus</i> ) Use of gibbsite in ceramic materials compositions for the production of high-alumina permeable materials.....	66

<b>Rozhkova N. N., Rozhkov S. S., Emelyanova G. I., Gorlenko L. Y., Lunin V. V.</b> ( <i>IG KRC of RAS, Petrozavodsk, Russia</i> ) Structural organization and porosity of carbon based on schungite graphene.....	74
<b>Savich V. V., Shelukhina A. I., Markova L. V., Makarenko M. V., Fomikhina I.V., Bezzubik S. D.</b> ( <i>State Scientific Institution «Powder Metallurgy Institute» NAS of Belarus; State Scientific Institution «Institute of Bioorganic Chemistry» NAS of Belarus; PI «Centre of Neurology and Neurosurgery» MH RB</i> ) Features of investigation of micro- and macro-pore structure of porous implants from titanium powders.....	78
<b>Ulyanova T. M., Krutko N. P., Ovseyenko L. V., Titova L. V., Medichenko S. V.</b> ( <i>Institute of General and Inorganic Chemistry of NAS of Belarus, Minsk, Belarus</i> ) Porous ceramic composites based on natural minerals and nanostructured alumina additives.....	91
<b>Shelukhina A. I.</b> ( <i>State Scientific Institution «Powder Metallurgy Institute», Minsk, Belarus</i> ) Anisotropic pore structure of implants made of sponge titanium powder: modeling and experiment.....	104
<b>Levashov Y. A., Shumenko V. N., Shumenko V. V.</b> ( <i>FSEI HPE “National Research Technological University «MISA””, Moscow, Russia; The Russian Union of Auto Insurers, Moscow, Russia</i> ) Method of impregnating a porous tungsten skeleton.....	116
<b>Levashov Y. A., Shumenko V. N., Shumenko V. V.</b> ( <i>FSEI HPE “National Research Technological University «MISA””, Moscow, Russia; The Russian Union of Auto Insurers, Moscow, Russia</i> ) Method for producing a porous tungsten skeleton.....	120
<b>Bondarenko V. P., Adreyev I. V., Tarasenko L. G.</b> ( <i>Institute of Superhard Materials named after V. N. Bakul, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine</i> ) Activated sintering of particularly coarse powders of tungsten.....	125
<b>Kolmakov A. G., Vityaz P. A., Ilyushchenko A. F., Sobol S. F., Heifets M. L.</b> ( <i>Institute Metallurgy and Materials Science named after A.A. Baikov RAS, Moscow, Russia, SRP Powder Metallurgy Association of NAS of Belarus, Minsk, Belarus, CJSC «BelMetKompozit», Minsk, Belarus, SRPA «Center» of NAS of Belarus</i> ) Comparative analysis of structure formation during thermal and deformation influences.....	129

## Section 2

### Permeable materials: properties, production technology

<b>Andrushevich A. A., Kalinichenko V. A.</b> ( <i>Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Belarus; Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus</i> ) Prospects for application and features of obtaining permeable porous cast materials.....	138
<b>Ilyushchenko A. Ph., Kusun R. A., Chernyak I. N., Zhegzrin D. I., Dechko M. M., Manoylo Y. D., Golyakov M. V., Kusun A. R.</b> ( <i>State Scientific Institution «Powder Metallurgy Institute», Minsk, Belarus; Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Belarus; ISFU «Institute of Welding and Protective Coatings» of State Scientific Institution «Powder Metallurgy Institute», Minsk, Belarus;</i> ) Investigation of properties and prospects of using spray powders based on aluminum.....	147

<b>Kravtsevich A. V., Sviridenok A. I.</b> ( <i>Grodno branch of the Research Center of Resources Saving Problems of SSI « Institute of Heat and Mass Transfer named after A.V. Lykov of NAS of Belarus»</i> ) Barrier properties of polymer films filled with carbon and silicate superfine fillers...	152
<b>Krasniy B. L., Tarasovskiy V. P., Krasniy A. B., Vasin A. A., Rybalchenko V. V.</b> ( <i>JSC «NTC «Bakor», Moscow, Scherbinka, Russia; Moscow State Industrial University, Moscow, Russia</i> ) Quantitative analysis of pore space structure of porous permeable ceramics with membrane coating.....	156
<b>Lopatin V. Y., Simonova Y. V., Loginov P. A., Krylov A. I.</b> ( <i>NITU MISA, Moscow, Russia</i> ) Porous permeable materials based on hollow glass microspheres and model of their consolidation.....	163
<b>Bedenko S. A., Pilinevich L. P., Tolstik V. Y., Tumilovich M. V., Sheko G. A.</b> ( <i>Powder Metallurgy Institute, Minsk, Belarus; Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus</i> ) Obtaining porous vacuum chuck inserts by filtration combustion for electronic engineering equipment..	173
<b>Maznoy A. S., Kirdyashkin A. I., Gabbasov R. M.</b> ( <i>Tomsk Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia</i> ) Synthesis of porous sialon ceramics by filtration combustion of porous reaction preforms in a nitrogen flow.....	182
<b>Mukhurov N. I., Gasenkova I. V.</b> ( <i>Institute of Physics, National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus</i> ) Formation and modification of porous substrates from anodic alumina.....	189
<b>Plisko T. V., Bilyukevich A. V., Branitskiy G.A.</b> ( <i>Institute of Physical Organic Chemistry, National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus; Institute of Physical and Chemical Problems, BSU, Minsk, Belarus</i> ) Capillary organo-mineral membranes based on polysulfone.....	202
<b>Aleksandrov V. M., Lobachev V. A., Drozdov A. V.</b> ( <i>Separate self-supporting structural unit «Research Institute of Pulse Processes with Pilot Plant», Minsk, Belarus</i> ) Effective filtering elements for treatment of liquid and gaseous media.....	214
<b>Borodavko V. I., Vityaz P. A., Gayko V. A., Nasybulin A. K., Pynkin A. M., Heifets M. L.</b> ( <i>SRPPMA, Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus</i> ) Layerwise layout design and manufacturing products of materials with controlled porosity.....	219

### Section 3

#### Effective fields of application of porous materials

<b>Golodok R. P., Mikutskiy V. A., Smorygo O. L.</b> ( <i>State Scientific Institution «Powder Metallurgy Institute», National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus</i> ) Removing nickel ions from dilute solutions by electrochemical deposition onto porous flow-through electrodes.....	230
---	-----

<b>Ilyushchenko A. Ph., Timoshin V. V., Yakimovich N. N., Kusin R. A., Chernyak I. N., Zhegzdrin D. I.</b> ( <i>Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Belarus, State Scientific Institution «Institute of Physical Organic Chemistry, National Academy of Sciences of Belarus», Minsk, Belarus, State Scientific Institution «Powder Metallurgy Institute», National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus, «Company «Remona» Ltd., Mogilev, Belarus</i> ) Application of powder dispersants for water ozonation in recirculating water supply devices.....	236
<b>Kalinichenko V. A., Andrushevich A. A.</b> ( <i>Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus; Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Belarus</i> ) Effective fields of use of porous cast aluminum-based materials.....	239
<b>Kravtsov A. G., Pleskachevskiy Y. M., Zotov S. V., Zubareva A. V.</b> ( <i>Gomel branch of the National Academy of Sciences of Belarus, Gomel, Belarus; Institute of Mechanics of Metal-Polymer Systems named after Beliy, NAS of Belarus, Gomel, Belarus; Institute of Radiobiology, National Academy of Sciences of Belarus, Gomel, Belarus</i> ) Prospective fibrous-porous systems for the purposes of radioecology.....	248
<b>Mazalov Y. A., Sudnik L. V., Vityaz P. A.</b> ( <i>SSI GOSNITI RAAS, Moscow, Russia; Separate self-supporting structural unit «Research Institute of Pulse Processes with Pilot Plant», Minsk, Belarus; State Scientific Institution «Powder Metallurgy Institute», National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus; Presidium of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus</i> ) Efficiency of the use of porous ceramics for diesel exhaust neutralizers.....	255
<b>Maznoy A. S., Kirdyashkin A. I., Gushchin A. N., Minayev S. S.</b> ( <i>Tomsk Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia; Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia</i> ) Porous Ni-Al materials synthesized by SHS for radiation burners.....	267
<b>Maznoy A. S., Kirdyashkin A. I., Kitler V. D., Gushchin A. N., Solovyov A. A.</b> ( <i>Tomsk Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia; Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia</i> ) Development of porous Ni-Al material for solid oxide fuel elements on a carrier metal base.....	277
<b>Mazyuk V. V., Anchevskiy P. S., Antukh A. A.</b> Lyophobic capillary-porous powder materials for the intensification of condensation process in heat pipes.....	283

#### Section 4

#### New porous and permeable materials, equipment and processes with their use

<b>Mironov V., Pundiene I., Tatarinov A. , Baroninsh Y.</b> ( <i>Riga Technical University, Riga, Latvia. Vilnius Gediminas Technical University, Vilnius, Lithuania</i> ) Investigation of pore space in metal-cement composites...	292
--	-----



<b>Marukovich A. I., Smorygo O. L., Prokhorov O. A.</b> ( <i>State Scientific Institution «Powder Metallurgy Institute», National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus</i> ) Obtaining glassy carbon foam by duplicating the structure of polyurethane with bakelite resin.....	303
<b>Piatsiushik Y. Y., Tikhov S. F., Klevchenya D. I., Romanenkov V. Y., Yeutukhova T. Y., Pinchuk T. I.</b> ( <i>SRP Powder Metallurgy Association, National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus; Borekov Institute of Catalysis SB RAS, Novosibirsk, Russia; Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus</i> ) Synthesis of permeable composite materials by hydration hardening of mechanically activated powders of Cu-Al.....	310
<b>Pikutskaya Y. S., Lyubomiv A. G., Bildukevich A. V.</b> ( <i>Institute of Physical Organic Chemistry, National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus; Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus</i> ) Obtaining membranes for nanofiltration by interfacial polycondensation: the effect of salt additives and dimethyl sulfoxide.....	319
<b>Pilinevich L. P., Savich V. V., Bedenko S. A., Tolstik V. Y., Kuznechik O. O.</b> ( <i>State Scientific Institution «Powder Metallurgy Institute», National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus</i> ) Investigation of the possibility of obtaining thin sheet porous materials using the technology of pulp and paper production.....	325
<b>Senyut V. T., Markova L. V., Gamzeleva T. V.</b> ( <i>Joint Institute of Mechanical Engineering of the NAS of Belarus, Minsk, Belarus; Powder Metallurgy Institute of NAS of Belarus, Minsk, Belarus</i> ) Structural features of porous nanomaterial based on BN modified by refractory compounds.....	332
<b>Tumilovich M. V., Galkin A. Y., Pilinevich L. P., Bedenko S. A.</b> ( <i>Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus; JSC «Minskexpo», Minsk, Belarus; Powder Metallurgy Institute of NAS of Belarus</i> ) Effect of electric field on the mudding of dispersed particles in highly porous materials.....	338
<b>Sheleg V.K., Bokhan S.G., Aleksandrov V.M.</b> ( <i>Belarusian National Technical University; State Research and Production Powder Metallurgy Association, Minsk, Belarus</i> ) Technological quality assurance of relief formation of compact substrate surfaces of compact-porous permeable materials.....	347