

666
K56

БЕЛОРУССКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ С.М.КИРОВА

На правах рукописи
УДК 666.965.2.011.022:
678.04.3.78.674

КОВАЛЕВСКИЙ ВИТАЛИЙ БОРИСОВИЧ

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕССОВАННЫХ СИЛИКАТНЫХ
ИЗДЕЛИЙ ПУТЕМ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ИХ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫМИ
КОМПОЗИЦИЯМИ

05.17.11. -- Технология силикатных и тугоплавких
неметаллических материалов

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Минск 1998

Работа выполнена в Минском институте строительных материалов

Научный руководитель	- доктор технических наук, профессор ДЕМИДОВИЧ Б.К.
Научный консультант	кандидат технических наук, старший научный сотрудник РОНИН В.П.
Официальные оппоненты:	- доктор технических наук, профессор КУЗЬМЕНКОВ М.И.; кандидат технических наук, старший научный сотрудник РАЙБИТЕ Д.В.
Ведущая организация	- СНИИО "Росоргтехстром" Минстройматериалов РСФСР.

Защита состоится "29" марта 1990 г. в 14 час. на заседании специализированного совета К 056.01.04 в Белорусском технологическом институте им. С.М.Кирова по адресу: 220630, г. Минск, ул. Свердлова, 13а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке БТИ им. С.М.Кирова.

Отзывы и замечания в одном экземпляре, заверенные гербовой печатью, просим направлять по адресу: 220630, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, БТИ им. С.М.Кирова.

Автореферат разослан " " февраля 1990 г.

Ученый секретарь специализированного совета, кандидат технических наук С.А.Гайлевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986-1990 гг. и на период до 2000 г. предусматривается преимущественное развитие технологий, способствующих снижению материалоемкости и энергоемкости производства, обеспечивающих выпуск эффективных изделий, позволяющих снизить вес возводимых зданий и сооружений, уменьшить трудоемкость строительства.

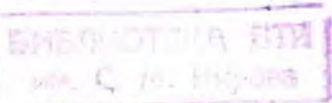
Среди широкого ассортимента продукции промышленности стеновых строительных материалов важное место занимают силикатные камни и кирпич. Одним из актуальных направлений интенсификации производства силикатных материалов автоклавного твердения является разработка высокоэффективных технологических решений, позволяющих в комплексе оптимизировать процесс прессования изделий и параметры их гидротермальной обработки.

Цель работы заключается в интенсификации производства прессованных силикатных изделий путем модификации их органоминеральными композициями.

Диссертационная работа выполнена в Минском научно-исследовательском институте строительных материалов МПСМ БССР в соответствии с программой "Качество", утвержденной Минстройматериалов СССР от 10.07.86, Постановлением ЦК КПБ и Совета Министров БССР № 167 от 21.06.88.

Автор защищает:

- результаты исследований механизма прессования силикатных смесей с использованием органоминеральных композиций;
- результаты исследования влияния органоминеральных композиций на параметры автоклавной обработки прессованных изделий из силикатных смесей (положительное решение от 30.10.89 по заявке № 4447407/33);
- результаты исследования особенностей процесса структурообразования и физико-механических свойств изделий, полученных из силикатных смесей, модифицированных органоминеральными композициями;
- технологическую схему производства прессованных силикатных изделий, модифицированных органоминеральными композициями.



Научная новизна работы состоит в том, что выявлены особенности процесса структурообразования прессованных силикатных смесей, модифицированных органоминеральными композициями, состоящими из олигоэфиракрилата МГФ-9 в сочетании с тонкодисперсными компонентами (глинистыми минералами, пыль-уносом известкового производства и т.д.) при автоклавной обработке. Теоретически обоснован механизм прессования полидисперсных систем на примере модифицированных силикатных смесей.

Практическое значение работы заключается в разработке технологии производства силикатных камней и кирпича, предусматривающей сокращение на 20-25% длительности изотермической выдержки при автоклавной обработке без снижения физико-технических характеристик изделий.

Реализация работы. Разработанная технология освоена на Бобруйском комбинате строительных материалов. При годовом объеме производства силикатных камней 126 млн.шт. экономический эффект составит свыше 139 тыс.рублей.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены на Всесоюзной конференции "Пути использования вторичных ресурсов для производства строительных материалов и изделий" (Чимкент, 1986); Межреспубликанской конференции молодых ученых "Развитие технологии и повышение качества строительных материалов в разработках молодых ученых и специалистов" (Киев, 1988); Республиканской конференции "Внедрение безотходных и малоотходных технологий - путь к решению экологических проблем (Гродно, 1988); Международной научно-технической конференции "Достижения науки и техники в области ресурсосбережения и экологии" (Гомель, 1989).

Публикации. Основное содержание диссертационной работы изложено в 8 публикациях.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, списка литературы, включающего 167 наименований. Материал изложен на 196 страницах, содержит 48 рисунков, 24 таблицы, 9 приложений.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Наиболее весомый вклад в исследования свойств силикатных смесей, способствующих организации современного производства прессованных изделий внесли А.К.Ананьин, П.И.Баженов, П.П.Будников, Ю.И.Бутт, Б.Н.Виноградов, А.В.Волженский, Х.С.Воробьев, Д.И.Горбунов, А.Д.Дементьев, К.К.Куатбаев, А.Г.Комар, С.А.Кржеминский, И.М.Митрохин, Э.А.Никитин, Б.В.Осин, Д.Н.Рашкович, П.А.Ребиндер, С.М.Розенблит, К.Б.Розин, К.И.Соснаускас, П.И.Фадеев, Л.М.Хавкин, С.И.Хвостенков, И.А.Хинт, В.Н.Днг и др.

В настоящее время в СССР производится более 16 млрд.шт. усл.кирпича в год, в том числе в Белоруссии 1,1 млрд.шт. В связи с реализацией программы "Жилье-2000" тенденция роста объемов производства этого вида изделий будет предопределять доведение выпуска этого вида стеновых материалов в БССР к 2000 г. до 2,0-2,5 млрд.шт. в год. Интенсифицировать производство силикатных прессованных материалов автоклавного твердения невозможно без разработки высокоэффективных технологий, позволяющих в комплексе оптимизировать как процесс прессования изделий, так и режим их автоклавной обработки.

В сложившихся производственных условиях для получения качественного кирпича-сырца необходим поиск эффективного пластифицирующего компонента, влияющего на реологические свойства силикатных смесей. Эта проблема особенно актуальна при производстве пустотелых прессованных изделий. Одновременно следует отметить, что с использованием традиционных технологических методов практически невозможно интенсифицировать синтез новообразований системы $\text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$.

Проведенные исследования показали возможность комплексного решения как первой, так и второй части указанной проблемы за счет использования для производства прессованных силикатных изделий автоклавного твердения сырьевой смеси, модифицированной органоминеральной композицией (ОМК). В качестве минеральных компонентов (МК) исследованы пылеунос известково-жигательных печей, и глины с различной минералогией и гранулометрическим составом. Каолинитовые глины с наиболее мелкими частицами (М-6 "Веселовское"), монтмориллонитовые с более

крупными частицами (м-е "Городное") и гидрослюдистые, занимающие промежуточное положение между указанными типами глин (м-е "Гайдуковка"). Одновременно, для сопоставления с глинистыми МК, изучали химический, гранулометрический составы и минералогию глинистой и илистой составляющей песков. Установлено, что по своим характеристикам вышеуказанные составляющие наиболее близки к гидрослюдистым глинам.

В качестве органического компонента (ОК) ОМК исследовали соединения, которые в условиях автоклавирования образовывали бы в процессе термо- и хемодеструкции реакционно-способные группы кислотного или основного характера и взаимодействовали с ортокремниевой кислотой или известью. С этой целью исследованы полимерсиликатные смеси, содержащие перхлорминиловую, мочевиноформальдегидную, полиуретановую и полиэфирную смолы.

Разработана и экспериментально подтверждена математическая модель прессования силикатной смеси. В процессе исследования варьировался гранулометрический состав песка-заполнителя, влажность и активность смеси. В качестве параметров процесса прессования силикатной смеси определялись предельное уплотнение сырца при прессовании (U) и прочность сырца при сжатии (R_c).

Установлено, что процесс прессования полидисперсной силикатной смеси носит многостадийный характер. На кривых прессования четко выделяются четыре стадии, которым соответствуют как различные величины механических параметров, так и энергетических характеристик. Стадийность прессования определяется доминирующими на данной стадии явлениями. Первая стадия процесса характеризуется преобладанием переукладки частиц дисперсных твердых фаз и низкими значениями давления прессования. Вторая стадия процесса характеризуется разрушением наименее прочных частиц смеси с последующей их переукладкой в объеме и повышением плотности упаковки. На третьей стадии становится интенсивным процесс разрушения более прочных частиц заполнителя и вяжущего. На четвертой стадии осуществляется переход к максимальному заполнению порового пространства,

наступают упругие деформации всесторонне обжатых зерен, достигается критическое уплотнение смеси.

На основании экспериментальных исследований получена зависимость между предельным уплотнением при прессовании (U) и прочностью сырца (R_c), описываемая уравнением:

$$U_{max} = 7,99 \exp(0,88 R_c)$$

Установлено, что прочность сырца коррелируется величиной относительного предельного уплотнения силикатной смеси при прессовании, причем увеличение относительного уплотнения свыше 22-26% практически не приводит к повышению прочности сырца при значительном возрастании энергозатрат, вследствие чего нецелесообразно вести прессование до уплотнения, превышающего указанную величину.

Для определения зависимости прочности сырца от состава модифицированной сырьевой смеси, количества МК ОМК и технологических факторов использованы методы математического планирования. Реализован полный факторный эксперимент типа 2^4 , в котором основные факторы варьировались следующим образом:

$$X_1 = \frac{X_1 - X_1^0}{\rho_1^0} \quad X_1^0 = 5,0; \quad \rho_1^0 = 2,0$$

$$X_2 = \frac{X_2 - X_2^0}{\rho_2^0} \quad X_2^0 = 25,0; \quad \rho_2^0 = 7,5$$

$$X_3 = \frac{X_3 - X_3^0}{\rho_3^0} \quad X_3^0 = 6,0; \quad \rho_3^0 = 1,0$$

$$X_4 = \frac{X_4 - X_4^0}{\rho_4^0} \quad X_4^0 = 7,0; \quad \rho_4^0 = 1,0$$

где: X_1 - расход МК, %; X_2 - усилие прессования, МПа; X_3 - влажность смеси, %; X_4 - активность смеси, %; R_c^1 - прочность сырца при использовании глины в качестве МК, МПа; R_c^2 - прочность сырца при использовании пыль-уноса в качестве МК, МПа.

В результате обработки экспериментальных данных получены статистически адекватные им зависимости, описываемые уравне-

ниями:

$$R_c^1 = 1,538 + 0,177X_1 - 0,121X_1^2 + 0,388X_2 + 0,11X_3 + 0,126X_4$$

$$R_c^2 = 1,388 + 0,131X_1 - 0,098X_1^2 + 0,262X_3^3$$

Установлено, что максимальные значения сырцово́й прочно-сти достигаются при близких значениях МК: 6,46% глины и 6,24% пыле-уноса. Таким образом, влияние ОК на процесс прессования и прочность сырца определяется, главным образом, количеством вводимого МК. Специально проведенные экспериментальные исследования не обнаружили влияния ОК ОК на реологические свойства модифицированной силикатной смеси в силу чего расход полимерной составляющей не был включен в число варьируемых факторов.

Разработана математическая модель, позволяющая прогнозировать количество тонкодисперсного МК в зависимости от средних размеров частиц песка-заполнителя, обеспечивающего оптимальные параметры прессования модифицированных силикатных смесей и прочностные характеристики сырца. Полученные теоретические зависимости удовлетворительно согласуются с результатами экспериментов и показывают, что оптимальным для выпуска пустотелых изделий являются силикатные смеси с ОК, содержащие 5-7% по массе тонкодисперсного МК типа пыле-унос известеобжигательных печей, глины и т.п.

Исследованиями установлено, что наибольшее влияние на физико-механические свойства прессованных изделий после автоклавной обработки оказывает ОК, в которой в качестве ОК используется полиэфирная смола (табл. I).

С использованием метода математического планирования эксперимента был спланирован и реализован полный факторный эксперимент типа 2^3 , где основные факторы и диапазон их варьирования был следующий:

X_1 - количество ОК на 1000 шт. усл. кирпича, г

$$X_1 = \frac{X_1 - 120}{65}$$

X_2 - время изотермической выдержки, ч

$$X_2 = \frac{X_2 - 4,5}{1,5}$$

X_3 - давление в автоклаве, МПа

$$X_3 = \frac{X_3 - 0,8}{0,18}$$

R_x^1 - прочность изделий при использовании в качестве МК ОМК глинистых минералов, МПа

R_x^2 - прочность изделий при использовании в качестве МК ОМК пыли-уноса известеобжигательных печей, МПа.

Таблица I

Влияние типа органического компонента на прочность и морозостойкость силикатного кирпича

Тип полимерной смолы	Время выдержки 4,5 ч		Время выдержки 6 ч	
	R , МПа	морозостой- кость, цик- лов	R , МПа	морозостой- кость, цик- лов
Мочевинформальде- гидная ИФ - МТ	21,4	24	32,7	48
Перхлорвиниловая	20,1	28	31,2	42
Полиуретановая	16,7	19	30,4	35
Полиэфирная МГФ-9	34,0	51	34,9	63
Контрольный состав	18,1	15	30,1	35

На основании реализованного эксперимента были получены регрессионные модели следующего вида:

$$R_k^1 = 32,008 - 5,303X_1^2 - 4,333X_2^2 + 6,631X_2 - 4,023X_3^2 + \\ + 9,005X_3$$

$$R_k^1 = 31,428 - 4,452X_1^2 - 4,328X_2^2 - 6,644X_2 - 3,703X_3^2 + \\ + 9,04X_3$$

Установлено, что влияние ОК на прочностные показатели изделий носит количественный характер и мало зависит от типа МК. В этом случае зависимость прочности изделий от условий автоклавной обработки и количества ОК ОМК приобретает вид:

$$\widehat{R} = 31,718 - 4,878X_1^2 + 6,539X_2 - 3,863X_3^2 + 9,04X_3$$

Оптимальный расход ОК в пересчете на 3,6 т сырьевой смеси (1 тыс. шт. усл. кирпича) составляет 0,1-0,2 кг при следующих условиях автоклавной обработки: давление 0,8 МПа и время изотермической выдержки 4-4,5 часа.

Введение в состав сырьевой смеси ОК ОМК приводит к существенному изменению как количественного, так и качественного состава кристаллических новообразований, изменяя также характер межкристаллических контактов. Причем характер этих изменений определяется в основном количеством ОК. Присутствие ОК способствует значительному увеличению количества кристаллических новообразований гидросиликатов кальция группы тоберморита. Пленки ОК служат подложкой для направленного роста гидросиликатов кальция блочной морфологии.

Исследования прессованных силикатных материалов автоклавного твердения, проведенные с использованием методов рентгенофазового анализа, электронной микроскопии, инфракрасной спектроскопии, дифференциальной термического анализа позволили выработать рабочую гипотезу механизма структурообразования прессованных силикатных смесей, модифицированных ОМК.

В щелочной среде под действием $\text{Ca}(\text{OH})_2$ начинается частичный гидролиз полимера. Деструктивные процессы протекают по наиболее слабым участкам макромолекул - сложноэфирным связям. Гидротермальная обработка интенсифицирует этот процесс. Причем этот процесс необратим, а плотная упаковка пространст-

венно шитого полиэфиракрилата препятствует диффузии агрессивной среды внутрь его блоков, предотвращая тем самым полное разрушение полимера. Образующийся карбоксилион взаимодействует с катионом Ca^{+2} с образованием нового кристаллического соединения типа $-\text{Ca} - \text{OOC} - R$ названного нами "соединением X" (рис. I). Эти новообразования в дальнейшем участвуют в образовании гидросиликатов кальция. Они являются как бы центрами кристаллизации гидросиликатов кальция, что способствует увеличению количества кристаллической составляющей гидросиликатного каркаса. Кроме того, образующаяся в данном случае кальциевая соль карбоновой кислоты кристаллизуясь, т.е. производя определенным образом упаковку своих органических радикалов, предопределяет направленный рост и срастание образующихся гидросиликатов кальция.

На основании проведенных исследований разработана технологическая схема и смонтирована линия по производству и вводу в силикатную смесь органоминеральной композиции. Разработаны параметры технологической подготовки водной дисперсии олигоэфиракрилата, способы ввода в силикатную смесь минерального компонента.

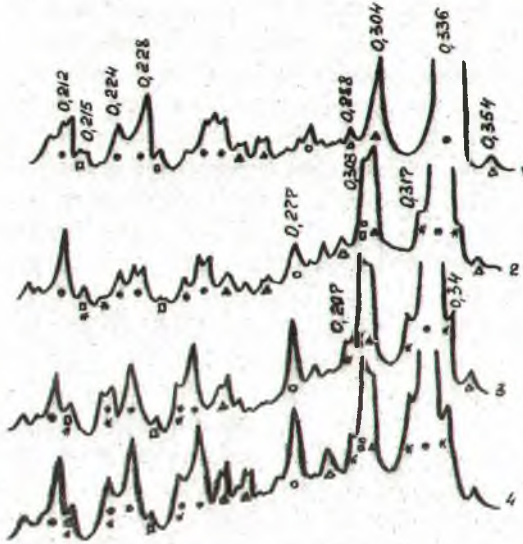
Промышленная апробация разработанной технологии в условиях Вобруйского КСМ позволила получить II-пустотные камни со следующими физико-техническими характеристиками (табл. 2) при уменьшении по сравнению с применяемым времени изотермической выдержки при автоклавной обработке на 1,5 часа.

Таблица 2

Физико-технические характеристики силикатных камней

Наименование показателей	Един. измер.	Силикатные камни без ОМК		Силикатные камни с ОМК	
		$\tau = 4,5\text{ч}$	$\tau = 6,0\text{ч}$	$\tau = 4,5\text{ч}$	$\tau = 6,0\text{ч}$
1. Сырцовая прочность	МПа	0,15 - 0,20		0,50 - 0,05	
2. Водопоглощение	%	II, 2		9,5	
3. Прочность при сжатии	МПа	II, 9	20,5	2I, 6	23, 3
4. Морозостойкость	циклов	2I	36	69	77

РЕНТГЕНОГРАММЫ СИЛИКАТНЫХ КАМНЕЙ



Условные обозначения: • SiO_2 ; ▲ $CaCO_3$;
□ тоберморит; ○ $CSH(I)$; △ гидрат αC_2S ;
* "соединение X"

1 - контрольный образец без ОМК, время изотермической выдержки 6ч.;

2,3,4 - образцы с ОМК и временем изотермической выдержки 3; 4,5 и 6 ч. соответственно

Рис. 1

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. В результате теоретических и экспериментальных исследований интенсифицирована технология производства силикатных камней и кирпича путем использования в качестве компонента смеси органоминеральной композиции, позволяющая сократить длительность изотермической выдержки при автоклавной обработке на 25% без снижения марочности и долговечности изделий.

2. Разработана и экспериментально подтверждена математическая модель процесса прессования силикатных смесей, содержащих органоминеральную композицию, включающую органический компонент в виде олигоэфиракрилата МГФ-9 тонкодисперсные минеральные компоненты в виде глинистых минералов и отходов известкового производства.

3. В результате экспериментальных исследований прессования полидисперсной силикатной смеси установлен многостадийный механизм процесса, определены режимные параметры прессования для отдельных стадий. Получено аналитическое описание процесса прессования силикатной смеси в виде кусочно-непрерывных экспоненциальных зависимостей.

4. Установлено, что прочность сырца коррелируется величиной предельного относительного уплотнения силикатной смеси при прессовании, причем увеличение относительного уплотнения свыше 22-26% практически не приводит к повышению прочности сырца при значительном возрастании энергозатрат, вследствие чего нецелесообразно вести прессование до уплотнения смеси, превышающего указанную величину. Использование в составе смеси органоминеральных композиций ведет к существенной пластификации силикатной смеси и обеспечивает достижение требуемого относительного уплотнения при более низких энергозатратах при прессовании.

5. При помощи метода структурного моделирования получены аналитические выражения для расчета требуемого количества минерального компонента в зависимости от granulометрии силикатной смеси. Результаты расчетов показали, что оптимальными для выпуска пустотелых изделий являются силикатные смеси с ОКК, содержащие МК в количестве 5-7% по массе. Прочность сырца при этом увеличивается в 2-3 раза.

6. На основании результатов реализации факторного эксперимента применительно к автоклавной обработке прессованных силикатных изделий, модифицированных органоминеральной композицией установлено, что для достижения максимальной прочности изделий при давлении 0,8 МПа и времени изотермической выдержки 4-4,5 ч оптимальный расход органического компонента в пересчете на 3,6 т сырьевой смеси (1000 шт. усл. кирпича) составляет 0,1-0,2 кг.

7. Исследовано влияние органического компонента на синтез гидросиликатов кальция при автоклавной обработке. Установлено, что образующиеся при гидролизе олигоэфиракрилата соединения представляют собой подложки, обеспечивающие направленный рост тоберморитоподобных гидросиликатов кальция блочной морфологии.

8. Установлено, что введение в состав сырьевой смеси органоминеральной композиции приводит к повышению степени кристаллизации новообразований в цементирующей связке силикатных изделий. Изменяется характер межкристаллических контактов, причем эти изменения определяются, в основном количеством органического компонента.

9. Разработаны параметры технологической подготовки водной дисперсии олигоэфиракрилата. Оптимальная концентрация дисперсии составляет $5 \times 10^{-2} + 1 \times 10^{-1} \%$ при размерах частиц не более 30 мкм.

10. На основании проведенных исследований в условиях Бобруйского КСМ разработана технологическая схема и смонтирована линия по производству и вводу в силикатную смесь органоминеральной композиции. Проведены производственные испытания, определены оптимальные составы силикатной смеси и параметры автоклавной обработки пустотелых силикатных камней. Общий объем производства силикатных камней на комбинате составляет свыше 126 млн. шт. что обеспечивает получение экономического эффекта в размере свыше 139 тыс. рублей в год.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ИЗЛОЖЕНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ

1. Веселовский В.В., Ронин В.П., Ковалевский В.Б. Пластификация силикатной смеси в производстве пустотелого кирпича

ча // Промышленность строительных материалов. Сер.8. Промышленность автоклавных материалов и местных вяжущих / ВНИИЭСМ.- М., 1986.- № 2.- С.2-3.

2. Ронин В.П., Веселовский В.В., Ковалевский В.В. Использование пыли-уноса известкового производства и побочных продуктов производства капролактама в технологии силикатного кирпича // Пути использования вторичных ресурсов при производстве строительных материалов и изделий. Тезисы докладов Всесоюзного совещания.- Чимкент, 1986.- С.885-886.

3. Волченко В.Ф., Ронин В.П., Ковалевский В.В. Особенности прессования силикатных смесей с использованием органо-минеральных добавок. Развитие технологии и повышение качества строительных материалов в разработках молодых ученых и специалистов.- Киев, 1988 - С.55.

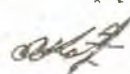
4. А.с. 1375608 СССР, МКИ С04В 20/12. Способ обработки заполнителя / Ронин В.П., Веселовский В.В., Подлузский Е.Я., Ковалевский В.В., Органистов В.В., Гоца Н.И. Заяв. 20.02.86, Опубл. 1988, Бюл. № 7.

5. Ронин В.П., Ковалевский В.В., Шальманова Г.И. Применение отходов производства извести и капролактама в технологии силикатного кирпича // Внедрение безотходных и малоотходных технологий - путь к решению экологических проблем. Тезисы докладов научно-практической конференции. Гродно, 18-19 октября 1988. / Минск, 1988.- С.132-133.

6. Ронин В.П., Ковалевский В.В. Пластификация силикатной смеси // Промышленность строительных материалов. Сер.8. Промышленность автоклавных материалов и местных вяжущих / ВНИИЭСМ.- М., 1987.- № 12.- С.3-4.

7. Демидович Б.К., Ронин В.П., Ковалевский В.В. Утилизация пыли-уноса известеобжигательных печей // Достижения науки и техники в области ресурсосбережения и экологии. Тезисы докладов международной научно-технической конференции 23-26 октября 1989 г.- Гомель, 1989.- С.138.

8. Ковалевский В.В., Губская А.Г. Интенсификация технологии производства силикатных изделий // Достижения науки и техники в области ресурсосбережения и экологии. Тезисы докладов международной научно-технической конференции 23-26 октября 1989.- Гомель, 1989.- С.125.



**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕССОВАННЫХ СИЛИКАТНЫХ
ИЗДЕЛИЙ ПУТЕМ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ИХ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫМИ
КОМПОЗИЦИЯМИ**

Виталий Борисович Ковалевский

Подписано в печать 8.01.90. АТ 04515. Формат 60x84¹/16.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 1, 17. Усл. кр.-отт. 1, 17. Уч.-изд. л. 1, 0.

Тираж 100 экз. Заказ 70. Бесплатно.

Белорусский ордена Трудового Красного Знамени технологический
институт им. С. М. Кирова. 220630. Минск, Свердлова, 13 а.

Отпечатано на ротапринтере Белорусского ордена Трудового
Красного Знамени технологического института им. С. М. Кирова.
220630. Минск, Свердлова, 13.