

БЕСЦЕМЕНТНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ВКВС (вяжущего компонента высококонцентрированных вяжущих систем)

Теличенко А.И., доцент

Теличенко Н.А., ассистент

Нагорный М.В., доцент

Актуальность. В связи с возрастающими требованиями к эксплуатационным свойствам современных строительных материалов, а также истощением природных месторождений высококачественного сырья, важное значение приобретает использование новых нетрадиционных видов минеральных ресурсов и промышленных отходов.

В данной работе решается задача расширения арсенала средств для получения современных строительных материалов путем разработки технологии получения бесцементных строительных изделий на основе кремнеземсодержащего сырья с применением минерального вяжущего негидратационного твердения - высококонцентрированных вяжущих систем (ВКВС). Преимуществом является упрощение и удешевление технологии за счет полного исключения цемента, а также существенное повышение эффективности технологического процесса за счет существенного сокращения сроков изготовления изделий с сохранением и улучшением следующих технико-эксплуатационных характеристик механической прочности, пористости, плотности, морозостойкости.

Получение ВКВС основано на обнаруженной способности, традиционно считавшихся инертными кремнеземистых и алюмосиликатных материалов (кварциты, кварцевые пески и алюмосиликатные породы) образовывать вяжущие суспензии в результате механо-химической активации в промышленных помольных агрегатах. Отличительный признак ВКВС наличие в системе частиц нано-уровня (менее 0,1 мкм порядка 1-5%). Последующее твердение ВКВС обусловлено способностью кремнийсодержащих связей к полимеризации. Полимеризация связана с образованием силоксановых связей $= \text{Si} - \text{O} - \text{Si} =$ и последующим удалением воды.

Изделия, полученные с применением в качестве вяжущего ВКВС, и строительные конструкции из них, обладают повышенной огнестойкостью.

Причиной плохой формуемости ВКВС на основе кварцевого песка, высокой пористости, низкой механической прочности и водостойкости камня из них, являются присущие их водным дисперсиям дилатантные свойства. Это обусловлено слабой гидрофильностью поверхности кварцевых частиц, что вызывает сухое трение частиц кварца в процессе формовки изделий из них.

Для ликвидации дилатантных свойств ВКВС необходима модификация поверхности твердой фазы, а именно, повышение их гидрофильности, что позволит придать ВКВС тиксотропные свойства.

Модифицируя ВКВС, меняя способ формования, вид заполнителя, его фракционный состав, а так же характер последующей технологической обработки, на небольших промышленных площадях с минимальными капитальными вложениями возможно получение новых видов строительных материалов с улучшенными физико-техническими характеристиками.

Цель и задачи работы. Разработка энергосберегающей и экологически чистой технологии производства бесцементных строительных материалов на основе ВКВС кварцевого песка, позволяющей получить высокоэффективные современные строительные изделия.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи.

- разработка методологических основ улучшения реотехнологических характеристик ВКВС кремнеземистого состава путем их направленной комплексной модификации,

- разработка модели уплотнения экспериментальных формовочных систем, позволяющих провести их оптимизацию по заданным характеристикам вяжущего и его содержанию в формовочной системе,

- разработка технологических принципов производства многослойных строительных изделий с применением ВКВС кремнеземистого состава.

Научная новизна работы. Разработаны технологические принципы производства бесцементных строительных материалов, с применением метода комплексной модификации дилагантных ВКВС.

Установлено, что при модификации ВКВС силикатного состава комплексными дефлокулянтами, состоящими из органических добавок на основе резорцин-фурфурольных олигомеров (СБ-5) и минеральных добавок (триполифосфат натрия) происходит существенное улучшение реотехнологических характеристик исходных ВКВС и формовочных систем на их основе.

Установлены особенности процессов уплотнения формованной системы при применении ВКВС, модифицированной комплексным дефлокулянтом. При этом отмечено, что при комплексной модификации ВКВС глиной и органоминеральной добавкой удельное давление прессования (Руд) снижается в 5-6 раз при равных значениях пористости прессовки.

Выявлены закономерности процесса упрочнения безобжигового строительного материала на основе модифицированной ВКВС посредством химического активирования контактных связей (УХАКС - механизм). Отмечен более высокий уровень реакционной способности исходной матричной системы как на стадии формирования кристаллизационных контактов в системе ВКВС, так и на стадии взаимодействия с зернами заполнителя, что связано прежде всего с комплексной оптимизацией структуры матричной фазы системы.

Практическое значение работы. Разработан новый вид бесцементного строительного материала на основе тонкомолотого кварцевого сырья, применение которого для производства штучных стеновых строительных изделий позволяет значительно снизить ресурсо- и энергоемкость строительной индустрии.

На примере ВКВС кварцевого песка рассмотрена теория комплексной модификации суспензии. Установлено, что механизм комплексной модификации позволяет улучшить реотехнологические качества ВКВС, в связи с этим более чем в 2 раза снизить формовочную влажность систем (с 9 - 8 до 4%).

Получена математическая модель процесса уплотнения экспериментальных формовочных систем, позволяющая провести их оптимизацию по заданным характеристикам вяжущего и его содержанию в формовочной системе.

Изучены особенности кинетики упрочнения формовочных систем на модифицированном вяжущем. Выявлен следующий характер закономерности по сравнению с аналогичными материалами на основе немодифицированной ВКВС, данные системы набирают до 90% прочности в первые 30 40 минут. Механическая прочность упрочненного материала на основе модифицированного вяжущего выше аналога на 40 - 45%.

Разработан способ послойного формования, позволяющий создать прочную переходную межслоевую контактную зону уже на стадии изготовления изделия, которая исключает возможность расслоения при формовании, что способствует образованию бездефектной монолитной структуры многослойного изделия.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.

Кремнезем, являясь самым распространенным веществом в природе, служит основным сырьем при производстве силикатных строительных материалов по традиционным технологиям В 80-90-х годах XX века была разработана технология ВКВС, которая является

одним из самых новых направлений в современном материаловедении. Фундаментальными работами по технологии ВКВС и материалов на их основе являются труды Ю. Е. Пивинского.

ВКВС представляют собой минеральные водные дисперсии, получаемые преимущественно мокрым измельчением природных или техногенных кремнеземистых, алюмосиликатных или других материалов, в условиях высокой концентрации твердой фазы, повышенной температуры и предельного разжижения. Следует отметить, что ВКВС до настоящего времени используется только для производства огнеупоров. Специфической особенностью подавляющего числа ВКВС, а так же формовочных систем на их основе, характеризующихся объемной концентрацией твердой фазы C_v в пределах 0,80 — 0,90 является сильно выраженная дилатансия. Дилатантный характер реологического поведения - это безусловный «камень преткновения» в технологии получения и применения ВКВС.

Важным показателем ВКВС, определяющим возможность эффективного уплотнения формовочных систем на их основе, является характер их реологического течения. Последний в значительной степени можно регулировать добавками глины и комплексного модификатора.

Экспериментальная часть данной работы планировалась с учетом всестороннего изучения многих аспектов процесса формования.

В качестве исходных материалов для получения смешанных суспензий, в работе применяли различные виды кварцевых песков и кварцитопесчаников с содержанием SiO_2 в пределах 96 - 99 %. Глину - латненскую марки ЛТ - 1 (около 40 % $Al_2O_3 + TiO_2$).

В данной работе в качестве вяжущего используется ВКВС кремнеземистого состава. Для улучшения реотехнологических характеристик, основываясь на ранее проведенных исследованиях по модификации ВКВС, была реализована рабочая гипотеза направленной модификации ВКВС кремнеземистого состава, в том числе и пластифицированной глиной ВКВС. Использован комплексный дефлокулянт триполифосфат $Na + CB_5$ (кол-во 0,05%).

Добавка глины вводилась в ВКВС кварцевого песка в виде предварительно полученной суспензии, комплексный дефлокулянт вводится в виде порошка или раствора.

При выполнении работы применяли современные методы исследований. Реологические свойства суспензий исследовали на ротационном вискозиметре «Rheotest-2» (ГДР). Определение зернового состава частиц твердой фазы ВКВС проводили седиментационным методом и с использованием лазерного анализатора частиц "MicroSizer 201".

В качестве природного заполнителя для многослойного композиционного материала выступает кварцевый песок, заполнители техногенного характера - отходы ПСМ (отходы производства керамзита, бой керамической плитки и кирпича, пенополистирол, древесные стружки, опилки, минеральное волокно как армирующий материал и т.д.).

В данной работе изучены особенности гранулометрического состава (дисперсности) как матричной фазы (ВКВС) так и заполнителей. Осуществлен подбор оптимального зернового состава заполнителей.

Важнейшими особенностями новых бесцементных материалов являются низкая пористость и высокие физико-механические характеристики.

Известно, что пористость бетона Пк6 является функцией пористости и объемного соотношения двух фаз бетона - матрицы (вяжущего) и заполнителя и ориентировочно определяется соотношением.

$$PK_6 = C_{v3}XП + C_{vM}XПМ,$$

где C_{v3} , C_{vM} - объемное содержание в структуре бетона заполнителя и матрицы, формирующейся из вяжущей системы (ВКВС),

$PЗ$, $Пм$ — пористость заполнителя и матрицы (вяжущего) соответственно.

В качестве заполнителей для основного слоя в исследованиях применяли полидисперсный кварцевый песок с $d_{max} = 2$ мм и кварцитопесчаник с $d_{max} = 5$ мм. Учитывая, что заполнитель является плотным, то для получения строительного изделия требуется, прежде всего, предельно повысить его содержание в формовочной смеси.

Основные характеристики суспензий и физико-механические свойства образцов на их основе, определяли по стандартным методикам.

На примере ВКВС кварцевого песка рассмотрена теория комплексной модификации. Показано изменение микроструктуры пластифицированной ВКВС кварцевого песка при ее дополнительной модификации комплексным дефлокулянт. Следует отметить, что при комплексной модификации происходит снижение поверхностного натяжения на границе раздела фаз, что ведет к пептизации до первичных агрегатов поверхности частиц твердой фазы пластифицированной ВКВС.

На практике доказано, что механизм комплексной модификации позволил улучшить реотехнологические качества ВКВС, в связи с этим более чем в 2 раза снизить формовочную влажность систем (с 9 - 8 до 4%).

Благодаря этому понижается пористость готовых изделий и существенно повышаются их физико-механические характеристики.

Смешанные же суспензии характеризуются промежуточным типом реологических кривых (в области низких значений скорости сдвига (ϵ до 2-10 с⁻¹) их вязкость возрастает подобно обычным дилатантным системам) Комплексная модифицированная ВКВС имеет минимальную вязкость и характеризуется тиксотропным характером течения с переходом в Ньютоновскую область

Для расчета рациональной зависимости количественного выхода фракции от размера зерна применялось уравнение Андреасена

$$X_s = (d/D)^n \cdot 100\%,$$

где X_s - суммарный выход (%) фракций, размер которых менее d , D - максимальный размер зерна в данной системе, n - показатель степени, зависящий от ряда факторов (формы зерен, их взаимного сцепления, условия осуществления упаковки) и находимый экспериментально

Нельзя не отметить, что закономерности создания плотной упаковки, устанавливаемые при укладке заполнителя способом вибропрессования сохраняются лишь частично. При этом эффект прессования может превышать эффект упаковки В подобных случаях справедливо уравнение Болемея

$$X_s = [a + (1-a) (d / D)^n] \cdot 100\%$$

Здесь дополнительное обозначение a соответствует содержанию (доле) наиболее тонкой фракции ($< 0,06$ мм) При значительных величинах a составы заполнителя занимают как бы среднее положение между типичными ступенчатыми (двухфракционными) и непрерывными.

По А С Бережному, зависимость показателей истинной пористости и кажущейся плотности уплотняемых образцов от давления прессования P , выражается уравнениями

$$P = a - b \lg P,$$

$$p = a_p + b_p \lg P$$

, где a и b - эмпирически определяемые константы, характеризующие свойства данной массы.

Следует отметить, что закономерности уплотнения по уравнению Бережного распространяются и на изучаемые формовочные системы. В процессе исследований установлено влияние давления прессования и предельного размера зерна на выбор оптимального зернового состава. С увеличением давления прессования зерновой состав целесообразно изменять в сторону уменьшения тонкомолотой составляющей.

Для всестороннего изучения влияния различных технологических аспектов на уплотнение системы в процессе формования принят центральный композиционный ортогональный план полного факторного эксперимента (ПФЭ) В работе использовался комплексный метод исследований, включающий системный анализ, математическое, физическое моделирование, методы математической статистики.

Математической моделью процесса уплотнения является функция, связывающая параметр оптимизация (пористость) с переменными факторами $V = X_2$ (массовая доля

вяжущего), $D=X_n$ (пластифицирующая добавка), $K=X_{12}$ (комплексный дефлоккулянт), $W=X_3$ (влажность).

При проведении экспериментов варьировались основные факторы: удельное давление прессования ($P=50, 100, 200$ МПа), формовочная влажность ($W_1=3-6,7\%$), массовая доля вяжущего ($V=10-30\%$), а так же количество вводимой пластифицирующей ($D=0-5\%$) и комплексной ($K=0-5\%$) добавки.

Получены уравнения регрессии, адекватно описывающие особенности процесса уплотнения систем с комплексным дефлоккулянт (1-3) и функции отклика для пористости при использовании названных модификаторов. Уравнения представлены в кодированном и декодированном видах при удельных давлениях 50, 100 и 200 МПа.

Установлено, что при дополнительном использовании комплексного дефлоккулянта уплотнение системы будет происходить более эффективно (примерно на 30 %), а именно при использовании пластифицирующей добавки значение пористости прессовки находится в пределах от 12 до 30 %, а при использовании комплексной добавки интервал сокращается от 10 до 20 %. Так установлено, что в формовочной системе с пластифицирующей добавкой, одновременное увеличение содержания количества комплексного дефлоккулянта позволит увеличить количество технологических вариантов получения меньшей пористости готового изделия.

Расположение поверхностей отклика подтверждает, что комплексный дефлоккулянт интенсифицирует процессы, происходящие при формовании образцов и при одних и тех же условиях уплотнение системы происходит более эффективно.

При увеличении давления, влияние содержания пластифицирующей и модифицирующей добавки и массовой доли вяжущего при уплотнении системы возрастает, а влияние фактора влажности - убывает.

При совместной модификации ВКВС глиной и комплексным дефлоккулянт, удельное давление прессования ($P_{уд}$) снижается в 5-6 раз при равных значениях пористости прессовки. Получена математическая модель кинетики уплотнения экспериментальных формовочных систем, позволяющая провести их оптимизацию по заданным характеристикам вяжущего и его содержанию в формовочной системе.

Разработан способ получения многослойных строительных изделий на основе кремнеземсодержащего сырья с применением минерального вяжущего негидратационного твердения (ВКВС).

Предложены три варианта способа изготовления многослойных изделий (безобжиговый, обжиговый на основе модифицированной и пластифицированной ВКВС), способ получения формовочной смеси для несущих функциональных слоев строительного изделия, способ получения теплоизоляционного материала и разработаны конструкции многослойных изделий.

Для большинства многослойных изделий применялась дополнительная операция по упрочнению, которая заключалась в выдержке высушенного материала в щелочной среде.

Сущность нового технологического принципа получения безобжиговых керамических материалов, основанного на «эффекте холодного спекания», состоит в том, что сформованный и высушенный полуфабрикат выдерживают в жидких средах, химически активных по отношению к исходному компоненту, с последующей сушкой или гидротермальной обработкой. Таким образом, достижение эксплуатационной прочности в таком материале является результатом упрочнения химическим активированием контактных связей (УХАКС). При получении материалов на основе ВКВС впервые представилась возможность изготовить высокоплотный материал уже на стадии формования, что в сочетании с упрочнением по УХАКС-механизму позволило приблизить технологию производства строительных материалов на основе ВКВС к таковой на основе традиционных вяжущих веществ (т.е. минуя процесс обжига).

Основные элементы способа УХАКС включают формование полуфабриката с достаточно высоким значением плотности и прочности, выбор химически активной среды

(вид и концентрация добавки, pH) и режима упрочнения (продолжительность и температура), сушку.

Полуфабрикат, подвергаемый упрочнению по рассматриваемому механизму, обладает капиллярно-пористым строением, развитой поверхностью раздела и повышенной межфазной энергией на поверхности тонкоизмельченных частиц (последнее связано с дефектностью структуры). Благодаря этому обеспечивается сравнительно быстрый процесс насыщения материала раствором и повышенная реакционная способность системы, определяющая кинетику и степень упрочнения.

Было изучено влияние механизма УХАКС-упрочнения на основные технологические и физико-механические показатели изделий. Рассмотрен механизм кинетики упрочнения (рис 7), установлены оптимальные его параметры.

Полученные результаты свидетельствуют, что простое окунание в упрочняющий раствор, дает увеличение прочности образцов в 1,5 раза.

Максимальная прочность образцов достигается через 5 часов выдержки в растворе.

Упрочнение в течение 1 часа позволяет получить образцы с прочностью более 90% от максимальной. При этом значительно сокращается время производственного цикла.

В процессе работы было установлено, что существенное повышение механической прочности образцов в высушенном состоянии достигается дополнительным введением в формовочную систему небольшой (0,5 - 1 %) добавки порошка тонкоизмельченной силикат-глыбы (так называемое объемное упрочнение). Эта операция применялась в основном для крупногабаритных изделий.

Следует отметить, что при использовании варианта технологии, предусматривающего термообработку материала (при температурах 700 - 800 °С), на исследуемых образцах, упрочненных по УХАКС-механизму, отмечается существенное понижение пористости и повышение прочности на сжатие в 2 раза (56 - 60 МПа).

В данной работе впервые изучены особенности кинетики упрочнения формовочных систем на модифицированном вяжущем. При этом нами выявлен следующий характер закономерности по сравнению с аналогичными материалами на основе немодифицированной ВКВС, данные системы набирают до 90% прочности в первые 30 - 40 минут. Механическая прочность упрочненного материала на основе модифицированного вяжущего выше аналога на 40 - 45%.

Существенное повышение основных прочностных характеристик материала на основе модифицированной ВКВС в результате операции упрочнения связано, прежде всего с комплексной оптимизацией структуры матричной фазы системы. Матричная система на основе модифицированной ВКВС имеет более высокий уровень реакционной способности как на стадии формирования кристаллизационных контактов в самой системе, так и на стадии взаимодействия с зернами заполнителя. Снижение исходной пористости (более плотная структура) как самой матричной системы (модифицированной ВКВС), так и полуфабриката на ее основе безусловно способствует более высокому уровню водостойкости материала.

В экспериментальной части настоящей работы установлено, что механизм УХАКС-упрочнения применим и для формовочных систем на основе модифицированной ВКВС, содержащей дополнительно глинистую составляющую. Причем образцы материала на этом вяжущем показали максимальную прочность.

Изначально добавка глинистой составляющей в ВКВС способствовала созданию структурно-механического барьера и повышению лиофильности системы. Леофильность наружной части адсорбционного слоя связана с его родственностью дисперсионной среде и обеспечивает «плавность» перехода от дисперсной фазы к дисперсионной среде. На первый взгляд механизм комплексной оптимизации ВКВС также не должен способствовать повышению водостойкости материала, но это не так. Дело в том, что при комплексной модификации ВКВС как матричной фазы, глинистые частицы концентрируются лишь на контактной зоне, потому как идет пептизация до первичных агрегатов как поверхности

частиц твердой фазы ВКВС, так и самой глинистой составляющей, при этом толщина адсорбционного слоя уменьшается в 10 и более раз и не превышает 1 нм. В конечном итоге, это способствует формированию более плотной структуры самой системы без внутренних дефектов, захваченного воздуха и свободной («лишней») воды. Соответственно и материалы на данном вяжущем также будут иметь более высокую плотность, прочность и водостойкость.

На прочность полуфабриката существенное влияние оказывает исходный состав формовочных смесей (прежде всего вид и массовое содержание вяжущего тв), способ формования и пористость материала.

Влияние показателя содержания вяжущего т., на механические свойства образцов экспериментального материала, упрочненного по УХАКС-механизму, охарактеризовано данными, приведенными.

Как следует

даже для материалов с низким (до 15%) содержанием вяжущего после упрочнения достигаются относительно высокие значения асж. Максимальная эффективность упрочнения для виброформованных и прессованных материалов достигается при значениях шв 24 %. Характерно, что при значениях тв выше 30 % эффект упрочнения резко падает.

По мере уплотнения формовочной системы по объемной доле заполнителя с понижением тв уменьшается зазор между зернами заполнителя и, соответственно, толщина прослойки вяжущего. При достаточно низких значениях толщина этой прослойки может понижаться до 5 - 10 мкм. При этом на контактах частиц «выжимаются» крупные частицы и концентрируются мелкие. Процесс же упрочнения, как уже отмечалось ранее, существенно ускоряется по мере повышения дисперсности частиц твердой фазы.

На стадии сушки в материале, упрочненном по УХАКС-механизму, происходят процессы, изменяющие виды связей в пространственных структурах от точечных контактов и коагуляционных связей до широкого «страстания» по межкристаллическим границам, что сопровождается значительным ростом прочности.

Разрушение безобжиговых материалов, упрочненных по рассмотренному механизму, происходит не только по контактными связям, но и по объему исходных зерен. Поэтому при равных значениях пористости, прочность данных материалов может быть значительно (в 2-3 раза) выше по сравнению с обжиговыми материалами того же состава. Последнее предположительно объясняется как залечиванием дефектов в процессе регенерации растворенной твердой фазы, так и отсутствием термических напряжений. Разработанный способ позволяет создать прочную переходную межслоевую контактную зону уже на стадии изготовления изделия, которая позволяет исключить возможность расслоения при формовании изделия, что способствует образованию бездефектной монолитной структуры многослойного изделия. В результате эти изделия имеют более высокий уровень технологичности и технико-эксплуатационных свойств. Предложенные способы формования позволяют получать данные изделия без дополнительного усложнения технологии.

При этом разработанный способ обладает пониженной энергоемкостью, экологической безопасностью, простотой технологического цикла. Кроме того, возможно использование дешевого, доступного сырья, а также сырья техногенного происхождения, а в качестве заполнителя зернистого материала с низкой средней плотностью.

Разработана технологическая схема производства многослойных стеновых изделий.

Проведена предварительная сопоставительная оценка стоимости 1 м³ материала, полученного по разработанной технологии, которая позволила сделать заключение об экономичности данных материалов по сравнению со стеновыми мелкоштучными изделиями, керамзитобетонными блоками и пенобетонными блоками.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1 Изучены реологические характеристики модифицированных ВКВС и установлены их особенности. Рассмотрена взаимосвязь изменения агрегативной устойчивости ВКВС с фазовыми взаимодействиями в системе при формировании изделий.

2 На основе нового типа вяжущего разработаны составы для многослойных стеновых изделий с использованием материалов для получения различных функциональных слоев конструкционных, отделочных, теплоизоляционных. Установлены оптимальные составы пластифицированных и модифицированных ВКВС, предложены графические и аналитические зависимости, позволяющие прогнозировать получение материала с заданными свойствами.

3 Научно обосновано и экспериментально установлено, что материал, упрочненный по УХАКС-механизму, на основе модифицированной ВКВС, имеет более плотную структуру, что обеспечивает высокую прочность и плотность материала, что значительно повышает водостойкость (на 20 - 25%) по сравнению с аналогичными материалами на немодифицированной ВКВС.

4 Разработанная технология получения изделий обеспечивает конструкциям из них высокую термическую стойкость (до 1200 °С) и огнестойкость, которая обусловлена особенностями негидратационного принципа твердения ВКВС.

5 На основании использованного послойного формирования и особенности уплотнения системы на модифицированном вяжущем ВКВС установлено, что совместная модификация вяжущего глиной и органоминеральной добавкой позволяет в 5 - 6 раз снизить давление прессования (с 500 до 100 МПа) и на 30% снизить формовочную влажность при виброформовании при обеспечении высокой прочности изделий (20 - 25 МПа).

6 Разработан способ получения многослойных строительных изделий на основе кремнеземсодержащего сырья с применением минерального вяжущего негидратационного твердения (ВКВС), что позволяет повысить эффективность технологического процесса за счет существенного сокращения сроков изготовления многослойных изделий с обеспечением высоких технико-эксплуатационных характеристик механической прочности, пористости, плотности, морозостойкости.

7. На основании выполненных исследований разработан технологический регламент на «Производство многослойных стеновых изделий» и выпущена опытная партия изделий объемом 1000 штук.

8 Экономическая эффективность внедрения многослойных стеновых изделий достигается за счет исключения цемента, сокращения сроков изготовления многослойных изделий, использования техногенного и дешевого местного сырья. Стоимость 1м³ формовочной массы предлагаемого изделия в 3,5 - 5 раз ниже стоимости формовочных масс применяемых стеновых изделий.

В настоящее время строительный факультет СНАУ вместе с специалистами ВАТ «Сумбуд» также занимаются проблемой разработки энергосберегающей и экономически чистой технологии производства бесцементных строительных материалов на основе ВКВС кварцевого песка, позволяющей получить эффективные современные строительные изделия.

В строительных лабораториях разрабатываются технологические принципы производства бесцементных строительных материалов.

Поставлена задача:

- добиться в лабораторных условиях существенно улучшение реотехнологических характеристик исходных ВКВС и формирование систем на их основе.

РЕЗЮМЕ

- принципы получения высококачественных материалов на основе нанотехнологического подхода путем направленного формирования структуры с использованием в качестве вяжущего компонента высококонцентрированных вяжущих систем (ВКВС).

- результаты исследования влияния комплексной модифицирующей добавки на реотехнологические свойства ВКВС на основе кремнеземсодержащего сырья,
- математическая модель особенности процесса уплотнения экспериментальных формовочных систем.
- результаты исследований физико-механических и эксплуатационных характеристик полученных изделий.
- технология производства многослойных стеновых материалов.

SUMMARY

- Principles for obtaining high-quality materials based on the nanotechnological approach by directional formation of the structure using highly concentrated astringent systems (VKVS) as binder;
- results of the investigation of the effect of the complex modifying additive on the rheological properties of VKVS on the basis of silica-containing raw materials,
- mathematical model of the process of compaction of experimental molding systems,
- results of research of physical-mechanical and operational characteristics of the received products,
- technology of production of multilayer wall materials

Литература

- 1 Гащенко Э О Технология производства безобжиговых безавтоклавных строительных материалов на основе кремнеземсодержащего сырья/ Э О Гащенко, А В Череватова, Н В Павленко // Композиционные строительные материалы Теория и практика сб докл Междунар науч -технич конф - Пенза- Изд-во ПГУ, 2005 - С 233-235.
- 2 Гащенко Э О Принцип направленной оптимизации пространственной структуры наносистемы на примере ВКВС / Э О Гащенко, А В Череватова // Химия твердого тела и современные микро- и нанотехнологии сб докл VI Междунар. науч конф - Кисловодск - Ставрополь СевКавГТУ, 2006 - С 391 – 393.
- 3 Гащенко Э О Технология производства многослойного строительного материала на основе ВКВС / Э О Гащенко, А В Череватова // III Международная научно-практическая конференция «Проблемы экологии наука, промышленность, образование» [Электронный ресурс] - Белгород, 2006.
- 4 Гащенко Э О Многослойный строительный материал на основе ВКВС кремнеземсодержащего сырья / Э О Гащенко, А В Череватова // Строительные материалы - 2006 - № 4 - С 22 — 23.