



К. т. н. **В. В. Мартыненко** (✉),  
Д. т. н. **В. В. Примаченко**, К. т. н. **Н. М. Казначеева**

ПАО «УкрНИИО имени А. С. Бережного», г. Харьков,  
Украина

## К 90-летию ПАО «Украинский научно-исследовательский институт огнеупоров имени А. С. Бережного»

**П**АО «Украинский научно-исследовательский институт огнеупоров имени А. С. Бережного» было создано 31 октября 1927 г. Перед институтом была поставлена задача — обеспечить в кратчайшие сроки разработку и организацию производства отечественных огнеупорных материалов взамен импортных. Сразу же после создания института были развернуты работы по исследованию сырья Украины, изучению условий службы и причин разрушения огнеупоров в службе, разработке соответствующих технологических процессов, методов исследования сырья и готовой продукции. Проведенные исследования ускорили создание в стране промышленности огнеупорных материалов.

Во время Второй мировой войны институтом было организовано производство огнеупоров для обеспечения в военное время промышленности качественными огнеупорами. После возобновления работы института в Харькове в 1943 г. коллектив института внес большой вклад в восстановление огнеупорных предприятий Украины, разрушенных во время войны.

В последующие годы в институте были созданы новые виды огнеупорных материалов и способы их изготовления. За 90 лет деятельности института разработан целый ряд новых огнеупоров для предприятий металлургической, коксохимической, стекольной, машиностроительной, нефтехимической, авиационной, электронной и других отраслей промышленности. Это огнеупоры различного состава: шамотные, муллитокремнеземистые, муллитовые, муллитокорундовые, периклазовые, периклазохромитовые, хромитопериклазовые, форстеритовые, дианасовые, цирконовые, оксидциркониевые, хромоксидные, корундохромоксидные и корундооксидцирконийсиликатные, карбид-



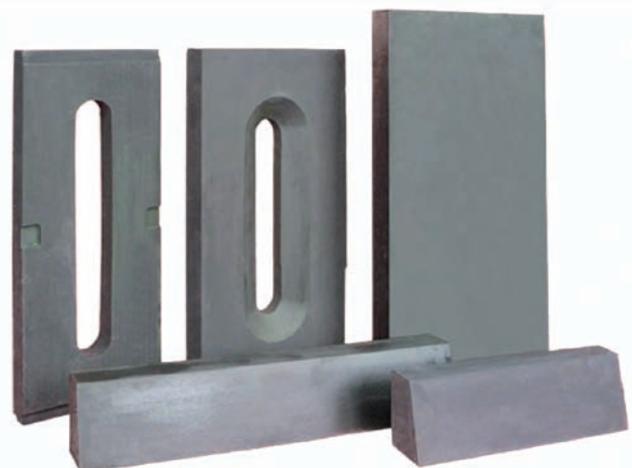
В. В. Мартыненко  
E-mail: [ukrniio@kharkov.ukrtel.net](mailto:ukrniio@kharkov.ukrtel.net)

кремниевые и др. Большое внимание институт уделял и уделяет в настоящее время разработке набивных и бетонных масс, мертелей, теплоизоляционных (в том числе волокнистых) изделий широкого ассортимента. Разработаны плавленные муллит, корунд, диоксид циркония и оксид хрома и огнеупоры на их основе, а также научные основы и новый способ изготовления крупногабаритных огнеупорных изделий — вибролитье, позволяющий изготавливать уникальные огнеупоры высокого качества практически любых веса и конфигурации с одинаковыми свойствами по всему объему.

В 1991 г. была реорганизована структура института, в результате чего были объединены научная часть и опытный завод. Это позволило институту по своим разработкам организовать изготовление современных высококачественных конкурентоспособных на мировом рынке огнеупоров и работать в условиях рыночной экономики на полном хозрасчете и самофинансировании. В 1995 г. институт стал открытым акционерным обществом, в 2011 г. — публичным акционерным обществом. В 1998 г. институту присвоено имя выдающегося ученого, бывшего директора института, академика Национальной академии наук Украины А. С. Бережного.

В настоящее время в институте создаются новые и совершенствуются ранее разработанные огнеупоры для современных технологических процессов в различных отраслях промышленности.

• Продолжается совершенствование ранее разработанной технологии бесцементных обожжен-



ных пробок муллитокорундового, муллитокорундошпинельного, корундошпинельного и корундошпинельхромоксидного составов с направленными продувочными каналами для донной продувки металла в сталеразливочных ковшах. Пробки являются более надежными в эксплуатации, чем цементосодержащие. В последнее время созданы пробки корундового состава с добавкой гексаалюмината кальция, что позволило повысить их металлостойкость.

- Продолжаются работы по разработанным ранее корундооксидцирконийсиликатным тиглям для вакуумной индукционной плавки жаропрочных сплавов. Проведены испытания вибролитых корундооксидцирконийсиликатных тиглей вместимостью 90–120 кг расплава при вакуумной индукционной плавке коррозионно-стойких сплавов на никелевой и кобальтовой основе. Установлено, что тигли успешно конкурируют с тиглями зарубежного производства по количеству проведенных плавов, химической стойкости и надежности в эксплуатации.

- Доработана технология вибролитых тиглей из  $ZrO_2$ , стабилизированного  $CaO$ , с использованием новых, более эффективных разжижающих добавок, обеспечивающих дальнейшее снижение влажности формовочной массы. Существенное преимущество этих тиглей — сочетание таких важных для индукционной плавки свойств, как высокая огнеупорность, превышающая  $2200\text{ }^\circ\text{C}$ , плотность и прочность, обеспечивающие высокую химическую и коррозионную стойкость тиглей, а также высокую чистоту (не менее 99,99 %) производимой платины и металлов платиновой группы.

- Усовершенствованы технологии прессованных изделий из диоксида циркония. Исследована прессуемость масс из стабилизированного  $CaO$  и плавленного моноклинного  $ZrO_2$ . Установлены оптимальная влажность формовочных масс и давление прессования, обеспечивающие получение свежесформованных образцов с повышенной кажущейся плотностью и улучшенными физико-механическими показателями обожженных изделий. Изготавливаемые институтом огнеупоры с использованием полученных результатов исследований, характеризующиеся более высокими показателями свойств по сравнению с ранее производимыми, успешно эксплуатируются при  $2000\text{--}2100\text{ }^\circ\text{C}$  в установках выработки особочистого кварцевого стекла.

- Разработаны новые плавные материалы трех составов из  $ZrO_2$ , стабилизированного комбинированной добавкой из  $CaO$  и  $MgO$ . Выполнены химические, петрографические, рентгенофазовые и электронно-микроскопические исследования и определены основные свойства полученных плавных материалов в со-



поставлении с плавным  $ZrO_2$ , стабилизированным только  $CaO$  или  $MgO$ . Установлено, что материалы всех составов имеют низкое водопоглощение (0,3–0,5 %), характеризуются равномерной структурой и постоянством химического состава. Материалы из  $ZrO_2$ , стабилизированного  $CaO$ , представлены только кубическим твердым раствором, материалы, стабилизированные  $MgO$  или комбинированной добавкой ( $CaO + MgO$ ), — в основном кубическим и небольшим количеством тетрагонального твердого раствора и моноклинным  $ZrO_2$ . В зависимости от содержания в плавном материале  $MgO$  тетрагональная фаза  $ZrO_2$  располагается в кубической матрице в виде как отдельных зерен, так и участков сеткообразной структуры. Изучено влияние





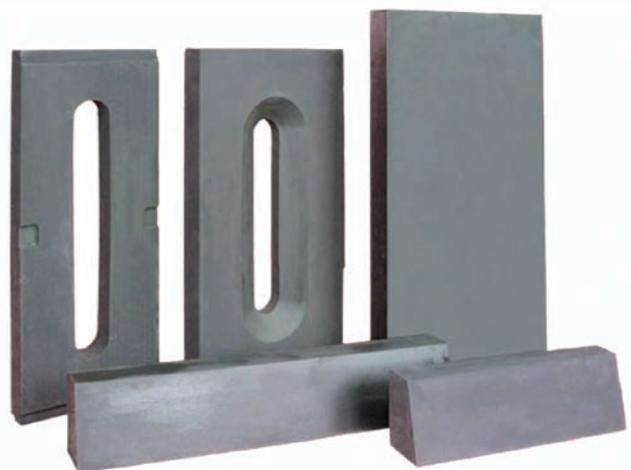
вида плавленного стабилизированного комбинированной добавкой  $ZrO_2$  и количества моноклинного  $ZrO_2$  на формуемость диоксидциркониевых масс на фосфатной связке и свойства огнеупоров из них. Определены оптимальные технологические параметры и разработана технология изготовления смеси порошков для набивной массы на основе  $ZrO_2$ , стабилизированного комбинированной добавкой, состоящей из 2,9 мас. %  $CaO$  и 2,6 мас. %  $MgO$ . Проведены комплексные исследования фазового состава и структуры образцов из набивной массы на основе  $ZrO_2$ , стабилизированного комбинированной добавкой из 2,9 мас. %  $CaO$  и 2,6 мас. %  $MgO$ , на фосфатной связке после их термообработки в диапазоне 150–2200 °С. Эти исследования позволили установить порядок и температурный интервал формирования фаз в материале. Установлено, что при 2000 °С в межзеренной связке в процессе кристаллизации стеклофазы начинается образование кристаллической микроблочной структуры и при 2100 и 2200 °С наблюдается хорошо сформировавшаяся прочная ситаллоподобная структура. Разработанная набивная масса предназначена для рабочего слоя футеровки камеры горения реакторов производства техуглерода и реакторов пиролиза углеводородов с температурой технологических процессов до 2400 °С. Из набивной массы на одном из предприятий изготовлены безобжиговые изделия. В 2015 г. они установлены в высокотемпературной зоне реактора производства технического углерода и продолжают эксплуатироваться.

• Продолжена доработка технологий огнеупоров для футеровки бассейна, верхнего строения и фидеров стекловаренных печей установок производства текстильного стекловолокна. Разработаны хромоксид-

ные с добавкой  $ZrO_2$  среднеплотные огнеупоры для использования в качестве нижних щелевых блоков при производстве стекловолокна из бесщелочного алюмоборосиликатного стекла «Е». Проведены исследования по изготовлению хромоксидного плавящего зернистого материала и его применению для производства хромоксидных огнеупоров. Усовершенствованы зерновой и вещественный составы корундооксидцирконий-силикатных и корундохромоксидцирконий-силикатных огнеупоров, что позволило повысить их коррозионную стойкость к воздействию агрессивных расплавов стекол «Е», «С» и базальта. Применение разработанных огнеупоров позволяет обеспечить высокую стойкость различных зон футеровки стекловаренных печей, испытывающих интенсивное воздействие компонентов стекольной шихты и стекломассы, и продлить кампанию стекловаренных печей в целом. Огнеупоры нового состава для стекловаренных печей производства стекловолокна поставляются на предприятия Украины, Республики Беларусь, России.

• Разработаны и изготавливаются новые неформованные огнеупорные материалы: низкоцементный корундовый хромсодержащий бетон с добавкой реактивного бимодального глинозема с температурой службы до 1850 °С для рабочего слоя футеровки реакторов производства технического углерода; низкоцементные карбидкремниевый бетон и корундокарбидкремниевый бетон с добавкой шлама нормального электроплавящего корунда для футеровки агрегатов, работающих в экстремальных условиях — при воздействии высоких температур, химических агрессивных сред, восстановительной среды (например, плавильных печей, топок котлов, миксеров, линий разлива и др.); сухие корундовые смеси с предварительно синтезированным и реакционно-спеченным гексаалюминатом кальция, характеризующиеся повышенной устойчивостью к воздействию шлаковых и металлических расплавов, которые предназначены для футеровки индукционных тигельных печей с температурой выплавляемого металла выше 1650 °С.

• Разработана и освоена технология изготовления реакционно-спеченных корундовых изделий на сиалонсодержащей связке с добавкой ферросилиция, введение которого в оптимальном количестве способствует более полному протеканию реакции образования сиалона, снижению количества остаточного кремния и обеспечивает повышение прочности огнеупора. Огнеупоры характеризуются низкой пористостью, высокими плотностью, прочностью, термостойкостью и стойкостью к расплавам шлака и металла. Применять такие огнеупоры рекомендуется в проемах чугунных леток, в футеровке чугуновозных ковшей, для защиты



углеродистой футеровки от попеременного воздействия жидких расплавов чугуна и шлака, а также газовой среды в горне доменных печей и в других агрегатах на контакте с расплавами шлака и металла при температурах до 1600 °С. Освоена технология изготовления карбидкремниевых огнеупоров на глиноземсодержащей связке с использованием эффективных добавок, которые позволили снизить энергозатраты при производстве огнеупоров.

- Разработана технология высокоогнеупорной особоплотной корундовой керамики с использованием нового вида глинозема (высокоуплотняющегося сверхтонкодисперсного с низким содержанием примесей). Применение этого вида глинозема позволяет получать после обжига при пониженной температуре корундовую керамику с содержанием  $Al_2O_3$  более 99,8 % с нулевой открытой пористостью. Особоплотные корундовые изделия из нового вида глинозема используются практически во всех отраслях промышленности и изготавливаются в виде чехлов, труб, тиглей, стаканов, а также в виде ступок и пестиков для тонкого измельчения проб различных материалов, кернов для производства кирпича, сопел, пластин и других изделий для службы при температуре до 1850 °С.

- Усовершенствована ранее разработанная технология волластонитовых микропористых легковесных изделий. На основании результатов детальных исследований процессов фазообразования в этих изделиях при их термообработке, а также их микроструктуры научно обоснована температура обжига изделий. С применением теоретических расчетов и экспериментальных исследований изучены процессы, происходящие в связующей части ранее разработанных легковесных бетонов с микропористым анортитовым наполнителем. Это позволило научно обосновать режимы вывода на рабочую температуру тепловых агрегатов с безобжиговыми теплоизоляционными футеровками из этих бетонов.

В разные годы в институте работали выдающиеся ученые с мировыми именами. Многие сотрудники института стали лауреатами Государственных премий и отмечены другими высокими государственными наградами. Ученые института внесли большой вклад в научные основы технологии производства огнеупоров (подготовка сырьевых материалов и формовочных масс, формование изделий полусухим и пластическим прессованием, вибролитьем, шликерным литьем, в том числе из термопластичных шликеров, изготовление сложных конструкций из керамики и металла путем пайки, спекание изделий в обжиге, их механическая обработка и др.), в исследования фазового состава и структуры огнеупоров методами петрогра-

фического, дифференциально-термического, рентгенофазового, рентгеноструктурного, электронно-микроскопического, спектрального анализа, инфракрасной спектроскопии и др., в исследования физической химии силикатов, в частности в изучение многокомпонентных систем оксидов. В последние десятилетия в институте создано и успешно развивается новое научное направление в технологии огнеупоров — структурообразование в крупнозернистых предельно концентрированных виброподвижных огнеупорных массах.

Действующая в институте система управления соответствует требованиям стандарта ISO 9001:2015. Являясь головной организацией по стандартизации огнеупоров, Техническим комитетом ТК-7 «Огнеупоры» и головной организацией по метрологии огнеупорных производств Украины, институт проводит большую работу по стандартизации огнеупоров, гармонизации отечественных стандартов с международными, разработке и согласованию технических условий на огнеупорную продукцию, аттестации заводского испытательного оборудования и поверке средств измерения. На базе научно-испытательных лабораторий в институте создан Испытательный центр для определения свойств огнеупоров и огнеупорного сырья, который аккредитован Национальным агентством по аккредитации Украины согласно требованиям ДСТУ ISO/IEC 17025:2006.

В институте работает аспирантура по подготовке кадров высшей квалификации. За годы работы института в условиях рыночной экономики защищены одна докторская диссертация и 13 кандидатских. Институт ежегодно проводит международные научно-технические конференции по технологии и применению огнеупоров и технической керамики в промышленности. Сотрудники института принимают также участие в международных конференциях, симпозиумах, коллоквиумах и выставках, которые проводятся как в Украине, так и за рубежом (США, Япония, Германия, Китай, Россия, Польша, Чехия и др.). Результаты исследований публикуются в научных журналах Украины, Германии, США, России и Китая, а также в ежегодно издаваемом сборнике научных трудов института, который является специализированным изданием. Новизна исследований защищена патентами Украины.

Коллектив ПАО «УкрНИИО имени А. С. Бережного», отмечая свое 90-летие, с уверенностью смотрит в будущее. Залог этого — созданные коллективом высокий научный потенциал и надежная материальная база института. ■

Получено 30.08.17

© В. В. Мартыненко, В. В. Примаченко,  
Н. М. Казначеева, 2017 г.



# ПАМЯТКА ДЛЯ АВТОРОВ

## ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

- В статье следует сообщить цель проведения работы, привести фактические данные, их анализ и дать заключение (выводы). Текст статьи должен быть дополнен кратким рефератом и ключевыми словами. Для оформления рукописи используйте 12-й размер шрифта через 1,5 интервала. Рекомендованное максимальное число страниц рукописи (A4) — 15. Формулы, оформляемые отдельной строкой, должны набираться с использованием редактора формул (Equation). Использование в библиографическом списке DOI обязательно. На труднодоступные источники просьба не ссылаться. Рисунки должны быть четкими, упрощенными и не загроможденными надписями. На графики желательно не наносить масштабную сетку (за исключением номограмм).
- В статье должны быть указаны ученая степень, адрес и телефон каждого автора. Также следует указать контактное лицо, чей E-mail будет указан при публикации. Все материалы редакция просит предоставлять в электронном виде.
- Если статья отправлена по E-mail, допускается оформление изображений в виде отдельных файлов формата TIF (цветные и тоновые — 300 dpi, штриховые — 600 dpi), JPEG, EPS. Изображения (за исключением диаграмм Excel), внедренные в файлы формата DOC, в качестве оригиналов не принимаются, как не обеспечивающие стандартного качества полиграфического исполнения.
- Представляя рукопись в редакцию, авторы передают издателю авторское право на публикацию ее в журнале. В качестве гонорара авторы могут получить оттиск своей статьи в формате PDF, который высылается первому автору или любому другому (по указанию авторов). Направление в редакцию работ, опубликованных или посланных для напечатания в редакции других журналов, не допускается.
- Статья, пришедшая в редакцию от зарубежных авторов, вначале отдается на рецензирование, редактируется, переводится на русский язык и публикуется в журнале «Новые огнеупоры». Затем статья отправляется на публикацию в журнал «Refractories and Industrial Ceramics» вместе с английской версией, присланной автором. Таким образом, конечный вариант статьи, опубликованной в журнале «Refractories and Industrial Ceramics», может немного отличаться от первоначального, присланного авторами.

## RULES OF DRAWING UP OF ARTICLES

- It is necessary to state in the article the aim of the research work, to cite factual data, to give their analysis and conclusions. The text of the article should be supplemented with a short abstract and key words. To make out the manuscript, use the 12th font size in 1.5 intervals. The recommended maximum number of pages of the manuscript (A4) is 15. Formulas formed by an individual line should be typed using the Equation Editor. Please use the DOI number in the bibliographic list. Don't make references to sources which are difficult of access. Figures should be distinct, simplified and not overloaded with inscriptions. It is desirable not to scribe a graticule on the diagrams (with the exceptions of nomograms).
- Scientific degree, address and telephone of every author should be given in the article. All the materials of the articles are required to be present to the editorial board in electronic form.
- If the article is sent by e-mail it is required to draw up the images only in the form of separate files in format TIF (tone images — 300 dpi, stroke images — 600 dpi), JPEG, EPS. Images (with the exception of Excel diagrams), introduced into files of format DOC are not accepted as originals because they don't ensure the required standard polygraphic quality.
- Providing the article to Editorial office the authors thereby convey the copyright of publication to the publisher. The authors get either one copy of the article in format PDF. It not allowed offering the Editorial office an article which has been published by other journals or was sent to other publishing houses.
- The article sent to the Editorial office by foreign author is refereed firstly by an independent reviewer. Then it is edited and red-penciled, then it is translated into Russian and published in the journal «Novye Ogneupory». Further both the article and the original author's article are sent off to be published in the journal «Refractories and Industrial Ceramics». Thus the final article published in the journal «Refractories and Industrial Ceramics» can vary slightly from the original variant sent by the author.

- Журнал приветствует, если авторы, в тех случаях, когда это возможно и применимо, помещают данные, подтверждающие результаты их исследований, на общедоступных ресурсах (репозиториях). Авторам и редакторам, которые не располагают предпочитаемыми репозиториями, рекомендуется ознакомиться со списком таких ресурсов, представленным издательством «Springer Nature», а также с политикой издательства в отношении исследовательских данных.

### - Список ресурсов

<http://www.springernature.com/gp/group/data-policy/repositories>

### - Политика в отношении исследовательских данных

<http://www.springernature.com/gp/group/data-policy/faq>

Общие репозитории, такие как figshare и Dryad, также могут быть использованы. Массивы данных, которым репозитории присваивают DOI (идентификаторы цифровых объектов), могут приводиться в списках цитируемых источников. Ссылки на данные должны включать минимум информации, рекомендованной DataCite: авторы, название, издатель (название репозитория), идентификатор.

- **DataCite** <https://www.datacite.org/>

«Springer Nature» предоставляет службу поддержки в отношении исследовательских данных для редакторов и авторов, с которой можно связаться по адресу [researchdata@springernature.com](mailto:researchdata@springernature.com). Эта служба дает рекомендации по соответствию политике в области исследовательских данных и поиску ресурсов для их размещения. Она независима от редакций журналов, книг и конференций и не дает советов по рукописям.

- The journal encourages authors, where possible and applicable, to deposit data that support the findings of their research in a public repository. Authors and editors who do not have a preferred repository should consult «Springer Nature's» list of repositories and research data policy.

### • List of Repositories

<http://www.springernature.com/gp/group/data-policy/repositories>

### • Research Data Policy

<http://www.springernature.com/gp/group/data-policy/faq>

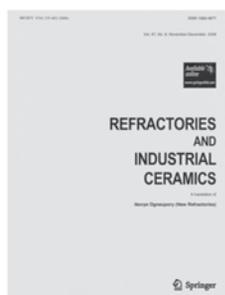
General repositories — for all types of research data — such as figshare and Dryad may also be used.

Datasets that are assigned digital object identifiers (DOIs) by a data repository may be cited in the reference list. Data citations should include the minimum information recommended by DataCite: authors, title, publisher (repository name), identifier.

• **DataCite** <https://www.datacite.org/>

«Springer Nature» provides a research data policy support service for authors and editors, which can be contacted at [researchdata@springernature.com](mailto:researchdata@springernature.com). This service provides advice on research data policy compliance and on finding research data repositories. It is independent of journal, book and conference proceedings editorial offices and does not advise on specific manuscripts.

## ВНИМАНИЕ!



Просим в библиографическом списке статей, опубликованных в журнале «Новые огнеупоры», после русской версии дополнительно приводить библиографическое описание статьи в английской версии из журнала «**Refractories and Industrial Ceramics**» (информационно-издательский консорциум «Springer»), если она была в нем опубликована.

Содержание журнала «Refractories and Industrial Ceramics» с указанием авторов, названия статьи, года издания, номера выпуска, страниц, номера журнала публикуется в Интернете:

<http://link.springer.com/journal/11148>

Редакция