

. .

Введение. При возведении многоэтажных кирпичных зданий в 80–90-х годах прошлого столетия широко применялась облицовка наружных стен керамическими камнями производства Горынского КСМ. Через определенное время после ввода домов в эксплуатацию происходило отслоение и обрушение значительных участков облицовочного слоя кладки. Технические обследования зданий, выполненные филиалом РУП «институт БелНИИС» «Научно-технический центр» на территории Брестской области показывают, что указанные повреждения имеют системный характер, и их количество увеличивается с течением времени. Только в 2008 г. обследованием строительных конструкций было выявлено аварийное и предаварийное состояние наружных стен трех 9-этажных жилых домов.

В настоящее время многоэтажные здания с наружными двухслойными стенами из кирпича с жестко связанной облицовкой не возводятся, однако знание механизмов развития повреждений в каменной кладке важно для правильного понимания ее работы в составе здания, совершенствования строительных норм и назначения рациональных методов ремонта и усиления поврежденных конструкций.

Примеры повреждений наружных стен. На рис. 1 показан общий вид жилых домов по ул. Центральная и ул. Чуклая в г. Пинске, построенных в 1984 и 1991г.



Рис. 1. Общий вид домов по ул.Центральная и ул.Чуклая в г. Пинске

Дом по ул. Чуклая имеет конструктивную схему с продольными несущими стенами. Наружные стены до четвертого этажа выполнены толщиной 640 мм, выше – 510 мм, из керамического пустотелого утолщенного кирпича на известково-цементном растворе с облицовкой керамическими щелевыми камнями. Кладка внутренних стен толщиной 250 и 380 мм выполнена из керамического кирпича.

Конструктивная схема дома по ул. Центральная принята с поперечными несущими стенами. Наружные стены здания имеют толщину 510–530 мм, выполнены из керамического кирпича на известково-цементном растворе с облицовкой щелевыми керамическими камнями. Внутренние стены здания толщиной 640 и 510 мм выполнены из силикатного кирпича.

Перевязка слоев кладки наружных стен обследованных домов осуществлена тычковыми рядами керамических камней через три ложковых ряда.

В наружных стенах домов на большой площади произошло отслоение и выпучивание облицовочного слоя кладки нижней части стен. Высота отслоения достигает верха окон второго этажа. В отдельных местах произошло выпучивание облицовочного слоя на 20–40 мм, в нем появились вертикальные трещины шириной раскрытия до 10 мм (рис. 2). Отслоение лицевой кладки происходит из-за среза тычковых камней. Существует угроза обрушения части облицовки стены.

а)



б)



Деркач Валерий Николаевич, кандидат технических наук, заместитель директора филиала Республиканского унитарного предприятия «Институт БелНИИС» Научно-технический центр.
Беларусь, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267/2.



Рис. 2. Отслоение облицовочного слоя кладки наружных стен жилых домов

а), б)- по ул. Центральная, в)- по ул. Чуклая

Аналогичные повреждения получили стены 9-этажного жилого дома по ул. Гаврилова в г. Бресте, построенного в 1990 г. (рис. 3).



Рис. 3. Общий вид жилого дома по ул. Гаврилова в г. Бресте

Наружные стены дома выполнены из керамического эффективного утолщенного кирпича с облицовкой щелевыми керамическими камнями и силикатным утолщенным кирпичом. Перевязка облицовочного слоя с основной кладкой простенков выполнена через 3÷9 рядов кладки. На значительной площади наружных стен из-за среза тычковых камней произошло отслоение и обрушение облицовочного слоя кладки из керамического камня и силикатного кирпича (рис. 4). В облицовочном слое простенков (в уровне 2-го этажа) имеются трещины шириной раскрытия 2÷7 мм. Срез облицовочного слоя может привести к обрушению плит лоджий и многопустотных плит перекрытия балконов.

Причины повреждений облицовочного слоя. Практика обследования зданий, получивших повреждения облицовочного слоя кладки показала, что данные повреждения возникают не при сдаче зданий в эксплуатацию, а через определенный период времени. Указанное обстоятельство свидетельствует о нарастании во времени напряжений в облицовочном слое кладки вследствие ее ползучести.



Рис. 4. Обрушение и выпучивание облицовочного слоя кладки несущих простенков

Наружная стена состоит из двух слоев (наружного облицовочного и внутреннего основного), кладка каждого из которых обладает различными деформативными свойствами. Как известно, основные деформации кирпичной кладки вызываются обжатием растворных швов, количество которых в пределах облицовки керамическими камнями в 1,5 раза меньше, чем в остальной части сечения стены. Кроме того, кладка облицовки, как правило, выполняется качественно, в ней выдерживается требуемая толщина растворных швов в отличие от основной кладки стены. На рис. 5 показано состояние кладки основного слоя наружной стены дома по ул. Гаврилова в г. Бресте.

Из рисунка 5 следует, что кладка имеет множество дефектов производства работ: завышенную толщину растворных швов от 20 до 60 мм, пустошовку, использование в качестве кладочного материала кирпичного боя, отклонения от горизонтали ложковых растворных швов. Но даже и при хорошем качестве кладочных работ, при одновременной кладке кирпича и облицовочных камней последние препятствуют усадке свежеложенной кладки, что в последующем повышает ее деформативность. Ввиду различия деформационных свойств кирпичной кладки и облицовки упругий центр тяжести сечения стены не совпадает с его геометрическим центром тяжести, поэтому при передаче нагрузки по геометрической оси стены она работает в условиях внецентренного сжатия с большими сжимающими напряжениями со стороны кирпичной кладки.

С течением времени под воздействием длительной нагрузки в слоях кладки развиваются деформации ползучести, вызывающие изменение напряженно-деформированного состояния облицовки и основного слоя кладки. Разная толщина и разное количество растворных швов с лицевой и внутренней поверхности стены приводят к разнице в величинах деформаций ползучести облицовочного и основного слоев кладки, изменению их жесткостей и эксцентриситетов приложения нагрузки, увеличению скалывающих напряжений в тычковых рядах

перевязки. Когда касательные напряжения в камнях перевязки превысят их предел прочности на срез, возникают повреждения облицовки, начинающиеся с образования трещин в тычковых рядах камней, связывающих слои кладки. Повреждения тычковых камней не видны со стороны фасада, они выявляются путем простукивания стены. Трещины можно выявить при осмотре боковых откосов дверных или оконных проемов. При навесной облицовке обычно повреждаются нижние участки стены, а при опирании облицовочного слоя на цоколь здания в первую очередь может повреждаться облицовка верха стены. Деформации ползучести основного слоя кладки стены приводят к увеличению сжимающих напряжений в облицовке, что в свою очередь при прочной перевязке слоев может вызвать раздавливание лицевых камней без их отслоения и выпучивания.



Рис. 5. Состояние кладки основного слоя стены

Ползучесть кладки зависит от многих факторов: возраста кладки к моменту ее загрузки, величины и длительности действия нагрузки, материалов, используемых для изготовления растворов, размеров и вида применяемого камня. При напряжениях в кладке на сложных растворах, не превышающих 0,5–0,7 предела прочности кладки при сжатии, существует прямая пропорциональность между напряжениями и деформациями ползучести.

В соответствии с [1] относительная деформация кладки с учетом ползучести определяется по формуле (1).

$$\varepsilon = \nu \frac{\sigma}{E_0}, \quad (1)$$

где ν – коэффициент, учитывающий влияние ползучести кладки:

$\nu = 1,8$ – для кладки из керамических камней с вертикальными целевыми пустотами (высота камня 138 мм);

$\nu = 2,2$ – для кладки из глиняного кирпича полусухого и пластического прессования;

E_0 – начальный модуль деформации кладки;

σ – напряжения, при которых определяется ε .

Учитывая, что начальный модуль деформации кладки из керамических камней в 1,2 раза выше, чем кладки из глиняного кирпича, относительные деформации облицовочного слоя должны быть в 1,5 раза ниже, чем остальной части сечения стены. При этом надо иметь в виду то обстоятельство, что значения ν и E_0 , приведенные в [1], справедливы для независимо работающих кладок. Расчеты показывают, что при вышеуказанных значениях коэффициента ползучести разность абсолютных деформаций основного и облицовочного слоев самонесущей стены девятиэтажного дома составит примерно 2 мм. Такая разность деформаций не может привести к разрушению тычковых рядов камней, перевязывающих облицовку с основным слоем кладки. Следовательно, при оценке прочности жестких связей облицовки величину коэффициента ползучести для кладки основного слоя стены следует принимать выше значений, установленных в [1]. Величина коэффициента ν для кладки из глиняного кирпича должна быть не менее 3,5.

В [2] предельное значение модуля упругости каменной кладки при длительном действии нагрузки с учетом деформаций ползучести определяется по формуле (2).

$$E_{longterm} = \frac{E}{1 + \Phi_{\infty}}, \quad (2)$$

где Φ_{∞} – предельное значение коэффициента ползучести для каменной кладки;

– кратковременный модуль упругости кладки.

Для кирпича значение Φ_{∞} находится в диапазоне 0,5–1,5, а величина знаменателя формулы (2), играющая роль коэффициента ν в [1], находится в пределах 1,5–2,5. Поэтому расчет разности деформаций облицовки и основного слоя кладки по [2] также не даст достоверных результатов. При разработке национального приложения к [2] необходимо предусмотреть повышение предельного значения коэффициента ползучести для каменной кладки с жесткой перевязкой облицовки. Для основного слоя кладки из глиняного кирпича величину Φ_{∞} следует принимать не менее 2,5.

Заключение. На основании изложенного можно сделать следующее заключение:

1. Основной причиной повреждений связей облицовки двухслойных наружных стен с жесткой перевязкой слоев является разность деформаций облицовочного и основного слоев кладки при длительном действии нагрузки.
2. При оценке прочности жестких связей облицовки величину коэффициента ползучести для кладки основного слоя стены следует принимать выше значений, установленных в [1]. Величина коэффициента ν для кладки из глиняного кирпича должна быть не менее 3,5.
3. При разработке национального приложения к [2] необходимо предусмотреть повышение предельного значения коэффициента ползучести для каменной кладки с жесткой перевязкой облицовки. Для основного слоя кладки из глиняного кирпича величину Φ_{∞} следует принимать не менее 2,5.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Каменные и армокаменные конструкции: СНиП II-22-81*. Госстрой СССР – М: Стройиздат, 1983. – 40 с.
2. Проектирование каменных конструкций. Часть 1-1. Общие правила для армированных и неармированных каменных конструкций: СТБ EN/1996-1-1-2008. – РУП «Стройтехнорм», 2008. – 127 с.

19.01.10

DERKACH V.N. Damage of ceramic external walls facing in multistory stone-made buildings

The article contains the surveying results of multistory stone-made buildings with ceramic stones external walls facing. The analysis of ceramic facing damage causes was carrying out.