

*А.М. Ибрагимов, Л.Ю. Гнедина, А.Ю. Смирнов, Р.А. Соловьев*  
(Ивановский государственный политехнический университет;  
e-mail: a\_solov\_nat@mail.ru)

## **ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПРИ ПОЖАРЕ НА НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ КЛАДКИ ИЗ СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА**

*Проведено исследование высокотемпературного воздействия на кладку из силикатного кирпича при пожаре. Разработана модель возможного обрушения кирпичной кладки в результате снижения её несущей способности при пожаре.*

*Ключевые слова: силикатный кирпич, пожар.*

## ***A.M. Ibragimov, L.Y. Gnedina, A.Y. Smirnov, R.A. Solovjov*** **INFLUENCE OF HIGH TEMPERATURE EFFECTS IN A FIRE ON THE BEARING ABILITY OF THE BRICKWORK OF THE SILICATE BRICK**

*The research of high temperature effects on the brickwork of the silicate bricks in the fire was held. A model for the possible collapse of brickwork as a result of reducing its bearing ability due to fire was designed.*

*Key words: silicate brick, fire.*

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 24 сентября 2013 г.

Данная статья является продолжением исследований [1-4].

Разработан алгоритм возможного обрушения кирпичной кладки в результате снижения её несущей способности вследствие пожара. Для моделирования данной ситуации была рассмотрена внутренняя несущая стена пятиэтажного кирпичного здания толщиной 380 мм из кирпича марки М100 (марка раствора М50 согласно [5]), высота этажа – 3,0 м, пролёт помещения – 6 м, площадь опирания плит перекрытия – 1×0,12 м. В табл. 1 приведены параметры нагрузок на перекрытие.

Необходимо также учесть нагрузку от вышележащей кладки кирпичной стены. В рамках данной задачи принимаем для расчёта только вес части стены, расположенной над площадкой опирания плит.

Суммарная высота участков стены, учитываемых в расчёте, – 4·3 = 12 м.

Средняя плотность кладки – 1800 кг/м<sup>3</sup>. Нагрузка вычисляется на 1 м ширины площадки опирания, длина площадки опирания – 0,12 м:

$$0,12 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1800 = 2592 \text{ кг.}$$

Нагрузка на стену под перекрытием на уровне потолка первого этажа равна:

$$(q \cdot l/2) \cdot 5 + 2592 = (637 \cdot 6/2) \cdot 5 + 2592 = 12147 \text{ кг,}$$

где  $q$  – расчётная нагрузка на перекрытие;

$l$  – пролёт плиты.

### Параметры нагрузок на перекрытие

Наименование	Нормативная нагрузка, $кН/м^2$	Коэффициент надёжности по нагрузке, $\gamma_f$	Расчётная нагрузка, $кН/м^2$
I. Постоянная нагрузка:			
1. Паркетный пор наборный	0,06	1,1	0,07
2. Древесно-волоконистая плита	0,06	1,1	0,07
3. Цементная стяжка – 2 см	0,38	1,3	0,50
4. Керамзитобетон – 4 см ( $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$ )	0,32	1,3	0,42
5. Пароизоляция	0,05	1,2	0,06
6. Железобетонная многопустотная плита $h = 22 \text{ см}$	3,00	1,1	3,30
Итого:	3,87		4,42
II. Временная нагрузка:			
Квартиры жилых домов	1,50	1,3	1,95
Всего:	5,37		6,37

Напряжение на том же уровне составит:

$$\sigma = N/A = 12147/1200 = 10,123 \text{ кгс/см}^2,$$

где  $N$  – продольная сила;

$A$  – площадь опирания плиты ( $12 \text{ см} \times 100 \text{ см} = 1200 \text{ см}^2$ ).

Согласно [6], предельная несущая способность кладки составляет  $1,5 \text{ МПа}$ . При уменьшении площадки опирания плиты перекрытия на  $39 \text{ мм}$  (против нормируемых  $120 \text{ мм}$ ) [7] напряжение в кладке достигает её предельной несущей способности.

Дальнейшее уменьшение площадки опирания приведёт к неминуемому обрушению. Расчёты, проведенные по методике [3], показывают, что при температурном воздействии в  $1000 \text{ }^\circ\text{C}$  на кладку в течение  $50 \text{ мин}$  происходит структурное разложение кладки на глубину  $39 \text{ мм}$ .

К тому же, как показали исследования [8, 9], если силовые трещины проходят через четыре (и даже три) ряда кирпичной кладки из силикатного кирпича, то это указывает на её аварийное состояние. Такая ситуация может возникнуть из-за того, что трещины, появившиеся от температурного воздействия, начнут раскрываться под давлением вышележащих конструкций. Кроме этого, возникает опасность разрушения кирпичной кладки во время тушения пожара.

В настоящее время для тушения пожара в основном используют воду. Температура воды гораздо ниже, чем температура газовой среды в горящем помещении и температура тела самой кладки. При резком охлаждении поверхности кирпича температурные деформации приводят к появлению трещин, и разрушение кладки может произойти при температуре, которая ниже нормативной температуры применения силикатного кирпича. Чем выше температура во время пожара, тем на большую глубину происходит разрушение кладки, таким образом уменьшается площадь опирания несущих железобетонных конструкций, что может привести к их обрушению.

Для проверки полученных теоретических данных из стен здания, в котором произошёл пожар, были отобраны образцы силикатного кирпича (5 партий по 2 кирпича). Пожар в здании продолжался 4-4,5 ч. Высота помещения – 3,1 м. Общий вид стен здания после пожара приведён на рис. 1 и 2.



**Рис. 1.** Общий вид стены здания после пожара



**Рис. 2.** Дегидратация поверхностного слоя силикатного кирпича

Образцы всех пяти партий, отобранных по высоте, были испытаны в прессе П-125 (рис. 3).



Рис. 3. Общий вид образцов, помещённых в пресс П-125, перед проведением испытания

По результатам испытания можно сделать вывод о том, что снижение прочности силикатного кирпича по высоте стены происходит неравномерно. Это связано с тем, что температура в помещении во время пожара у потолка выше, чем у пола. Результаты испытания приведены в табл. 2.

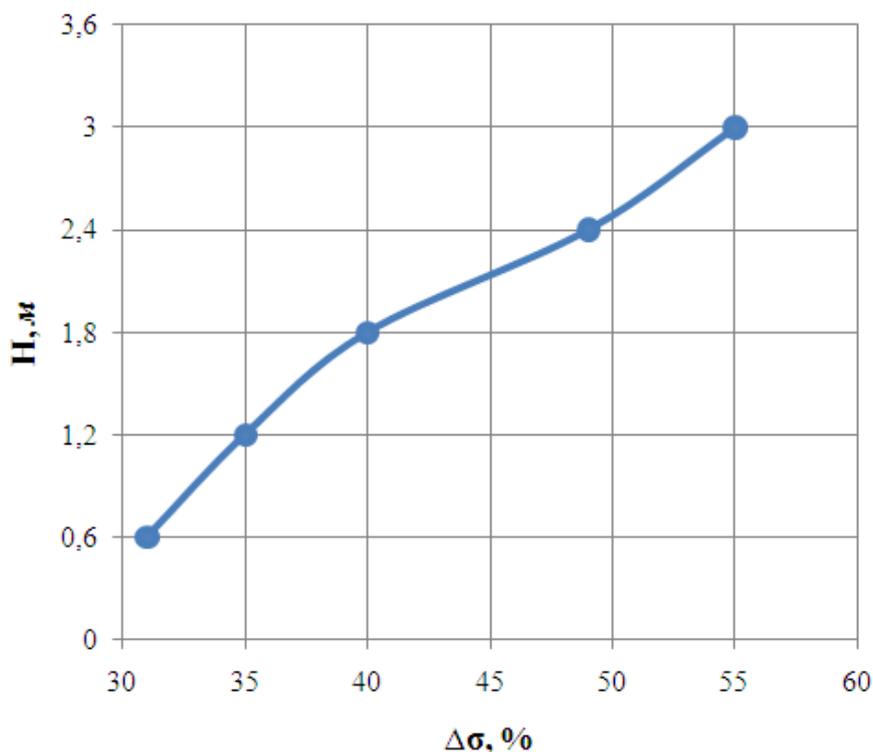
Таблица 2

**Результаты испытаний отобранных образцов в прессе П-125**

Партия	Высота отбора образца, мм	Прочность силикатного кирпича, отобранного из стены здания, не подвергнутого высокотемпературному воздействию, МПа	Прочность образца после высокотемпературного воздействия, МПа	Снижение прочности образца, %
1	3000	9,73 (М100)	4,34	55
2	2400		4,93	49
3	1800		5,79	40
4	1200		6,32	35
5	600		6,71	31

Для большей наглядности по данным табл. 2 построен график снижения прочности силикатного кирпича по высоте стены (рис. 4).

В некоторых случаях визуально определить степень разрушения конструкции после пожара невозможно, так как она выражается в виде **нарушения структуры** силикатного кирпича и кладки в целом, а это снижает несущую способность. Такая ситуация очень опасна, так как появляется вероятность неожиданного обрушения.



**Рис. 4.** График снижения прочности силикатного кирпича по высоте стены

Таким образом, из всего вышеизложенного можно сделать вывод, что после пожара в помещении возникает необходимость в инструментальном обследовании конструкций с целью определения возможности её дальнейшей нормальной эксплуатации, даже если внешних признаков разрушения нет.

#### Литература

1. **Федосов С.В., Ибрагимов А.М., Гнедина Л.Ю., Смирнов А.Ю.** Пожарная ситуация в зданиях из силикатного кирпича // *Строительные материалы*, 2008. № 11. С. 60-61.
2. **Федосов С.В., Ибрагимов А.М., Гнедина Л.Ю., Смирнов А.Ю.** Силикатный кирпич в условиях высокотемпературных воздействий // *Строительные материалы*, 2009. № 9. С. 48-49.
3. **Федосов С.В., Ибрагимов А.М., Соловьев Р.А., Мурзин Н.В., Тараканов Д.В., Лапшин С.С.** Математическая модель развития пожара в системе помещений // *Вестник МГСУ*, 2013. № 4. С. 121-128.
4. **Кошмаров Ю.А., Лапшин С.С., Тараканов Д.В.** Динамика ОФП в помещении, смежном с очагом пожара // *Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация*, № 1, 2009. С. 67-75.
5. **ГОСТ 379-95.** Кирпич и камни силикатные. Технические условия.
6. **Бедов А.И., Габитов А.И.** Проектирование, восстановление и усиление каменных и армокаменных конструкций: учебное пособие. М.: Изд-во АСВ, 2008. 568 с.
7. **СНиП II-22-81\*.** Каменные и армокаменные конструкции. М., 2003.
8. **Гнедина Л.Ю.** Экспериментальное определение прочностных характеристик различных видов кирпича и кирпичной кладки при центральном сжатии // *Строительные материалы*, 2007. № 12. С. 18, 19.
9. **Ибрагимов А.М., Гнедина Л.Ю., Смирнов А.Ю., Соловьев Р.А.** Влияние высокотемпературных воздействий при пожаре на конструкции из силикатного кирпича // *Вестник гражданских инженеров*, 2013. № 4 (39). С. 54-58.