


АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. И.И. ПОЛЗУНОВА

 На правах рукописи

РГБ ОД

ХИЖИНКОВ Олег Вячеславович - 4 янв 2000

СИЛИКАТНЫЙ КИРПИЧ С КОМПЛЕКСНЫМИ
ДОБАВКАМИ НА ОСНОВЕ ПЫЛИ-УНОСА ЦЕМЕНТНЫХ
ПЕЧЕЙ

05.23.05 – Строительные материалы и изделия

А в т о р е ф е р а т

Диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Барнаул – 2000

Работа выполнена на кафедре строительных материалов
Алтайского государственного технического университета
им. И.И. Ползунова

Научный руководитель: доктор технических наук,
профессор В.К. Козлова

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор Ю.С. Саркисов,


кандидат технических наук,
доцент И.В. Генцлер

Ведущая организация: ЗАО «Строительные материалы»

Защита состоится 27 декабря 2000 г. в _____ часов на заседании
диссертационного совета К 064. 29.09 по защите диссертаций на
соискание ученой степени кандидата технических наук при Алтайском
государственном техническом университете им. И.И. Ползунова по
адресу: 656099, г. Барнаул, пр. Ленина 46, в ауд _____ главного корпуса.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета.

Автореферат разослан 27 ноября 2000 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат технических наук, профессор  В.И. Свиридов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Строительная промышленность уже более ста лет использует и будет ещё продолжительное время использовать в качестве основного вяжущего вещества портландцемент и его разновидности. Однако на цементных заводах недостаточно решаются проблемы защиты окружающей среды от техногенных отходов.

Основными источниками пылевыведения на цементных заводах является клинкерообжигательные печи. Так, например, в процессе обжига сырьевого шлама при мокром способе производства на каждую тонну получаемого клинкера из печных агрегатов выносятся от 80 до 250 кг полубоженного материала и клинкерной пыли. В результате в отвалах около цементных заводов накапливаются громадные количества пыли-уноса, уловленной электрофильтрами, которая практически не утилизируется. Это приводит к загрязнению окружающей среды и ухудшению экологической обстановки районов, где располагаются заводы по производству цемента.

Однако по своим строительно-техническим свойствам и химико-минералогическому составу, пыль-унос цементных печей является ценным сырьем для производства строительных материалов.

Изучение возможности использования пыли-уноса в качестве компонента сырьевой смеси при получении высококачественных автоклавных силикатных бетонов, является актуальной задачей, поскольку решает проблемы не только защиты окружающей среды, но и сокращения расхода дорогостоящих вяжущих.

Цель и задачи исследований. Цель работы – получение высококачественных автоклавных силикатных материалов с использованием добавок, содержащих пыль-унос, уловленную электрофильтрами вращающихся клинкерообжигающих печей и исследование основных строительно-технических свойств полученных материалов.

При исследовании необходимо также решить ряд частных задач:

- 1) определить и сравнить химический и минералогический составы, строительно-технические свойства пыли-уноса различных цементных заводов;
- 2) определить оптимальные технологические параметры приготовления известково-пылевого вяжущего для производства силикатного кирпича;
- 3) установить влияние добавки пыли-уноса на строительно-технические свойства силикатного кирпича;

4) изучить возможность применения химических активизаторов вяжущих свойств пыли-уноса, оценить их влияние на свойства получаемого кирпича;

5) определить фазовый состав продуктов гидратации пылевого вяжущего;

6) определить карбонизационную стойкость силикатного кирпича с добавками, содержащими пыль-унос;

7) разработать оптимальную технологию производства автоклавных материалов на основе известково-пылевого вяжущего и добавок;

8) определить возможность производства материалов на основе декарбонизированной пыли-уноса;

9) показать возможные области применения данного материала и направления дальнейших исследований по использованию пыли-уноса.

Научная новизна:

1) установлена принципиальная возможность получения высококачественного силикатного кирпича при введении в состав шихты значительно большего количества «цементной» пыли, чем было рекомендовано до сих пор;

2) предложено введение в качестве активизирующей добавки в состав сырьевой смеси на известково-пылевом вяжущем ряда химических добавок;

3) показана возможность получения комплексного вяжущего на основе декарбонизированной при 1000 °С пыли-уноса и химических добавок;

4) выявлен механизм положительного влияния комплексной добавки на основе пыли-уноса на свойства силикатного кирпича;

5) изучено влияние комплексных добавок на карбонизационную стойкость силикатного кирпича.

Практическое значение работы. В результате проведенной работы предложены следующие технологические решения, для получения высококачественного силикатного кирпича:

– найдены оптимальные соотношения между компонентами сырьевой смеси, позволяющие экономить дорогостоящую известь;

– показана возможность получения силикатного кирпича на комплексном вяжущем без извести;

– установлена возможность сокращения сроков силосования силикатной массы, по сравнению с изготовлением классического силикатного кирпича;

- предложена технологическая схема введения добавок в состав сырьевой смеси;

- показана возможность сокращения времени автоклавной обработки изделий, по сравнению с традиционной технологией.

- разработаны метод назначения состава и технология получения силикатного кирпича.

Силикатный кирпич, полученный с использованием комплексной добавки, превосходит по всем показателям свойств свои аналоги, изготавливаемые по традиционной технологии. Кроме того предлагаемая технологическая схема позволяет существенно сократить затраты на производство силикатных материалов.

Реализация результатов работы. Результаты проведенных исследований реализованы при выпуске опытной партии силикатного кирпича с использованием добавки пыли-уноса (взамен 50 % извести), активизированной содовым концентратом, на Барнаульском заводе силикатного кирпича (ЗАО «Строительные материалы»).

Апробация работы. Результаты работы докладывались на 56-57 научно-технических конференциях студентов, аспирантов и профессорско-преподавательского состава АлтГТУ в 1997-1999 г.г., всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы строительного материаловедения» в г. Томске в 1998 г., всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы строительного материаловедения» в г. Новосибирске в 1999 г., международной научно-практической конференции «Гуманизм и строительство на пороге третьего тысячелетия» в г. Барнауле в 1999 г.

Публикации. По материалам выполненных исследований поданы 2 заявки на получение патента РФ и опубликовано 7 печатных работ.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, шести глав, основных выводов, списка литературы и приложений. Работа имеет общий объем 189 страниц, содержит 23 таблицы, 64 рисунков, список литературы из 187 наименований и 10 приложений.

Автор защищает:

- предложенные способы получения силикатного кирпича на основе комплексных добавок, содержащих пыль-унос;

- установленные особенности фазовых превращений при автоклавировании при температуре 174,5 °С, происходящих в силикатном материале, содержащем комплексные добавки, на основе пыли-уноса;

– результаты исследований основных строительно-технических свойств, а также результаты лабораторных и опытно-промышленных испытаний предлагаемых материалов.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Литературный обзор. В первой главе диссертации проведен анализ литературных данных, в которых содержится сведения о химическом, минералогическом составех и строительно-технических свойствах пыли-уноса цементного производства.

По результатам обзора литературы в фазовом составе пыли-уноса содержится, в % по массе: карбонатов кальция и магния – 40-50, тонкодисперсных веществ (преимущественно глины) – 20-30, стекол и шлаков – 10-20, клинкерных минералов (C_2S , C_3A и др.) – 4-8, сульфидов металлов – 0,5-2 %, сульфатов Ca, K и Na – 8,5-14 %, водорастворимых солей – 3,3-4,4 %. Содержание свободного CaO – 3-8 %.

Глинистая часть пыли-уноса состоит из частично дегидратированных гидрослоды и монтмориллонита. Кроме этого в пыли-уносе могут присутствовать комплексные соли: $Na_2Ca(CO_3)_2$, $K_2Ca(CO_3)_2$ и $(KNa)Ca(CO_3)_2$, а также $2Ca_2SiO_4 \cdot CaCO_3$, $3Ca_2SiO_4 \cdot 2CaSO_4$ и $2CaSO_4 \cdot K_2SO_4$ и другие, а также простые соли K_2SO_4 , KCl, Na_2SO_4 , K_2SO_4 , $CaSO_4$ и другие.

По данным ряда авторов фазовый состав запаренного вяжущего, содержащего пыль-унос представлен следующими фазами: $Ca(OH)_2$, гидросиликатами кальция, а также новообразованиями комплексного состава, включающими карбонатные и сульфатные группы. При этом повышение содержания в составе вяжущего пыли-уноса приводит к постепенному уменьшению количества четко закристаллизованных высокоосновных продуктов и возрастанию количества гелевидных (субмикрористаллических) новообразований низкой основности.

На основании данных, приведенных в зарубежной и отечественной литературе показана возможность использования в производстве силикатного кирпича пыли-уноса. При этом получаемый кирпич имеет высокую сырцовую прочность, а прочность после автоклавной обработки снижается или остается на уровне контрольного состава. Поэтому содержание пыли-уноса в составе силикатной массы рекомендовано авторами в пределах 5-10 %.

Поскольку пыль-унос содержит значительное количество щелочесодержащих соединений, рассмотрены данные о влиянии

щелочных добавок на вяжущие свойства известково-кремнеземистых смесей в автоклавных условиях и на вяжущие свойства клинкерных минералов, содержащихся в пыли-уносе.

На основании анализа литературных данных об использовании пыли-уноса в производстве автоклавных силикатных материалов принята следующая рабочая гипотеза: устранение негативного действия добавки пыли-уноса на процессы автоклавного твердения известково-кремнеземистой смеси, увеличение количества утилизируемой пыли и улучшение качества выпускаемой продукции (повышение прочности и долговечности) заводов промышленности автоклавных силикатных материалов возможно путем введения комплексных добавок на основе пыли-уноса и ряда химических соединений: хлорида кальция, карбоната натрия и концентрата содовой рапы соляных озер. В соответствии с выдвинутой рабочей гипотезой показана возможность и пути ее реализации, сформулированы цель и задачи исследования.

Сырьевые материалы и методы исследований. В исследовании использовались пробы пыли-уноса трех цементных заводов: Голухинского, Чернореченского и Топкинского в естественном состоянии, а также декарбонизированные при 1000 °С. У используемых в исследовании проб пыли-уноса (естественного состояния и декарбонизированной), а также их водорастворимой составляющей были определены основные строительно-технические свойства, а также химические и фазовые составы, с помощью рентгенофазового, дифференциально-термического и термогравиметрического анализов.

Исследования показали, что пробы пыли-уноса естественного состояния представляет собой материал с большим количеством кальцита (35-40 % по массе, по данным ДТА и ТГ), около 40 % в сумме - спуррита, тиллента, β - C_2S и волластонита (CaO борнокислой вытяжки), а также около 2,0 % алюминатов кальция (CaO сахаратного определения). Кроме этого исследуемые пробы «цементной» пыли содержат около 9 % водорастворимых соединений и около 0,1-0,6 % свободного гидроксида кальция (CaO спиртово-сахаратный). Пробы декарбонизированной пыли-уноса по результатам химических анализов содержат около 45-54 % двухкальциевого силиката (в основном β - C_2S , по данным РФА), около 3-4 % алюминатов кальция, 12-28 % водорастворимых соединений и около 2 % свободного гидроксида кальция. Водорастворимые соединения проб декарбонизированной пыли-уноса представлены в основном теми же

солями, что и водорастворимые составляющие проб естественной пыли-уноса. Щелочные соединения в составе пыли-уноса естественного состояния и декарбонизированной представлены в основном K_2SO_4 , KCl , Na_2SO_4 , а также двойными солями.

В работе использовались: портландцемент М400 и строительный гипс Г10, а также водорастворимые добавки, марки «ЧДА»: $CaCl_2 \cdot 6H_2O$, $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ и $C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$.

Применялся также концентрат содовой рапы (КСР) соляных озер Алтайского края, химический состав приведен в таблице 1.

Рапой озер называют фильтрационные рассолы, ступающиеся за счет естественного испарения воды в жаркий период летнего сезона. По мере концентрирования рапы в твердую фазу первоначально выделяется трона. При снижении температуры из твердой фазы, выделяемой рапой, выкристаллизовывается натрон ($Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$). Твердая садовая сода убирается из бассейнов механическим путем, складывается в бурты и после определенного срока выдерживания в буртах перерабатывается. Однако маточные рассолы содово-сульфатного типа после отделения садовой и моногидратной соды являются отходом даже при прогрессивном способе производства и могут быть использованы в качестве щелочного компонента при производстве строительных материалов.

Концентрат содовой рапы, используемый в данной работе, представляет собой смесь натриевых солей, водной модификации, с небольшими (менее 1 %) включениями песка.

Таблица 1 – Химический состав концентрата содовой рапы

Содержание компонентов, %				
Na_2CO_3	Na_2SO_4	$NaCl$	H_2O	Pb
28,0	6,6	1,55	63,1	0,00033

Образцы силикатного кирпича изготавливались на основе кварцевого песка Власихинского месторождения г. Барнаула и извести (г. Искитим).

Испытание сырьевых материалов, их подготовку, получение вяжущих, приготовление формовочных масс, изготовление и испытание образцов осуществляли как по стандартным методикам, так и по специально разработанным. Обработку экспериментальных данных осуществляли на компьютере фирмы IBM с помощью прикладных программ.

Влияние добавок пыли-уноса на свойства силикатного кирпича. С целью изучения влияния добавки пыли-уноса на свойства силикатного кирпича были проведены исследования основных строительно-технических свойств и технологических параметров производства такого силикатного кирпича. Изучена возможность использования в качестве вяжущего для производства силикатного кирпича как пыли-уноса в естественном состоянии, так и декарбонизированной при 1000 °С пыли-уноса.

В результате определения формовочной прочности силикатного материала, в зависимости от содержания добавки «цементной» пыли, установлено положительное влияние проб пыли всех трех цементных заводов и определен оптимум, который составляет от 20 до 50 %. Формовочная прочность силикатного кирпича составляла 1-2 МПа. Количество воды затворения в силикатную массу, содержащую пыль-унос составило 10-12 %, в зависимости от количества вводимой пыли-уноса.

Было также установлено, что, несмотря на повышение средней плотности автоклавированного материала, наблюдается снижение прочности готового материала при количествах добавки около 10 % по массе для всех трех проб пыли-уноса, в сравнении с контрольным составом (рис. 1).

При увеличении содержания пыли-уноса в составе силикатной массы более 10 % только силикатный кирпич, содержащий пыль-унос ЧЦЗ показал заметный прирост конечной прочности, что возможно связано со значительным содержанием хлорида калия в пыли-уносе Чернореченского цементного завода. Добавки остальных проб пыли-уноса показали снижение автоклавной прочности, по сравнению с контрольным составом.

Развитие деструктивных процессов связано с образованием в составе силикатного кирпича, содержащего пыль-унос (естественного состояния и декарбонизированную) минерала – гидроксил элестадита, который сосуществует с тоберморитом. Гидроксил элестадит образуется вследствие значительного содержания в пыли-уносе щелочных сульфатов. Теоретическая формула гидроксил элестадита – $\text{Ca}_{10}(\text{SiO}_4)_3(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_2$, предлагаемая нами общая формула – $3[\text{Ca}_2\text{SiO}_4] \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$.

Гидроксил элестадит относится к минералам апатитовой группы, присутствуя в заметных количествах, вызывает ухудшение физических и механических свойств материалов. При образовании этого минерала связывается большое количество кальция, что

способствует снижению содержания высокоосновных гидросиликатов и повышению количества низкоосновных. Помимо этого, сульфатные группы внедряются в тоберморитовую фазу, задерживая превращение тоберморита в ксенозит.

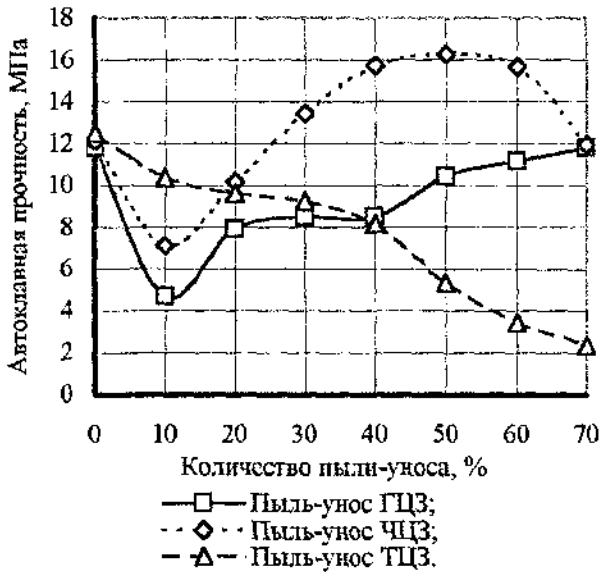


Рисунок 1 Зависимость автоклавной прочности от количества вводимой пыли-уноса

Для возможной экономии извести в составе силикатной массы были проведены исследования по применению в качестве основного вяжущего в производстве силикатного кирпича декарбонизированной при 1000 °С пыли-уноса Голухинского цементного завода. Пробные составы сырьевых смесей содержали 18, 24, 30 и 36 % по массе декарбонизированной пыли-уноса. Экспериментально было установлено, что декарбонизированную пыль-унос целесообразнее использовать совместно с пылью-уносом естественного состояния, так как повышается не только формовочная и автоклавная прочности, но водостойкость и морозостойкость силикатного кирпича.

Повышение содержания в смеси вяжущего из декарбонизированной пыли-уноса приводит к повышению прочности материала, особенно при дополнительном введении в смесь пыли-уноса естественного состояния.

Однако прочность силикатного кирпича даже на основе смеси декарбонизированной и естественного состояния пыли-уноса остается на уровне контрольного состава, при содержании ее в составе смеси от 18 до 30 %.

Влияние химических добавок на свойства силикатного кирпича. В связи с высоким содержанием в пыли-уносе водорастворимых соединений было изучено влияние ряда химических добавок на состав и свойства силикатного кирпича. Часть из этих может быть либо в составе пыли, либо может образоваться в процессе обменных реакций.

Добавка хлорида кальция положительно влияет и на сырьевую и на конечную прочность силикатного кирпича, в количестве от 0,2 до 1,0 %. При этом повышается прочность и водостойкость материала.

Изучение действия добавки сульфата алюминия показывает нецелесообразность ее использования в составе сырьевой массы, для изготовления силикатного кирпича, так как в результате разрушения этtringита в автоклавных условиях происходит значительная потеря прочности силикатного кирпича (рис. 2).

Формовочная прочность силикатного кирпича с добавками сульфата натрия в количестве 1-2 % значительно повышается. Автоклавная прочность повышается при меньших концентрациях этой добавки (до 1,5 %), после чего резко снижается, что, по-видимому, связано с образованием гидроксил элестадита.

В результате исследований было установлено положительное влияние на послеавтоклавную прочность добавок карбоната натрия и концентрата содовой рапы. Подобное явление, вероятно, связано с образованием гидрокарбосиликата кальция, сходного по составу с природным минералом скаунитом, обладающим повышенной прочностью и долговечностью. Однако низкая растворимость карбоната натрия не позволяет существенно повышать формовочную прочность силикатного кирпича, поэтому подобные добавки целесообразно использовать совместно с другими компонентами, ускоряющими схватывание смеси.

Значительно повышает автоклавную прочность силикатного кирпича добавка гидрата щавелевой кислоты (до 0,2 %).

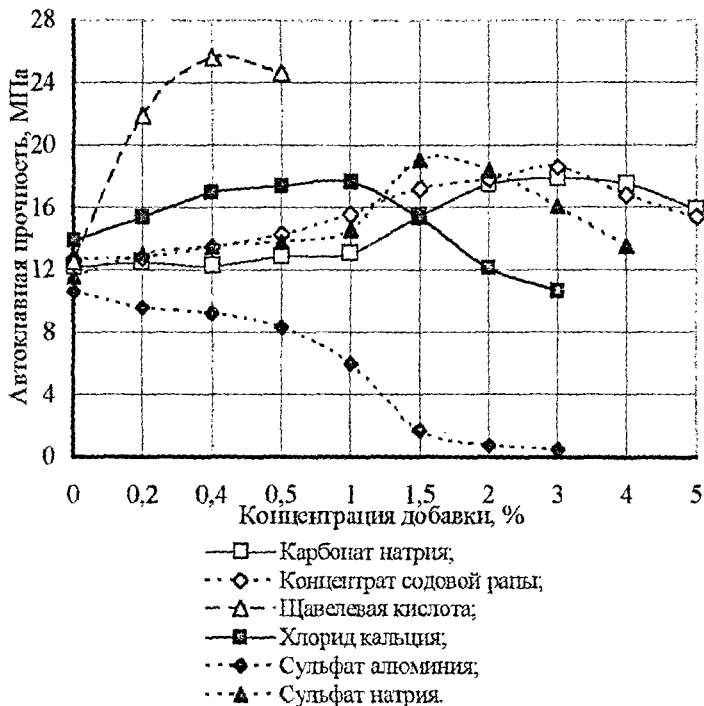


Рисунок 2 Автоклавная прочность силикатного кирпича с химическими добавками

В результате проведенных экспериментов установлено положительное влияние ряда химических добавок на формирование структуры и конечную прочность силикатного кирпича.

Влияние комплексных добавок на основе пыли-уноса на свойства силикатного кирпича. Применялось несколько видов комплексных добавок с использованием пыли-уноса:

- добавки на основе пыли-уноса естественного состояния в сочетании с химическими добавками (хлорид кальция, карбонат натрия, концентрат содовой рапы);

- добавки на основе декарбонизированной «цементной» пыли и пыли-уноса естественного состояния, в сочетании с концентратом содовой рапы.

- добавка на основе пыли-уноса естественного состояния и портландцемента, в сочетании с концентратом содовой рапы.

При использовании пыли-уноса (от 10 до 30 %) в составе комплексной добавки, на основе пыли-уноса в естественном состоянии и концентрата содовой рапы автоклавная и формовочная прочности повышается по сравнению с контрольным составом, уже при концентрации пыли-уноса в составе массы 10 %. Также значительно повышается формовочная прочность, которая составляет 1-2 МПа.

На рисунках 3 и 4 показано влияние на прочность готового материала введение добавок пыли-уноса в естественном состоянии и концентрата содовой рапы, при разном количестве вводимой извести (4 и 8 % по массе), при этом контрольным всегда оставался состав с содержанием извести – 8 %.

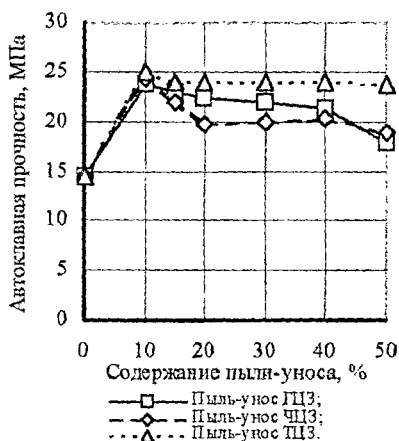


Рисунок 3 Прочность материала с комплексными добавками на основе пыли-уноса и КСР (содержание извести - 8 %)

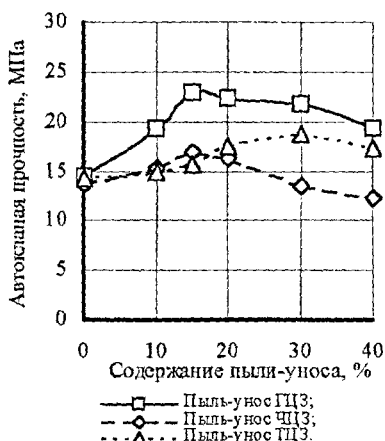


Рисунок 4 Прочность материала с комплексными добавками на основе пыли-уноса и КСР (содержание извести - 4 %)

Использование комплексных добавок на основе декарбонизированной пыли-уноса (ДПУ) и пыли-уноса естественного состояния (ПУ) совместно с поргладцементом (ПЦ) позволило получить силикатный кирпич с высокой формовочной и конечной прочностями, при полной замене извести в сырьевой смеси (табл. 2).

Таблица 2 – Прочность силикатного кирпича с комплексными добавками на основе декарбонизированной пыли-уноса и пыли-уноса естественного состояния совместно с портландцементом

Вид прочности	Прочность, МПа, при содержании добавок, %			
	30 (ДПУ) + + 20 (ПУ)	36 (ДПУ) + + 20 (ПУ)	30 (ПУ) + 5 (ПЦ)	40 (ПУ) + 5 (ПЦ)
Формовочная	1,1	1,3	0,8	1,2
Автоклавная	20,6	20,3	18,8	21,1

Высокие показатели свойств силикатного кирпича обеспечивают следующие составы:

- силикатная масса, активностью по СаО – 4 %, с добавлением 20-30 % пыли-уноса, в сочетании концентратом содовой рапы, песок – остальное.

- силикатная масса, не содержащая извести, в роли вяжущего смесь декарбонизированной пыли-уноса (30-36 %) и пыли-уноса естественного состояния (15-20 %), в сочетании концентратом содовой рапы, песок – остальное.

- силикатная масса, без извести, содержащая портландцемент (около 5 %), пыль-унос 30-40 % в сочетании концентратом содовой рапы, песок – остальное.

Изучение долговечности силикатного кирпича, полученного с использованием комплексных добавок на основе пыли-уноса, проводилось путем определения его водостойкости, морозостойкости и карбонизационной стойкости.

По своим строительно-техническим свойствам силикатный кирпич, на основе рекомендуемых комплексных добавок 1, 2 и 3 групп соответствует маркам 150-200 и выше, по морозостойкости F 35-50 и выше. Водопоглощение полученного кирпича около 9 %, сырьевая прочность силикатного кирпича с комплексными добавками на основе пыли-уноса (декарбонизированной и естественного состояния) составляет 1-2 МПа.

По результатам исследований основных строительно-технических свойств силикатного кирпича, содержащего комплексные добавки, проведена математическая обработка данных. Построены линейные трехпараметрические зависимости прочности готового материала от количества вводимой пыли-уноса и средней плотности кирпича, а

также для полученных зависимостей рассчитаны коэффициенты корреляции, которые составили $-0,729-0,990$.

Карбонизационная стойкость. Введение в состав известково-кремнеземистой массы добавки пыли-уноса в количестве 20-30 % заметно увеличивает скорость карбонизации продуктов автоклавной обработки, по сравнению с контрольным составом.

При этом эффективным способом замедления динамики карбонизации является введение в состав массы химических добавок, образующих с известью соединения устойчивые к действию углекислоты.

Добавка хлорида кальция 1-2 % в состав известково-кремнеземистой массы позволила значительно замедлить процессы карбонизации материала.

Добавление карбоната натрия в состав известково-кремнеземистой массы в количествах 1-2 % также приводит к снижению скорости карбонизации.

Совместное введение пыли-уноса с концентратом содовой рапы позволяет замедлить процесс карбонизации материала.

Анализ состава новообразований вяжущего на основе пыли-уноса. Для выяснения особенностей состава новообразований в силикатных массах с добавками пыли-уноса, были изучены методом рентгенофазового анализа продукты гидратации чистых проб пыли-уноса в автоклавных условиях, а затем продукты гидратации силикатных смесей, содержащих пыль-унос.

На рентгенограмме запаренной пыли-уноса ГЦЗ и ЧЦЗ кроме основных линий, присущих кальциту, обнаружены дифракционные максимумы гидроксил элестадита (2,84, 2,76, 2,29) $\cdot 10^{-10}$ м. Обнаружены также линии характерные для ксонотлита (пыль-унос ЧЦЗ).

Рентгенограмма автоклавированной смеси, при соотношении $\text{CaO}:\text{SiO}_2:\text{ПУ}$ ГЦЗ равным 4:16:5, показала наличие хорошо закристаллизованного тоберморита, а также гидроксил элестадита и ангидрита. Значительные количества ангидрита возникают в результате обменных реакций между щелочными сульфатами пыли-уноса ГЦЗ и известью. При этом в составе этой смеси отсутствуют линии гидроксил элестадита.

В фазовом составе запаренных образцов, состава: пыль-унос ГЦЗ:КСР = 12:1 и пыль-унос ЧЦЗ:КСР = 12:1, отмечается образование заметных количеств минералов скаутита $[\text{Ca}_7(\text{Si}_6\text{O}_{18})(\text{CO}_3)\cdot\text{H}_2\text{O}]$, дифракционные максимумы (3,85, 3,05, 2,94, 2,49, 1,69, 1,59) $\cdot 10^{-10}$ м и

женнита $[\text{Na}_2\text{Ca}_8\text{Si}_5\text{O}_{30}\text{H}_{22}]$, дифракционные максимумы (3,05, 2,94, 2,84, 2,04)· 10^{-10} м. Зафиксировано также присутствие гидроксил элестадита, который может сосуществовать с ксонолитом. При этом интенсивность линий гидроксил элестадита заметно уменьшается, в сравнении с образцом, состоящим из чистой пыли-уноса.

Кроме этого скаутит был обнаружен в образце, состоящем из пыли-уноса ГЦЗ с добавкой шавелевой кислоты. При этом в составе массы обнаружен также гидрат оксолата кальция.

Анализ фазовой составляющей пыли-уноса после автоклавной обработки в течение 6 ч при температуре 174,5 °С, проведенный нами, показывает отсутствие линий спуррита, а также тиллеита, которые четко фиксируются у пыли-уноса в естественном состоянии.

Технологические особенности применения комплексных добавок.
Практическое применение предлагаемых комплексных добавок повлечет за собой некоторое изменение технологии производства силикатного кирпича.

В отличие от классической схемы производства силикатного кирпича по силосной технологии использование комплексных добавок потребует дополнительно установки для приготовления раствора содовой рапы и бункера для пыли-уноса.

Однако при такой схеме производства силикатного кирпича имеется и ряд преимуществ:

1. снижается нагрузка на помольное отделение, так как активность смеси по извести уменьшается до 4 %.

2. сокращается необходимое время для силосования силикатной массы, также вследствие уменьшения активности смеси.

3. автоклавная обработка силикатного кирпича может проводиться по сокращенным режимам, с 4-6 часовой изотермической выдержкой, при 174,5 °С.

По результатам выполненных исследований Барнаульскому заводу силикатного кирпича (ЗАО «Строительные материалы») были даны рекомендации об использовании комплексных добавок на основе пыли-уноса естественного состояния и концентрата содовой рапы и проведено испытание партии силикатного кирпича, содержащего такую добавку. Был также рассчитан ожидаемый экономический эффект от использования комплексной добавки на основе пыли-уноса естественного состояния, который составил 119,85 руб. на 1 тыс. условного кирпича.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. В результате исследования химического и фазового состава, а также свойств пыли-уноса (естественной и декарбонизированной) трех цементных заводов показана, что химический состав всех проб близок между собой, содержание оксида кальция колеблется в пределах 41-44 %; оксида алюминия – 2,8-4,0 %; диоксида кремния – 12-16 %; щелочных оксидов – 2,1-6,6 %. По фазовому составу пыль-унос представлена карбонатом кальция (35-40 %); клинкерными минералами (в том числе около 2 % алюминатов кальция, до 15 % C_2S); водорастворимыми соединениями (9,0 %); свободным гидроксидом кальция (0,1-0,6 %); ангидритом.

Водорастворимые соединения представлены в основном сульфатами щелочных металлов. Среди карбонатсодержащих фаз зафиксировано заметное содержание спуррита и тиллента.

Все виды пыли-уноса обладают выраженными вяжущими свойствами. Сроки схватывания: начало – 10-40 мин; конец – 100-220 мин. Удельная поверхность – 320-580 м²/кг.

2. Пыль-унос в естественном состоянии при введении в количестве более 10 % приводит к повышению формовочной влажности силикатной массы и формовочной прочности кирпич-сырца, способствует улучшению условий прессования. Прочность силикатного кирпича после запаривания значительно снижается по сравнению с контрольным составом.

3. Поскольку пыль-унос содержит значительное количество различных водорастворимых солей (K_2SO_4 , Na_2SO_4 , KCl , а также двойные соли), было изучено влияние ряда химических соединений на свойства силикатного кирпича. Выбраны соединения, которые либо могут содержаться в составе пыли-уноса, либо могут образоваться в процессе обменных реакций при гидратации.

Установлено положительное влияние на формовочную прочность введения небольшого количества $CaCl_2$, Na_2SO_4 , $Al_2(SO_4)_3$, $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$; добавка Na_2CO_3 не оказывает влияние на формовочную прочность. Устойчивому повышению прочности после автоклавирования способствуют только добавки хлорида кальция и карбоната натрия.

4. Предложены составы комплексных добавок на основе пыли-уноса в естественном состоянии и декарбонизированной пыли в сочетании с химическими добавками ($CaCl_2$, Na_2CO_3 , концентрат содовой рапы).

Введение комплексных добавок на основе пыли-уноса позволяет существенно повысить как формовочную, так и конечную прочность, а также увеличить водо- и морозостойкость силикатного кирпича.

При введении предлагаемых комплексных добавок сократится расход извести или известь будет полностью замещена в составе вяжущего.

5. Рентгенофазовым, дифференциально-термическим и термогравиметрическим анализами изучен состав продуктов гидратации известково-кремнеземистого вяжущего с добавкой пыли-уноса, пылевого вяжущего и пылевого вяжущего с добавкой концентрата содовой рапы. Показаны особенности возникающих новообразований. При использовании пыли-уноса без химических добавок в составе силикатной связки образуется минерал гидроксил эллектадит, отрицательно влияющий на прочность. Введение щелочных карбонатов препятствует его образованию, похвляется новая фаза – гидрат силиката, аналогичная природному скаутиту.

6. Силикатный кирпич, полученный на основе предлагаемых комплексных добавок, имеет следующие технологические характеристики: марку по прочности на сжатие 150-200 и выше, сырьевую прочность 1-2 МПа, водопоглощение около 9 %, морозостойкость F 35-50 и выше.

7. Определены технологические особенности и схемы производства силикатного кирпича, с комплексными добавками, позволяющие сократить затраты энергоресурсов на производство.

8. За счет сокращения расхода извести вплоть до полной ее замены пылью-уносом и повышения качества получаемого силикатного кирпича возможно достижение значительного экономического эффекта (119,85 рублей на 1 тыс. шт.).

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Козлова В.К., Карпова Ю.В., Хижинков О.В., Мешков Д.А., Чельшев А.С. Влияние оксида алюминия на состав продуктов взаимодействия известково-кремнеземистых смесей в автоклавных условиях // Резервы производства строительных материалов: Межвуз. сб. / Алт. гос. техн. ун-т. – Барнаул, 1999. – С. 57-64.

2. Козлова В.К., Мешков Д.А., Хижинков О.В., Чельшев А.С. Влияние химических добавок на свойства силикатного кирпича // Резервы производства строительных материалов: Межвуз. сб. / Алт. гос. техн. ун-т. – Барнаул, 1999. – С. 65-74.

3. Козлова В.К., Хижинков О.В., Мешков Д.А. Динамика карбонизации силикатных материалов // 56 науч. техн. конф. студентов, аспирантов и проф.-препод. состава Алтайского государственного технического университета посвященная 270-летию со дня рождения И.И. Ползунова. – Барнаул: изд-во АлтГТУ, 1999. – ч. 3. – С.96.

4. Козлова В.К., Мешков Д.А., Хижинков О.В. Влияние пыли-уноса цементного завода на свойства силикатного кирпича // 56 науч. техн. конф. студентов, аспирантов и проф.-препод. состава Алтайского государственного технического университета посвященная 270-летию со дня рождения И.И. Ползунова. – Барнаул: изд-во АлтГТУ, 1999. – ч. 3. – С.100.

5. Козлова В.К., Хижинков О.В., Мешков Д.А., Барсуков С.В., Чельшев А.С. Модифицирование свойств силикатного кирпича // Гуманизм и строительство на пороге третьего тысячелетия: Тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. – Барнаул: изд-во АлтГТУ, 1999. – С.114.

6. Козлова В.К., Хижинков О.В., Мешков Д.А., Барсуков С.В., Чельшев А.С. Влияние химических добавок на формовочную прочность силикатного кирпича // Гуманизм и строительство на пороге третьего тысячелетия: Тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. – Барнаул: изд-во АлтГТУ, 1999. – С.115.

7. Козлова В.К., Мешков Д.А., Хижинков О.В. Пути повышения долговечности силикатных стеновых материалов // Актуальные проблемы строительного материаловедения: Материалы всерос. науч.-техн. конф. – Томск: изд-во ТГАСУ, 1998. – С.117-118.