

ВЛИЯНИЕ ОБЪЕМНОГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ НА СВОЙСТВА И СТРУКТУРУ КЛИНКЕРНОГО КИРПИЧА

Клинкерный кирпич в соответствии с требованиями СТБ 1787 должен обладать морозостойкостью и продукция класса А, предназначенная для кладки фундаментов и стен, кладки и облицовки стен в гидротехнических сооружениях, для тротуаров и отмосток должна обеспечивать морозостойкость не менее 150 циклов. Для изделий класса Б, применяемых для кладки и облицовки стен, зданий и сооружений – не менее 100 циклов. В соответствии с требованиями международных стандартов морозостойкость может составлять не менее 300 циклов.

Испытаниям подвергали клинкерный кирпич, полученный на основе полиминерального сырья Республики Беларусь, включающего глину месторождения «Городное», суглинки месторождения «Фаниполь», гранитоидные отсеvy фракции менее 1 мм. В составе масс использовалась также глина марки БК-0 месторождения «Большая Карповка» (Россия) в количестве 10–15 мас. % [1].

Опытные изделия были получены пластическим методом формования. После сушки они подвергались обжигу при температуре 1150 ± 5 °С при общей продолжительности режима 20 ч, в том числе выдержка при максимальной температуре составила 2,5 ч.

Общая усадка образцов полнотелого кирпича составляла 7,5–7,7 %, в том числе воздушная – 4,1–4,5; а огневая – 2,8–3,2 %. Водопоглощение опытных образцов находилось в пределах 3,9–4,6 %, плотность – 2188–2196 кг/м³. Механическая прочность составляла при сжатии 42,1–42,8 МПа, при изгибе – 4,8–5,3 МПа. Морозостойкость образцов составила 300 циклов по объемному методу замораживания (ГОСТ 7025), а их истираемость находилась в интервале 0,2–0,4 г/см².

Полнотелый кирпич соответствовал марке 400 и отвечал требованиям, предъявляемым к продукции классов А и Б по СТБ 1787.

Исследованные образцы после объемного замораживания не имели изменения цвета, шелушения, выкрашивания, растрескивания, отколов и других дефектов поверхности.

Известно, что причиной разрушения при циклах замораживания–оттаивания являются растягивающие нагрузки на материал клинкерного изделия, возникающие из-за увеличения объема воды при ее охлаждении ниже +4 °С. Практически все увеличение объема примерно до 9 % проис-

ходит при 0 °С из-за структурирования молекул во время образования льда.

После 100 и 300 циклов попеременного замораживания и оттаивания проводилось исследование следующих физико-химических свойств образцов: водопоглощения – по ГОСТ 7025, механической прочности при сжатии и изгибе – по ГОСТ 8462 и истираемости – по СТБ 1160. Образцы, прошедшие 100 и 300 циклов замораживания-оттаивания, подверглись также исследованию химического состава черепка. Кроме того, изучались особенности изменения структуры образцов с помощью сканирующих микроскопов JSM–7800F, и JSM–5610LV (Япония). Химический анализ проводился с помощью рентгенофлуоресцентного спектрометра XRF–1800 на ОАО «Керамин».

Установлено, что при проведении 100 циклов морозостойкости наблюдалось снижение содержания суммы оксидов щелочных металлов Na₂O и K₂O примерно на 20 %, CaO – 20 %. Увеличение продолжительности испытания морозостойкости до 300 циклов привело к снижению суммы оксидов щелочных металлов примерно на 20 %, CaO – на 5 % с соответствующим перераспределением содержания других составляющих. Механическая прочность образцов при сжатии после 100 циклов снижалась на 12,3–14,2 %, при изгибе – на 9,8–12,3 %. Дальнейшее замораживание и оттаивание образцов до 300 циклов привело к более существенному снижению механической прочности. Так, эти значения для прочности при сжатии снизились на 20,6–23,2 %; а при изгибе – на 19,3–21,7 %.

Значения водопоглощения исследованных образцов возросли соответственно после 100 циклов морозостойкости до 5,3–6,2 %, а после 300 циклов – 8,1–11,3 %. Истираемость также увеличилась на 2–3 % и 4–6 % соответственно.

Исследованием микроструктуры образцов, представленной на рисунке, установлены существенные изменения ее пористо-капиллярной и кристаллической структуры вследствие замораживания и оттаивания. Наблюдается увеличение размеров открытых пор при сохранении их щелевидного характера, имеющих расширение и пережимами, размер их составляет 20–150 мкм. Закрытые поры сохранили щелевидное сечение. По-прежнему присутствуют извилистые и ориентированные по направлению кристаллических образований закрытые поры и капилляры. Размеры их также увеличиваются с повышением воздействия циклов замораживания и оттаивания на 5–7 %.

Наблюдаются изменения характера аморфной составляющей, обусловленной ее дроблением на более мелкие участки.

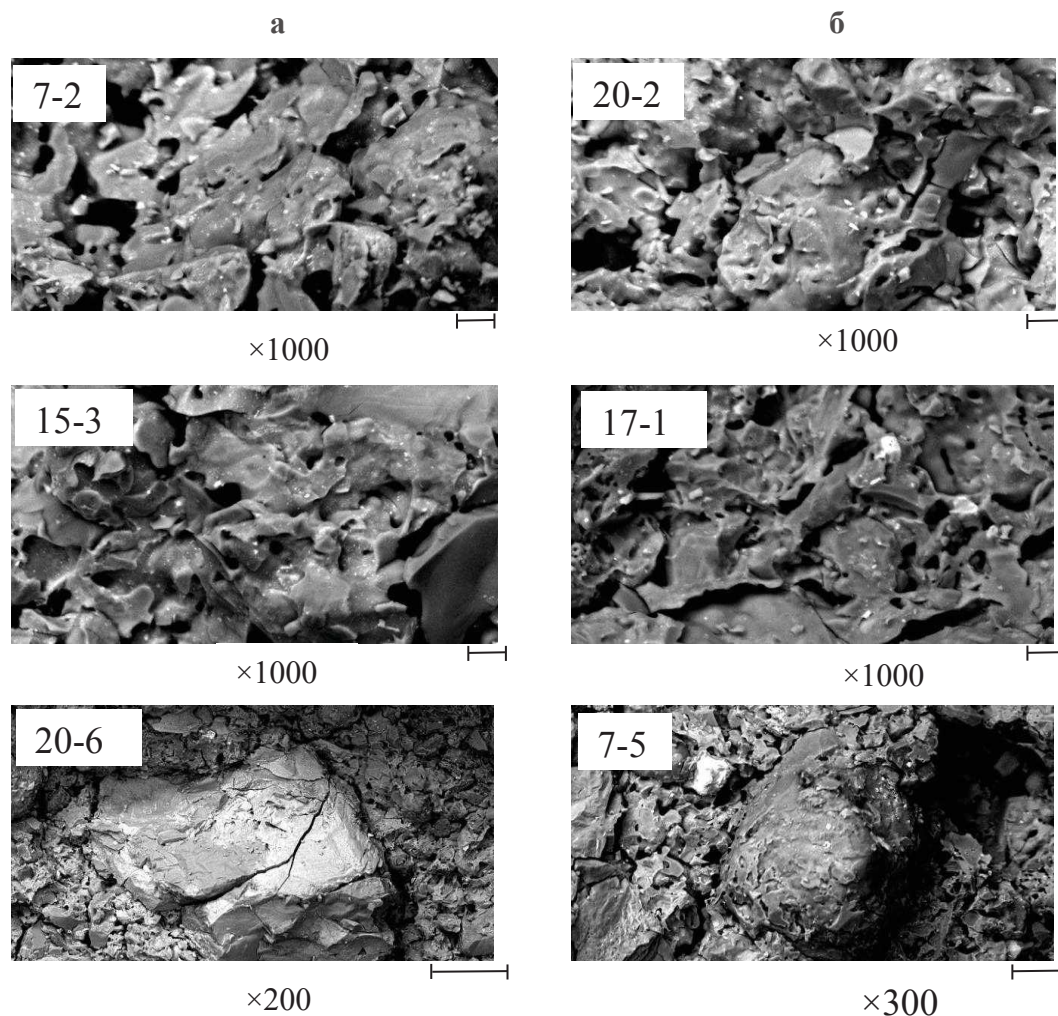


Рисунок – Микроструктура образцов клинкерного кирпича, прошедшего 100 циклов (а) и 300 циклов (б) замораживания и оттаивания

Кристаллические образования при замораживании не претерпевают разрушение и изменение их очертаний. Это особенно заметно для реликтовых зерен кварца, характеризующегося отсутствием спайности. Для анортита и альбита характерно появление трещиноватости по плоскостям спайности. Это же наблюдается и для авгита, геденбергита и эгирина, для которых отмечается наиболее значительное изменение – трещиноватость. В меньшей степени изменения претерпевают кристаллы гематита в связи с их небольшими размерами.

Полученные исследования позволяют судить о влиянии процессов замораживания и оттаивания на изменение свойств и структуры клинкерного кирпича.

ЛИТЕРАТУРА

1. Левицкий, И.А., Хоружик О.Н. Взаимосвязь свойств, фазового состава и микроструктуры клинкерного кирпича // Стекло и керамика. – 2021. – № 5. – С. 26–33.