

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЛИТ ИЗ СТЕКЛОКЕРАМИТА

Целью предлагаемого исследования является разработка нового декоративного материала, отличающегося широкой цветовой палитрой, разной конфигурацией, геометрическими размерами и невысокой стоимостью за счет использования отходов стекольного производства (стеклобоя) и глины.

Декоративный облицовочный материал изготавливается на основе измельченного стеклобоя и глины путем прессования или засыпки в формы, смазанные огнеупорной пастой, с дальнейшим высокотемпературным обжигом. Обжиг можно проводить как в туннельных, так и в шахтных электропечах.

Преимуществом предлагаемой технологии является как использование боя листового стекла, образующегося на стройках и промпереоборудовывающих предприятиях, так и боя тарного и листового стекла, скапливающегося на городских свалках. При этом не требуется сортировки стеклобоя по цвету и составу.

Технология позволяет получать не только плиты правильной геометрической формы в виде квадратов и прямоугольников, но и детали различной конфигурации и размеров, заданные контурами форм для обжига, что значительно расширяет область их применения.

На лицевую поверхность плит наносится декоративный слой из цветной стеклокрошки.

Нижняя поверхность изделий может быть рифленой, что позволит использовать при их креплении, как полимерные материалы, так и цементные смеси.

Стеклокерамит представляет собой двухслойный композиционный материал, в котором нижний слой (подложка) состоит из смеси молотого стекла и глины, а верхний — из смеси гранул цветных стекол.

Изготавливается стеклокерамит путем предварительного прессования подложки, ее сушки, последовательного нанесения декоративного слоя и высокотемпературного обжига.

Технология изготовления стеклокерамита предусматривает использование некоторых видов оборудования, применяемых в керамической промышленности. Прессование плит производится на гидравлическом прессе.

Технологическая схема производства стеклокерамита включает следующие операции:

- помол исходных компонентов, их смешивание и увлажнение;
- формование подложки;
- нанесение декоративного слоя на подложку;
- отбраковку и упаковку готовых изделий.

Стеклокерамит также можно получать путем шликерного литья, минуя стадию прессования что упрощает технологический процесс.

Предлагаемая нами технология позволяет получать широкий ассортимент облицовочных материалов широкой цветовой гаммы, от однородных пастельных тонов до насыщенных, а также имитирующих натуральные камни: мрамор, яшму и т.д. Использование цветных стекол для верхнего слоя способствует созданию декоративного эффекта как глянцевой, так и матовой поверхности облицовочных плиток.

Стеклокерамит отличается стойкостью к высоким и низким температурам, а также устойчивостью к ультрафиолетовому излучению характеризующейся постоянством окраски при действии солнечного света.

Предлагаемая нами технология отличается новизной и имеет преимущества в сравнении с известными декоративными облицовочными материалами.

Технология предусматривает использование различных отходов стекольного производства и недефицитных глин.

Простота изготовления и высокие эксплуатационные характеристики: прочность к истиранию, твердость и термостойкость позволят его широко использовать для облицовки внутренних помещений жилых и промышленных зданий и сооружений, а также для создания интерьеров и покрытия полов.

Потребителями нового облицовочного материала могут быть домостроительные комбинаты, художественные мастерские и дизайнерские фирмы.

Наиболее ответственным этапом в производстве стеклокерамита является изготовление сырой смеси прессмассы, включающее:

- подготовку глины;
- подготовку стеклобоя;
- составление прессмассы.

Наиболее пригодными глинами, являются глины следующих месторождений: Веселовская, Латненская, Печорская, Фе-

доровская, Дружковская, часов-Ярская, Артемовская. Отработка технологических процессов производства стеклокерамита проводилась с глинами Артемовского, Дружковского и Федоровского месторождений, которые были поставлены со Щекинского завода «Кислотоупор».

При подготовке глины для прессмассы были отработаны следующие технологические процессы обработки сырья:

- дробление;
- сушка;
- помол.

Дробление глины проводили вручную в фарфоровых ступках емкостью 3 литра с помощью фарфорового пестика до размера кусков 80-100 мм. Далее проводили сушку глины в электропечах типа СНОЛ, причем сырая глина помещалась на керамические поддоны. Влажность глины после проведения процесса сушки составляла 0,4-1,2%.

Получение более влажной глины нежелательно, т.к. способствует ухудшению процесса тонкого помола за счет налипания глины на мелющих телах и на стенках керамических барабанов. Кроме того, с увеличением влажности глины возрастает увеличение крупной фракции, что сказывается в последствии на качестве подложки.

Схема подготовки стеклобоя включает: сбор стекла, дробление, очистку от посторонних примесей и измельчение до стадии стеклопорошка.

Зерновой состав исходных сырьевых материалов определяет интенсивность процесса спекания изделий, их плотность и пористость. Недопустимо как недостаточное, так и слишком тонкое измельчение стекла.

Исходное измельченное стекло делится на тонкозернистое и грубозернистое в зависимости от его зернового состава. К тонкозернистым массам относится стеклопорошок, где размер частиц не превышает 0,1 мм. К грубозернистым относятся стеклопорошки, содержащие значительное количество зерен размером более 1 мм.

Гранулометрический состав тонких порошков обычно задается однозначно каким-либо параметром, позволяющим оценить общую степень измельчения материала. Наиболее часто в качестве такого параметра применяется величина остатка на контрольном тонком сите, выраженная в процентах.

Этот метод прост и легко осуществляется технологически. Остаток на сите непосредственно не характеризует распределение

частиц по размерам, но при каждом способе помола наблюдается определенная связь между величиной этого остатка и зерновым составом в области тончайших фракций. Чем меньше заданный остаток, тем больше в порошке тонкодисперсных фракций.

Зерновой состав масс, как правило, задается удельной поверхностью, которая представляет собой суммарную поверхность всех частиц, содержащихся в единице массы порошка. При этом учитывается и нижний, и верхний предел данного параметра.

Сначала осуществляем грубый помол стеклобой с использованием дробильного оборудования, в частности, щековых или молотковых дробилок.

Измельчение стекла завершается проведением тонкого помола.

Способность материала к измельчению определяется такими характеристиками, как его объемная масса, механическая прочность, модуль упругости и коэффициент размолоспособности, представляющий собой отношение расхода энергии при измельчении эталонного материала к удельному расходу энергии на измельчение данного материала при одинаковой степени измельчения.

В качестве исходных материалов нами выбраны: листовое стекло и тарное (зеленая и коричневая бутылка), составы которых приведены в табл.

Исходные стекла предварительно дробились до кусков не более 10 мм, после чего подвергались тонкому помолу.

Процесс измельчения стеклобой можно проводить по открытому и закрытому циклам. По открытому циклу измельченный материал поступает на дальнейшую переработку как готовый продукт, а по закрытому — идет на рассев с последующим возвратом недостаточно измельченных частиц на домол в помольный агрегат.

Получение тонких фракций требует длительных сроков помола и применения, как правило, периодически действующего оборудования. Для получения тонкокерамических масс широко используются шаровые и вибрационные мельницы периодического действия, работающие по сухому и мокрому способам, и реже, струйные мельницы непрерывного действия. При выборе условий тонкого измельчения необходимо учитывать требования к чистоте измельчаемого материала, поскольку величина намола мелющих тел при длительных сроках помола значительно увеличивается, а эффективность магнитной очистки сильно снижается при очень малых размерах частиц.

При помоле в шаровых мельницах вопрос сохранения чистоты материала решается путем футеровки барабана и использования мелющих тел из керамики соответствующего состава. Применяют кремневую, корундовую, стеатитовую, резиновую и другую футеровку. На помол порошков в шаровых мельницах влияют форма, размер и плотность мелющих тел. Целесообразнее применять тела цилиндрической формы, у которых площадь истирания больше, чем у шаров, имеющих точечное соприкосновение.

Обнаружено, что при продолжительном помоле в течение 2-х часов, в основном, образуется тонкодисперсный порошок, около 80% от всей массы стекла, с размером частиц менее или равно 50 мкм. При этом наблюдается малое количество порошка фракции от 50 до 350 мкм.

Уменьшение времени помола до одного часа приводит к увеличению количества более крупной фракции, т.е. около 70% составляет фракция с размером зерна от 50 до 100 мкм и приблизительно равное количество тонкодисперсного порошка менее 50 мкм и более крупнозернистого от 100 до 350 мкм.

Прессмасса по существу является двухкомпонентной и содержит 30% глины и 70% стекла. Такая масса представляет собой смесь тонких, средних и относительно крупных (но не более 0,5 мм) частиц, что при правильном соотношении их количеств обеспечит получение достаточно плотной упаковки подложки при прессовании.

Составление прессмассы включает следующие операции: просеивание компонентов; взвешивание; увлажнение и смешивание прессмассы.

Отвешивание материалов производится в соответствии с заданным составом прессмассы.

Состав исходной прессмассы:
 Порошок стекла 65%
 Порошок глины 28%
 Вода 7%

Количество воды для увлажнения прессмассы может колебаться в зависимости от исходной влажности глины (после сушки в сушильном барабане) и типа применяемой глины.

Взвешенный стеклопорошок перемешивается с добавлением воды в течение 10-15 мин. в смесительном фарфоровом барабане.

Максимальная плотность укладки зерен достигается при определенном соотношении в прессмассе крупных и мелких частиц. Прессмасса, поступающая в пресс, должна содержать 50-60% частиц менее 0,1 мм; 25% - от 0,25 до 0,15 мм; ≈25% - 0,4-0,5 мм. Зерно-

вой состав прессмассы регулируется стеклопорошком. Максимальный размер зерен стеклопорошка допускается равным 0,5 мм. Большой размер частиц стекла влияет на качество спеченного черепка. Крупные частицы стекла в процессе спекания выходят на поверхность плитки в виде капель, что сказывается на качестве декорирующего слоя.

Зерновой состав влияет на сыпучесть (подвижность) прессмассы. При наличии крупных частиц прессмасса становится более сыпучей. Наличие большого количества тонкой пыли уменьшает подвижность прессмассы.

Для прессования плит стеклокерамика нами был использован гидравлический пресс «ТЮРИНГИЯ» (ГДР) типа К/РКп-160, который одновременно прессует две плитки размером 150 x 150 мм. Число прессований в минуту — 6-18. Были отработаны следующие параметры режима прессования: величина давления (верхнего и нижнего), продолжительность прессования (число ударов). Учитывая, что режим прессования зависит от свойств прессмассы (зерновой состав, ее влажность), отработку параметров прессования проводили на прессмассе, составленной на основе глины Артемовского месторождения: стеклобой с гранулометрией от 0,5 мм и ниже, влажность 7%.

Прессование плиток вели в два приема. Первое давление, которое обеспечивает предварительное уплотнение массы плитки, составляет 25-30 атм (по манометру) и было постоянным параметром. После достижения этого давления в течение 2 сек. матрица опускается, создавая условия для удаления воздуха. Вторичное давление меняли от 60 до 130 атм через каждые 20 атм с выдержкой около 2 сек., предназначенной для окончательного прессования плитки.

Качество прессуемых плиток контролировали по внешнему виду излома сырца. Критерием оценки качества плитки было отсутствие слоистости, трещин внутри слоя, неоднородной структуры, механическая прочность.

Было установлено, что чем выше вторичное давление, тем плотнее структура плитки и выше механическая прочность. Плитки, прессуемые при давлении 60 и 80 атм, были рыхлыми, рассыпались при транспортировке. Увеличение продолжительности прессования незначительно сказывалось на прочности свежееотформованных плиток. Давление (вторичное) 110-120 атм обеспечивало хорошее качество свежееотформованной плитки, сырца плотный, прочный. Дальнейшее повышение прессового давления незначительно сказывалось на степени уплотнения, характеризующееся ко-

Табл. Составы стекол

№ пп	Марка стекла	Цвет	Содержание, масс. %							
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	SO ₂	Mn ₂ O ₃
1	Листовое	бесцветный	72,0	0,6	13,0	10,1	4,2	0,1	—	—
2	Тарное	коричневое	71,9	2,2	14,0	8,2	3,0	0,5	0,2	—
3	Тарное	зеленый	68,0	5,0	14,5	6,0	4,0	1,1	—	1,2

эффицентом сжатия как отношение толщины слоя прессмассы в форме к толщине отпрессованной плитки.

При отработке режима прессования меняли такой параметр как число прессований. Снижая эту величину с 14 до 7 (14, 10 и 7). Снижение числа ударов позволило увеличить длительность приложенной нагрузки с 1 до 3 сек. Чем больше время прессования, тем плотнее и равномернее прессуются плитки и лучше их качество. Ниже приводятся оптимальные параметры прессмассы и режимы прессования.

Отпрессованные плитки из пресса по две поступают на тексропный конвейер, над которым установлено очистительное устройство для удаления с поверхности плиток пыли, оставшейся после прессования. Это устройство представляет собой трубку, перфорированную по всей длине, в которую подается под давлением воздух. Далее плитки поступают на приемно-распределительное устройство, где идет перераспределение на 3 потока. Плитки в 3 потока с влажностью 6-7% поступают в сушило для предварительной сушки. Следует отметить, что из-за ошибки, допущенной во время монтажа роликовой печи, пуск плиток в 4 потока осуществить не удалось.

Первая сушка плиток осуществляется в конвейерном сушиле, в котором плитки транспортируются по цепному транспортеру. Длина сушила 3 м. Оно отапливается

природным газом. Горелки расположены вдоль сушила по 2 с каждой стороны под несущей ветвью конвейера. Влажность плитки после первой сушки должна быть не выше 2,5% и зависит от температуры теплоносителя и времени пребывания в сушиле, которая регулируется скоростью движения несущей ветвью конвейера.

Декорирование плиток осуществляется двумя способами: посыпкой гранулами цветного стекла и так называемый комбинированный способ, заключающийся в поливе шликера с последующей посыпкой гранулами стекла.

Технологический процесс декорирования подложки включает следующие основные операции:

- подготовка цветного гранулята (дробление, рассев по фракциям);
- тонкий помол стекла для шликера;
- приготовление шликера;
- декорирование подложки.

В качестве исходных компонентов при составлении шликера используется тонкомолотое листовое стекло, глина, натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ). Для повышения белизны декоративного слоя вводится оксид цинка — до 10%. Это дает возможность улучшить внешний вид плиток стеклокерамита, несколько снизить блеск, устранить серовато-зеленоватый оттенок.

Глина вводится для предотвращения быстрого осаждения в шликере твердых ча-

стичек стеклопорошка, шликер становится более устойчивым, менее подвержен расслаиванию.

Таким образом нами разработана новая технология изготовления цветных декоративных облицовочных материалов широкого ассортимента с использованием любого стекольного боя, не требующая высоких энергозатрат и отличающаяся простой исполнения.

Аналогический материал в Российской Федерации не выпускается.

Технологическая схема производства стеклокерамита включает следующие операции:

- помол исходных компонентов, их смешивание и увлажнение;
- формование подложки;
- нанесение декоративного слоя на подложку;
- сушку, спекание и отжиг изделий в роликощелевых печах;
- отбраковку и упаковку готовых изделий.

В процессе проведения исследования отработан состав сырьевой исходной смеси и температурно-временные параметры подготовки сырьевых компонентов, их смешения и прессования подложки стеклокерамита а также технология декорирования и высокотемпературного обжига.

Т. К. ПАВЛУШКИНА,
«ОАО Институт стекла», Москва