

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора
Самченко Светланы Васильевны
на диссертационную работу **Ковалева Сергея Викторовича** на тему:
**«Интенсификация процесса обжига белого портландцементного
клинкера отдельным вводом минерализаторов»**,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по научной специальности 2.6.14. Технология силикатных и тугоплавких
неметаллических материалов

Для отзыва были представлены:

- диссертационная работа, состоящая из введения, 4 глав, заключения и приложений; работа изложена на 174 страницах, включает 54 рисунка, 21 таблицу, библиографический список из 129 наименований, 3 приложения;
- автореферат на 20 страницах.

Актуальность темы диссертационной работы

Энергоемкость производства цемента является важнейшим фактором, определяющим как стоимость продукции, так и ее экологический след. Сокращение энергозатрат – ключевое направление развития цементной промышленности. Наиболее энергоемким этапом производства цемента является обжиг. Известно, что обжиг клинкера интенсифицируется минерализаторами. Несмотря на очевидную перспективность использования минерализаторов, они очень редко используются на цементных заводах. Одной из причин является недостаточная эффективность минерализаторов, которая не обеспечивает целесообразность их внедрения. Исходя из этого, разработка эффективных способов интенсификации обжига минерализаторами представляется перспективной задачей. Диссертация Ковалева С.В. посвящена изучению эффективности отдельного ввода минерализаторов при получении белого портландцемента и установлению характера влияния отдельного ввода на процессы минералообразования в клинкере и его свойства. В связи с вышеизложенным, выбранная диссертантом тема исследования **актуальна и с научной, и с практической точек зрения**, что говорит о важности выполненной диссертации.

Общая характеристика работы

Во введении автор формулирует актуальность темы исследования и степень ее разработанности, цель и задачи работы, научную новизну, теоретическую и практическую значимость, описывает методологию и методы исследования, приводит положения, выносимые на защиту, отмечает достоверность полученных результатов, их апробацию, внедрение результатов исследования, публикации, личный вклад автора, объем и структуру диссертации.

В главе 1 рассмотрены современные представления об интенсификации процесса обжига белого клинкера с помощью различных минерализаторов. Подробно обсуждается влияние минерализаторов на качественные характеристики белого клинкера. Особое внимание Ковалев С.В. уделил закономерностям изменения белизны клинкера в присутствии минерализаторов. В завершении главы автор подводит итог анализа работ по теме диссертации, обозначает направления исследования для решения проблемы.

В главе 2 описаны материалы и минерализаторы, применяемые в исследовании, методики исследования, в т.ч. методики моделирования способов ввода минерализаторов. Охарактеризованы используемые физико-химические методы исследования.

В главе 3 изучены интенсифицирующие свойства минерализаторов, в качестве которых использовались минерализаторы на основе иона F^- , такие как NaF , CaF_2 , синтезированный минерализатор $2(2CaO \cdot SiO_2) \cdot CaF_2$, а также содержащегося в смеси R_2O . Изучена эффективность данных минерализаторов при отдельном вводе и при традиционном вводе минерализаторов в сырьевую смесь. Установлено, что по способности снижать температуру обжига белого клинкера наиболее эффективен отдельный ввод, что обусловлено ранним появлением клинкерного расплава в интервале $1200-1250^\circ C$. Отмечено значительное увеличение белизны клинкера с минерализатором $2(2CaO \cdot SiO_2) \cdot CaF_2$ при температуре до $1300^\circ C$ по сравнению с клинкером без минерализатора.

В главе 4 установлена природа увеличения белизны клинкера при отдельном вводе минерализаторов. При отдельном вводе минерализатора при температуре до $1300^\circ C$ в клинкере формируются алюмоферриты натрия

и калия, обладающие более светлой окраской, вместо алюмоферритов кальция.

Показано, что отдельный ввод $2(2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2)\cdot\text{CaF}_2$ не оказывает отрицательного влияния на прочностные характеристики. Установлено, что клинкер, полученный отдельным вводом минерализатора, размалывается легче.

Автором представлены варианты осуществления технологии использования отдельного ввода минерализаторов в промышленных печах для получения белого клинкера.

В заключении приведены итоги проведенного исследования, рекомендации и перспективы дальнейшего исследования.

Все разделы диссертации и вся работа в целом обладают **внутренним единством**. Разделы логически взаимосвязаны, а выводы базируются на результатах предшествующих этапов исследования.

Представленная диссертация **написана автором самостоятельно**. Текст работы демонстрирует единообразие терминологии и подходов к решению задачи, что исключает компиляцию чужих трудов.

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертационной работы.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, обладают достаточной степенью обоснованности. Они основываются на данных, полученных с использованием современных физико-химических методов исследования, опираются на общепризнанные труды Зубехина Алексея Павловича, Бутта Юрия Михайловича, Торопова Никиты Александровича и других ученых и согласуются с ними. Отсутствуют логические ошибки при формулировке положений, выводов и рекомендаций.

Положения, выдвигаемые для публичной защиты, сформулированы автором корректно, **содержат новые научные результаты** и в полной мере отражают суть проведенного исследования. Каждое из защищаемых положений логически обосновано в соответствующих главах диссертации и

подтверждено полученными эмпирическими данными. Положения не повторяют работы других авторов.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций

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°C с последующим образованием алюмоферритов кальция $Ca_2(Al,Fe)_2O_5$, что снижает 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°C, что позволяет полностью завершить процессы клинкерообразования при температуре 1300°C до разложения алюмоферритов натрия и калия $R_2O \cdot (Al,Fe)_2O_3$.

Теоретическая и практическая значимость работы

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 ± 10 м²/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 $2(2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2)\cdot\text{CaF}_2$ в присутствии оксидов щелочных металлов Na_2O и K_2O , позволяющая снизить температуру обжига на $200\text{ }^\circ\text{C}$, 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 $1350\text{ }^\circ\text{C}$.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность научных положений и выводов обеспечена корректным использованием широкого спектра методов анализа, осуществленных на современном специализированном сертифицированном оборудовании, а также подтверждается совпадением теоретических прогнозов с данными практики. Достоверность рекомендаций подтверждается актом о результатах лабораторных испытаний на предприятии ООО «Цементум Центр» (г. Коломна), специализирующемся, в том числе, на выпуске белого цемента.

Предложенные автором диссертации **решения аргументированы и оценены в сравнении с другими известными решениями**. Автором произведено сравнение эффективности традиционно используемого в цементной промышленности способа ввода минерализаторов путем их ввода непосредственно в сырьевую смесь и способа отдельного ввода минерализаторов при синтезе белого портландцементного клинкера.

Оценка публикаций автора

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.

Результаты работы прошли широкую **апробацию**. Основные положения диссертации докладывались на научно-практических конференциях, включая значимые для цементной отрасли форумы, проводимые под эгидой компании ЦЕМКЛУБ для обмена опытом между отечественными и зарубежными

производителями цемента. Это свидетельствует о широком профессиональном обсуждении выводов автора.

Замечания по содержанию и оформлению диссертационной работы и автореферата

1. R_2O (Na_2O+K_2O) и CaF_2 в высокотемпературных зонах печи интенсивно улетучиваются. Для более точной оценки влияния R_2O и CaF_2 на процессы минералообразования в клинкере целесообразно определять их остаточное содержание.

2. При исследованиях количество вводимого минерализатора составляет 8,11% $2(2CaO \cdot SiO_2) \cdot CaF_2$. В работе не представлена информация о влиянии иных количеств минерализатора $2(2CaO \cdot SiO_2) \cdot CaF_2$ на свойства белого портландцементного клинкера.

3. Не раскрыт механизм, согласно которому происходит снижение температуры появления клинкерного расплава при отдельном вводе R_2O и $2(2CaO \cdot SiO_2) \cdot CaF_2$.

4. Автором предложен синтез минерализатора $2(2CaO \cdot SiO_2) \cdot CaF_2$ в туннельных печах. Но в расчете удельного расхода топлива при внедрении отдельного ввода минерализаторов не учитываются затраты на синтез минерализатора $2(2CaO \cdot SiO_2) \cdot CaF_2$.

Отмеченные замечания не носят принципиального характера и не снижают общую положительную оценку диссертационной работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней


Диссертация **Ковалева Сергея Викторовича** является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, в которой **содержится решение научной задачи** по снижению энергоемкости синтеза белого портландцементного клинкера, имеющей **значение для развития соответствующей отрасли знаний** (технические науки) в области технологии силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Учитывая актуальность исследуемых вопросов, научную новизну, теоретическую и практическую значимость полученных результатов, считаю, что диссертационная работа на тему: **«Интенсификация процесса обжига белого портландцементного клинкера отдельным вводом**

минерализаторов» соответствует критериям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 в действующей редакции), предъявляемым к работам 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.

Официальный оппонент:

Доктор технических наук
(специальность 05.17.11 –
«Технология силикатных и
тугоплавких неметаллических
материалов»), профессор, заведующий
кафедрой строительного
материаловедения ФГБОУ ВО
«Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет»



Самченко Светлана Васильевна

«30» марта 2026 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»

Адрес: 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26


Телефон: +7 (916) 915-70-44

E-mail: SamchenkoSV@mgsu.ru

Личную подпись официального оппонента С.В. Самченко заверяю:



НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА
КАДРОВОГО ДЕЛОПРОИЗ-
ВОДСТВА УРП
А. В. ПИНЕГИН


30.03.2026