

## ОТЗЫВ

на диссертационную работу Жаникулова Нургали Нодырулы на тему «Создание энерго- и ресурсосберегающих технологий портландцементов и стеновой керамики с использованием отходов угледобычи и техногенного сырья», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D072000 – Химическая технология неорганических веществ

### **1. Актуальность темы исследования**

Портландцемент и керамический кирпич являются основой современного строительства. Уровень производства этих материалов во многом определяется техническим прогрессом и экономическим потенциалом страны. Рост объема выпуска различных видов цементов и керамического кирпича в Республике Казахстана и во всем мире сопровождается значительным увеличением затрат топлива и электроэнергии, составляющих около 40-50% себестоимости цемента и кирпича. Это вызывает необходимость совершенствования различных технологических процессов и повышения производительности оборудования с целью экономии топлива, электроэнергии и др.

Изучением физико-химических процессов обжига клинкера и отдельно кирпича, закономерностей формирования их структуры при использовании различных отходов в качестве компонента сырьевых смесей занимались многие ученые. Однако, комплексные работы в этом направлении немногочисленны. К тому же исследователями рассматривается в основном техническая возможность использования техногенных отходов и вулканических горных пород, физико-химические процессы формирования портландцементного клинкера, физико-химические процессы обжига керамической шихты, процессы спекания керамического кирпича. Возможность модифицирования клинкерных и глинистых фаз примесями, находящимися в отходах, изучена недостаточно. Вследствие этого представленная энерго- и ресурсосберегающая технология производства портландцемента и стеновой керамики путем использования отходов угледобычи и техногенного сырья является своевременной и актуальной проблемой.

### **2. Степень обоснованности и достоверности результатов, их новизны**

Методами химического и рентгенографического анализов изучены химико-минералогический состав отходов угледобычи ленгерских шахт, свинцовых шлаков, нетрадиционного сырья для цементной индустрии – тефритобазальта, их пригодность для получения клинкера и кирпича. По программе ROCS и PCC3 рассчитаны составы сырьевых смесей для получения портландцементного клинкера в широком диапазоне величин коэффициента насыщения (КН) от 0,7 до 0,95, силикатного модуля от 1,7 до 3,5, глиноземистого модуля от 0,9 до 2,5.

Термическая обработка в высокотемпературной электрической печи обеспечивает получение клинкеров с хорошими техническими

характеристиками. Показано, что в разработанных малоэнергоёмких сырьевых шихтах при обжиге количество жидкой фазы составляет 28-32 %, коэффициент прилипания к футеровке составляет 3,11-3,24. Это позволит стабилизировать работу вращающейся печи, повысить её производительность, снизить удельный расход топлива на 15-18 %, повысить стойкость футеровки. При 1300-1350 °С процесс связывания СаО в клинкерных минералах завершается. Содержание свободного оксида кальция составляет от 1,04-1,85 до 1,62-1,74 %.

Электронно-микроскопическим методом исследованы структуры и свойства клинкеров. Показано, что кристаллизация минералов в разработанных малоэнергоёмких клинкерах достаточно четкая, распределение их в основном равномерное, зональное. Алит представлен кристаллами разных размеров и различной формы, временами крупной величины достигающие до 100-140 мкм, иногда отмечаются сростки кристаллов алита. Белит кристаллизуется в виде округлых и овальных кристаллов меньшего размера, иногда на поверхности белитовых гранул наблюдаются трещины, в отдельных клинкерах отмечен вторичный белит. Промежуточной фазы достаточно много. Алюмоферриты кальция представлены светлыми и игольчатыми кристаллами, алюминат кальция темными кристаллами.

Химизм ускорения процессов клинкерообразования заключается в минерализующем действии малых составляющих свинцового шлака на диссоциацию СаСО<sub>3</sub> и высокотемпературные реакции минералообразования. Введение свинцового шлака в количестве 3, 6 и 10 % снижает температуру разложения кальцита на 10-30 °С. Содержащиеся в свинцовом шлаке небольшие количества оксида цинка, свинца, меди оказывают минерализующее действие, способствуют более быстрому разрушению кристаллической решетки кальцита при пониженных температурах.

Исследованы процессы помола, гидратации и твердения малоэнергоёмких цементов. С увеличением сроков твердения прочность цементов возрастает. Через 28 суток прочность контрольного цемента при сжатии составляет 41,69 МПа, а цементов, полученных из нетрадиционного и техногенного сырья, составляет 42,26-45,96 МПа, что превышает прочность контрольных образцов на 1-4 МПа.

Исследованы влияние составов масс и температуры на воздушную, огневую и общую усадку. Установлено, что с увеличением содержания отходов угледобычи от 5 до 40 % величина воздушной усадки снижается с 9,47 % до 6,11 %. Огневая усадка образцов в зависимости от температуры обжига с повышением температуры закономерно приводит к монотонному увеличению величины общей усадки изделий. При температуре обжига 1100°С величина огневой усадки в зависимости от компонентного состава изменяется от 1,45% до 3,41%. Увеличение содержания отходов угледобычи с 5 до 40 % приводит к постепенному возрастанию огневой усадки с 2,04 до 3,41%. Изучены прочностные характеристики образцов 5x5x5 см. Установлено, что прочность образцов при сжатии зависит от состава масс.

Оптимальной является дозировка 10 % углеотходов, при которой прочность составляет 12 – 12,3 МПа, марка кирпича М100.

Исследованы фазовый состав и структура обожженных образцов. В образцах кроме стекловидной фазы, по данным РФА, присутствуют пики, характерные для кварца, анортита и гематита. При этом в присутствии отхода угледобычи в обожженных образцах наблюдается пористая микроструктура, а количество и размер пор изменяются в зависимости от количества отходов угледобычи. Размер пор у образцов с 10 % глины ленгерского месторождения достигал 60 мкм, а в образцах содержащих 40 % отходов угледобычи - 300-350 мкм. При обжиге в образцах, содержащих выгорающую добавку, количество пор тем больше, чем больше содержание выгорающих угольных частиц.

Проведены опытно-промышленные испытания и внедрение энергосберегающей технологии на кирпичном заводе ТОО «Занғар-2003-Z». При введении 10 % углеотходов удельный расход угля на обжиг кирпича снизился на 60,9 кг/1000 шт усл кирпича или на 34 %, средняя плотность кирпича понизилась с 1817 кг/м<sup>3</sup> до 1743 кг/м<sup>3</sup>, улучшились теплоизоляционные свойства, теплопроводность снизилась с 0,48 до 0,46 Вт/(м·°С). Марка кирпича при введении 10 % углеотходов не снижалась. Марка опытного и заводского кирпича составила М100. Экономический эффект от внедрения технологии на ТОО «Занғар-2003-Z» составил более 24,24 млн тенге.

### **3. Теоретическое и практическое значение результатов**

Предложен новый подход к оптимизации технологии получения портландцемента и стеновой керамики по малоэнергоёмким технологиям с использованием многотоннажного техногенного сырья: отходов угледобычи, тефритобазальтов и свинцовых шлаков. Разработаны оптимальные составы сырьевых смесей и шихт для обжига клинкера и кирпича. Установлены зависимости процессов обжига клинкеров от модульных характеристик и вида используемых отходов. Показаны возможности энергосбережения и снижения загрязнения окружающей среды при утилизации различного техногенного сырья. Изучено влияние отходов угледобычи, тефритобазальтов и свинцовых шлаков на процессы клинкерообразования. Полученные результаты имеют практическое значение, запатентованы, получено 2 патентов и 1 Евразийский патент. В разработанных составах температуры обжига клинкеров снижена до 1300-1350 °С, что позволит снизить затраты тепла для получения клинкера. Расход натурального топлива снижается на 19 % и производительность печей повышается на 15 %. За счет введения 3,4-5,0 % свинцового шлака и 9,1-9,7 % тефритобазальта улучшены процессы клинкерообразования. Снижены удельный расход угля на обжиг кирпича на 34 % или 114,2 кг на 1000 шт усл кирпича. Снижена средняя плотность кирпича до 1743 кг/м<sup>3</sup>, улучшены теплоизоляционные свойства, снижена теплопроводность до 0,46 Вт/(м·°С). Себестоимость цемента и кирпича уменьшается за счет снижения затрат на топливо.

Разработанные малоэнергоёмкие ресурсосберегающие технологии позволят утилизировать многотоннажные отходы в качестве сырьевых

материалов, снизить загрязнение окружающей среды за счет утилизации техногенного сырья и уменьшения выбросов CO<sub>2</sub> в атмосферу за счет уменьшения расхода топлива.

Таким образом, полученные результаты имеют большое теоретическое и практическое значение, высокую перспективу в использовании в промышленности строительных материалов.

#### **4. Недостатки по содержанию и оформлению диссертации**

Работа выполнена на высоком научно-теоретическом уровне и содержит новые материалы. Однако имеются отдельные замечания:

1. В тексте имеются отдельные опечатки и неточности.
2. В диссертации временами происходит повторение методики экспериментов и полученных результатов.

#### **5. Соответствие диссертации требованиям, предъявляемым к научной квалификационной работе**

Диссертационная работа Жаникулова Н.Н. «Создание энерго- и ресурсосберегающих технологий портландцементов и стеновой керамики с использованием отходов угледобычи и техногенного сырья» представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D072000 – Химическая технология неорганических веществ» соответствует всем требованиям, предъявляемым к научной квалификационной работе.

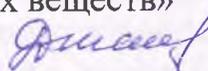
#### **6. Рекомендация (или отклонение) диссертации к публичной защите**

Диссертационная работа Жаникулова Н.Н. «Создание энерго- и ресурсосберегающих технологий портландцементов и стеновой керамики с использованием отходов угледобычи и техногенного сырья» рекомендуется к публичной защите.

Отечественный научный консультант,  
доктор технических наук, профессор кафедры  
«Технологии цемента, керамики и стекла»  
ЮКГУ им. М. Ауэзова

 Б.Т. Таймасов

Отечественный научный консультант,  
кандидат технических наук, профессор кафедры  
«Химическая технология неорганических веществ»  
ЮКГУ им. М. Ауэзова

 Ж.К. Джанмулдаева

Подпись проф. Таймасова Б.Т. и  
проф. Джанмулдаевой Ж.К. удостоверяю.  
Ученый секретарь Совета ЮКГУ им. М. Ауэзова  
кандидат технических наук, доцент



 Л.М. Сатаева