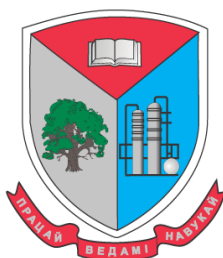


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»



## **ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА**

**Материалы докладов  
86-й научно-технической  
конференции профессорско-преподавательского  
состава, научных сотрудников и аспирантов**

**31 января – 12 февраля 2022 года**

Минск 2022

УДК 66:005.745(06)

ББК 35я43

X 46

**Химическая технология и техника** : материалы 86-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 31 января – 12 февраля 2022 г. [Электронный ресурс] / БГТУ. – отв. за издание И. В. Войтов; УО «БГТУ». – Минск : 2022. – 373 с. ISBN 978-985-530-987-2.

Сборник составлен по материалам докладов научно-технической конференции сотрудников Белорусского государственного технологического университета, в которых отражены новые успехи и достижения в таких областях исследований, как охрана окружающей среды, разработка способов утилизации различных отходов, использование осадков сточных вод гальванических производств ведущих предприятий Беларуси, получение новых керамических материалов и создание высокоэкономичных источников общего освещения на основе светодиодов, нетрадиционные методы получения некоторых твердых растворов и изучение их физико-химических свойств, принципы синтеза роботизированного комплекса для процессов термической обработки металла и многое другое. Сборник предназначен для работников различных отраслей народного хозяйства, научных сотрудников, специализирующихся в соответствующих областях знаний, аспирантов и студентов ВУЗов.

Рецензенты:

Климош Ю.А., декан факультета ХТиТ, канд. техн. наук;  
Левицкий И.А., проф. кафедры ТСиК, д-р техн. наук;  
Вайтехович П.Е., проф. кафедры МиАХиСП, д-р техн. наук;  
Черник А.А., зав. кафедрой ХТЭХПиМЭТ, канд. хим. наук;  
Шибека Л.А, доц. кафедры ПЭ, канд. хим. наук;  
Карпович Д.С., зав. кафедрой АППиЭ, канд. техн. наук;  
Гвоздева Н.А., доц. кафедры Х, ТЭХПиМЭТ, канд. техн. наук

Главный редактор      Войтов И.В., ректор, д-р техн. наук, профессор

ISBN 978-985-530-987-2

© УО «Белорусский государственный  
технологический университет», 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Терещенко И.М., Войтов И.В., Шетько С.В.</i> Отсевы дробления гранитоидных пород Микашевичского месторождения как сырье для производства минерального волокна.....	10
<i>Терещенко И.М., Климош Ю.А., Павлюкевич Ю.Г., Кравчук А.П.</i> Стекло в истории человечества (исторический обзор).....	14
<i>Лихачева А.В., Козловская И.Ю.</i> Национальный детский технопарк – школа ярких возможностей для молодежи.....	24
<i>Кузьменков М.И., Сакович А.А., Кузьменков Д.М., Олесик Д.С.</i> Отечественное высокопрочное гипсовое вяжущее.....	26
<i>Шелковкина Н.С., Гребенщикова Е.А., Горбачева Н.А.</i> Проблемы восстановления техногенных ландшафтов в золотодобывающей отрасли.....	28
<i>Лисачук Г.В., Белогубкина К.В., Кривобок Р.В., Федоренко О.Ю., Захаров А.В.</i> Особенности получения радиопрозрачной керамики на основе композиций системы BaO-ZnO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub> .....	31
<i>Борисенко О.Н., Шабанова Г.Н., Логвинков С.М., Остапенко И.А.</i> Периклазошпинельные огнеупоры на основе системы MgO – Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – FeO – TiO <sub>2</sub> для вращающихся печей.....	34
<i>Ещенко Л.С., Понятовский О.В.</i> Исследование процесса кристаллизации ортофосфата алюминия из его пересыщенных водных растворов.....	36
<i>Брагина Л.Л., Ящук С.Н.</i> Низкоэмиссионные флоат-стекла с упрочненными магнетронными покрытиями.....	39
<i>Дормешкин О.Б., Гаврилюк А.Н., Мохорт М.С., Бышик А.А.</i> Исследование изменения солевого состава комплексных удобрений на этапе франко-поля...	42
<i>Дяденко М.В., Лугин В.Г., Сидоревич А.Г.</i> Структурная роль железа в щелочных алюмо- и боросиликатных стеклах.....	46
<i>Дятлова Е.М., Попов Р.Ю., Гундилович Н.Н., Бука А.В., Мариненко А.Н.</i> Особенности процесса фазообразования при синтезе керамических материалов на основе модифицированного манганита лантана и иттрия.....	49
<i>Левицкий И.А., Пунько И.О.</i> Полуфриттованные титансодержащие глазури для керамогранита .....	52
<i>Левицкий И.А., Жукова И.И., Комар М.В.</i> Влияние объемного замораживания на свойства и структуру клинкерного кирпича.....	55
<i>Ещенко Л.С., Блинов В.С.</i> Исследование процесса окисления соединений Fe(II), образующихся в системе FeSO <sub>4</sub> -H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -CaCO <sub>3</sub> -H <sub>2</sub> O-модифицирующая добавка.....	58
<i>Баранцева С.Е., Климош Ю.А., Гундилович Н.Н., Попов Р.Ю., Азаренко И.М., Курилович М.А.</i> Использование глауконитсодержащих осадочных пород Новодворского месторождения для получения керамических материалов различного назначения.....	62
<i>Дормешкин О.Б., Гаврилюк А.Н., Русак И.А.</i> Исследование особенностей распределения фтора при получении ортофосфорной кислоты из различных видов и месторождений фосфатного сырья .....	65
<i>Сергиенко Е.С., Янсон С.Ю., Левицкий И.А., Папко Л.Ф.</i> Получение искусственных аналогов импактных стекол.....	69

О.Н. Борисенко, докторант, канд. техн. наук;  
Г.Н. Шабанова, проф., д-р техн. наук (НТУ «ХПИ», г. Харьков);  
С.М. Логвинков, проф., д-р техн. наук (ХНЭУ им. С. Кузнеца, г. Харьков);  
И.А. Остапенко, ген. директор, канд. техн. наук  
(ООО«ДОЗ», г. Дружковка)

## **ПЕРИКЛАЗОШПИНЕЛЬНЫЕ ОГНЕУПОРЫ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ $MgO - Al_2O_3 - FeO - TiO_2$ ДЛЯ ВРАЩАЮЩИХСЯ ПЕЧЕЙ**

В последние десятилетия в производстве огнеупоров для цементной промышленности наблюдается значительный прогресс. Среди тепловых агрегатов в цементной отрасли наибольшее распространение получили вращающиеся печи, эксплуатация огнеупорной кладки которых происходит в очень сложных условиях. Помимо химического взаимодействия с продуктом обжига футеровка подвержена температурному напряжению, вызываемому перепадом температур, а также воздействию механической нагрузки от давления корпуса печи. Долговечность футеровки вращающихся печей зависит от интенсивности нагрузок (химических, термических, механических), действующих на огнеупорный материал футеровки [1].

Основные требования, которые предъявляют к огнеупорным изделиям для футеровки вращающихся печей обжига цементного клинкера: высокая плотность и прочность, низкая пористость и газопроницаемость, повышенная устойчивость к истиранию, низкая теплопроводность, высокая коррозионная стойкость и способность к образованию защитного слоя [2].

Сегодня основной целью современных исследователей является создание термостойкого огнеупора с гибкой структурой, что обеспечивает его целостность при высоких температурах и механических нагрузках, и которые обладают способностью к образованию защитного слоя.

В работе апробирован технологический подход введения в состав сырьевой шихты периклазошпинельных огнеупоров добавок содержащих оксид титана (IV) и оксид железа (II).

Основным компонентом периклазошпинельных огнеупоров является периклаз, который имеет высокую температуру плавления, обладает высокой стойкостью к щелочным флюсам и шлакам. Шпинель – второй компонент, который вводят в состав периклазошпинельных материалов, который способствует значительному улучшению эксплуатационных характеристик данных материалов. Добавка  $TiO_2$

способствует уплотнению шпинели и предохраняет ее от интенсивного окисления. Наличие FeO способствует образованию защитного слоя на контакте цементного клинкера с огнеупором.

Основой для производства таких периклазошпинельных огнеупоров является четырехкомпонентная система  $MgO - Al_2O_3 - FeO - TiO_2$ , термодинамически стабильными фазами которой являются:  $MgO$ ,  $Al_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $FeO$ ,  $MgAl_2O_4$  (алюмомагнезиальная шпинель),  $FeAl_2O_4$  (герцинит),  $Fe_2TiO_4$  (ульвошпинель),  $FeTi_2O_5$  (псевдобрукит),  $MgTiO_3$  (гейкелит),  $FeTiO_3$  (ильменит),  $Al_2TiO_5$  (тиалит). На основе термодинамических расчетов системы  $MgO - Al_2O_3 - FeO - TiO_2$  [3–5] подобрано содержание отдельных компонентов шихты и спрогнозированы эксплуатационные характеристики периклазошпинельных материалов.

В результате проведенных исследований установлено, что введение добавок на основе оксид титана (IV) и оксид железа (II) в состав периклазошпинельных материалов способствует специфической структурно-фазовой адаптации материала и сохранению целостности изделий из него при одновременном воздействии циклических термических нагрузок, коррозионного и абразивного износа во вращающихся печах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Shubin V.I. Mechanical effects on the lining of rotary cement kilns // *Refractories and Industrial Ceramics*. 2001. Vol. 42, no. 5. P. 245–250.
2. Shubin V.I. Design and service conditions of the refractory lining for rotary kiln // *Refractories and Industrial Ceramics*. – 2001. – Vol. 42, no. 3. – P. 130–136.
3. Борисенко О.М., Логвінков С.М., Шабанова Г.М., Корогодська А.М., Остапенко І.А., Івашура А.А. Термодинамічні дослідження в системі  $MgO - FeO - Al_2O_3$  // Наукові дослідження з вогнетривів та технічної кераміки. Збірник наукових праць. – 2020. – № 120. – С. 115–119.
4. Borysenko O.M., Logvinkov S.M., Shabanova G.M., Ostapenko I.A. Thermodynamics of phase transitions in the subsolidus domain of the  $FeO - MgO - TiO_2$  system // *Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii*. – 2021. – No. 1. – P. 12–15.
5. Borisenko O., Logvinkov S., Shabanova G., Mirgorod O. Thermodynamics of Solid-Phase Exchange Reactions Limiting the Subsidiary Structure of the System  $MgO - Al_2O_3 - FeO - TiO_2$  // *Materials Science Forum*. – 2021. – Vol. 1038. – P. 177–184.