



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный  
технологический институт  
(технический университет)»  
(СПбГТИ(ТУ))

Московский пр., д.26, г.Санкт-Петербург, 190013,  
телефон/факс: (812) 494-92-03, общий отдел: (812) 494-92-45,  
e-mail: [office@spbti.ru](mailto:office@spbti.ru)

УТВЕРЖДАЮ

Ректор СПбГТИ(ТУ)

А.П. Шевчик



2026

20.03.2026 № 555-01-03

### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Санкт-Петербургский государственный  
технологический институт (технический университет)»  
на диссертационную работу **Ковалева Сергея Викторовича**  
на тему: **«Интенсификация процесса обжига белого портландцементного  
клинкера раздельным вводом минерализаторов»**,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по научной специальности 2.6.14. Технология силикатных и тугоплавких  
неметаллических материалов

**Актуальность темы исследования** обусловлена необходимостью разработки эффективных способов снижения себестоимости производства белого цемента и повышения его качества. Современные тенденции в области получения белого портландцемента направлены на снижение затрат энергии при обжиге клинкера и увеличение его белизны. Поэтому особую

значимость приобретают исследования, направленные на применение модифицирующих добавок, способных снижать температуру обжига и положительным образом влиять на белизну клинкера. В связи с этим, диссертационная работа Ковалева Сергея Викторовича, посвященная исследованию интенсификации процесса обжига путем ввода минерализаторов при синтезе белого портландцементного клинкера, является актуальной и отвечает современным требованиям отрасли.

### **Структура и содержание работы**

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения и приложений. Изложена на 174 страницах, включает 54 рисунка, 21 таблицу, библиографический список из 129 наименований, 3 приложения.

Диссертация логично структурирована и содержит все элементы, характерные для кандидатской работы. Работа включает основные разделы: введение, анализ вопроса использования минерализаторов для интенсификации процесса обжига белого портландцементного клинкера, характеристика исходных материалов и методы исследования, эффективность способов ввода минерализаторов при обжиге белого портландцементного клинкера, особенность процессов минералообразования в клинкере при раздельном вводе минерализаторов  $R_2O$  и  $CaF_2$ , заключение. Особое внимание уделено установлению различий в процессах минералообразования клинкера при традиционном вводе минерализаторов в сырьевую смесь и при раздельном вводе минерализаторов  $R_2O$  и  $CaF_2$ , а также исследованию взаимосвязи установленных процессов минералообразования и величины коэффициента яркости клинкера. Завершающая глава содержит рекомендации по практическому применению и экономическую эффективность раздельного ввода  $R_2O$  и синтезированного минерализатора  $2C_2S \cdot CaF_2$ . Иллюстративный материал понятен, аккуратно оформлен, представлен в достаточном количестве.

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертационной работы.

### **Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций**

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается применением комплекса современного научно-исследовательского оборудования и методов исследования, включающих рентгенофазовый анализ, растровую электронную микроскопию и энергодисперсионный анализ, дифференциально-сканирующую калориметрию и других методов.

Достоверность подтверждается глубоким анализом научной литературы и известных технологических решений, выполнением экспериментальных исследований на высоком уровне с обсуждением результатов исследований на международных и всероссийских конференциях.

По теме диссертации опубликовано 13 научных работ, в том числе: 3 – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ; 5 – в зарубежных изданиях, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science. Получено 4 патента на изобретение, в том числе: 3 патента РФ, 1 патент Евразийского патентного ведомства.

### **Научная новизна диссертационной работы**

Автором установлена закономерность влияния отдельного ввода минерализаторов  $R_2O$  ( $Na_2O+K_2O$ ) и  $F^-$  на интенсификацию процесса минералообразования при обжиге белого портландцементного клинкера, заключающаяся в образовании алюмоферритов натрия и калия  $R_2O \cdot (Al,Fe)_2O_3$ , что способствует повышению коэффициента яркости белого клинкера на 10-16 абс. %

Установлен процесс разложения алюмоферритов натрия и калия  $R_2O \cdot (Al,Fe)_2O_3$  в системе белого портландцементного клинкера при отдельном вводе  $R_2O$  и  $F^-$ , обусловленный термической неустойчивостью  $R_2O \cdot (Al,Fe)_2O_3$  при температуре более 1300-1350°С с последующим образованием алюмоферритов кальция  $Ca_2(Al,Fe)_2O_5$ , что понижает коэффициент яркости белого портландцементного клинкера.

Установлена закономерность увеличения коэффициента яркости белого портландцементного клинкера при вводе синтезированного соединения  $2(2CaO \cdot SiO_2) \cdot CaF_2$  и  $R_2O$  ( $Na_2O + K_2O$ ) путем отдельного ввода минерализаторов, заключающаяся в образовании клинкерного расплава в интервале температур 1200-1250°С, что позволяет полностью завершить процессы клинкерообразования при температуре 1300°С до разложения алюмоферритов натрия и калия  $R_2O \cdot (Al,Fe)_2O_3$ .

#### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Автором сформулированы теоретические представления о принципах интенсификации обжига белого портландцементного клинкера отдельным вводом минерализаторов в присутствии  $Na_2O$ .

Установлен механизм процессов формирования алюмоферритов щелочных металлов и их разложения в присутствии минерализаторов, позволяющий регулировать коэффициент яркости белого портландцементного клинкера.

Установлена закономерность снижения времени помола цемента до заданной удельной поверхности  $350 \pm 10$  м<sup>2</sup>/кг на 60-33 % из белого клинкера с содержанием 0,28-1,00 %  $Fe_2O_3$ , полученного при отдельном вводе  $R_2O$  ( $Na_2O + K_2O$ ) и  $2(2CaO \cdot SiO_2) \cdot CaF_2$ .

Разработана и запатентована технология интенсификации обжига клинкера белого портландцемента во вращающихся печах путем отдельного ввода синтезированного минерализатора  $2(2CaO \cdot SiO_2) \cdot CaF_2$  в присутствии оксидов щелочных металлов  $Na_2O$  и  $K_2O$ , позволяющая понизить температуру

обжига на 200 °С, удельный расход топлива при обжиге клинкера на 1,9 % и увеличить коэффициент яркости клинкера на 10-16 абс. %. Для получения клинкера максимальной белизны при допустимом содержании свободного оксида кальция температура обжига должна быть ниже 1350 °С.

### **Апробация результатов работы**

Лабораторией службы качества ООО «Цементум Центр» (г. Коломна) проведены испытания способа отдельного ввода минерализаторов с использованием переданной опытной партии минерализатора  $2(2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2)\cdot\text{CaF}_2$ . Результаты исследований внедрены в учебный процесс БГТУ им. В.Г. Шухова по направлениям 18.03.01 «Химическая технология» и 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

Основные результаты работы были представлены на Международных конференциях: «Энерго- и ресурсосберегающие экологически чистые химико-технологические процессы защиты окружающей среды: Международная научно-техническая конференция» (Белгород, 2015); «Эффективные строительные композиты: Научно-практическая конференция к 85-летию заслуженного деятеля науки РФ, академика РААСН, доктора технических наук Баженова Юрия Михайловича» (Белгород, 2015); «V Международный семинар-конкурс молодых ученых и аспирантов, работающих в области вяжущих веществ, бетонов и сухих смесей» (Москва, 2015); «Наукоемкие технологии и инновации: Международная научно-практическая конференция» (Белгород, 2016); семинар на тему «Современные энергосберегающие технологии, оборудование и приборы для производства цемента» (Цемклуб, Белгород 2019); семинар «Энергосберегающие технологии и оборудование для производства цемента» (Цемклуб, Белгород 2021).

## **Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации**

Результаты и выводы работы могут быть использованы при проектировании новых и модернизации действующих заводов сухого и мокрого способов производства белого портландцемента; на заводах по производству цветных цементов; при организации курсов повышения квалификации сотрудников цементных предприятий.

### **Замечания по содержанию и оформлению диссертационной работы**

При рецензировании диссертации возникли следующие вопросы и замечания:

1. Автор использовал для сравнения белизны составов показатель коэффициента яркости клинкера, а не коэффициент отражения портландцемента, используемый по ГОСТ 965-89 Портландцементы белые. Технические условия.

2. Цветовые характеристики строительных материалов определяют в колориметрической системе CIEL\*a\*b. Как коэффициент яркости согласуется с параметром L\*, характеризующим яркость?

3. При интенсификации обжига белого портландцементного клинкера минерализаторами важны характер влияния минерализаторов на изменение вязкости жидкой фазы клинкера и ее количество. Целесообразно определить эти показатели для расплава, образующегося при отдельном вводе минерализаторов  $R_2O$  ( $Na_2O+K_2O$ ) и  $2C_2S \cdot CaF_2$ .

4. В разделе 4.6 диссертации автор вводит в цемент состава № 12 известь-пушонку в количестве 5% от массы клинкера с целью увеличения коэффициента яркости цемента, но результат влияния извести-пушонки на коэффициент яркости цемента не представлен. При определении прочностных характеристик цементного камня полученный состав (состав № 12) сравнивается с другими составами (составы № 1-11), которые

известь-пушонку не содержат. В данном случае для сравнения корректно использовать цемент, отвечающий составу № 12 без извести-пушонки, либо дополнительно представлять результаты по вводу извести-пушонки в составы № 1-11.

Указанные замечания не снижают значимость выполненной работы и не влияют на ее положительную оценку.

### Заключение

Диссертация **Ковалева Сергея Викторовича** на тему: **«Интенсификация процесса обжига белого портландцементного клинкера отдельным вводом минерализаторов»** является завершенной научно-квалификационной работой, в которой предложено **решение актуальной научной задачи** по снижению удельных затрат энергии на обжиг и регулированию белизны белого портландцементного клинкера минерализаторами, имеющей существенную значимость для развития соответствующей отрасли науки – технологии силикатных и тугоплавких неметаллических материалов (технические науки).

По актуальности исследуемых вопросов, научной новизне и практической значимости, числу публикаций диссертационная работа соответствует требованиям, изложенным в пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», (Постановление Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 в действующей редакции), предъявляемым к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, **Ковалев Сергей Викторович**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.6.14. Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден и одобрен на расширенном заседании кафедры химической технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов Федерального государственного

бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)», протокол № 3 от 17 марта 2026.

Доктор технических наук по специальности 05.17.11 – «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов», профессор, профессор кафедры химической технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)»



Брыков  
Алексей Сергеевич

Доктор технических наук по специальности 05.17.11 – «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов», профессор, заведующий кафедрой химической технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)»



Пантелеев  
Игорь Борисович

### Сведения о ведущей организации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)»

**Адрес:** 190013, г. Санкт-Петербург, проспект Московский, дом 24-26/49, литер А

**Телефон:** +7 812 494-92-03

**E-mail:** office@spbti.ru

**Сайт:** https://spbti.ru/

Подпись Брыкова Алексея Сергеевича,  
Пантелеева Игоря Борисовича  
Начальник отдела кадров  
И.В. Шестакова Л.Б.