

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЦЕПТУРЫ СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА НЕАВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ.

Сушицкий Э.Б. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры), Сушицкая Т.А. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры)

На основе выполненных экспериментов отработаны оптимальные составы и разработана безавтоклавная технология изготовления силикатного кирпича с использованием негашеной извести и отходов промышленности, что позволяет снизить энергозатраты, металлоемкость оборудования и себестоимость изделия.

Современное состояние производства силикатного кирпича (8), который нашел широкое применение в жилищном, гражданском и промышленном строительстве, характеризуется значительной энергоемкостью и металлоемкостью. Повышенная энергоемкость обусловлена необходимостью обеспечения взаимодействия между окисью кальция и молотым кварцевым песком в автоклаве при температуре 175 – 200°C и давлении насыщенного пара 8 – 12 ати.

В связи с этим исследовали возможность изготовления силикатного кирпича на известесодержащих вяжущих с активной минеральной добавкой, твердеющей при температуре 95...100°C в режиме обычного пропаривания. Основой для проведения этих исследований являются работы Б.В. Осина (5) и А.В. Волженского (1), а также экспериментальные исследования выполненные на кафедре ПСК ОИСИ (2,3,6).

В качестве активной минеральной добавки использовали гранулированный ваграночный шлак Одесского завода «Центролит».

Особенностью разработанной технологии приготовления неавтоклавного силикатного кирпича является двухстадийное перемешивание сырьевой смеси при котором на первом этапе сухие компоненты перемешиваются с водой в обычном смесителе, на втором производится повторное перемешивание с использованием быстроходного стержневого смесителя. Двухстадийное перемешивание использовано в связи с тем, что при приготовлении смеси применяется низкая формовочная влажность, необходимая для обеспечения достаточной прочности кирпича-сырца. Повторное перемешивание в быстроходном смесителе значительно повышает однородность смеси и устраняет возможность ложного схватывания.

В процессе исследования было реализовано несколько серий экспериментов, выполненных по D – оптимальным планам типа В-3 и "Хартли-5" (7). Изучали влияние количества негашеной извести, молотого шлака, песка, а также добавок цемента и гипса в составе силикатной массы. В качестве мелкого заполнителя использовали морской песок с модулем крупности  $M_{кр} = 1,2 \dots 1,5$ . Смесь готовили в лабораторной растворомешалке при формовочной влажности 9...11 %. Одной из переменных было принято время выдержки смеси перед повторным перемешиванием (4), которое осуществляли в стержневом быстроходном смесителе. Анализ моделей показал, что введение цемента до 4 % от массы сухой смеси мало сказывается на прочности кирпича, поэтому оптимизация составов по прочности при сжатии возможно производить без добавления цемента. Точно также количество полуводного гипса можно принять равным 1...3 % от массы сухих компонентов.

Ниже приводятся результаты исследований, выполненных по плану В-3, в котором изменяли содержание известково-песочного вяжущего состава 1: 2 от 9 до 21% ( $x_1$ ); содержание молотого шлака от 10 до 30 % ( $x_2$ ) и время выдерживания смеси перед повторным перемешиванием в пределах 5...15 мин ( $x_3$ ).

Кирпич формовали прессованием при давлении 20 Мпа, выдерживали в лабораторных условиях в течение 4 часов и затем пропаривали по режиму 3+8+3 при температуре изотермической выдержки 95°C. Неавтоклавный силикатный кирпич испытывали на прочность при сжатии и при изгибе в соответствии с действующим стандартом ДСТУ БВ. 2.7-80-98 через сутки после пропаривания и в 28-суточном возрасте.

В качестве примера приведена математическая модель прочности на сжатие  $R_{сжс}$  (МПа) с учетом статистически значимых коэффициентов:

$$R_{сжс} = 20 - 2,2X_1X_3 + 3,9X_2 - 4,2X_3 - 1,6X_2X_3 - 4,7X_2^2 + 2,1X_3^2 - 2,5X_1X_2 \quad (1)$$

По полученной модели выполнен изопараметрический анализ, который позволил определить оптимальные составы неавтоклавного силикатного кирпича марок 100, 150 и 200 на основе известково-песчанного вяжущего и ваграночного шлака, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Марка	Состав сухой смеси, %				Состав сухой смеси, кг/м <sup>3</sup>				
	ИПВ	Ш	Г	П	И	МП	Ш	Г	П
100	7	12	1	80	40	80	220	10	1480
150	9	13	1	77	55	110	240	15	1400
200	11	20	1	60	60	120	37	18	1300

В таблице приняты следующие условные обозначения:

И-известь, П-природный песок, Ш-шлак, Г-гипс, МП-молотый песок, ИПВ-известково-песчанное вяжущее.

Как видно из таблицы, кирпич марок 100...150 можно получить при расходе негашеной извести 2...3 % от массы сухих компонентов, а марку 200 при расходе извести 4%.

По сравнению с силикатным кирпичем автоклавного твердения, в котором используется ИПВ состава 1:1, расход обжиговых компонентов, за счет введения активной минеральной добавки, уменьшается в 2...2,5 раза.

На основе анализа экспериментов было выявлено, что прочность при изгибе ( $R_{и}$ ) для данных марок кирпича во всех случаях значительно выше, чем это нормируется ДСТУ БВ. 2.7-80-98 для автоклавного силикатного кирпича. Поэтому оптимизацию состава кирпича по  $R_{и}$  можно не выполнять, ограничиваясь прочностью при сжатие.

Следует также отметить сравнительно низкую водостойкость неавтоклавного силикатного кирпича не оптимальных составов, характеризующихся низким содержанием извести. В тоже время, приемлемый коэффициент размягчения 0,6...0,8, можно обеспечить для кирпичей марок 150...200 оптимальных составов.

Выявлено, что практически все показатели качества кирпича находятся в тесной связи с характером структурной пористости. Предложены и апробированы формулы для вычисления по результатам экспериментов контракционной, гелевой и капиллярной пористости, а также объем воздуха заземленного в процессе прессования. Высокие показатели качества кирпича обеспечиваются при уменьшении количества воздуха, связанного с достаточным уплотнением силикатной смеси.

Технико-экономическая эффективность безавтоклавной технологии силикатного кирпича складывается из следующих факторов:

1. Снижение расхода технологического топлива за счет использования насыщенного пара с пониженными параметрами (давлением и температурой). Теплотехнические расчеты показывают, что при этом может быть достигнута экономия

технологического топлива в количестве 40...50% в расчете на единицу объема выпускаемой продукции.

2. Расширение сырьевой базы для производства силикатного кирпича за счет использования промышленных отходов и дешевых видов местного минерального сырья.
3. Отсутствие в технологии дорогостоящих автоклавов позволяет создавать малые предприятия по производству кирпича непосредственно в районах потребления готовой продукции. При этих условиях может быть достигнуто существенное снижение конечной стоимости продукции за счет уменьшения транспортных расходов.

Таким образом показана принципиальная возможность изготовления неавтоклавного силикатного кирпича на негашеной извести и отходах металлургического производства.

#### Литература.

1. Волженский А.В. и др. Минеральные вяжущие вещества. М: Стройиздат, 1986.
2. Кузнецов Л.А., Тимченко И.И., Садовский Г.П., Репьев Э.Н. и др. А.с. № 1513826. А 1. 4С04В7/14, Вяжущее
3. Кузнецов Л.А. Разработка и исследование технологии автоклавных и безавтоклавных известково-песчаных материалов на основе полного гидратационного твердения извести. Автореферат дис. Одесса, 1975.
4. Мамонтов С.Д. Разработка и исследование технологии силикатного кирпича, основанного на использовании эффекта гидратационного твердения извести. Автореферат дис. Одесса, 1969.
5. Осин Б.В. Негашеная известь как новое вяжущее вещество. М: Стройиздат, 1954.
6. Репьев Э.Н., Керимов Э.У., Сидоренко В.Г. и др. Мелкозернистые силикатные бетоны неавтоклавного твердения с пониженным расходом технологической извести. Инф. лист №91-102 ОЦНТИ, 1991.
7. Сушицкий Э.Б. Безавтоклавная технология силикатного кирпича МОК'37, Одесса, 1998