

666
E 25

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

На правах рукописи

ЕВСЕЕВА Елена Анатольевна

УДК 666.91:6661.63

ВЫСОКОПРОЧНОЕ ВЯЖУЩЕЕ ИЗ ФОСФОГИПСА

Об.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 1988

Работа выполнена на кафедре строительных материалов Белорусского ордена Трудового Красного Знамени политехнического института.

Научный руководитель – лауреат Государственной премии,
доктор химических наук, профессор
РАТИНОВ В.Б.

Официальные оппоненты – доктор технических наук, профессор
ДЕМДОВИЧ Б.К.
кандидат технических наук, доцент
МАЗУРЕНКО В.Д.

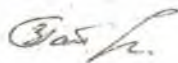
Ведущая организация – Литовский научно-исследовательский
институт строительства и архитектуры.

Защита диссертации состоится "15" декабря 1988 г. в
14 час. на заседании специализированного совета К 056.01.04
по присуждению ученой степени кандидата наук в Белорусском
ордена Трудового Красного Знамени технологическом институте
им.С.М.Кирова (220630, г.Минск, ул.Свердлова, 13а, ауд.240).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Белорусского технологического института им.С.М.Кирова.

Автореферат разослан "14" ноября 1988 г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
к.т.н., ст.науч.сотр.



ГАЙЛЕВИЧ С.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Промышленностью по производству фосфорных минеральных удобрений ежегодно удаляется в отвалы свыше 20 млн. тонн фосфогипса, хранение и транспортировка которого негативно сказывается на экологии и экономике основного производства, увеличивая до 14 % капитальные и текущие эксплуатационные затраты химических предприятий. Вместе с тем, высокое содержание в продукте дигидрата сульфата кальция (94-97 %) предполагает возможность его использования для получения качественных гипсовых вяжущих. Эффективная переработка отхода позволит расширить сырьевую базу промышленности строительных материалов и восполнить существующий дефицит месторождений природного гипсового камня I сорта, предназначенного только для производства специальных видов вяжущего.

В настоящее время в народном хозяйстве утилизируется около 1,2 млн. тонн фосфогипса, в том числе на предприятиях строительных материалов 0,3 млн. тонн, т.е. около 1,5 % от его общего количества. Намеченное увеличение выпуска удобрений на базе экстракционной фосфорной кислоты приведет к интенсивному росту объема отходов. В связи с этим своевременное решение проблемы рационального использования фосфогипса даст значительный экономический эффект, а также явится важной ступенью в решении вопросов по ликвидации загрязнения окружающей среды.

Работа выполнялась в соответствии с "Планом научных исследований по естественным и общественным наукам на 1986-1990 годы", утвержденным Президиумом АН СССР от 25 июня 1986 г. по согласованию с ГИИТ при Совете Министров СССР (направление 2.27 "Теоретические основы химической технологии", 2.27.9 "Защита окружающей среды") и заданием 06 республиканской научно-технической программы 35.01р "Разработать и внедрить новые виды строительных материалов и изделий на основе фосфогипса и гипса, энергосберегающие технологические процессы и оборудование для их производства, обеспечивающие экономию энергоресурсов на 50 % и снижение стоимости строитель-

ИНСТИТУТ БТИ
инж. С. М. Кирова

ства".

Цель работы. Исследование возможности использования фосфогипса Гомельского химического завода в качестве сырья для получения высокопрочного гипсового вяжущего.

В задачу исследования входило: изучение свойств фосфогипса Гомельского химического завода; определение возможности очистки фосфогипса механическим способом с использованием фильтрационного прессования; исследование механизма фильтрационного прессования с изучением физико-химических свойств получаемых брикетов; изучение процесса дегидратации прессованного фосфогипса с исследованием морфологических особенностей кристаллов получаемого \mathcal{L} -полугидрата сульфата кальция и их зависимость от давления прессования исходного продукта; определение строительно-технологических свойств и гидратационной активности полученного вяжущего; оптимизация режимов гидротермальной обработки; установление области применения полученного вяжущего.

Научная новизна. Разработан способ получения высокопрочного вяжущего на основе фосфогипса. Изучена возможность механического обезвоживания и очистки фосфогипса с использованием фильтрационного прессования. С применением комплекса физико-химических методов анализа исследованы изменения морфологии кристаллов при прессовании фосфогипса, изучен процесс его дегидратации при различных давлениях прессования. Выявлены особенности гидратации полученного из фосфогипса вяжущего, а также характер влияния на него вводимых добавок. С применением математических методов оптимизированы режимы гидротермальной обработки фосфогипсовых брикетов и получено уравнение, адекватно описывающее влияние различных параметров на прочность получаемого вяжущего. Обоснована и подтверждена возможность использования фосфогипсового вяжущего в фарфоро-фаянсовой и керамической промышленности, а также изучены способы повышения прочностных показателей литых изделий из получаемого продукта.

Практическая ценность. Показана возможность расширения сырьевой базы промышленности строительных материалов ВССР за счет использования отходов Гомельского химического завода в качестве исходного продукта для получения высокопрочного гипсового вяжущего. Определены основные технологические параметры его производства. Разработаны и оптимизированы режимы гид-

ротермальной обработки прессованного при различных давлениях фосфогипса. Проведены опытно-промышленные испытания вяжущего. Полученные данные использованы при расчете экономической эффективности его производства.

Апробация работы. Материалы диссертации докладывались и обсуждались на научно-технических конференциях Белорусского политехнического и Белорусского технологического институтов в 1983-1986 гг., на Всесоюзном научно-практическом совещании "Пути использования вторичных ресурсов для производства строительных материалов и изделий" (Чимкент, 1986), на научно-техническом совещании "Использование побочных продуктов и отходов химической промышленности" (Гродно, 1987).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 6 печатных работ.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, шести глав, выводов, списка использованной литературы, включающего 145 наименований, приложения. Работа изложена на 201 стр. машинописного текста, содержит 22 таблицы и 52 рисунка.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Состояние вопроса и обоснование цели исследования

Проведен анализ работ по получению вяжущего из фосфогипса и отмечены особенности его переработки. В связи с этим рассмотрены способы производства высокопрочного вяжущего из природного сырья, а также вопросы кристаллизации \mathcal{L} -полугидрата сульфата кальция.

Показано, что из-за наличия примесей и высокой влажности фосфогипса его использование без предварительной обработки не представляется возможным. Это ограничивает выбор известных рациональных способов и технологических схем для производства качественных вяжущих из фосфогипса. Предлагаемый в настоящее время ряд мер по очистке отхода делают конечный продукт неконкурентноспособным по сравнению с вяжущим из природного гипсового сырья, т.к. для их осуществления необходимо специальное энергоемкое оборудование.

Значительный вклад в изучение данной проблемы был внесен П.П.Будниковым, Х.С.Воробьевым, Р.Э.Симановской, П.Ф.Гордашевским, В.И.Иваницким, С.Н.Стонисом и др. На основании их обширных исследований стал возможным комплексный подход к

созданию технологии для получения вяжущего из фосфогипса, отвечающей современным требованиям.

Исходные материалы и методы исследования

Приведены характеристики фосфогипса Гомельского химического завода, содержащего 94,7-96,5 мас.% дигидрата сульфата кальция. В качестве примесей в нем присутствуют соединения Р, F, K, Mg, Na, Al, Fe и редкоземельных элементов. Гранулометрия отличается преимущественным содержанием частиц с размерами менее 50 мкм. Влажность отхода колеблется в пределах 37-41 мас.%.

Подготовка фосфогипса к гидротермальной обработке осуществлялась его прессованием с одновременным удалением жидкой фазы при удельных давлениях 20, 40, 60, 80 и 100 МПа. Дегидратация полученных брикетов проводилась в автоклаве, сушка - в сушильном шкафу, измельчение - в щековой дробилке, молотковой мельнице и опытной дезинтеграторной установке. Тонкость помола определялась по ГОСТ 23789-79.

Для получения некоторых сравнительных характеристик использовались дигидрат сульфата кальция квалификации "ч" и полученный из него путем гидротермальной обработки L-дигидрат сульфата кальция, а также вяжущие из природного гипсового сырья Куйбышевского, Орловского, Минского и Пешеланского заводов, "супергипс" опытного завода ВНИСТРОМ им. П.П.Будникова, и вяжущие из фосфогипса Воскресенского завода и полученное по технологии ЛитНИИСиА.

В качестве гидрофилизующей добавки применялся суперпластификатор СП 40-03, который вводился в воду затворения. Волокнистыми наполнителями служили бумажные волокна, полученные сухим размолотом макулатуры, а также рубленый обожженный ровинг из стеклянных нитей марки РБТ 13-1680, длиной $12,5 \cdot 10^{-3}$ и $25,0 \cdot 10^{-3}$ м. При этом для интенсификации процесса перемешивания компонентов использовалась опытная дезинтеграторная установка.

Физико-химические исследования сырьевых материалов и получаемого вяжущего проводили при помощи методов: дифференциально-термического на дериватографе марки G-1500Д со скоростью нагрева 10 град/мин; качественного, рентгенофазового - на рентгеновском дифрактометре "Дрон-2" со скоростью съемки 2 град/мин; микроскопического - на микроскопе МБС-1 с

микрофотонасадкой МН-5, а также на просвечивающем микроскопе ЭВМ-100 БР с растровой насадкой и растровом электронном микроскопе "MSM-2".

Химическим методом определяли содержание пятиоксида фосфора (ГОСТ 20851.4-75) и фтора (ГОСТ 24596.7-81). Процессы гидратации вяжущих исследовались с помощью опытной calorиметрической установки. Технологические и физико-механические свойства вяжущих определяли согласно ГОСТ 23789-79. Всасывающая способность форм определялась по методу набора слоя шликерной массы. Математическая обработка результатов эксперимента проводилась с помощью ЭВМ ЕС-1033.

Фильтрационное прессование фосфогипса

Изучен процесс фильтрационного прессования фосфогипса в статическом режиме в интервале давлений 20-100 МПа. Определено, что для равномерного уплотнения массы и более полного выхода фильтрата через перфорированные отверстия прессформы скорость передвижения пуансона не должна превышать $1,0 \cdot 10^{-3}$ м/с. Установлено, что наряду с повышением плотности получаемых брикетов с 1500 до 2000 кг/м³ и предела их прочности при сжатии с 2,5 до 13,0 МПа происходило изменение их структуры. Рост давления прессования сопровождался постепенным разрушением кристаллов фосфогипса с последующей их деформацией со смещениями блоков по плоскостям спайности.

Показано, что количество удаляемой при прессовании влаги достигало 33-34 мас.%, а содержание примесей, таких как P_2O_5 водн., сократилось на 50-75 %, $F_{общ.}$ - на 10-25 %. На основании этого определена целесообразность утилизации продуктов фильтрации, причем детали прессового оборудования (матрицу и пуансон) необходимо изготавливать из стали 10Х18Н9ТЛ, отрицательный весовой показатель коррозии которой (K_m , г/(м²·ч)) в данной среде не превышал 0,001.

Исследование свойств λ -полуhydrата сульфата кальция, полученного на основе прессованного фосфогипса

Изучено влияние условий прессования на физико-химические и строительно-технологические свойства вяжущего. Структура термообработанных брикетов, предварительно спрессованных под давлением 20 МПа, характеризовалась наличием игольчатых кристаллов λ -полуhydrата сульфата кальция с дефектами роста, в том числе в виде друз. Повышение давления прессова-

ния фосфогипса до 100 МПа способствовало образованию в термообработанном продукте преимущественно крупных, хорошо оформленных кристаллов в виде вытянутых шестигранных призм. Эти отличия связаны, очевидно, с более высокой степенью очистки сырья от примесей, а также с изменениями в структуре брикетов, спрессованных при различных давлениях (20 МПа - грубозаиачная ориентированная, 100 МПа - мелкозаиачная с хаотичным расположением частиц).

В соответствии с этим вяжущее, полученное сушкой и размолом термообработанных брикетов до остатка на сите 02 - I мас.%, различалось своими технологическими свойствами. Повышение давления прессования фосфогипса позволило снизить нормальную густоту теста на 6-8 %, при этом прирост предела прочности при сжатии составил 2-2,2 МПа через 2 часа и 10-12 МПа в высушенном состоянии, а при изгибе - 3-3,2 МПа через 2 часа и 4-4,2 МПа - в высушенном состоянии. Стабилизация этих показателей отмечалась на 12-15 сутки. Определение объемных деформаций выявило закономерное увеличение последних с повышением давления прессования фосфогипса. Это, вероятно, обусловлено более свободным ростом кристаллов в период кристаллизации и значительно меньшим количеством включений в структурный каркас дополнительных новообразований. В связи с колебаниями содержания пятиоксида фосфора в исходном продукте установлено, что увеличение концентрации P_2O_5 водн. в фосфогипсе свыше 1,5 мас.% приводит к потере прочности до 30 % и удлинению сроков схватывания до 70-120 мин.

Гидратационная активность получаемого вяжущего по сравнению с вяжущими из природного гипсового сырья характеризовалась более замедленными сроками, что связано, очевидно, с наличием примесей. При этом у вяжущего, полученного при более высоких давлениях прессования фосфогипса, отмечалось увеличение индукционного периода, а также смещение пика максимума интенсивности тепловыделения в сторону замедления реакции на 40-50 мин, что свидетельствует об образовании более устойчивого крупнокристаллического α -полугидрата сульфата кальция. Это подтвердилось и физико-механическими испытаниями.

Были определены оптимальные технологические параметры получения вяжущего из фосфогипса, спрессованного при различных давлениях. Избыточное давление в автоклаве изменялось от

0,15 до 0,25 МПа, длительность изотермической выдержки - от 4 до 10 часов.

Микроскопические и физико-механические исследования показали, что для получения качественного продукта необходимо гидротермальную обработку брикетов проводить при низких давлениях (0,15 - 0,20 МПа), удлиняя при этом время изотермической выдержки до 8-10 часов. Такие условия способствуют росту крупных кристаллов \mathcal{L} -полугидрата сульфата кальция. При более высоких давлениях запаривания (0,25 МПа), скорость дегидратации увеличивается, что приводит к образованию преимущественно мелкокристаллического \mathcal{L} -полугидрата сульфата кальция.

Установленная зависимость прочности конечного продукта от технологических параметров выражена адекватным уравнением:

$$Y = -175,7 + 1,424 X_1 + 150,076 X_2 + 29,666 X_3 + 0,0067 X_1^2 - 9,723 X_2 X_3,$$

где Y - предел прочности при сжатии в воздушно-сухом состоянии; X_1 - давление прессования фосфогипса; X_2 - давление гидротермальной обработки; X_3 - длительность изотермической выдержки. Полученная модель позволяет выбирать оптимальный режим гидротермальной обработки в зависимости от давления прессования фосфогипса.

Использование вяжущего, полученного из фосфогипса в промышленности строительных материалов

Установлена возможность использования получаемого вяжущего в фарфоро-фаянсовой и керамической промышленности. Физико-механические исследования показали, что вяжущее из фосфогипса не требует дополнительных переделов и введения добавок. Оно характеризуется водогипсовым отношением 0,4-0,5, обладает незначительными объемными деформациями (до 0,2 %) и высокими прочностными показателями при "рабочей" густоте: предел прочности при сжатии в высушенном состоянии соответствует 24-26 МПа (распыл по Суттарду 0,2 м) и 20-22 МПа (распыл по Суттарду 0,3 м), а также допустимыми сроками схватывания (начало не ранее 6 мин, конец не позднее 30 мин) при водопоглощении 26-30 мас. %.

Всасывающая способность характеризовалась набором слоя шликерной массы на стенки специально изготовленных гипсовых

форм в количестве 4-5 кг/м² и соответствовала показателям используемых в настоящее время вяжущих для формовочных целей.

Получаемое вяжущее может быть также применено для изготовления литых изделий. С целью снижения нормальной плотности теста и повышения прочностных показателей изделий вводился суперпластификатор СП 40-03 в количестве до 2,7 мас.%. Это позволило снизить водопотребность вяжущего на 16-18 мас.%, что при сохранении равнопластичности смеси увеличило предел прочности при сжатии в 2,5-3 раза. Добавление большего количества СП 40-03 не привело к дальнейшему росту прочности, вероятно, в результате образования на кристаллах гипса полимолекулярных экранирующих пленок, препятствующих срастанию с образованием плотной кристаллической структуры.

Введение суперпластификатора до 1,2 мас.% при получении равноплотных составов позволило существенным образом увеличить подвижность теста без изменения прочностных показателей образцов. Большее количество СП 40-03 привело к их снижению в 2-2,5 раза. При этом структура полученного гипсового камня была представлена мелкими кристаллами с размерами 1-3 мкм. Микрокалориметрические исследования показали резкое повышение, в данном случае, гидратационной активности вяжущего, что сопровождалось смещением пика максимума интенсивности тепловыделения в сторону ускорения реакции на 35-40 мин.

Исследована также возможность увеличения прочностных показателей вяжущего его активацией на опытной дезинтеграторной установке. Наряду с повышением на 12-16 % количества мелких частиц (50-100 мкм) и ростом в связи с этим нормальной плотности теста на 1-5 мас.% произошло увеличение предела прочности при сжатии вяжущих в 2-х часовом возрасте на 20-25 %, в высушенном состоянии - на 10-15 % при интенсивном сокращении сроков схватывания в 1,5-3 раза. Дезинтеграторная активация приводит к интенсификации диффузионных процессов при срастании кристаллических новообразований и возникновению более прочного кристаллического каркаса во время твердения вяжущего, что способствовало повышению прочности гипсового камня на 20-25 % в 2-х часовом возрасте и 10-15 % в высушенном состоянии.

Изучено влияние армирующих добавок на свойства литых изделий из фосфогипсового вяжущего. Добавка волокнистых наполнителей в количестве до 3,0 мас.% длиной $12,5 \cdot 10^{-3}$ м поз-

волило увеличить предел прочности при изгибе на 10-12 %, в количестве до 3,4 мас.% и длиной $25,0 \cdot 10^{-3}$ м - на 16-18 %.

Показана целесообразность применения для смешения вяжущего и наполнителя дезинтеграторной установки, которая, обеспечив достаточную гомогенизацию компонентов, способствовала увеличению предела прочности изделий при изгибе на 30-35 % и при этом снижению содержания волокнистого наполнителя на 20-25 %. Эта установка может быть использована для приготовления сухих смесей.

Конструктивно-технологическая схема производства высокопрочного вяжущего на основе фосфогипса

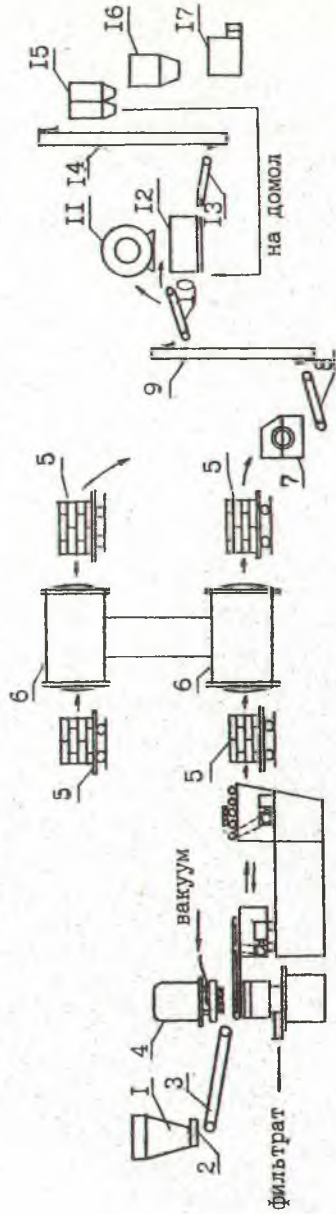
Разработана технология производства высокопрочного вяжущего на основе фосфогипса, которая включает следующие основные переделы: фильтрационное прессование сырья, его гидротермальную обработку, сушку, дробление, помол (рис.1). Определены технологические параметры производства полугидрата сульфата кальция, которые позволяют получить вяжущее марки Г-7 + Г-13.

Т а б л и ц а

Свойства высокопрочного вяжущего

Наименование показателей	Полученные в результате исследований
Марка вяжущего не ниже	Г-7 Б Ш + Г-13 Б Ш
Водогипсовое отношение, мас.%	38-53
Сроки схватывания, мин	
начало не ранее	6-15
конец, не позднее	30
Предел прочности в 2-х часовом возрасте, МПа:	
при сжатии	7-13
при изгибе	3,5-5,5
Предел прочности в высушенном состоянии, МПа:	
при сжатии	20-32
при изгибе	6-9
Остаток на сите 02, мас.%	I
Коэффициент объемного расширения	0,15-0,20
Содержание примесей, нерастворимых в HCl	0,10-0,20

Технологическая схема переработки фосфогипса в высокопрочное вяжущее



I - приемный бункер фосфогипса; 2 - лотковый питатель; 3, 8, 10, 13 - ленточный транспортер; 4 - фильтрпресс; 5 - вагонетки с брикетами; 6 - автоклавы; 7 - молотковая дробилка; 9, 14 - элеватор; 11 - дезинтегратор; 12 - шаровая мельница; 15 - сепаратор; 16 - бункер; 17 - упаковочная машина.

Рис. 1

В соответствии с разработанной технологией на базе Минского завода гипса и гипсовых стройдеталей и НИИ строительных материалов была изготовлена опытно-промышленная партия вяжущего марки Г-7 БШ.

Полученный материал использовался для литья форм на Минском фарфоровом заводе. Сравнительные испытания показали, что оборачиваемость указанных форм на 20 % выше изготавливаемых по рецептуре завода. При этом сохранялось высокое качество поверхности отформованных изделий.

На Минском заводе гипса и гипсовых стройдеталей вяжущее из фосфогипса использовалось для литья декоративных плит. Применение полученного высокомарочного продукта позволило уменьшить толщину изделий, сократить технологический цикл вдвое, а технологические потери свести к 1,5 %.

Приведенные результаты испытаний свидетельствуют о том, что полученное вяжущее имеет широкий спектр применения и по своим свойствам способно конкурировать с вяжущим из природного гипсового сырья.

Проведенный расчет показал, что оптовая цена продукта соответствует 26 руб. 80 коп. за тонну при сроке окупаемости предприятия 7 лет. Расчетный экономический эффект от внедрения предложенной технологии производительностью 10 тыс.т в год составит 100,5 тыс.руб.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. На основании комплексного изучения фосфогипса Гомельского химического завода установлена возможность его использования в качестве сырья для производства высокопрочного гипсового вяжущего.

2. Изучена возможность отделения фосфогипса от водорастворимых примесей механическим способом с использованием фильтрационного прессования. Показано, что с жидкой фазой удаляется от 50 до 75 % водорастворимых соединений фосфора и от 10 до 25 % соединений фтора.

3. С использованием комплекса физико-химических методов исследования изучена структура и свойства прессованных из фосфогипса брикетов в интервале давлений 20-100 МПа. Установлено, что увеличение давления способствует измельчению и активации кристаллов, а также их частичной агрегации, вследствие чего происходит рост прочности брикетов.

4. Изучен процесс дегидратации прессованного фосфогипса. Показано, что при гидротермальной обработке структура исходного брикета влияет на морфологические особенности кристаллов получаемого \mathcal{L} -полугидрата сульфата кальция. При этом очистка от примесей, измельчение и активация фосфогипса при прессовании способствуют образованию крупных призматических кристаллов вяжущего, что улучшает его строительно-технологические свойства. Показана возможность регулирования свойств вяжущего путем изменения давления фильтрационного прессования без введения регуляторов кристаллизации полугидрата.

Исследована гидратационная активность вяжущего из фосфогипса. Показано, что процесс его гидратации происходит менее интенсивно по сравнению с другими видами гипсовых вяжущих, что связано с наличием примесей.

5. Проведена оптимизация режимов гидротермальной обработки прессованных фосфогипсовых брикетов. Установлено, что удлинение интервала изотермической выдержки способствует улучшению качества вяжущего при низких давлениях запаривания (0,15 и 0,20 МПа). Увеличение давления в автоклаве (до 0,25 МПа) целесообразно при одновременном сокращении времени автоклавной обработки.

Получено математическое уравнение, адекватно описывающее изменение прочности в зависимости от давления прессования фосфогипса и режимов его гидротермальной обработки.

6. Обоснована целесообразность применения получаемого вяжущего в фарфоро-фаянсовой и керамической промышленности, т.к. оно обладает невысоким объемным расширением (до 0,20 %), достаточной водопотребностью (46-53 мас.%), обеспечивающей необходимую всасывающую способность, а также нормальными сроками схватывания (6-30 мин) и высокой механической прочностью Г-7 + Г-13.

7. Изучены способы улучшения свойств литых изделий из фосфогипсового вяжущего путем введения гидрофилизирующих добавок. Показано, что использование суперпластификатора СП 40-03 в количестве до 2,7 мас.% позволяет повсичить прочность изделий в 2,5-3 раза с сохранением равнопластичности смеси. При получении равноплотных составов добавление суперпластификатора в количестве превышающем 1,2 мас.% снижает прочность изделий, в связи с образованием мелкокристаллического дигидрата сульфата кальция.

8. Исследована возможность улучшения свойств получаемого вяжущего механической активацией продукта в дезинтеграторной установке. Активация способствует интенсификации диффузионных процессов при твердении вяжущего, и, как следствие, повышению его прочностных показателей на 20-25 % в 2-х часовом возрасте и 10-15 % в высушенном состоянии.

9. Изучена возможность увеличения прочности литых изделий из фосфогипсового вяжущего путем введения армирующих добавок. Существенное влияние при этом оказывает процесс перемешивания составляющих компонентов. Показано, что дезинтеграторная установка может быть использована для перемешивания вяжущего с армирующими добавками, что позволяет повысить прочностные показатели изделий на 30 - 35 %, а также экономить на 20-25 % волокнистый наполнитель.

10. Применение фосфогипса Гомельского химического завода в качестве сырья для производства высокопрочного гипсового вяжущего позволит удовлетворить потребность БССР в специальных видах гипсов. При этом расчетный экономический эффект от внедрения предложенной технологии составит 100,5 тыс.руб.

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. Евсеева Е.А., Петрушенко Л.Г. Высокопрочное вяжущее из фосфогипса. - Минск, 1985. - 31 с. - Деп. в ВНИИЭСМ 26.02.85, № 1291.

2. Ратинов В.Б., Евсеева Е.А. Высокопрочное вяжущее из фосфогипса и изделия на его основе // Пути использования вторичных ресурсов для производства строительных материалов и изделий. Тез. докл. Всесоюзного совещания. - Чимкент, 1986. - С. 790.

3. Евсеева Е.А., Ситнов А.А. Исследование гидратации вяжущего из фосфогипса. - Минск, 1987. - 6 с. Деп. в ВНИИЭСМ 26.08.87 г., № 1478.

4. Евсеева Е.А., Иващенко П.А. Электронно-микроскопические исследования гидратов сульфата кальция. - Минск, 1987. - 9 с. - Деп. в ВНИИЭСМ 26.08.87 г., № 1479.

5. Евсеева Е.А. Высокопрочное вяжущее на основе фосфогипса // Использование побочных продуктов и отходов химической промышленности. Тез. докладов научно-технического совещания. - Гродно, 1987. - С. 63-64.

6. Кононов А.А., Ратинов В.Б., Евсеева Е.А., Петрушен-

ко Л.Г. Фосфогипс - сырье для получения вяжущего // Тр. /
ВНИИСТРОМ. - 1987. - Вып. 60 (88). - М. - С. 140-144.

7. Положительное решение от 26.II.87 г. по заявке
№ 4248739/29-23. Дезинтегратор / Кононов А.А., Евсева Е.А.,
Шилькрот Г.Б.

8. Положительное решение от 29.06.88 г. по заявке
№ 4253607/23-33. Способ получения вяжущего из фосфогипса /
Евсева Е.А., Кононов А.А.

Евсева

ВЫСОКОПРОЧНОЕ ВЯЖУЩЕЕ ИЗ ФОСФОГИПСА

Елена Анатольевна Евсеева

Подписано в печать 1.11.88 АТ 13890 Формат 60x84¹/16.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 1. Усл. кр. - отт. 1. Уч. - изд. л. 0,9.

Тираж 100 экз. Заказ 898 . Бесплатно.

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

Отпечатано на ротационной машине Белорусского ордена Трудового Красного Знамени технологического института им. С. М. Кирова.

220630. Минск, Свердлова, 13.