

УДК 691.316

Г.В. КУЗНЕЦОВА, инженер (kuznetzowa.gal@yandex.ru)

Казанский государственный архитектурно-строительный университет (420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1)

Способ прессования силикатного кирпича и метод определения его сырцово́й прочности

Приведены данные по способу прессования (на постель, на ложок) силикатного кирпича на российских заводах. Сырцовая прочность является одним из показателей работы прессового оборудования и качества состава формовочной смеси. Прессовое оборудование зарубежных производителей требует строгого соответствия определенному качеству формовочной смеси и сырьевых компонентов. Даны общие рекомендации по выбору прессового оборудования в зависимости от крупности песка. Рассмотрены методики определения прочности при сжатии кирпича-сырца (сырцовая прочность). Показано, что методики испытания кирпича-сырца, сформованного на постель и на ложок, должны отличаться. Приведены исследования влияния способа формования кирпича-сырца на величину сырцово́й прочности и методику испытания.

Ключевые слова: силикатный кирпич, кирпич-сырец, пресс, сырцовая прочность, формовочная смесь.

G.V. KUZNETSOVA, Engineer (kuznetzowa.gal@yandex.ru)

Kazan State University of Architecture and Engineering (1, Zelenaya Street, Kazan, Russian Federation)

Method for Pressing of Silicate Brick and Method for Defining Its Raw Strength

Data on the method for pressing (bed of brick, stretcher) of silicate brick at Russian silicate brick factories are presented. Raw strength is one of the indicators of press equipment operation and quality of molding sand composition. Press equipment of foreign producers requires strict compliance with a particular quality of the molding sand and raw components. General recommendation on selecting the press equipment and dependence on the coarseness of sand are made. Methods for the determination of strength at adobe brick compression (raw strength) are considered. It is shown that the methods of testing of adobe brick molded as bed of brick and as stretcher should be different. Studies of the influence of the method for adobe brick molding on the value of raw strength and the testing methodology are presented.

Keywords: silicate brick, adobe brick, press, raw strength, molding mix.

В России первые заводы по производству силикатного кирпича начали строить в 1890 г. В конце XIX в. в стране уже работало пять заводов. К 1930 г. построено более 20 заводов мощностью до 40 млн шт. усл. кирпича в год каждый. В 1950-х гг. запущено еще 40 заводов годовой мощностью 60 млн шт. усл. кирпича. Более 20 заводов мощностью 120 млн шт. усл. кирпича построено в 1960-х гг., затем производительность вводимых заводов выросла до 200 млн шт. усл. кирпича в год [1]. В настоящее время в России действует не менее 75 предприятий, выпускающих силикатные стеновые материалы (без учета малых предприятий, микропредприятий и индивидуальных предпринимателей) [2].

Большинство предприятий силикатного кирпича, построенных по типовым проектам, оснащено револьверными прессами. На револьверных прессах кирпич производится в положении на постель. Для съема и укладки кирпича-сырца на вагонетки автоматом-укладчиком без появления дефектов установлена сырцовая прочность, которая должна быть не ниже 0,35–0,5 МПа согласно методике испытания [3]. Временная инструкция РОСОРГТЕХСТРОМ в 1973 г. определила методику испытания кирпича-сырца методом постель на постель. При переходе на выпуск пустотелой продукции НИПИ силикатобетон внес уточнения: для формования пустотелой продукции пригодна смесь, позволяющая получить сырцовую прочность не менее 1 МПа при испытании одного кирпича на постель. Пригодность формовочной смеси проверялась сырцовой и автоклавной прочностью. Сначала исходили из требования получения достаточно прочного сырца, а затем уже получения силикатного кирпича требуемой прочности и эксплуатационной стойкости.

Л.М. Хавкин установил, что для сырцовой прочности 0,35–0,5 МПа марки кирпича 200 и морозостойкости 50 необходимо содержание в силикатной смеси 18–19% известково-кремнеземистого вяжущего без указания его состава и природы происхождения песка (овражный или

намывной). Для определения состава силикатной смеси, обеспечивающего заданную прочность сырца, предлагалось составить и приготовить смеси с содержанием вяжущего 10, 15, 20 и 25%. Затем необходимо отформовать образцы, определить сырцовую и автоклавную прочность и по результатам построить графики зависимости автоклавной прочности от отношения вяжущего к воде и сырцовой прочности от содержания вяжущего в смеси [3]. Условием для получения оптимального состава гидросиликатов кальция является минимальный расход извести, составляющий 4–5%, что подтверждает технология получения плотного силикатного вибрированного бетона. Для получения силикатного кирпича с отличным внешним видом необходимо большее количество вяжущего. Как известно, бездефектный съем кирпича с пресса, установка его на вагонетку и транспортировка сырца в автоклав обеспечивается при высокой сырцовой прочности. Содержание извести в формовочной смеси для силикатного кирпича обычно составляет 9–12% по прямой технологии и 7–9% в смеси с известково-кремнеземистым вяжущим.

Исследования зависимости содержания активных СаО+MgO в смеси от содержания активных СаО+MgO в вяжущем привели к расчетной формуле состава сме-

Требования к сырцовой прочности силикатных изделий

Наименование сырца	Сырцовая прочность $R_{сж}^{сыр}$ по методике, МПа	
	два кирпича постель на постель $R_{сж}^{сыр}$	один кирпич на постель $R_{сж}^{сыр}$
Полнотелый кирпич	0,35–0,4	0,6–0,7
Лицевой кирпич	не менее 0,5	0,8
Пустотелый кирпич	$1,25 \cdot R_{сж}^{сыр}$	1
Пустотелые камни	$1,5 \cdot R_{сж}^{сыр}$	



Рис. 1. Прессование кирпича на постель



Рис. 2. Прессование кирпича на ложковую грань

си [4]. С учетом данной зависимости, клеящих свойств извести (меловая или кальциевая) и наличия дисперсной составляющей в песке можно обеспечить требуемую сырцовую прочность.

При прессовании одинарного кирпича на постель на револьверных прессах с усилием прессования 20 МПа сырцовая прочность обеспечивается даже выше требуемой. Однако при переводе револьверных прессов на производство утолщенного кирпича сырцовая прочность становится особо важным показателем, определяющим качество внешнего вида.

Расширение номенклатуры силикатных изделий, таких как пустотелый кирпич для высотных зданий с несущими стенами, камень пустотелый, блоки стеновые и перегородочные, изменяет и требования к сырцовой прочности в зависимости от вида прессуемых изделий (см. таблицу).

В 70-е гг. XX в. в СССР было построено 20 заводов по технологии, разработанной в ПНР, годовой мощностью 100 млн шт. усл. кирпича, оборудованных прессами марки РА-550. Такие прессы способны формовать одинарный полнотелый и утолщенный кирпич и пустотелые камни размером $250 \times 120 \times 138$ мм. Время прессования на данном типе прессов составляло 2,2 с, и они обеспечивали хорошее качество продукции и часовую производительность до 5 тыс. шт. усл. кирпича. Однако вопрос испытания сырцовой прочности утолщенного кирпича с прессов РА-550 оставался открытым, так как прессование производилось на ложковую грань. Данный вопрос остается актуальным для заводов с работающими по настоящее время прессами РА-550 и вновь приобретаемым оборудованием с прессованием на ребро.

В настоящее время силикатная промышленность подошла к такому рубежу, когда необходима замена устаревшего прессового оборудования на современное, обеспечивающее выполнение новых требований к качеству внешнего вида изделий.

В настоящее время на рынке оборудования для производства силикатных изделий наилучшие комплексные решения представлены зарубежными производителями, такими как Ласко Умформтехник ГмбХ (Германия), Маза ГмбХ (Германия), ВКБ Системс ГмбХ (Германия), Хаянь Групп (Китай), Драгон энд Стронг Машинери К° Лтд. (Китай), ООО «Инвест-Технология» и др. За последние пять лет на территорию Таможенного союза было поставлено около 50 единиц прессового оборудования для силикатной отрасли [5]. Появление гидравлических прессов нового поколения с электронным управлением обеспечивает экономически выгодное производство изделий различных размеров. Оптимальное регулирование процесса прессования благодаря возможности корректировки параметров уплотнения гарантирует высокое качество производимых изделий.

В Германии технология предполагает получение плотной прессованной упаковки за счет улучшенного зернового состава наполнителя. В Китае технология производства кирпича основана на использовании золы – однородного мелкозернистого сырья. Здесь учитывают мелкодисперсную систему и содержание кремнезема. Обязательной добавкой в такой технологии является кварцевый песок.

Российские производители в зависимости от качества своего сырьевого песка выбирают доступное прессовое оборудование. Оборудование с гидравлическим



Рис. 3. Проверка прочности кирпича-сырца по смятию ребра

прессующим механизмом позволяет в достаточных пределах варьировать характер и время прессования.

На револьверных прессах типа СМ-816, СМ-152 и прессах фирм Ласко, МАЗА, ВКБ-Системс, «Инвест-Технология» кирпич формируется в положении на постель, характер приложения усилия – одно- и двухстороннее.

Прессование кирпича на прессах РА-550, Хаянь Групп, Драгон энд Стронг, ДЕИИ Хевай Индуриал происходит на ложковую грань, характер приложения усилия двухсторонний.

В основном отечественными заводами используется песок с модулем крупности $M_{кр}=0,1-1,6$ [6]. При работе на тонких и мелких песках надо учитывать характеристики используемого прессового оборудования. Как отмечалось [7], на прессах, реализующих пресс-формование в один цикл, добиться высокого качества кирпича из-за запрессовки воздуха крайне трудно по причине значительного удлинения времени периода подъема давления. Прессы китайской фирмы Хаянь Групп с двухсторонним и ступенчатым прессованием особенно актуальны для заводов, работающих на тонком песке и производящих только кирпич. Для формования больших элементов с использованием составных песочных смесей из песка с большим модулем крупности используют прессы фирм Ласко, МАЗА, ВКБ-Системс.

На практике случались ситуации, когда продавцы прессов при установке их на производстве требовали полностью поменять сырьевой песок как не соответствующий стандартам производителя пресса. Однако впоследствии сырцовая прочность спрессованного кирпича-сырца доказала обратное.

Разное положение формования кирпича-сырца потребовало и изменения методики испытания. К сожалению, инструкция на испытание сырца устарела и требует обновления. При испытании образцов, состоящих из двух целых утолщенных сырцовых изделий, спрессованных на постель, предел прочности при сжатии определяется как прочность для мелкозернистого бетона, которую следует вычислять при испытаниях на сжатие для каждого образца по формуле:

$$R = \alpha \frac{F}{A},$$

где для силикатного образца при испытании утолщенного кирпича методом постель на постель $\alpha=1,2$. За базовый образец согласно ГОСТ 10180–90 при всех видах испытаний принимается образец с размером рабочего сечения 150×150 мм. При этом прикладываемая нагрузка со стороны испытательного пресса прикладывается перпендикулярно слоям. При испытании кирпича-сырца, сформованного на ребро или на ложок, по методике постель на постель показатели сырцовой прочности будут меньше требуемых при очевидности наличия хо-

рошей прочности, которую можно проверить путем надавливания на ребро кирпича-сырца. На кирпиче недостаточной прочности ребро сминается (рис. 3).

В данном случае реальные испытания противоречат методике испытания образцов на сжатие в том, что нагрузка должна прилагаться перпендикулярно слоям. При способе формования на ложок испытания получаются параллельно слоям, что и приводит к расслоению образца. Для соблюдения методики испытания положение образцов было изменено (рис. 4). Образцы были поставлены на ложковую сторону два кирпича рядом.

Расчетная площадь равна площади приложения нагрузки:

$$S = b \cdot L \cdot n,$$

где b – размер ложковой стороны утолщенного кирпича; L – длина постельной стороны утолщенного кирпича; n – количество испытываемых одновременно образцов, равное двум.

В этом положении образцов соблюдаются условия проведения испытаний. Для высоты образца, равной 120 мм, масштабный коэффициент интерполировали и получили равным 0,95. Результаты сравнили с испытаниями по методике постель на постель (рис. 4).

Как видно на рис. 4, результаты по разным методикам существенно отличаются. Серия испытаний дает возможность вывести коэффициент перевода между двумя этими методами испытаний.

В результате преобразования получаем коэффициент для испытания утолщенного кирпича-сырца, спрессованного на ложковую сторону, по методике постель на постель, равный 2.



Рис. 4. Испытание кирпича-сырца, спрессованного на ребро в положении прессования

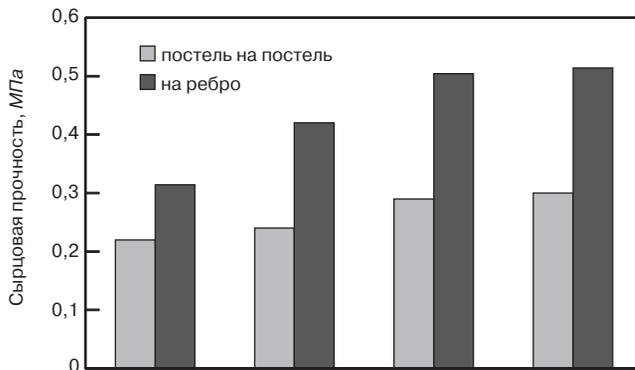


Рис. 4. Влияние методик испытания кирпича-сырца на результат

На основании проведенных исследований можно сделать ряд выводов:

$$\kappa = \frac{\sum R_{\text{постель}}}{\sum R_{\text{ребро}}} = 0,599,$$

где $R_{\text{сж постель}} = \frac{P_{\text{постель}}}{S} \cdot 1,2$; $R_{\text{сж ребро}} = \frac{P_{\text{ребро}}}{S} \cdot 0,95$;

P – разрушающая нагрузка; S – площадь образца;

$$\kappa = \frac{\sum (P_{\text{постель}}/S) \cdot 1,2}{\sum (P_{\text{ребро}}/S) \cdot 0,95} = 0,599;$$

$$\kappa = \frac{\sum 0,22+0,24+0,29+0,3}{\sum 0,315+0,42+0,504+0,514} = 0,599;$$

$$P_{\text{ребро}} \cdot 0,95/S = \frac{P_{\text{постель}} \cdot 1,2}{S \cdot 0,599} = \frac{P_{\text{постель}} \cdot 2}{S};$$

$$P_{\text{ребро}} \cdot 0,95/S_p = P_{\text{постель}} \cdot 2/S_{п.}$$

Инструкция испытания сырцовой прочности силикатного кирпича, разработанная ВНИИСТРОМ в 1985 г., требует обновления. Определение прочности кирпича-сырца, спрессованного на ложковую сторону, необходимо производить на двух кирпичах в положении на ложок.

В расчете результатов сырцовой прочности кирпича, спрессованного на ложок, принимать коэффициент, равный 0,95. Испытание кирпича сырца, спрессованного на ложковую сторону, предлагается производить по утвержденной методике кирпич на кирпич или два кирпича постель на постель, но в расчете результатов принимать коэффициент $\alpha=2$.

Список литературы

1. Хвостенков С.И. Развитие производства силикатного кирпича в России // *Строительные материалы*. 2007. № 10. С. 4–8.
2. Пономарев И.Г. Российский рынок силикатного кирпича // *Строительные материалы*. 2009. № 12. С. 4–11.
3. Хавкин Л.М. Технология силикатного кирпича. М.: Эколит. 2011. 384 с.
4. Кузнецова Г.В. Оптимизация расчетов составов известково-песчаной смеси для формования силикатного кирпича // *Строительные материалы*. 2011. № 9. С. 20–23.
5. Сулима-Грудзинский А.В. Некоторые актуальные вопросы в области оборудования для производства силикатных изделий // *Строительные материалы*. 2015. № 3. С. 53–62.
6. Кузнецова Г.В., Морозова Н.Н. Проблемы замены традиционной технологии силикатного кирпича с

приготовлением известково-кремнеземистого вяжущего на прямую технологию // *Строительные материалы*. 2013. № 9. С. 14–18.

7. Шмитко Е.И. Процессы пресс-формования и их влияние на качество кирпича-сырца // *Строительные материалы*. 2015. № 10. С. 5–7.

References

1. Khvostenkov S.I. Development of production of silica brick in Russia. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2007. No. 10, pp. 4–8. (In Russian).
2. Ponomarev I.G. The Russian market of sand-lime brick. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2009. No. 12, pp. 4–11. (In Russian).
3. Khavkin L.M. *Tekhnologiya silikatnogo kirpicha* [Technology of sand-lime brick]. Moscow: Ekolite. 2011. 384 p.
4. Kuznetsova G.V. Optimization of calculating the composition of lime-sand mixture to form a silicate brick. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2011. No. 9, pp. 20–23. (In Russian).
5. Sulima-Grudzinskii A.V. Some topical issues in the field of equipment for the production of silicate products. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2015. No. 3, 53–62 pp. (In Russian).
6. Kuznetsova G.V., Morozova N.N. Problems replace conventional technology with the preparation of a silicate brick lime-silica binder on the line technology. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2013. No. 9, pp. 14–18. (In Russian).
7. Shmit'ko E.I. Problems replace conventional technology with the preparation of a silicate brick lime-silica binder on the line technology. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2015. No. 10, pp. 5–7. (In Russian).



В.И. Корнеев, П.В. Зозуля

СУХИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СМЕСИ СОСТАВ, СВОЙСТВА

М.: РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ», 2010. 320 с.

Изложены основы современных представлений о сухих строительных смесях и растворах.

Приведены основные определения и классификации сухих смесей. Охарактеризованы составляющие: вяжущие, заполнители, наполнители, функциональные добавки. Показана методика проектирования составов. Описаны основные группы ССС, их состав и свойства. В приложении даны основные применяемые термины и определения, наиболее употребляемые единицы измерения, перечень российских и зарубежных стандартов и др.

Допущено учебно-методическим объединением в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов».

Стоимость одного экземпляра 900 р. без учета доставки

По вопросам приобретения книги обращаться
по тел./факсу: (499) 976-22-08, 976-20-36
E-mail: mail@rifsm.ru