

Из табл. 1 видно, что при больших нагрузках возможны ограничения по применению узлов на клеенных стержнях, в частности для ферм с шагом 6,0 м в снеговом районе 2Б невозможно решение такого узла.

Сечение стальных накладок с приваренными отгибами стержней подбирается по выражению [4]

$$\left(\frac{N_{p,d}}{A_n R_y}\right)^2 + \frac{M_{p,d}}{c W_n R_y} \leq 1, \quad (3)$$

где $N_{p,d}$, $M_{p,d}$ – расчетные усилия в накладке: соответственно растяжение, мН, и изгибающий момент, мН·м; A_n , W_n – соответственно площадь, м², и момент сопротивления, м³, поперечного сечения накладки; c – коэффициент, учитывающий пластическую стадию стальной накладки; R_y – расчетное сопротивление стали по пределу текучести, МПа.

Для данного узла приняты накладки из стали С245 толщиной 8 мм.

Соединение поясов с накладками в узле может осуществляться на болтах нормальной точности или на сварке. Болты или сварные швы рассчитываются по нормам расчета стальных конструкций. Для данного узла при соединении поясов на болтах требуется 14 болтов диаметром 12 мм.

ВЫВОДЫ

1. Оптимальное конструктивное решение опорного узла треугольных ферм на клеенных

стержнях из арматурной стали периодического профиля S400 возможно при выполнении следующих конструктивных требований: диаметр стержней – 12–18 мм; расположение стержней по рабочей площадке – двухрядное по ширине сечения поясов в шахматном порядке с соблюдением условий по их расстановке поперек и вдоль площадки и по глубине вклеивания в древесину; угол наклона стержней к осям поясов – близок к значениям 30–45°; расстояние от оси опоры до торца фермы – в пределах 200 мм.

2. При больших усилиях в поясах возможны ограничения по применению в фермах узлов на клеенных стержнях. В частности, для треугольных ферм с шагом 6 м, применяемых в снеговом районе 2Б, невозможно решение опорного узла на клеенных стержнях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Турковский, С. Б. Опыт применения клееных деревянных конструкций в Московской области / С. Б. Турковский, В. Г. Курганский, Б. Г. Почерняев. – М.: Стройиздат, 1987. – 112 с.
2. Деревянные конструкции в строительстве / Л. М. Ковальчук [и др.]. – М.: Стройиздат, 1995. – 246 с.
3. СНБ 5-05-01-2000. Деревянные конструкции. – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2001. – 70 с.
4. Пособие по проектированию деревянных конструкций (к СНиП II-25-80). ЦНИИСК им. Кучеренко. – М.: Стройиздат, 1986. – 216 с.

Поступила 10.10.2005

УДК 666.965

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА, ПОЛУЧАЕМОГО НА БАЗЕ ОТХОДОВ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Инж. ШАБАНОВ Д. Н., докт. техн. наук, проф. НИКИТИН В. И.,
канд. техн. наук ИВАНЕНКО А. М.*

УО «Полоцкий государственный университет»

Строительство и его материальная база – промышленность строительных материалов – являются наиболее материалоемкими отраслями, размещенными повсеместно, что ставит их

в особое положение при решении вопросов комплексного использования сырья. При строительстве зданий и сооружений используются главным образом неорганические мате-

риалы, основными составляющими которых являются силикаты и алюмосиликаты, т. е. преимущественно те соединения, из которых состоят попутные продукты и отходы промышленности. Рост отвалов заставляет искать новые пути использования отходов. Целесообразна разработка методов использования отходов в производстве с учетом их специфических свойств.

Наиболее широкомасштабной областью применения минеральных попутных промышленности и отходов является производство вяжущих, пористых и плотных заполнителей для бетонов, керамических, автоклавных, стекольных строительных материалов и изделий. В настоящее время для производства автоклавных строительных материалов из плотного и ячеистого бетонов, силикатного кирпича используются золы, доменные шлаки, вскрышные горные породы, отходы горных обогатительных комбинатов [1].

В работе исследовалась возможность использования отходов литейного производства, таких как отработанная формовочная смесь, гранулированный ваграночный шлак, для изготовления силикатного кирпича.

Химический состав отработанной формовочной смеси: SiO₂ – 92,17–95,74 %; Al₂O₃ – 3,69–5,18; Fe₂O₃ – 1,0–5,37; CaO – 0,84–1,4; MgO – 0,20–1,50 и органические вещества – 1,34–2,56 %.

В качестве вяжущего использовали известь первого сорта, производимую на Рыбницком цементно-шиферном комбинате, в которую вводили гранулированный ваграночный шлак, получаемый при варке чугуна на литейном заводе «Центролит» (Одесская область). Химический состав ваграночного шлака: SiO₂ – 48,10 %; Al₂O₃ – 15,30; Fe₂O₃ – 8,57; CaO – 28,28; MgO – 3,0; MnO – 13,66; органические вещества – 0,248 %.

Представляет интерес изучение влияния состава сырьевой смеси и параметров автоклавной обработки на свойства готовых изделий.

Оценка влияния рецептурно-технологических факторов на свойства готового материала предусматривает учет расхода вяжущего, количество шлака, вводимого в состав вяжущего, водовязущее отношение, давление формования сырца, время пребывания изделий в автоклаве, давление пара (только первых четыре фактора), прочность автоклавированного материала и

коэффициент морозостойкости образцов. Для изучения свойств материалов был реализован насыщенный шестифакторный эксперимент по плану Рехтшафнера [2, 3]. Факторы и уровни их варьирования представлены в табл. 1.

Таблица 1

Границы варьирования факторов

Наименование фактора	Обозначение фактора	Единица измерения	Границы варьирования		
			-1	0	+1
Процент ввода вяжущего	X ₁	%	15	20	25
Расход шлака от веса извести	X ₂	%	0	25	50
Водовязущее отношение	X ₃	–	0,25	0,35	0,45
Удельное давление пресования сырца	X ₄	МПа	15	20	25
Время изотермического прогрева	X ₅	ч	4	7	10
Давление пара в автоклаве	X ₆	МПа	0,8	1	1,2

На основании полученных результатов были построены адекватные математические зависимости. Адекватность и информативность проверяли с доверительной вероятностью p = 0,95. Ниже приведены зависимости для показателей.

Прочность при сжатии кирпича сырца

$$R_{\text{ск.сырца}} = 0,51 + 0,14X_1 - 0,09X_2 + 0,07X_4 - 0,04X_1X_2 - 0,04X_1X_3 + 0,04X_1X_4 - 0,04X_2X_4.$$

Прочность при сжатии автоклавированного кирпича

$$R_{\text{ск.авт}} = 13,8 + 4X_1 - X_2 + 0,75X_3 + 1,4X_4 - 0,7X_4^2 + X_1X_2.$$

Коэффициент морозостойкости

$$K_{\text{мороз}} = 0,762 + 0,114X_1 + 0,067X_6 + 0,07X_1X_2 - 0,069X_1X_6 + 0,083X_2X_5 + 0,084X_3X_5 + 0,084X_4X_6.$$

Анализ полученных математических моделей выполняли с использованием графиков влияния отдельных факторов на свойства материала. Можно сделать вывод о том, что с увеличением количества вяжущего возрастает прочность силикатного кирпича (рис. 1). Аналогичным образом на прочность влияет водовязущее отношение. Использование шлака при малом вводе вяжущего уменьшает прочность материала (рис. 2). При увеличении количества вяжущего данный эффект снижается.

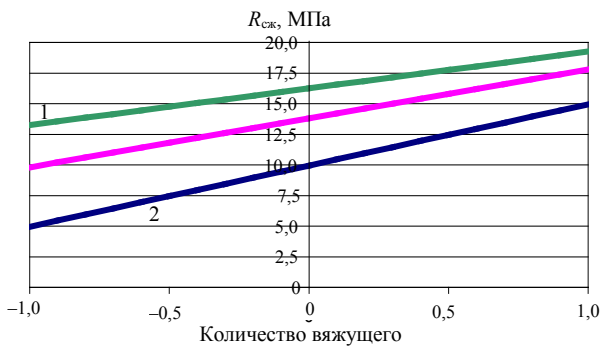


Рис. 1. График влияния количества вяжущего X_1 (в кодированных единицах) на прочность автоклавированного материала: 1 – граница минимальных значений прочности; 2 – то же максимальных

С увеличением давления формования прочность возрастает по криволинейному закону. Это можно объяснить достижением оптимального количества контактов между частицами порошков. Известно, что увеличение давления формования выше определенного значения может привести к образованию слоев, имеющих слабую зону контакта и приводящих к снижению эксплуатационных свойств изделий.

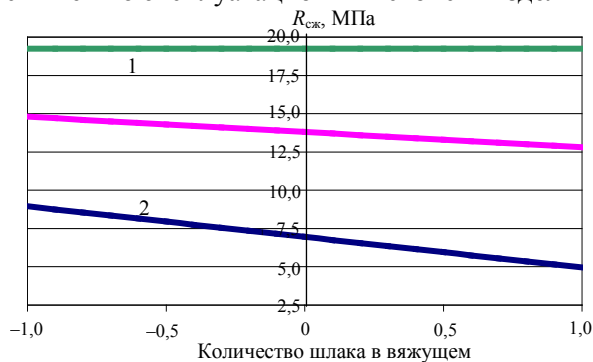


Рис. 2. График влияния количества шлака в вяжущем X_2 (в кодированных единицах) на прочность автоклавированного материала: 1 – при максимальном расходе вяжущего; 2 – то же минимальном

Минимальные значения технологических параметров (время выдержки – 4 ч, давление пара в автоклаве – 0,8 МПа) достаточны для образования структуры материала. В исследуемой области изменения факторов наибольшее влияние на прочность на сжатие образцов оказывают содержание вяжущего, шлака, водовязущее отношение и удельное давление прессования образцов.

Анализ модели коэффициента морозостойкости показал, что время выдержки и давление пара в автоклаве влияют на морозостойкость изделий. Это можно объяснить влиянием данных параметров на процессы, происходящие при формировании структуры материала.

На рис. 3 приведена номограмма влияния расхода вяжущего и шлака на прочность автоклавированного материала и коэффициент морозостойкости при нулевом уровне технологических параметров. Изделия, прочность которых составляет менее 0,4 МПа, могут разрушиться в процессе производства (укладки сырца на вагонетку). На номограмме показана граница прочности сырца, равная 0,4 МПа, правее которой составы сырьевой смеси позволяют формировать образцы, удовлетворяющие технологическим требованиям производства.

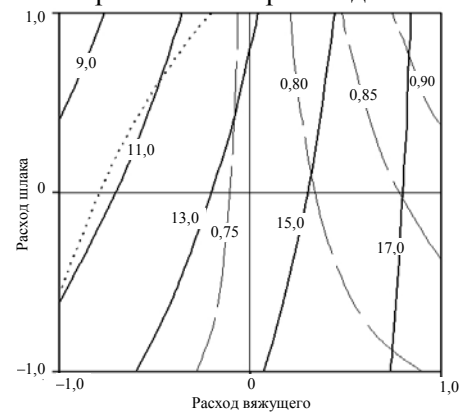


Рис. 3. Номограммы влияния расхода шлака и вяжущего (в кодированных единицах) на прочность автоклавированного материала и сырца, а также коэффициент морозостойкости: --- – значения коэффициента морозостойкости; — — — то же прочности автоклавированного материала, МПа; – прочность сырца 0,4 МПа

ВЫВОД

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что при использовании вяжущего 22,5 % при расходе шлака в пределах от 0 до 50 % можно получить силикатный кирпич марки по прочности 150, отвечающий требованиям, предъявляемым к рядовым изделиям по морозостойкости, т. е. потеря прочности после 25 циклов попеременного замораживания – оттаивания составит не более 25 %, что отвечает требованиям действующих стандартов.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Боженев, П. И.** Технология автоклавных материалов / П. И. Боженев. – Л.: Стройиздат, 1978. – 368 с.
2. **Современные** методы оптимизации композиционных материалов / под ред. В. А. Вознесенского. – Киев: Будівельник, 1983. – 144 с.
3. **Вознесенский, В. А.** Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях / В. А. Вознесенский. – М.: Финансы и статистика, 1981. – 263 с.

Поступила 30.06.2005