

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗРУШЕНИЯ ФРАГМЕНТОВ КАМЕННОЙ КЛАДКИ ПРИ ОСЕВОМ СЖАТИИ.

Фролова А.С. (*Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г.Одесса*)

Поведение фрагментов каменной кладки при нагружении зависит от целого ряда геометрических и механических характеристик составляющих. Выполнено сравнение современных моделей разрушения каменной кладки с действующим Руководством.

Составляющие каменной кладки (камни и растворные швы) находятся в сложном напряженном состоянии даже при центральном сжатии. Они одновременно подвержены внецентренному и местному сжатию, изгибу, срезу и растяжению. Напряженное состояние кладки, состоящей из отдельных кирпичей и растворных швов, еще не достаточно изучено.

Раствор соединяет отдельные мелкогабаритные элементы в монолит, который в последствии воспринимает внешние силовые воздействия. От вида, однородности, консистенции раствора, его сцепления с камнем, толщины швов и условий твердения зависит прочность каменной кладки.

Прежде всего, нужно отметить отсутствие полного контакта между камнем и его растворной постелью. Опираясь на раствор по отдельным площадкам, подобно плите на упругом основании, камень подвергается местному сжатию, изгибу и срезу. Отсутствие полного соприкосновения камня с раствором возможно в связи с различием адсорбционных свойств камня вдоль его поверхности, вызванным неравномерным распределением растворной массы по поверхности камня, при котором на одних участках шва сосредотачивается раствор с одним содержанием воды и вяжущего, а на других – с другим. Кроме разницы в деформационных свойствах, неравномерное распределение составляющих раствора приводит к колебаниям водоудерживающей способности раствора по плоскости шва. Неравномерное распределение свойств камня и раствора по плоскости их соприкосновения может привести к образованию очагов твердения раствора, участков, где он будет быстро набирать прочность и терять пластичность. На других участках твердение будет замедленным. Развитие усадочных напряжений, сопутст-

вующее твердению раствора в местах, где сцепление камня и раствора будет пониженным, может вызвать нарушение их контакта. Вследствие этого уменьшается площадь контакта камня и раствора и в той или иной степени усугубляются условия, при которых в камне возникают напряжения растяжения (при изгибе), среза и местного сжатия.

До недавнего времени все расчеты каменной кладки производились по модели разработанной проф. Онищиком Л.И.. Она положена в основу норм проектирования и дает точные результаты в основном лишь для традиционной кладки на растворах средней прочности. Для других видов кладки (на высокопрочных растворах, с тонким швом, с высокими камнями и др.) погрешности при ее применении становятся значительными. Развитие вычислительной техники и появление мощных расчетных комплексов, основанных на численных методах решения, позволило по-новому подойти к анализу напряжений в кладке строительных конструкций. Созданы более совершенные модели Пангаева В.В., Гениева Г.А., Соколова Б.С. и др., в которых появилась возможность учесть практически любые свойства и особенности материала кладки и самих конструкций.

Пангаевым В.В.[1] была предложена модель разрушения кладки, учитывающая неоднородные свойства конструкции кладки. Согласно этой модели деформации участков ложковых рядов взаимодействуют с деформациями участков тычковых рядов кладки. В результате этого взаимодействия в элементах ложковых рядов возникает сжатие, а в элементах тычковых рядов – растяжение. При соответствующих растягивающих напряжениях происходит разрыв кирпича тычковых рядов. Для многорядной кладки на растворах средней и пониженной прочности разрыв кирпича тычковых рядов возможен при напряжениях, равных или незначительно превышающих расчетное сопротивление кладки сжатию.

Гениев Г.А. рассматривает вопросы кратковременной прочности каменной кладки [2]. Так как в применяемых каменных конструкциях, в частности в стенах зданий, наиболее существенными по величине являются напряжения, действующие в плоскости стен, а напряжения из плоскости пренебрежимо малы по сравнению с первыми, то критерий прочности каменной кладки сформулирован для общего случая плоского напряженного состояния. В соответствии со строением каменной кладки автор рассматривает ее как ортотропный материал, характеризующийся определенными количественными показателями прочности в двух характерных направлениях: поперек и вдоль горизонтальных швов.

В основу модели Соколова Б.С. [3] положена гипотеза: под грузовыми и опорными площадками образуются уплотнения в виде клиньев, под действием которых происходит разрушение материала от преодоления сопротивления сдвигу, отрыву и сжатию. Рассматривая равновесие полуклина, проецируя усилия на горизонтальную и вертикальную оси, составляется уравнение равновесия, решение которого позволяет получить условие прочности:

$$N \leq \operatorname{ctg} \alpha [R_t L_{\text{loc}} (h - L_{\text{loc}} \cos \alpha \sin \alpha) + 2 R_{\text{sq}} L_{\text{loc}}^2 (1 + \sin^2 \alpha)] + R L_{\text{loc}}^2 \sin^4 \alpha \quad (1)$$

Из условия (1) видно, что несущая способность элемента при сжатии зависит от геометрических размеров грузовых и опорных площадок и элемента, прочностных свойств материала, угла наклона плоскости сдвига α , а также сопротивления кладки сжатию, растяжению и сдвигу. Прочностные характеристики и угол α отражают специфические свойства материалов, особенности их работы при сжатии.

Для сравнения выполнен расчет по Руководству [4] и по модели Соколова Б.С.. Данные для расчета выбраны из опытов Дегтева И.А. и Донченко О.М. [5], Алексеенкова Д.А. [6], Котова И.Т. [7].

Выводы:

1. Возобновление интереса к строительству зданий из мелко-размерных элементов вызвало появление статей по изучению поведения каменной кладки при загрузении с применением современных математических моделей.

2. Результаты расчетов по модели Соколова Б.С. занижают теоретические значения разрушающих нагрузок, из чего следует что модель не достаточно полно отражает действительную работу материалов конструкций и нуждается в уточнении.

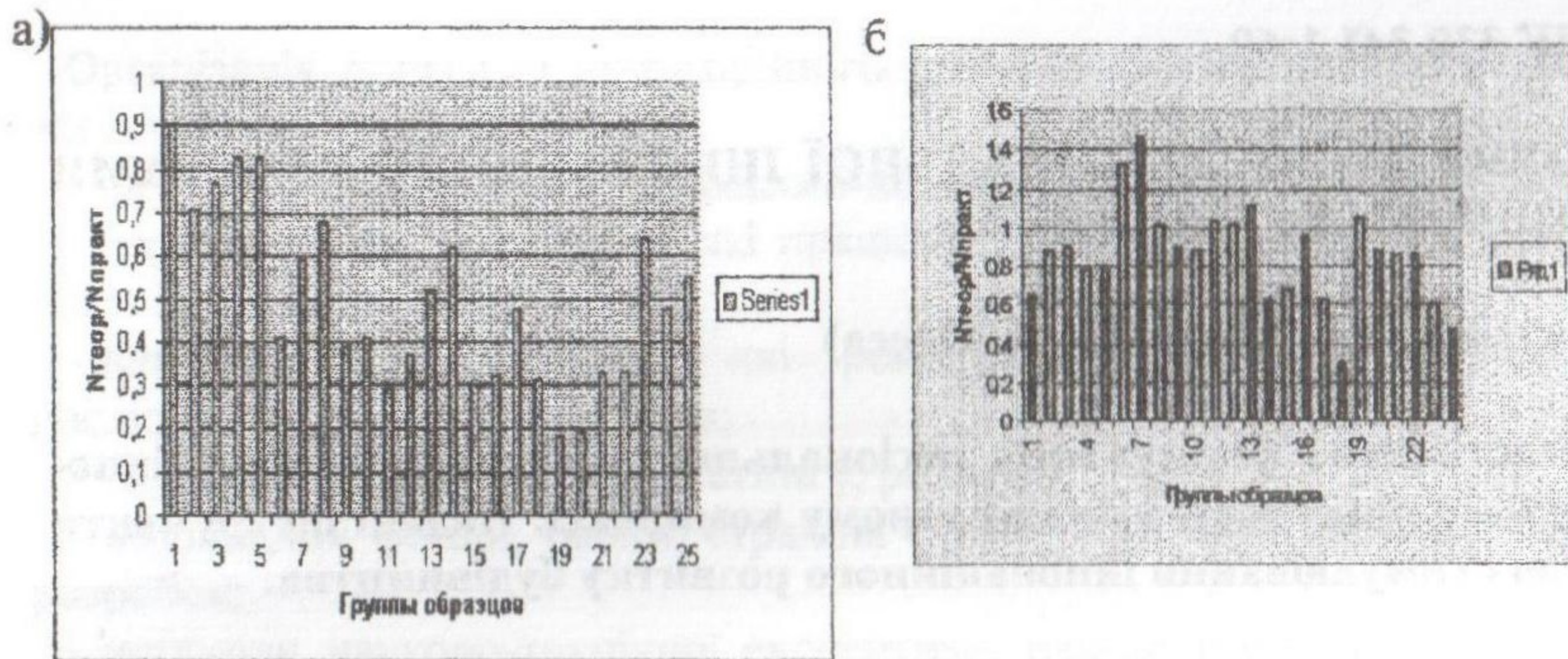


Рис.1. Сопоставление теоретических и экспериментальных результатов: а). По модели Соколова Б.С.; б). По действующему Руководству

Литература

1. Пангаев В.В. Последовательность разрушения многорядной каменной кладки при сжатии. // Изв.вузов. Строительство. 2001. №12.
2. Гениев Г.А. О критерии прочности каменной кладки при плоском напряженном состоянии. // Строительная механика и расчет сооружений. 1979. №2.
3. Соколов Б.С. Физическая модель разрушения каменных кладок при сжатии. // Изв.вузов. Строительство. 2002. № 9.
4. Руководство по проектированию каменных и армокаменных конструкций. – М.: Стройиздат, 1974.
5. Дегтев И.А., Донченко О.М. Экспериментальные исследования деформирования и сопротивления кладки из силикатного кирпича на различных растворах при центральном сжатии. / Сб. «Строительные конструкции и инженерные сооружения».- М.: МИСИ, БТИСМ, 1982.
6. Алексеенков Д.А. Кладки на полимерцементных растворах. - М.: ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко, 1977.
7. Котов И.Т. Исследование прочности кладки из силикатного кирпича на растворах с применением цементной пыли.- М.: ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко, 1978.