

УДК 666.321

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА КЕРАМИЧЕСКИХ МАСС –
ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Е.М.ДЯТЛОВА, Р.М.МАРКЕВИЧ, Е.С.КАКОШКО, В.А.БИРЮК
Белорусский государственный технологический университет
Минск, Беларусь

В настоящее время перед предприятиями керамической отрасли, выпускающими различные виды строительных материалов (стеновые, облицовочные, кровельные и др.), стоят актуальные задачи, направленные на повышение качества выпускаемой продукции, рентабельности производства, снижение топливно-энергетических затрат. Одним из наиболее доступных способов решения указанных проблем является широкое вовлечение в технологический процесс местных полиминеральных глин, а также повышение их качества.

В данной работе исследовалось влияние биологической обработки силикатными бактериями на технологические свойства керамических масс на основе легкоплавких глин, а также на свойства и структуру керамики, синтезированной на их основе.

Для исследования влияния силикатных бактерий на свойства дисперсных глинистых систем была использована керамическая масса для изготовления кирпича керамического на Обольском керамическом заводе (г.п. Оболь): глина легкоплавкая месторождения “Заполье” – 85 мас.% и гранитные отсеvy Микашевичского месторождения – 15 мас.%.

На вышеуказанном предприятии используется мокрый способ подготовки массы, обезвоживание керамической суспензии в башенно-распылительной сушилке и полусухое прессование изделий. Данная технология является наиболее приемлемой для проведения операции биологической обработки керамической массы, т.к. не потребует значительных изменений в технологическом процессе.

Опытные пробы суспензий готовились совместным мокрым помолом в фарфоровом барабане с предварительным просевом гранитных отсеvов на сите с размером сетки № 05.

Для обработки опытных суспензий были приготовлены культуральные жидкости силикатных бактерий с различным содержанием бактериальных клеток X, X/1,5, X/2 (концентрация бактериальных клеток при данных степенях разведения соответственно 150, 100 и 75 млн. клеток в 1 мл культуральной жидкости).

Обработка керамической массы включала увлажнение ее водными суспензиями, содержащими от 2 до 4 мл жидкого препарата силикатных бактерий (в пересчете на 100 г сухого вещества) до требуемой влажности – 48 %. Влажность массы не изменялась с введением бактерий, т.к. количе-

ство воды корректировалось в зависимости от количества вводимого биологического препарата. Пробы керамической массы с введенными бактериями выдерживались в закрытом виде при комнатной температуре 18 °С и в термостате при температуре 30 °С в течение 3, 5 и 7 суток (72, 120 и 168 часов соответственно). Наряду с биообработанными пробами, поддержке при аналогичных условиях подвергалась проба керамической массы без бактерий. После каждого временного интервала исследовались основные свойства масс – пластичность, коэффициент чувствительности к сушке, воздушная линейная усадка.

В ходе эксперимента установлено, что число пластичности исходной керамической массы составляет 11,5. При выдержке ее в течение 72 часов этот показатель возрастает до 13 и с увеличением выдержки практически не меняется. Это обусловлено процессами тиксотропного упрочнения массы, которые сначала развиваются быстро, а затем замедляются. Максимальные значения числа пластичности достигаются при обработке керамической массы суспензией с концентрацией бактерий 2X (600 млн. бактериальных клеток на 100 г сухого вещества) и составляют при выдержке 120 ч – 15,4.

Было установлено, что биообработка как при 18 °С, так и при 30 °С способствует снижению коэффициента чувствительности к сушке (K_c) от 0,85 до 0,48 в зависимости от концентрации бактериальных клеток в массе и времени обработки. Для керамической массы с максимальным содержанием бактериальных клеток 2X коэффициент чувствительности к сушке имеет самые низкие значения: с увеличением изотермической выдержки от 72 до 168 часов изменяется от 0,53 до 0,48.

Воздушная линейная усадка образцов керамической массы при сушке составляет 6,7 %. Образцы керамической массы, подвергнутой биологической обработке при повышенном содержании бактериальных клеток, имеют тенденцию к сближению значений воздушной линейной усадки от 6,0 до 4,8.

Нами были проведены также работы по изучению предела прочности на изгиб высушенных образцов и керамических масс, подвергнутых обработке. Прочность возрастает уже после 72-часовой выдержки при обеих концентрациях бактерий и достигает максимальной величины при 120-часовой выдержке при обработке суспензией с концентрацией бактерий 2X.

Согласно полученным экспериментальным данным можно предположить, что прочность сухого полуфабриката кирпича повысится в среднем на 30-35 %. Это, во-первых, повысит стойкость изделий при возникновении усадочных напряжений, а, во-вторых, повышение прочности уменьшит процент технологических потерь при транспортировке сырья и его усадке на печные вагонетки.

Следующим этапом исследований явилось изучение воздействия биообработки на физико-химические свойства обожженных материалов (общая усадка, водопоглощение, пористость и механическая прочность).

В табл.1 приведены свойства экспериментальных образцов из контрольной и биообработанной массы (при оптимальных параметрах обработки), обожженных при температуре 1050 °С.

Табл. 1. Сравнительная характеристика свойств керамической массы и обожженных образцов

Наименование показателя	Образец из контрольной массы	Образец из биообработанной массы
Пластичность	13	15,4
Коэффициент чувствительности к сушке	0,87	0,51
Воздушная усадка, %	6,5	4,8
Общая усадка, %	10,2	12,1
Водопоглощение, %	8,32	6,45
Пористость, %	21,15	17,12
Прочность на сжатие, МПа	33,15	35,62

Проведенное исследование показало, что биологическая обработка керамической массы интенсифицирует процесс спекания за счет повышения свободной поверхностной энергии на границе раздела фаз, обусловленного увеличением дисперсности частиц и количества контактов между ними. Это приводит к снижению открытой пористости, водопоглощения и, следовательно, повышению кажущейся плотности материалов, что имеет большое значение для стеновой керамики.

Установлено определяющее влияние концентраций бактерий на процессы уплотнения структуры при спекании по сравнению с увеличением времени изотермических выдержек при биообработке. Определено, что достаточно выдержки в течение 72 часов при максимальной концентрации, чтобы обеспечить интенсификацию процесса и снизить температуру обжига изделий при сохранении требуемых показателей свойств.

На основании полученных результатов эксперимента установлено, что оптимальными параметрами их биообработки, при которых наблюдается улучшение физико-механических свойств образцов, являются следующие: концентрация бактериальных клеток 2X - 600 млн. бактериальных клеток в пересчете на 100 г сухого вещества; продолжительность обработки 120 часов; температура обработки 30 °С.

Таким образом, применение метода биологической обработки керамических масс позволит повысить качественные характеристики изделий, а именно: увеличить прочностные показатели на 15-20 %, а также интенсифицировать процессы сушки и обжига полуфабрикатов, что обеспечит определенную экономию топливно-энергетических ресурсов.