

УДК 692.232.4

## **ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНЫЕ ТРЕЩИНЫ В КАМЕННОЙ КЛАДКЕ. АНАЛИЗ И МЕТОДЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ**

Ащеулов М.С., студент гр. ПЗб-171, III курс, Ардеев К.В., к.т.н., доцент  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Трещины каменной кладки, не зависимо от материала – глиняный или силикатный кирпич, пеноблок или газобетонный блок, или иной другой подобный материал, являются наиболее распространенным дефектом.

Причины возникновения и характер проявления трещин достаточно сильно взаимосвязаны, что позволяет при обследовании конструкций, по внешнему виду судить о причинах дефекта и об его опасности.

В общем виде, для всех каменных конструкций, можно выделить следующую типологию трещин:

- 1) Температурные воздействия и влажностная усадка.
- 2) Локальные напряжения.
- 3) В перегородках и несущих стенах напряжения от деформации каркаса.
- 4) Деформация основания.
- 5) Усадка.

В большинстве конструкций наличие трещин – нормальное явление, связанное с самой природой каменного материала, почти никак не ухудшающее его свойство. Допустимость величины трещин для нормальной эксплуатации зданий и сооружений нормируются актуальными строительными нормами.

В СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 (с Изменением N 1) нормируется сопротивление воздухопроницаемости, которое понижается из-за трещин. Это является основным эксплуатационным недостатком трещин для наружных стен.

В СП 15.13330.2012 Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81\* (с Изменениями N 1, 2, 3) нормируется толщина лишь тех кладок, которые используются в качестве оснований для кислотостойких резервуаров. В пособии по проектированию каменных и армокаменных конструкций к СНиП II-22-81\*, в приложении 11 расписаны допустимые величины трещин. Так для наружных стен жилых зданий допускаются сквозные трещины до 1,5 мм.

Согласно того же СП 15.13330.2012, п. 8.1, расчету элементов конструкций по предельным состояниям 2 группы, то есть по раскрытию трещин и по деформациям, должны подвергаться не все виды каменных кладок. В первую очередь проверяться должны смежные стены, находящиеся под раз-

ными нагрузками и стены, выполненные из материалов с различной деформативностью. Также должны проверяться и другие элементы здания, в которых трещины должны быть ограничены исходя из условий эксплуатации.

На практике же стены нужно проверять на раскрытие трещин и для того, чтобы предотвратить разрушение отделки и обезопасить себя от возможных исков со стороны заказчиков.

Согласно пособию к СНиП II-22-81 для сплошных участков стен, длиной от 3м, межоконных поясов и цоколей ширина сквозных трещин допускается от 1 до 2 мм. Для армированных стен – до 0,4 мм.

Величину температурно-влажностные деформации, являющуюся причиной образования трещин, можно определить исходя из ряда параметров.

Нормативные влажностные деформации ( $\varepsilon_{sh}$ ), согласно действующим нормам, для газобетонной кладки 0,4 мм/м, кладки из силикатных блоков 0,3 мм/м, кладок из керамического кирпича при расчетах принимается 0 мм/м, однако на практике составляет примерно 0,2 мм/м. Кладка из бетонных камней имеет усадку 0,3 мм/м.

Нормативные температурные деформации зависят от перепадов температур и коэффициента линейного расширения ( $\alpha$ ). Если рассмотреть случай перепада температуры кладки от наиболее холодных суток к наиболее жарким ( $\Delta t \approx 60^\circ\text{C}$ ), то получим изменение длины всего на 0,5 мм/м.

Рассмотрим небольшой температурно-влажностный расчет деформаций. В среднем по сечению кладки деформация составит:

$$\varepsilon = \alpha \cdot \Delta t + \varepsilon_{sh} = 8 \cdot 10^{-6} \cdot 60 + 4 \cdot 10^{-4} = 0,9 \frac{\text{мм}}{\text{м}}. \quad (1)$$

Для поверхностных слоёв деформация составит значительно большую величину. Усадка автоклавных ячеистых бетонов нормируется как 0,5 мм/м, фактическая усадка у современных бетонов составляет по сечению 0,3 мм/м, а в поверхностных слоях при полном высыхании может достигать до 2 мм/м, см Рис. 1.

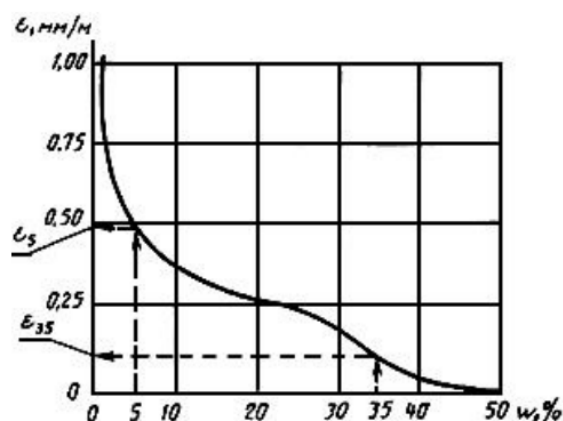


Рис. 1. Примерная кривая усадки при высыхании образцов бетона согласно ГОСТ 25485-2019

Повышенная усадка в кладке снаружи стен объясняется интенсивным нагреванием солнечными лучами.

Вычислим максимальную теоретически возможную температурно-влажностную деформацию при условии большого перепада температуры (от -40 °С зимой до, предположим, 200 °С летом у банной печи).

В поверхностных слоях кладки деформация составит:

$$\varepsilon = \alpha \cdot \Delta t + \varepsilon_{sh} = 8 \cdot 10^{-6} \cdot 240 + 20 \cdot 10^{-4} \approx 4 \frac{\text{мм}}{\text{м}}. \quad (2)$$

Разность деформаций наружных и внутренних слоев приводит к возникновению растягивающих напряжений, которые легко могут привести к возникновению поверхностных трещин.

Зимой, когда наружная часть стены остывает, она уменьшается в объеме, что приводит к растягивающим напряжениям в наружных слоях и сжимающим во внутренних. Происходит небольшой выгиб стены внутрь здания. Возможна и абсолютно зеркальная ситуация, когда наружные слои нагреваются солнечными лучами, что приводит к выгибу стенки наружу (рис. 2).

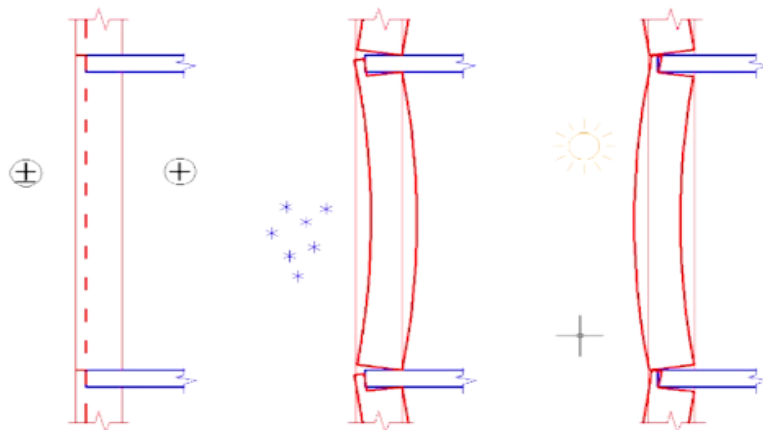


Рис. 2. Деформации кладки при разнице наружной и внутренней температуры

Рассмотрим особенности деформации в кирпичной облицовке. Это достаточно тонкая конструкция, поэтому за полный солнечный день она успевает нагреться полностью, что приводит к значительным напряжениям. Если же кладка при этом жестко закреплена к основанию (обычно железобетонной плите), то концентрируются напряжения в нижней зоне, что летом приводит к образованию горизонтальных трещин ближе к основанию вследствие стеснения деформаций в зоне заземления. Зимой же это будет приводить к вертикальным трещинам в центральной растянутой зоне (рис. 3).

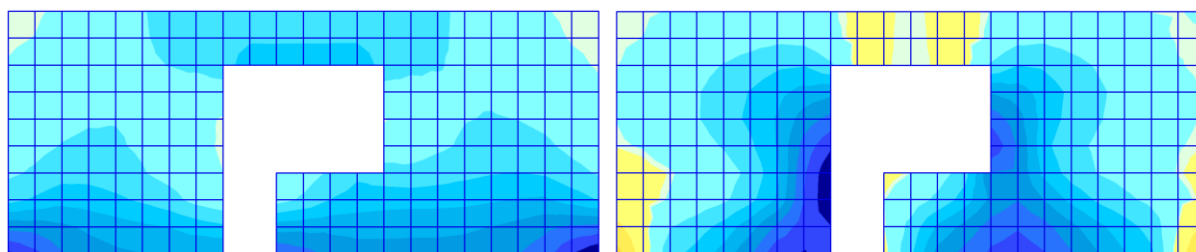


Рис. 3. Характерные изолинии главных растягивающих напряжений при нагревании (слева) и остывании (справа) каменной облицовки с защемлением по низу

Предотвратить образование температурно-усадочных трещин возможно обеспечить, путем передачи растягивающих напряжений на армирующие элементы конструкции. Это может быть как обычная стержневая арматура стальная или композитная, так и сетка. Также возможно и поверхностное армирование, как правило в углах проемов.

Другой способ – уменьшение сдвиговой жесткости кладки за счет податливости горизонтальных швов. Например, можно использовать не жесткий цементный раствор, а пенополиуретановый клей. Повышение деформативности кладки приведет к снижению растягивающих напряжений и снизит риск образования трещин.

Также возможно устройство деформационного шва между кладкой и перекрытием, на которое она опирается. Это позволит перегородке работать отдельно от каркаса здания. Это актуально также и для кирпичных облицовок, и ограждений балконов, лоджий выполненных при помощи каменного материала.

В заключении можно отметить, в большинстве случаев температурно-усадочные трещины никак не влияют на работу конструкции в целом, а их самый большой недостаток – это ухудшение внешнего вида стены, нарушение отделки.

### Список литературы:

1. Гринфельд Г. И. Трещины в кладке. Допуски; причины; как сделать, чтобы трещин не было./ YouTube. 7.12.2017 (<https://www.youtube.com/watch?v=ps12l5ut-jU&t=692s>) Просмотров: 10.03.2020.
2. Гринфельд Г. И., Вишневский А.А. Кирпич и камни с высокой пустотностью в облицовочной кладке наружных стен // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016. №11 /с 86-92
3. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 (с изменением).
4. СП 15.13330.2012 Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81\* (с Изменениями).

5. Пособие по проектированию каменных и армокаменных конструкций  
к СНиП II-22-81\*
6. ГОСТ 25485-2019 Бетоны ячеистые. Общие технические условия