

## Отзыв

официального оппонента о диссертационной работе Жаникулова Нургали Надырулы на тему: «Создание энерго- и ресурсосберегающих технологий портландцементов и стеновой керамики с использованием отходов угледобычи и техногенного сырья», представленной на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по специальности «6D07200 – Химическая технология неорганических веществ»

Представленная диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованных источников, девяти (9) приложений. Изложена на 145 страницах машинописного текста, включая 38 таблиц и 45 рисунков.

### **1. Актуальность темы исследования и ее связь с общенаучными и общегосударственными программами.**

В результате экстенсивной технологии переработки минерального сырья в Казахстане накоплено более 20 млрд. тонн твердых техногенных материалов – отходов металлургической, химической, топливно-энергетической промышленности и горнодобывающих комплексов в виде шлаков, зол, хвостов и т.д. Очевидным является их антропогенное воздействие на окружающую среду, т.е. техногенный риск от них огромен и эколого-экономический ущерб исчисляется миллиардами тенге (при необходимости его можно точно подсчитать с  $\pm 5\%$  колебаниями).

Этим можно объяснить повышенное потепление ( $1,3^{\circ}\text{C}$  в дальнейшем до  $7^{\circ}\text{C}$ ) на территории Казахстана по сравнению с другой частью Света ( $0,3^{\circ}\text{C}$  в дальнейшем более  $3^{\circ}\text{C}$ ). Следует отметить, когда экологи говорят «потепление климата» – это не значит, что наступило долгожданное лето, и связанные с ним благоприятные дни, а как раз наоборот: чуть ли не «катастрофа», «катаклизм» и т.д.

Кроме того, наиболее перспективной, если прямо сказать – безальтернативной, является утилизация техногенного сырья путем получения на их основе различных строительных материалов, изделий и конструкций.

В связи с этим разработка энерго- и ресурсосберегающих технологий портландцементов и стеновой керамики на основе отходов угледобычи ленгерских шахт и свинцового шлака АО «Южполиметалл» является актуальной.

Диссертационная работа связана с программой государственного грантового финансирования №4218/ГФЧ по теме №203-18 от 03.03.2017г.: «Исследование низкотемпературных процессов клинкерообразования в сырьевых смесях из нетрадиционного сырья и отходов промышленности с целью создания ресурсосберегающей технологии специальных сульфатостойких и дорожных цементов».

### **2. Научные результаты и их обоснованность**

В диссертационной работе описано решение актуальной научно-технической проблемы - создание энерго- и ресурсосберегающих технологий использованием:

- известняка, нефрито-базальта, отходов угледобычи и свинцового шлака – для получения портландцементов;

- лесса, тугоплавкой глины и отходов угледобычи – для получения стеновой керамики

получены следующие научные результаты.

2.1. Результат 1. Путем всестороннего анализа современного производства портландцементов и стеновой керамики существует возможность их получения более эффективными способами – энерго- и ресурсосбережением с использованием техногенных материалов, что способствует рациональному использованию минерального сырья и решению экологической проблемы окружающей среды.

2.2. Результат 2. Установлено, что использование техногенного сырья позволяет существенно расширить диапазон модульной характеристики портландцементного клинкера:

- коэффициента насыщения (КН) в пределах  $0,8...0,95$ , вместо традиционного  $0,91$ ;
- силикатного модуля (n) в пределах  $1,7...3,5$ , обычно ОН –  $2,2$ ;
- алюминатного модуля (p) в пределах  $0,9...2,5$ , а для него характерна величина  $-1,4$ .

Это позволяет в одной технологической линии получать клинкеры, пригодные для производства обычного портландцемента, сульфатостойкого и шлакопортландцемента.

2.3. Результат 3. Известно, что обжиг клинкера на традиционных смесях осуществляется до 1450°C, а предлагаемых техногеносодержащих смесях – 1300...1350°C. Однако, несмотря на это, основные физико-химические процессы происходят в полном объеме с образованием алита, белита, фелита и целита в соответствии с заданным расчетным содержанием их в клинкере.

2.4. Результат 4. Термодинамический анализ показывает, что физико-химические высокотемпературные реакции систем  $\text{CaO-SiO}_2$ ,  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$  с образованием основных минералов – величина свободной энергии Гиббса ( $\Delta G$ ) отрицательная, значит, в вышеупомянутых системах происходят пиросиликатные взаимодействия и эти минералы устойчивы.

2.5. Результат 5. Установлено, что малоэнергоемкие клинкеры обладают повышенной размалываемостью, то есть прочность цементов при удельной поверхности около 340 м<sup>2</sup>/кг достигает около 45 МПа, а при гидратации образуют высокоосновные гидросиликаты, моногидросульфат алюмината кальция, а в результате карбонизации – еще карбонат кальция.

2.6. Результат 6. Введение отходов угледобычи в состав керамической шихты благоприятно действует на технологические характеристики и физико-механические свойства кирпича, при этом:

- расход угля на обжиг кирпича снижается на 34 %;
- воздушная усадка снижается с 9,47 % до 6,11 %, а огневая усадка в зависимости от содержания отходов находится в пределах 1,45...3,41 %;
- размеры пор в структуре кирпича возрастают от 60 мкм до 300...350 мкм;
- средняя плотность кирпича уменьшается с 1817 до 1743 кг/м<sup>3</sup>;
- теплопроводность снижается с 0,48 до 0,46 Вт/м·°С;
- марка кирпича составила М100.

### **3. Степень обоснованности и достоверности каждого научного результата (научного положения), выводов, заключения соискателя, сформулированных в диссертации**

3.1. Степень обоснованности и достоверности каждого научного положения и всех научных результатов отображена в полученных соискателем графических зависимостях и таблицах базируется на экспериментальном материале.

3.2. Научные результаты обоснованы и достоверны, поскольку они получены с соблюдением технических требований соответствующих нормативных документов и с привлечением современных установок и приборов:

- рентгеновские установки ДРОН-3 (Россия) и ARL X' TRA с высокотемпературной печью;
- дериватографические установки MOM-1500 (Венгрия) и STA 449 FI (Германия);
- электронный микроскоп JEOL JSM-6490 LV;
- качественный и количественный химический анализ согласно ГОСТ 5382-91.

3.3. Эти методы и выполнение технических требований соответствующих государственных стандартов позволили соискателю однозначно идентифицировать фазовые составы пиро- и гидросиликатных систем.

3.4. Выводы в каждой главе и общее заключение в конце диссертации обоснованы и достоверны, поскольку они сформулированы на основании полученных соискателем экспериментальных данных и всестороннего физико-химического и физико-механического анализа.

#### **4. Степень новизны каждого научного результата (положения), вывода соискателя, сформулированных в диссертации**

4.1. **Результат 1** является новым, поскольку:

- обоснован необходимостью создания энерго- и ресурсосберегающих технологий пирросиликатных материалов и изделий с использованием техногенного сырья, что способствует рациональному применению минеральных ресурсов и решению экологической проблемы окружающей среды.

4.2. **Результат 2** является новым, поскольку:

- расширен диапазон модульной характеристики клинкера, позволяющий в одной технологической линии получение обычного и сульфатостойкого портландцемента и шлакопортландцемента.

4.3. **Результат 3** является новым, поскольку:

- главные клинкерные минералы – алит, белит, фелит и целит в полном объеме и заданных соотношениях кристаллизуется по приложенной технологии при 1300...1350°C вместо эталонных 1450°C.

4.4. **Результат 4** является новым, поскольку:

- при помощи термодинамического анализа доказана вероятность химических реакций, протекающих в процессе клинкерообразования с кристаллизацией главных минералов.

4.5. **Результат 5** является новым, поскольку:

- малоэнергоемкие клинкеры обладают повышенной размалываемостью, то есть прочность цементов с удельной поверхностью 340 м<sup>2</sup>/К достигает 45 МПа

4.6. **Результат 6** является новым, поскольку:

- при использовании отходов угледобычи в составе пирросиликатных систем получается кирпич с удовлетворительными физико-механическими свойствами.

#### **5. Практическая и теоретическая значимость научных результатов**

5.1. **Общая практическая значимость** – это применение отходов угледобычи и свинцовых шлаков при получении портландцементов и стеновой керамики, совместно с природными материалами, использование.

5.2. **Практическая значимость при получении портландцементов** – это:

- снижение температуры обжига до 1300...1350°C вместо эталонных 1450°C;
- повышение производительности печей на 15 % со снижением при этом расхода натурального топлива на обжиг клинкера на 19 %;
- улучшение процессов пирросиликатных систем, размалываемости клинкера и получение цемента прочностью 45 МПа.

5.3. **Практическая значимость при получении стеновой керамики** – это:

- снижение удельного расхода угля на обжиг кирпича на 34 %;
- снижение средней плотности кирпича до 1734 кг/м<sup>3</sup>;
- улучшение теплопроводности до 0,46 Вт (м·°С);
- получение кирпича марки М400.

#### **6. Замечания и предложения по диссертации**

6.1. Термины: «отходы» и «техногенное сырье» – синонимы, поэтому надо было выбрать одно из них при составлении названия диссертационной работы.

6.2. В названии работы присутствует слово «технологии», однако проделанная работа не вполне отражает назначение этого термина; следовало хотя бы привести технологические схемы производства портландцементов и стеновой керамики.

6.3. В диссертационной работе приведены 56 составов исходного сырья для получения обычного и сульфатостойкого портландцементов, ясно, что все эти составы не будут применяться на практике. Поэтому в качестве рекомендации следовало бы выбрать для каждого вида цементов по два состава. Например: для обычного портландцемента состав с содержанием алита около 55 %, для сульфатостойкого с содержанием алита около 49 % и фелита 3,5...7,0 %, для шлакопортландцемента с содержанием алита около 65-67 %.

