

ПОВЫШЕНИЕ МОРОЗОСТОЙКОСТИ СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА

Г. И. Овчаренко, В. М. Каракулов, Е. О. Тамбовский

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Исследована прочность и морозостойкость автоклавного силикатного материала на основе кварцевого песка с различным содержанием суглинка. Показано, что наличие в массе суглинка значительно повышает прочность материала от 15 до 35 МПа, но снижает его морозостойкость до 20 циклов. Повысить морозостойкость камня можно частичной заменой суглинка микрокремнеземом. В этом случае материал выдерживает не менее 35 циклов замораживания-оттаивания. Получены статистические математические модели зависимости прочности камня от состава сырьевых смесей и циклов морозостойкости.

Ключевые слова: силикатный кирпич, суглинистое сырье, прочность, морозостойкость, микрокремнезем, математические модели.

Введение

Силикатный кирпич широко производится и применяется в отдельных регионах России. Все производители, как правило, стараются применять кварцевый песок с заметным содержанием глинистых примесей, т.к. это обеспечивает положительный комплекс свойств: легкость формования, повышенная сырцовая и послеавтоклавная прочности. Однако это приводит к заметному снижению морозостойкости материала. Так, например, заводы Барнаула выпускают силикатный кирпич с морозостойкостью редко достигающей 25 циклов.

В то же время требования по морозостойкости силикатного кирпича значительно возросли в соответствии с новыми технологиями строительства, которые отражены в СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции». В соответствии с новым СП в зависимости от конструкции стены морозостойкость кирпича должна составлять 35-50 циклов и более. Поэтому сегодня крайне актуальной становится проблема увеличения морозостойкости силикатного кирпича.

Материалы и методы исследования

В работе использовали боровой кварцевый песок с модулем крупности $M_{кр}=1,1$ пустотностью 37% и исходным содержанием глинистых, пылеватых и илистых частиц в количестве 23%, кальциевую известь 1 сорта с активностью 92%, Ребрихинский суглинок с содержанием глинистых 18,6%, пылевая фракция которого представлена кварцем. Так же использовали микрокремнезем (МК) завода «Кузнецкие ферросплавы» и гидрофобизатор 136-41 (ГКЖ-94) подготовленный для разбавления водой.

Контрольная и экспериментальные силикатные массы содержали 10% извести. Усреднение сухой силикатной массы обеспечивали кратковременным перемешиванием-помолом в шаровой мельнице в течение 10 минут, что моделировало использование стержневого смесителя в заводских условиях. В отдельных экспериментах исходный кварцевый песок отмывался от глинистых примесей. Из загашенной силикатной массы формовались образцы-цилиндры диаметром и высотой 50 мм при удельном давлении в 20 МПа, которые затем автоклавировали при 1,0 МПа по режиму 2+6+3 часа.

Отработка методики с предварительным усреднением смеси кратковременным помолом в мельнице показало, что данный метод хорошо моделирует заводское усреднение массы с содержанием суглинка в количестве 20-25 % и прочность контрольных образцов составляет около 20 МПа.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе определяли влияние содержания суглинка на прочность автоклавированного материала. Для этого силикатную массу составляли из 10% извести и 90% отмытого борového песка. А далее через 10% замещали отмытый песок суглинком в пределах от 10 до 90%. Сырьевая смесь тщательно усреднялась и из неё по выше описанной методике готовились образцы.

Как видно из рисунка 1 прочность камня имеет максимум в районе содержания суглинка 30%. Это объясняется тем, что пустотность исходного песка 37%, а количество заполняющей тонкодисперсной фракции близко к этой цифре (10% извести + 30% суглинка). Все составы с суглинком прочнее контрольного безглинистого состава.

Отсюда видна положительная роль глинистого сырья в технологии силикатного кирпича.

На втором этапе определяли морозостойкость исследуемых составов с суглинком. На рисунке 2 приведены гистограммы прочностей исходных составов и после 25 циклов замораживания-оттаивания. Видно, что до 50% содержания суглинка в смеси образцы еще показывают достаточно высокую прочность после испытания на морозостойкость. Составы с содержанием суглинка выше 50% разрушились после испытания на морозостойкость. Формально морозостойкость выдержал состав с 50% суглинка, потеряв после

замораживания-оттаивания 9,5% прочности. Так же можно считать, что испытания выдержали составы с 0 и 10% суглинка (потеря прочности около 20%). Но известный факт значительной потери прочности при испытании на морозостойкость камнем из глинодержащих масс очевиден. Поэтому возникает проблема повышения морозостойкости глинодержащего камня.

С этой целью было апробировано два решения: частичная замена глинистого сырья микрокремнеземом (МК) и гидрофобизация после автоклавного камня.

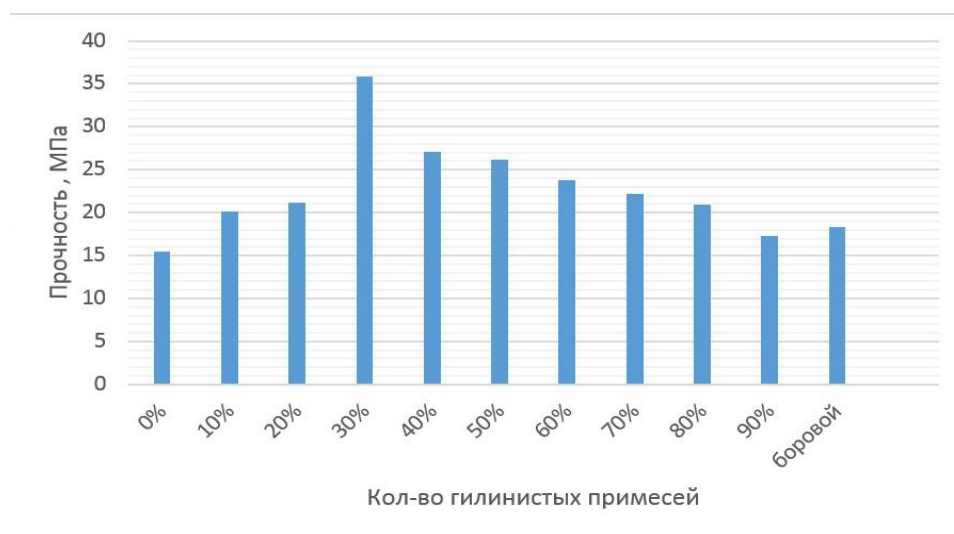


Рисунок 1 – Влияние содержания суглинка на прочность автоклавного камня.
Боровой – боровой песок с естественным содержанием илистых и глинистых частиц в количестве около 23%

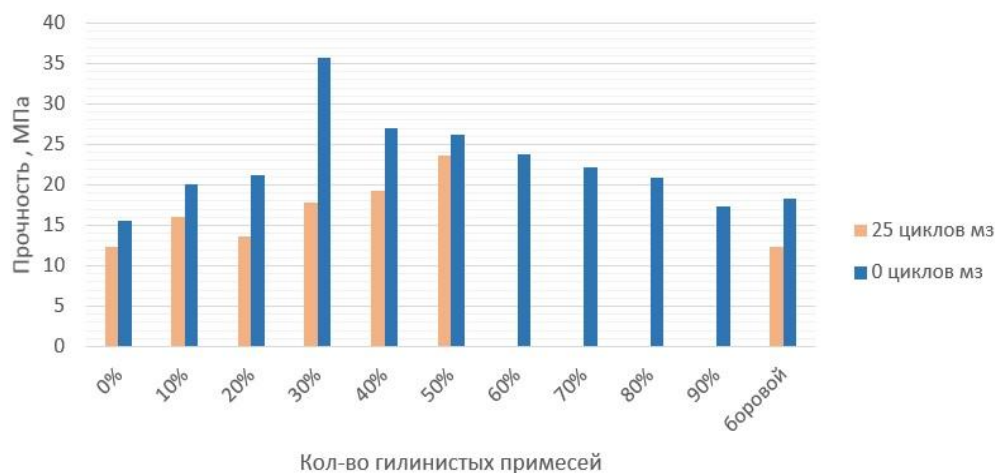


Рисунок 2 – Исходная прочность автоклавного камня и прочность после 25 циклов испытания на морозостойкость

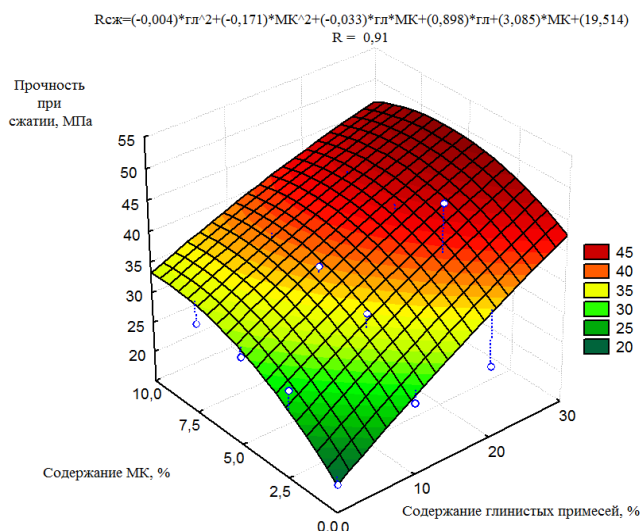


Рисунок 3 – Зависимость послеавтоклавной прочности камня от количества глинистых примесей и микрокремнезема

Замену суглинка осуществляли на 2,5; 5,0; 7,5 и 10% МК. Количество суглинка при этом было 10; 20 или 30%. Сочетание 4-х дозировок МК и 3-х дозировок суглинка дает 12 составов для испытания. Результаты испытания образцов на прочность после автоклавирования даны на рисунке 3, а на прочность после 25 и 35 циклов морозостойкости – соответственно на рисунках 4 и 5.

Как видно из модели рисунка 3, добавление и МК и суглинка значительно повышает после автоклавную прочность камня. При этом рост прочности от суглинка заметно больший, чем от МК. Это вероятно объясняется более высоким содержанием суглинка (до 30% на фоне содержания МК только до 10%).

Сочетание обеих тонкодисперсных добавок имеет оптимум при содержании их примерно около 35%, что соответствует пустотности исходного борového песка.

Картина меняется после испытания образцов на 25 циклов морозостойкости (Мрз) (рисунок 4). Теперь уже прочность камня после испытания на Мрз в большей степени зависит от дозировки МК, нежели от содержания суглинка. МК во всех составах оказывает положительную роль, в то время как при содержании МК в 10% количество добавляемого суглинка имеет оптимум, не превышающий 15-20%.

Ну и наконец, картина полностью меняется после 35 циклом Мрз (рисунок 5). Роль МК остается положительной и прочность камня снижается незначительно после 35 циклом Мрз. В то же время роль суглинка

здесь отрицательна и без МК прочность камня падает до нуля.

Таким образом, частичная замена суглинка микрокремнеземом позволяет обеспечить морозостойкость камня не менее 35 циклов. Целесообразно в сырье иметь не более 15-20% суглинистого материала и обеспечивать требуемые свойства камню соответствующей добавкой МК. Данная технология имеет свои отрицательные моменты: МК нельзя вводить в массу до силосования, т.к. произойдет частичное или полное схватывание смеси в реакторах. Кроме этого необходимо тщательное усреднение смеси, особенно при малом содержании МК. Ну и наконец, автоклавированный материал имеет темно-серый цвет, заметно более темный по сравнению с традиционным.

Краткие выводы по гидрофобизации после автоклавного материала методом окунания заключаются в том, что можно обеспечить морозостойкость материала из глиносодержащих масс не менее 35 циклов. Это может оказаться более простой технологией, но требующей повторения в процессе службы материала, т.к. эффект гидрофобизации исчезает после 8-10 лет эксплуатации.

Кроме этого, необходимо комплексно исследовать поведение такого материала в многослойных стенах с утеплителем внутри. Есть опасение того, что может происходить запыление влаги, движущейся из помещения наружу, лицевым гидрофобизованным слоем кладки.

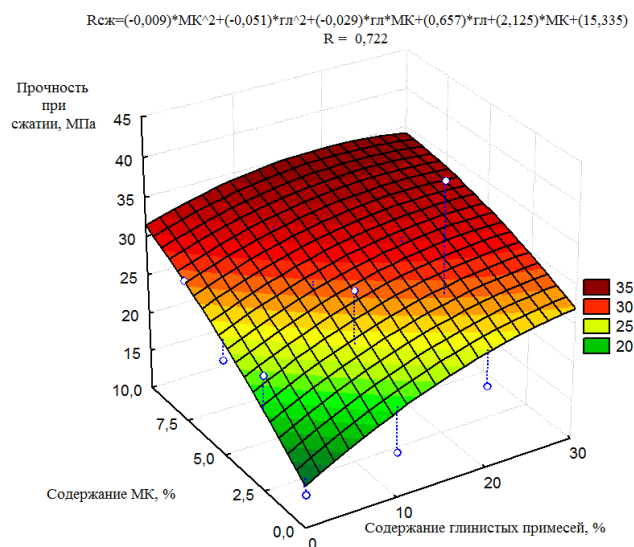


Рисунок 4 – Зависимость прочности камня после 25 циклов морозостойкости от количества глинистых примесей и микрокремнезёма

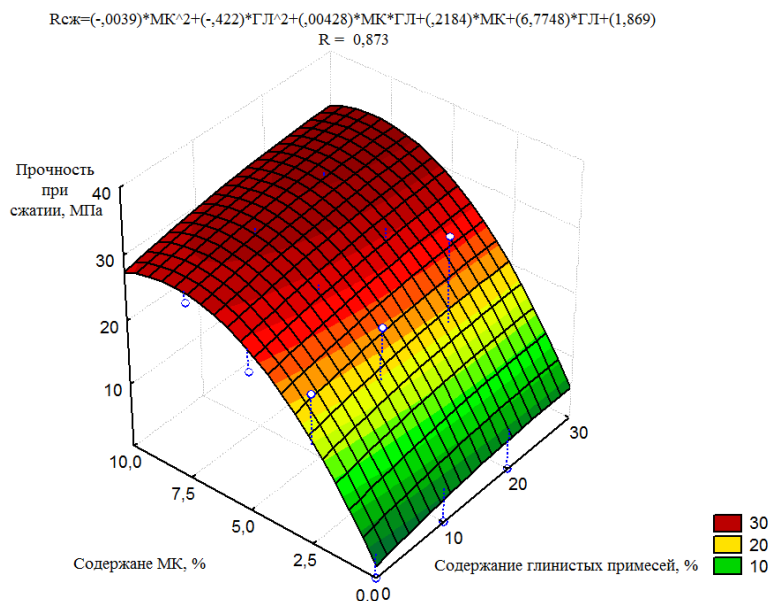


Рисунок 5 – Зависимость прочности камня после 35 циклов морозостойкости от количества глинистых примесей и микрокремнезёма

Овчаренко Г.И. – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Строительные материалы» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: egogo1980@mail.ru.

Каракулов В.М. – к.т.н., доцент кафедры «Строительные материалы» ФГБОУ ВО

АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: karakulov54@mail.ru.

Тамбовский Е.О. – студент ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: egortambovskii@gmail.com.