

**ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКА
В ИССЛЕДОВАНИИ НЕОДНОРОДНОСТИ КИРПИЧА
ПРИ РЕСТАВРАЦИИ ИСТОРИЧЕСКИХ
ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ**

*Перунов А.С., Шмаков Г.Б.,
Московский государственный строительный университет*

Современная ситуация в строительстве из кирпича характеризует- ся широким использованием кладки как в коттеджном строительстве, так и при возведении многоэтажных кирпично-монолитных жилых зданий. В этих типах зданий кирпичная кладка используется как в несущих конст- рукциях, так и в качестве облицовочных декоративных слоев с самоне- сущими функциями.

Однако существует еще одна важная область, связанная с восста- новлением и реставрацией церковных храмов и исторических памятни- ков, возраст которых может насчитывать несколько сотен лет. В этой об- ласти приходится заниматься вычинкой и восстановлением заново значи- тельных частей сооружений. Материалом для таких работ в основном служит современный кирпич, технология изготовления которого и струк- тура часто существенно отличаются от применяемых несколько сотен лет назад.

Как показывает опыт обследований исторических зданий, накоп- ленный за последние 10-15 лет на кафедре “Испытания сооружений” Мо- сковского государственного строительного университета, неучет отличий структуры современного кирпича от элементов кладки старых зданий приводит к ряду негативных последствий, выражаемых в следующем:

- Преждевременное разрушение участков отреставрированных зданий (рис. 1) и связанная с этим неприглядность отреставрированных зон, а также временные и финансовые потери.
- Уменьшение сроков “жизни” памятников истории и архитектуры, а иногда и их полная утрата.

Важнейшим условием длительного сохранения кирпичных памят- ников истории и архитектуры, как показывает опыт проведенных иссле- дований, является стремление обеспечить идентичность материалов стар- ой кладки и зон вычинки. Это является довольно трудной задачей, если добиваться цели, опираясь только на старые классические методы испы- таний и устаревшие нормативные документы, которые могут дать ин- формацию в основном о химическом составе, марке кирпича и раствора кладки, причем, в старых единицах измерений и без учета особенностей структуры материалов, применяемых при вычинке частей кладки старых сооружений с помощью современных кирпича и раствора.



Рис. 1. Фрагмент кладки ступеней одного из храмов в Ростове Великом.
Реконструкция проводилась 5 лет назад

Современные неразрушающие методы испытаний позволяют дифференцированно в любых зонах и количествах получать информацию об особенностях структуры кирпича и кирпичной кладки в реставрируемых сооружениях.

В нашей работе в качестве метода испытаний предлагается к использованию ультразвуковой импульсный метод. Этот метод хорошо себя зарекомендовал при исследовании неоднородности структуры и физико-механических свойств железобетона и других строительных материалов. Важными особенностями данного метода являются его относительная простота применения, доступность и компактность приборов ультразвукового контроля, а также информативность, позволяющая оценить не только прочность кирпича и раствора кладки реставрируемого объекта, но также путем испытаний неразрушающим методом, корректировкой состава и технологии добиться идентичности материалов объекта реставрации и материалов вычинки. Кроме того, ультразвуковые испытания кирпича и кирпичной кладки дают возможность значительно расширить объем информации о свойствах кирпичной кладки исторических памятников. Ультразвуковые испытания дают информацию не только о средних значениях прочности кирпича или раствора, но и об анизотропии структуры кирпича и его неоднородности.

Например, установлено, что в строительных кирпичах скорость распространения ультразвуковой волны зависит не только от средней прочности испытуемого образца, но и может значительно меняться в зависимости от избранного направления и места прозвучивания.

К сожалению, широко известных научных разработок, которые бы непосредственно касались изучения старой кирпичной кладки с использованием ультразвуковых методов, в настоящее время не проводилось. Научные труды, написанные ранее [1], в основном касались новой строительной керамики и внедрения ультразвуковых методов контроля качества в массовых производствах керамического кирпича.

В связи с отмеченным на основе использования современных технологий и методов исследований представляется актуальным добиться максимальной идентичности материалов старинной кладки и той, которая используется для вычинки и достройки реставрируемых объектов. В противном случае вновь выложенные части старинных сооружений и зон вычинки за короткое время разрушаются, сводя на нет усилия реставраторов.

В рамках проведенной исследовательской работы предполагалось оценить современное состояние методов испытаний кирпича и кирпичной кладки и сделать ряд предположений по совершенствованию ГОСТов и СНиП, регулирующих качество реставрационных работ и применяемых при этом материалов. Также сделана попытка научно обосновать целесообразность и актуальность применения ультразвукового импульсного метода испытаний для изучения неоднородности и анизотропии свойств старого глиняного кирпича, с перспективой создания на основе полученных данных методики изготовления и отбора образцов кирпича для производства вычинки при реконструкции и реставрации того или иного памятника истории и архитектуры.

В ходе работы были отобраны партии кирпичей по 10 штук из различных зданий исторической застройки центра города Москва, возраст которых превышал 100 лет (рис.2). Важно отметить, что подавляющее большинство исторических зданий, из которых были отобраны образцы кирпича, являются памятниками архитектуры. Так, в ходе проводимых инженерных обследований автором часть образцов была отобрана из старого здания МГУ на ул.Моховой ул. (возраст 250 лет), здания МССМШ им. Гнесиных по ул.Знаменка (возраст более 200 лет), музей М.Н. Ермоловой (возраст 160 лет) и др. Кирпичи отбирались случайным образом из разных частей зданий, без видимых дефектов, трещин и сколов.



Рис. 2. Партия кирпичей, отобранных из МССМШ им. Гнесиных по ул. Знаменка, д.12

История каждого обследованного здания имеет свой тернистый путь от роскошных дворцов и доходных домов до ставших в советское время многонаселенных общежитий и прочих сооружений культурного и общественного быта. Часть зданий претерпевало многочисленные пожары, перестройки и другие внешние разрушающие факторы. Известно, что кирпичная кладка указанных зданий работала в долговременно меняющихся условиях напряженно-деформированного состояния. Можно предполагать, что структура кирпичной кладки сохранившихся зданий, рассматриваемых в данной работе, имеет свою историю, отпечатавшуюся в материале.

В отобранных образцах кирпича были изучены геометрические и физико-механические характеристики каждого кирпича в отдельности. По данным ультразвукового анализа было установлено, что все без исключения образцы имеют сложную структуру, обусловленную наличием микротрещин, пор и индивидуальных особенностей скелета кирпича. Важной особенностью структуры старинного кирпича, по данным наших ультразвуковых испытаний, является ее разуплотнение, особенно ярко выражающееся в его средней зоне и с более плотной структурой на наружной поверхности. Это было подтверждено и в ходе дальнейшего эксперимента, при котором каждый кирпич с помощью алмазного диска был распилен на 8 отдельных образцов, из которых были изготовлены кубики $6 \times 6 \times 6$ см, с максимальным приближением к ГОСТ 8462-85. Расположение кубиков друг относительно друга не нарушалось и сохранилось как у целого кирпича (рис.3).

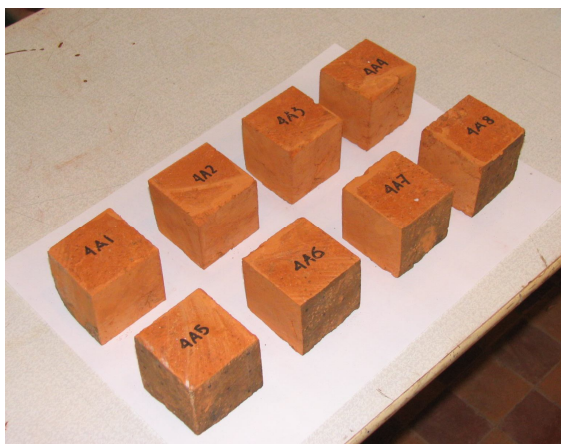


Рис.3. Расположение образцов перед испытаниями

В дальнейшем для исключения возможных искажений в структуре, возникших при распиливании целых кирпичей полученные образцы кубиков были подвергнуты повторному исследованию со всех сторон ультразвуковым методом. Характер изменения скорости ультразвука, прошедшего через тело каждого кубика, подтвердил отмеченное выше предположение об отсутствии разуплотнения в структуре кирпича, характеризующемся увеличением скорости ультразвуковой волны стремительно к краям кубиков, расположенных ближе к центру, если брать целый кирпич.

Следующим важным этапом эксперимента было испытание кубиков на центральное сжатие с помощью прессового оборудования. Характер разрушения образцов аналогичен бетонным образцам кубиков, когда разрушение происходит по пирамидальной форме, то есть при наличии трения по граням контакта образцов с рабочими поверхностями пресса (см. рис.3).

Но наиболее важной особенностью данного эксперимента было подтверждение результатов ультразвуковых испытаний. Пик “пирамиды разрушения” каждого образца был смещен относительно теоретической “пирамиды разрушения” кубика с правильными геометрическими формами. Другими словами, было установлено, что каждый кубик имеет смещенный фактический центр тяжести относительно геометрического. Смещение фактического центра тяжести происходит в направлении более плотной части кубика, то есть, если рассматривать целый кирпич, то в направлении к наружным граням кирпича.

Испытание кубиков по прочности на сжатие также подтвердило картину выраженной неоднородности старинного кирпича. Разброс предельных сжимающих усилий в разных кубиках одного кирпича составил 25-50%. Этот факт говорит о необходимости совершенствования нормативных документов, регламентирующих методы исследования структуры кирпича, пригодного для реставрации памятников архитектуры.