

РАСШИРЕНИЕ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ПРОИЗВОДСТВА ОБЛИЦОВОЧНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Еромасов Р.Г., Осипова М.С.
 Научный руководитель – профессор Никифорова Э.М.

Сибирский федеральный университет

Объем рынка керамической плитки в России в настоящее время демонстрирует уверенные темпы роста: в 2010 г. ее потребление в стране достигло 150,5 млн.м², из которых 82% было произведено внутри страны (рис.1). Совокупный объем выпускаемой ими продукции позволяет удовлетворить около 60% потребности российского рынка.

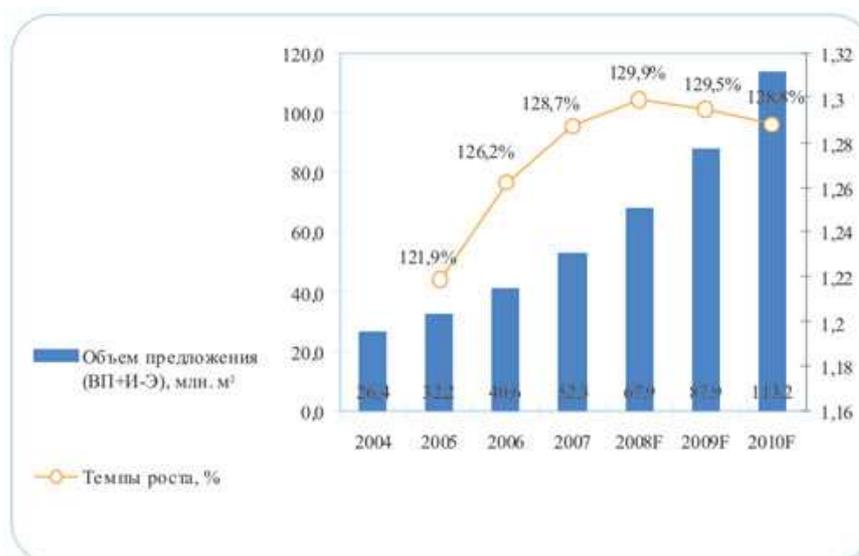


Рисунок 1 – Темпы роста производства керамической плитки

Существующая технология строительных материалов, применяемых для внутренней и наружной отделки зданий и сооружений, базируется в значительной мере на использовании качественного привозного сырья. Но запасы разрабатываемых месторождений сырья для керамической отрасли ограничены. Возрастает дефицитность традиционного сырья, прежде всего глинистого. Ежегодное накопление значительного количества отходов различных отраслей промышленности, а также возможность интенсификации технологических процессов, повышения эксплуатационных свойств материалов, получаемых с применением отходов, обуславливает керамическую промышленность как отрасль, для которой вопросы ресурсосбережения являются особо актуальными.

Спекание известных сырьевых смесей по модели глина – отход промышленности сопровождается совершенствованием параметров кристаллизационной структуры, состоящей в зависимости от вида глинистого сырья и отхода, помимо стеклофазы из кварца, муллита, анортита, гематита и других кристаллических фаз.

Перспективными отходами промышленности для использования в качестве основного компонента керамической массы являются высококварцевые горелые

формовочные земли – отход литейного производства машиностроительных предприятий, а также «хвосты» обогащения молибденовых руд Сорского молибденового комбината.

Горелая земля является продуктом взаимодействия металла отливки (стальной, чугунный или цветной сплав) с литейной формой.

«Хвосты» флотации молибденового концентрата с запасами более 150 млн. тонн минералогически представлены полевошпатовыми минералами: ортоклазом, альбитом и анортитом, обеспечивающими плавнеобразующий эффект при температурах обжига 1050⁰С и выше. За счет формирования в процессе обжига муллитоподобной фазы и усиления кристаллизации анортита кварц–полевошпатовый сорский песок обеспечивает повышение эксплуатационных свойств керамики.

В целом, модель композиционного материала может быть представлена в следующем виде. В качестве наполнителя композиционного материала выступает свободный оксид кремния. Источниками свободного оксида кремния являются техногенные продукты: кварц–полевошпатовый сорский песок и горелая земля, а также кремнеземистые примеси из глинистого компонента. Роль связующей матрицы выполняют плавни из кварц–полевошпатового сорского песка, стеклобой, а также примесные компоненты глинистых минералов, образующие в процессе спекания силикатные и железистые расплавы. Интенсивное образование расплава сопровождается улучшением спекания керамики и формированием новых фаз.

На стадии оптимизации технологических параметров реализован метод планирования эксперимента по Боксу- Уильсону. Основными факторами, влияющими на процессы структурообразования высококварцевых масс являются область изменения соотношения $SiO_{2cv} / \sum_{пл}$ - X_1 (3 и менее), давление формования X_2 (1,0- 3,0 МПа), температура обжига X_3 (950 - 1100⁰С). В результате предварительных исследований установлено, что для каолинитовых и каолинито–гидрослюдистых глин наблюдается некоторая зависимость спекаемости от соотношения $Si_{2cv} / \sum_{пл}$. При уменьшении этого соотношения водопоглощение сдвигается в область более низких значений.

На фиксированном уровне поддерживали размер частиц глины и стеклобоя (фр. менее 56 мкм), размер фракций отходов (фр.-0,5+0,315 мм), содержание стеклобоя в керамической массе (25 масс.%), время изотермической выдержки при максимальной температуре (30 мин.), относительная формовочная влажность шихты (10%).

Результаты оптимизации технологических параметров получения облицовочного материала на основе высококварцевых масс и гидрослюдисто-каолинитовой глины Садового месторождения представлены в программе «Статистика» (рис.2) и в соответствующих уравнениях регрессии.

Уравнения регрессии в натуральном выражении имеют вид:

для сорских «хвостов»	для горелой земли
$Y_1 = 2,07 - 0,24 X_1 + 0,003 X_2;$	$Y_1 = 2,19 - 0,55 X_1 - 0,003 X_2;$
$Y_2 = 17,18 + 13 X_1 - 0,05 X_2 + 0,02 X_3$	$Y_2 = 16,2 + 12,2 X_1 - 0,02 X_2 + 0,03 X_3.$

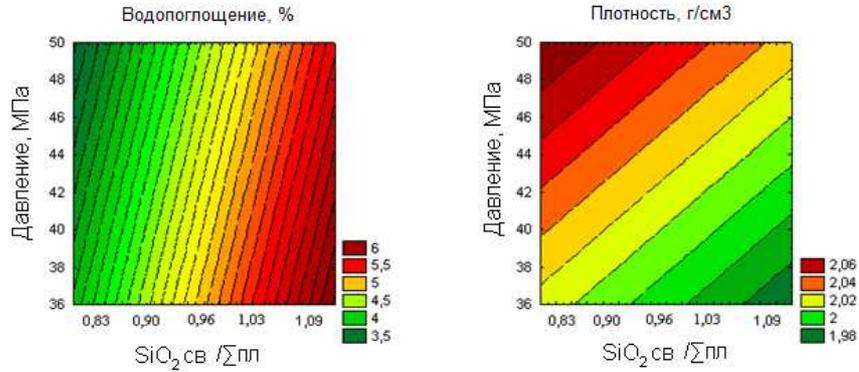
$$Y_1 = 1,99 - 0,27 X_1 + 0,003 X_{23}$$

$$= 40,95 + 5,36 X_1 - 0,03 X_2 + 0,04 X_3.$$

$$Y_1 = 1,64 - 0,29 X_1 + 0,006 X_2;$$

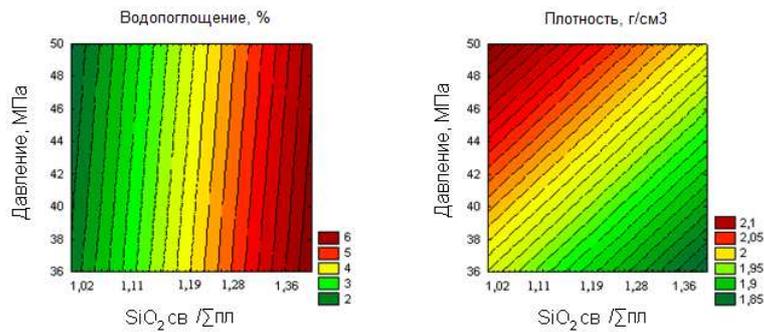
$$Y_2 = 20,02 + 11,41 X_1 - 0,03 X_2 - 0,03 X_3.$$

Y_2



а)

б)



в)

г)

Рисунок 3 – Проекция линии равной кажущейся плотности и водопоглощения образцов на основе сорских “хвостов” и глины компановской при температуре обжига 1050°C (а,б), горелой земли и компановской глины при температуре обжига 1000°C (в,г)

Характерной особенностью процесса спекания керамических масс при температуре 1050 °С на основе сорских “хвостов” является перевод изделия в область спеченного состояния при более низких в сравнении с общепринятыми температурах обжига. На рисунке 4 точка А соответствует температуре начала спекания глины (t_A), поскольку при этой температуре начинается заметное уменьшение водопоглощения, т.е интенсивное уплотнение обжигаемого материала. В точке Б (при температуре t_B) водопоглощение становится равным 5% – величине, ниже которой лежит область спекшегося состояния, а точке С (температура t_C) отмечают признаки пережога (оплавление или вспучивание).

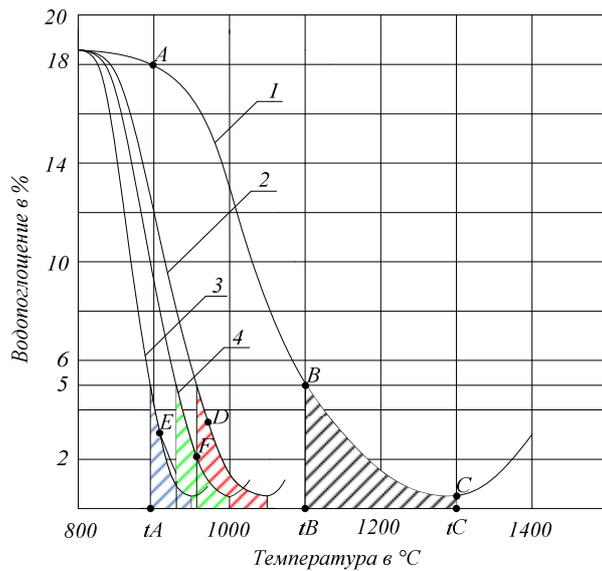


Рисунок 4 – Зависимость изменения водопоглощения керамического материала от температуры обжига

Схема разработанного технологического процесса включает в себя линии подготовки сырьевых материалов, совместного смешивания, полусухого прессования, сушки, обжига и декорирования на поточно–конвейерной линии скоростного обжига.

Таким образом, проведенные исследования по замене высококачественного глинистого сырья на отходы промышленности показали эффективность применения высококварцевых отходов в технологии облицовочных керамических мат.