

**А. В. Улыбин** доцент, к.т.н.  
**С. В. Зубков** инженер  
(ФГБОУ ВПО СПбГПУ)

## КОНТРОЛЬ ПРОЧНОСТИ МАТЕРИАЛОВ КАМЕННОЙ КЛАДКИ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

В Санкт-Петербурге большое количество зданий возведено с применением кирпичной кладки. Это касается как зданий исторического центра XVIII-XIX вв., так и зданий более поздних периодов строительства. Значительной части из них требуется проведение мероприятий по капитальному ремонту, реконструкции и приспособлению к современным условиям эксплуатации. Для решения данных задач необходимо выполнение обследования конструкций зданий и выявление их фактического технического состояния.

При обследовании зданий и сооружений выполненных из каменной кладки одной из важнейших задач является определение прочностных характеристик её компонентов.

Согласно действующим в России нормативным документам прочность керамического кирпича на сжатие может быть определена только испытанием образцов отобранных непосредственно из тела кладки. Испытания выполняются по требованиям ГОСТ 8462-85 «Материалы стеновые. Методы определения прочности при сжатии и изгибе». Однако данный метод имеет ряд явных недостатков таких как высокая трудоемкость отбора и изготовления образцов для испытания, что, как правило, приводит к минимизации количества образцов и выборки данных. Помимо этого при отборе происходит существенное повреждение конструкций, после которого необходимо восстановление разрушенных участков кладки. Одним из важнейших недостатков стандартного метода является то, что отбор образцов происходит из не несущих элементов и слабонагруженных участков и, как следствие, расчет выполняется по некорректным данным.

Стандартов, регламентирующих применение методов неразрушающего контроля для керамического кирпича в нашей стране нет. Кроме того измерения, выполняемые косвенными методами, сопровождаются высокой погрешностью и низкой достоверностью результатов. Действующий ГОСТ 24332-88 «Кирпич

и камни силикатные. Ультразвуковой метод определения прочности при сжатии» распространяется только на силикатный кирпич.

Известен альтернативный метод отбора и испытания проб кирпича на прочность. Суть данного метода заключается в отборе кернов с боковой грани кирпичей, их обработке и испытании на сжатие. На возможность применения данного метода указывают п.3.12 «Рекомендаций по обследованию и оценке технического состояния крупнопанельных и каменных зданий» и п. 1.16 «Рекомендаций по усилению каменных конструкций зданий и сооружений», разработанные ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко в конце 80-х гг. XX века. Согласно ГОСТ 30629-99 «Материалы и изделия облицовочные из горных пород. Методы испытаний» прочность бутовых камней также определяется путем испытания кернов диаметром 40-150 мм.

Настоящая методика имеет свои неоспоримые преимущества:

1. Повреждение элемента отбора минимально.
2. Круглая форма приводит к минимальной концентрации напряжений после отбора.
3. Производительность выбуривания достаточно высока, а оборудование для отбора проб широко доступно и имеет невысокую стоимость.
4. Отсутствует необходимость в склеивании образцов, что уменьшает трудоемкость и повышает производительность исследований.
5. Возможность отбора большого числа проб и увеличения достоверности исследований.

При малой выборке данных возникает проблема большого разброса и, следовательно, высокой погрешности результатов измерений.

Авторами был поставлен ряд экспериментов по исследованию однородности результатов испытания по стандартной методике и сжатием кернов, выбуренных из ложковых граней кирпичей. В опытах использовались как кирпичи, примененные в исторических зданиях Санкт-Петербурга, так и в современных. Исследования показали большой разброс значений результатов испытания на сжатие по стандартной. Полученный разброс характеризуется высоким коэффициентом вариации  $V=45,8\%$ . Разброс значений результатов испытаний кернов, выбуренных из ложковых граней

кирпичей, характеризуется меньшей величиной коэффициента вариации  $V=32,5\%$ . Достаточно высокие коэффициенты вариации, связанные с низким качеством изготовления кирпичей в тот исторический период времени, можно уменьшить за счет увеличения выборки образцов. Это удобнее, доступнее и экономичнее осуществить альтернативным методом.

По результатам испытаний современного кирпича, разброс значений, как по стандартной методике, так и альтернативным методом характеризуется небольшими коэффициентами вариации 6-12% и 6-16 % соответственно.

Необходимо отметить, что производительность отбора, подготовки и испытания образцов альтернативным методом приблизительно в 6 раз превышает производительность испытаний по требованиям ГОСТ 8462-85.

На результат испытаний образцов, выбуренных из ложковых граней кирпича, влияет большое количество факторов, которые никак не отражены в рекомендациях ЦНИИСК им Кучеренко. Среди этих факторов можно выделить:

1. Вид применяемого кирпича (керамический и силикатный).
2. Диаметр образца и отношение его к высоте.
3. Дефекты структуры: неоднородность, расслоения, трещины.
4. Различия в технологиях, применяемых при изготовлении кирпичей.
5. Направление отбора и, соответственно, испытания образца. Керны испытываются нагрузкой, приложенной ортогонально той, которая действует на кладку в конструкциях и при стандартном испытании.
6. Влажность кирпича, в том числе приобретенная за счет увлажнения при отборе образцов.

Исходя из вышесказанного, требуется оценить влияние целого ряда факторов на результат измерений. Так, например, по результатам выполненных экспериментов прочность на сжатие силикатного кирпича, насыщенного влагой до максимального значения, снижается почти в 2 раза (рис.1), а керамического на 25-30%.

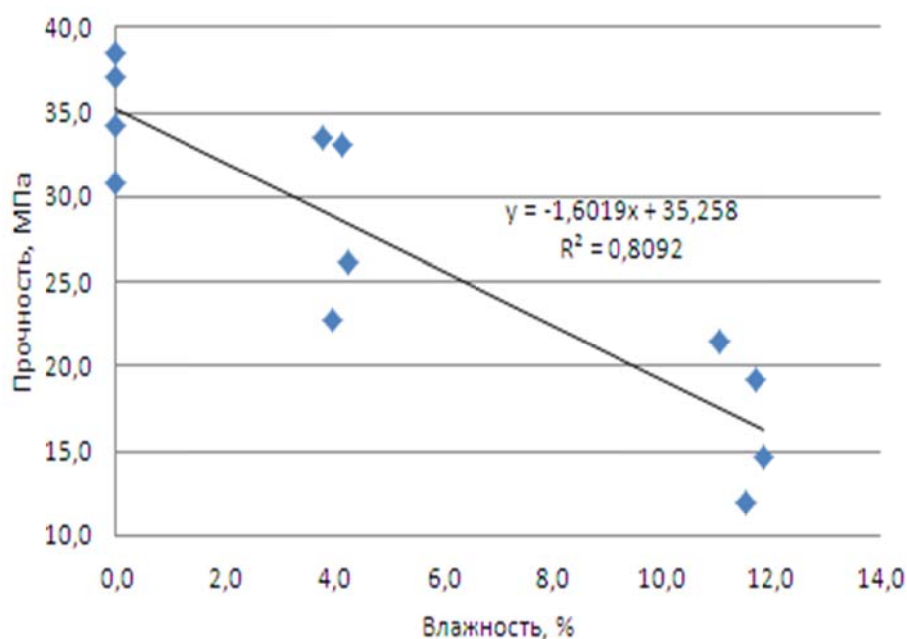


Рисунок 1. Влияние влажности силикатного кирпича на его прочность при сжатии

При этом в методике испытания ГОСТ 8462-85 фактическая влажность кирпича не учитывается. Наоборот, перед испытанием рекомендуется высушивать кирпич 4 часа при температуре 105 °С в печи или выдерживать образцы в течение трех суток при естественном высыхании. Таким образом, образцы испытываются при влажности отличной от эксплуатационной.. В результате происходит завышение значений прочности.

Значительное влияние на результат определения прочности оказывает направление отбора и испытания образцов. В ходе эксперимента, проведенного авторами, установлено, что прочность керамического кирпича в различных направлениях имеет существенные отличия. По результатам испытания трех марок современного кирпича, применяемого при строительстве в Санкт-Петербурге и Ленинградской области, обнаружена тесная связь между прочностью кернов, отобранных из ложковых граней кирпича и прочностью, определенной по стандартной методике [1].

По результатам исследований силикатного кирпича его прочность в ортогональных направлениях имеет близкие значения, схожие с результатами испытания по стандартной методике, что свидетельствует об условной изотропии данного параметра.

Влияние на предел прочности кладки прочности раствора в целом значительно ниже, чем прочности кирпича. Это подтверждается как таблицами СНиП II-22-81, основанными на

исследованиях Л.И. Онищика [2], так и опытами проф. Н.А.Попова, согласно которым растворы, имеющие разницу в кубиковой прочности в 5 раз показали одинаковую прочность кладки при прочих равных условиях. Данный факт отмечен и в трудах В.Т. Гроздова [3]. Поэтому, представляется целесообразным применение для оценки прочности раствора косвенных методов, вместо стандартной методики испытания образцов, отобранных из швов кладки.

### ***Выводы:***

1. Определение прочности кирпича по стандартной методике при обследовании зданий характеризуется низкими производительностью и достоверностью результатов. Прочность керамического кирпича на сжатие в различных направлениях имеет существенные отличия. Прочность силикатного кирпича в достаточной степени изотропна.
2. Стандартной методикой не учтен ряд факторов, влияющих на результат испытаний, в частности влажность кирпича.
3. Ввиду слабого влияния прочности раствора на прочность кладки в целом предлагается оценивать ее косвенными методами.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. А.В. Улыбин, С.В.Зубков. – О методах контроля прочности керамического кирпича при обследовании зданий и сооружений // Инженерно-строительный журнал.- 2012.- №3.-С.29-34.
2. Онищик Л.И. Прочность и устойчивость каменных конструкций.- Москва-Ленинград: Главредстройлит,1937, 292 с.
3. Гроздов В.Т. Техническое обследование строительных конструкций зданий и сооружений.- СПб: Издательский Дом KN+, 2001.-140 с.