



УДК 666.76

**В. В. Мартиненко /к. т. н./,  
В. В. Примаченко /д. т. н./,  
Н. Н. Казначеева /к. т. н./**

ПАТ «УКРНДІВ імені А. С. БЕРЕЖНОГО»  
м. Харків, Україна  
e-mail: ukrniio@kharkov.ukrtel.net

## 90 років ПАТ «Український науково-дослідний інститут вогнетривів імені А. С. Бережного»

**V. V. Martynenko /Cand. Sci. (Tech.)/  
V. V. Primachenko /Dr. Sci. (Tech.)/  
N. M. Kaznacheyeva /Cand. Sci. (Tech.)/**

PJSC «The URIR named after A. S. Berezhnoy»  
Kharkov, Ukraine  
e-mail: ukrniio@kharkov.ukrtel.net

## 90 years of PJSC «The Ukrainian research institute of refractories named after A. S. Berezhnoy»

*Статтю присвячено 90-річчю з дня заснування ПАТ «УкрнДІВ імені А. С. Бережного». На сьогодні інститут є єдиною в Україні спеціалізованою науковою організацією, яка розробляє та виготовляє унікальну, наукомістку, конкурентоспроможну на світовому ринку вогнетривку продукцію. Наведено огляд розробок, які виконано інститутом, за останні 5 років.*

**Ключові слова:** інститут вогнетривів, історія, науково-дослідні розробки, технологія вогнетривів.

ПАТ «Український науково-дослідний інститут вогнетривів імені А. С. Бережного» був створений 31 жовтня 1927 р.

Перед інститутом було поставлено завдання забезпечити в найкоротші терміни розробку і організацію виробництва вітчизняних вогнетривких матеріалів замість імпортованих. Відразу ж після створення інституту було розгорнуто роботи з дослідження сировини України, вивчення умов експлуатації та причин руйнування вогнетривів у службі, розробки відповідних технологічних процесів, методів дослідження сировини і готової продукції. Проведені розробки прискорили створення в країні промисловості вогнетривких матеріалів.

Під час Другої світової війни в евакуації інститутом проводилися роботи з організації виробництва вогнетривів для забезпечення у воєнний час промисловості якісними вогнетривами. Після відновлення роботи інституту в Харкові у 1943 р. колектив інституту зробив великий внесок у відбудову вогнетривких підприємств України, які були зруйновані під час війни.

Протягом наступних років в інституті продовжувалися дослідження зі створення нових видів вогнетривких матеріалів і способів їх виготовлення. За 90 років діяльності інституту розроблено цілий ряд нових вогнетривів для підприємств металургійної, коксохімічної, скляної, машинобудівної, нафтохімічної, авіаційної, електронної та інших галузей промисловості. Це вогнетриви різного складу: шамотні, муліто-кремнеземні,

мулітові, муліто-корундові, магнезіальні, магнезіально-хромітні, хромітно-магнезіальні, форстеритові, динасові, цирконові, цирконійоксидні, хромоксидні, корундо-хромоксидні і корундо-цирконійоксидно-кремнеземні, карбідкремнієві та ін. Велику увагу інститут приділяв і приділяє розробці набивних і бетонних мас, мертелів, теплоізоляційних (у тому числі волокнистих) виробів широкого асортименту. Розроблено плавлені муліт, корунд, діоксид цирконію та оксид хрому і вогнетриви на їх основі. Розроблено наукові основи і новий спосіб виготовлення великогабаритних вогнетривких виробів – вібролиття, що дозволяє виготовляти унікальні вогнетриви високої якості практично будь-якої ваги та конфігурації з однаковими властивостями по всьому їх об'єму.

У 1991 р. було здійснено реорганізацію структури інституту, в результаті якої було об'єднано наукову частину та дослідний завод. Це дозволило інституту за своїми розробками організувати виготовлення сучасних високоякісних конкурентоспроможних на світовому ринку вогнетривів і працювати в умовах ринкової економіки на повному госпрозрахунку і самофінансуванні.

У 1995 р. інститут став відкритим акціонерним товариством, а в 2011 р. – публічним акціонерним товариством. У 1998 р. інституту присвоєно ім'я видатного вченого, колишнього директора інституту, академіка Національної академії наук України А.С. Бережного.

На цей час в інституті проводяться роботи зі створення нових і вдосконалення раніше розро-

блених вогнетривів для сучасних технологічних процесів у металургійній, машинобудівній, скляній, нафтохімічній та інших галузях промисловості. Продукція розробляється з використанням переважно вітчизняних сировинних матеріалів.

Тривають роботи із вдосконалення раніше розробленої технології безцементних обпалених вогнетривких пробок муліто-корундового, муліто-корундо-шпінельного, корундо-шпінельного та корундо-шпінельно-хромоксидного складів зі спрямованими продувними каналами для доної продувки металу в сталерозливних ковшах. Пробки, що виготовляє інститут, є більш надійними в експлуатації порівняно з цементовмісними пробками. Останнім часом розроблено пробки корундового складу з добавкою гексаалюмінату кальцію, що дозволило підвищити їх металостійкість.

Тривають роботи за розробленими раніше корундо-цирконійоксидно-кремнеземними тиглями для вакуумної індукційної плавки жароміцних сплавів. Проведено випробування вібролитих корундо-цирконійоксидно-кремнеземних тиглів місткістю 90–120 кг розплаву під час вакуумної індукційної плавки корозійностійких сплавів на нікелевій і кобальтовій основі. У результаті випробувань встановлено, що розроблені тиглі успішно конкурують з тиглями зарубіжного виробництва за кількістю проведених плавок, хімічною стійкістю та надійністю в експлуатації.

Доопрацьовано технологію вібролитих тиглів з  $ZrO_2$ , стабілізованого  $CaO$ , з використанням нових більш ефективних розріджуючих добавок, що забезпечують подальше зниження вологості формувальної маси. Істотною перевагою розроблених і виготовлених інститутом за доопрацьованою технологією тиглів є поєднання таких важливих для індукційної плавки властивостей, як їх висока вогнетривкість, що перевищує  $2200\text{ }^\circ\text{C}$ , щільність і міцність, що забезпечують високу хімічну і корозійну стійкість тиглів, а також високу чистоту (не менше 99,99 %) виробленої платини і металів платинової групи.

Розроблено та освоєно технологію виготовлення реакційноспечених корундових вогнетривких виробів на сіалонвмісній зв'язці з добавкою феросиліцію, введення якого в оптимальній кількості сприяє повнішому проходженню реакції утворення сіалону зі зниженням кількості залишкового кремнію і забезпечує підвищення міцності вогнетривів. Отримані вогнетриви характеризуються низькою пористістю, високими щільністю, міцністю, термостійкістю та стійкістю до розплавів шлаку і металу. Застосування таких вогнетривів рекомендується в отворах чавунних льоток, у футерівці чавуновозних ковшів, для захисту вуглецевої футеровки від попереминого

впливу рідких розплавів чавуну та шлаку, а також газового середовища в горні доменних печей та в інших агрегатах на контакт з розплавами шлаку і металу за температур до  $1600\text{ }^\circ\text{C}$ . Освоєно технологію виготовлення карбідкремнієвих вогнетривів на глиноземовмісній зв'язці з використанням ефективних добавок, які дозволили знизити енерговитрати під час виробництва вогнетривів.

Розроблено і виготовляються нові неформовані вогнетривкі матеріали: низькоцементний корундовий хромовмісний бетон з добавкою реактивного бімодального глинозему з температурою служби до  $1850\text{ }^\circ\text{C}$  для робочого шару футерівки реакторів виробництва технічного вуглецю; низькоцементні бетони карбідкремнієвий і корундо-карбідкремнієвий з добавкою шламу нормального електроплавленого корунду для футерування агрегатів, що працюють в екстремальних умовах – вплив високих температур, хімічних агресивних середовищ, відновлювального середовища, наприклад, плавильних печей, топков котлів, міксерів, ліній розливу та ін.; сухі корундові суміші з попередньо синтезованим і реакційноспеченим гексаалюмінатом кальцію, що характеризуються підвищеною стійкістю до дії шлакових і металевих розплавів, які призначені для футерування індукційних тигельних печей з температурою металу, що виплавляється, понад  $1650\text{ }^\circ\text{C}$ .

Розроблено технологію високовогнетривкої особливощільної корундової кераміки з використанням нового виду глинозему (високоущільнюваний понадтонкодисперсний з низьким вмістом домішок). Застосування цього глинозему дозволяє отримувати після випалу при зниженій температурі корундову кераміку із вмістом  $Al_2O_3$  понад 99,8 % з нульовою відкритою пористістю. Особливощільні корундові вироби з нового виду глинозему використовуються практично в усіх галузях промисловості та виготовляються у вигляді чохлів, труб, тиглів, склянок, а також у вигляді ступок і маточок для тонкого подрібнення проб різних матеріалів, кернів для виробництва цегли, сопел, пластин та інших виробів для служби за температури до  $1850\text{ }^\circ\text{C}$ .

Удосконалено раніше розроблену технологію властонітових мікропористих легковагих виробів. На підставі результатів детальних досліджень процесів фазоутворення у властонітових легковагих виробках під час їх термообробки та мікроструктури науково обґрунтовано температуру випалу виробів. Із застосуванням теоретичних розрахунків і експериментальних досліджень вивчено процеси, що відбуваються в сполучній частині раніше розроблених легковагих бетонів з мікропористим анортитовим заповнювачем. Це дозволило розробити науково обґрунтовані

режими виведення на робочу температуру теплових агрегатів з невипаленими теплоізоляційними футерівками із зазначених бетонів.

Розроблено нові плавлені матеріали трьох складів з  $ZrO_2$ , стабілізованого комбінованою добавкою, що складається з  $CaO$  і  $MgO$ . Виконано хімічні, петрографічні, рентгенофазові та електронно-мікроскопічні дослідження та визначено основні властивості отриманих плавлених матеріалів у зіставленні з плавленим  $ZrO_2$ , стабілізованим тільки  $CaO$  або  $MgO$ . Встановлено, що матеріали всіх складів мають низьке водопоглинання (0,3–0,5 %), характеризуються рівномірною структурою, сталістю хімічного складу. Матеріал з  $ZrO_2$ , стабілізованого  $CaO$ , представлений тільки кубічним твердим розчином. Матеріали, стабілізовані  $MgO$  або комбінованою добавкою  $CaO + MgO$ , представлено в основному кубічним і невеликою кількістю тетрагонального твердого розчину і моноклінним  $ZrO_2$ . Залежно від вмісту в плавленому матеріалі  $MgO$  тетрагональна фаза  $ZrO_2$  розташовується в кубічній матриці як у вигляді окремих зерен, так і ділянок граткоподібної структури. Вивчено вплив виду плавленого стабілізованого комбінованою добавкою  $ZrO_2$  і кількості моноклінного  $ZrO_2$  на сформованість цирконійоксидних мас на фосфатній зв'язці та властивості вогнетривів з них. Визначено оптимальні технологічні параметри та розроблено технологію виготовлення суміші порошків для набивної маси на основі  $ZrO_2$ , стабілізованого комбінованою добавкою, що складається з 2,9 мас. %  $CaO$  і 2,6 мас. %  $MgO$ . Виконано комплексні дослідження фазового складу та структури зразків з набивної маси на основі  $ZrO_2$ , стабілізованого комбінованою добавкою, що складається з 2,9 мас. %  $CaO$  і 2,6 мас. %  $MgO$ , на фосфатній зв'язці, після їх термообробки в діапазоні температур 150–2200 °C. Ці дослідження дозволили встановити порядок і температурні інтервали формування фаз в матеріалі. Встановлено, що при температурі 2000 °C починається утворення у міжзеренній зв'язці в процесі кристалізації склофази кристалічної мікроблочної структури, і за 2100 і 2200 °C спостерігається добре сформована міцна ситалоподібна структура. Розроблену набивну масу призначено для виконання робочого шару футерівки камери горіння реакторів виробництва техвуглецю і реакторів піролізу вуглеводнів з температурою технологічних процесів до 2400 °C. З розробленої набивної маси виготовлено на одному з підприємств невипалені вироби, їх встановлено в 2015 р. у високотемпературну зону установки виробництва технічного вуглецю, і вони продовжують експлуатуватися.

Продовжено дослідження з доопрацювання технологій вогнетривів для футерівки басейну,

верхньої будови і фідерів скловарних печей установок виробництва текстильного скловолокна. Розроблено хромоксидні з добавкою діоксиду цирконію середньощільні вогнетриви для використання їх як нижніх щільних блоків під час виробництва скловолокна з безлужного алюмосилікатного скла «Е». Виконано дослідження з виготовлення хромоксидного плавленого зернистого матеріалу та його застосування для виробництва хромоксидних вогнетривів. Удосконалено зерновий і речовинний склад корундо-цирконійоксидно-кремнеземних і корундо-хромоксидно-цирконійоксидно-кремнеземних вогнетривів, що дозволило підвищити їх корозійну стійкість до впливу агресивних розплавів стеклов «Е», «С» і базальту. Застосування розроблених вогнетривів дозволяє забезпечити високу стійкість різних ділянок футерівки скловарних печей, що зазнають інтенсивного впливу компонентів скляної шихти і скломаси та продовжити кампанію скловарних печей у цілому. Вогнетриви нового складу для скловарних печей виробництва скловолокна поставляються на підприємства України, Республіки Білорусь, Росії.

Удосконалено технології пресованих виробів з діоксиду цирконію. Досліджено пресованість мас із стабілізованого  $CaO$  і плавленого моноклінного діоксиду цирконію. Встановлено оптимальні вологості формувальних мас і тиску пресування, щоб забезпечити отримання свіжосформованих зразків з підвищеною уявною щільністю та поліпшеними фізико-механічними показниками обпалених виробів. Вогнетриви, що виготовляються інститутом з використанням отриманих результатів досліджень, характеризуються більш високими показниками властивостей порівняно з тими, що раніше вироблялися, вони успішно експлуатуються за температур 2000–2100 °C в установках вироблення особливо чистого кварцового скла.

У різні роки в інституті працювали видатні вчені зі світовими іменами. Багато співробітників інституту стали лауреатами Державних премій і відзначені іншими високими державними нагородами.

Вчені інституту зробили великий внесок у наукові основи всіх технологічних операцій виробництва вогнетривів (підготовка сировинних матеріалів і формувальних мас, формування виробів напівсухим і пластичним пресуванням, вібролиттям, шлікерним литтям, у тому числі з термопластичних шлікерів, виготовлення складних конструкцій з кераміки і металу шляхом пайки, спікання виробів під час випалу, їх механічна обробка та ін.), у дослідження фазового складу та структури вогнетривів методами петрографічного, диференційно-термічного, рентгенофазо-

вого, рентгеноструктурного, електронно-мікроскопічного, спектрального аналізу, інфрачервоної спектроскопії та ін., у дослідження з фізичної хімії силікатів, зокрема у вивчення багатоконпонентних систем оксидів. Протягом останніх десятиліть в інституті створено і успішно розвивається новий науковий напрям у технології вогнетривів – структуроутворення у крупнозернистих граничноконцентрованих віброрухливих вогнетривких масах.

Чинна в інституті система управління відповідає вимогам стандарту ISO 9001: 2015.

Як головна організація зі стандартизації вогнетривів, як Технічний комітет ТК-7 «Вогнетриви» і головна організація з метрології вогнетривких виробництв України інститут проводить велику роботу зі стандартизації вогнетривів, гармонізації вітчизняних стандартів з міжнародними, розробки та узгодження технічних умов на вогнетривку продукцію, атестації заводського випробувального обладнання та повірки засобів вимірювання.

Створений в інституті на базі науково-випробувальних лабораторій Випробувальний центр для визначення властивостей вогнетривів і вогнетривкої сировини акредитовано Національним агентством з акредитації України відповідно до вимог ДСТУ ISO/IEC 17025-2006.

В інституті працює аспірантура з підготовки кадрів вищої кваліфікації. За роки роботи інституту в умовах ринкової економіки захищено одну докторську і 13 кандидатських дисертацій. Інститут щорічно проводить міжнародні науково-

технічні конференції з технології та застосування вогнетривів і технічної кераміки в промисловості. Співробітники інституту беруть також участь у міжнародних конференціях, симпозиумах, колоквиумах і виставках, які проводяться як в Україні, так і за кордоном (США, Японія, Китай, Німеччина, Польща, Чехія, Росія та ін.). Результати досліджень публікуються в наукових журналах України, Німеччини, США, Росії та Китаю, а також у щорічному збірнику наукових праць інституту, який є фаховим виданням. Новизну досліджень захищено патентами України.

Колектив ПАТ «УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ВОГNETРИВІВ імені А. С. БЕРЕЖНОГО», відзначаючи своє дев'яностоліття, з упевненістю дивиться в майбутнє. Запорукою цього є створені колективом високий науковий потенціал і надійна матеріальна база інституту.

*The article is devoted to the 90<sup>th</sup> anniversary of the founding of PJSC «THE URIR NAMED AFTER A. S. BEREZHNOY». At present, the Institute is the only one specialized scientific organization in Ukraine that develops and produces a unique, science-intensive, competitive in the world market refractory products. The review of the developments carried out by the Institute over the last 5 years is presented.*

**Key words:** Institute of refractories, history, research developments, refractory technology.

**Поступила 01.09.2017**

