

Нина Павловна УМНЯКОВА

Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук

ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕННОГО УРОВНЯ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ТРЕХСЛОЙНЫХ СТЕН С ОБЛИЦОВКОЙ ИЗ КИРПИЧА В УСЛОВИЯХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В данной статье проанализирована одна из причин разрушения наружных стен с эффективным утеплителем толщиной 120-150 мм. и облицовкой из кирпича в условиях расчетных температур наружного воздуха ниже минус 28°C. Проведенный сопоставительный анализ характера распределения температур в толще трехслойных стен показал, что полное промерзание кирпичной облицовки при толщине утеплителя 120 мм происходит при температуре наружного воздуха минус 1°C, в то время как при толщине утеплителя 50 мм облицовка промерзает при температуре наружного воздуха минус 3°C. Учитывая характер распределения средних температур по месяцам, в том числе в осенний период, можно предположить, что при средней температуре ноября минус 2,2°C вероятность промерзания кирпичной облицовки при большей толщине утеплителя значительно выше, чем при 50-ти миллиметровом утеплителе. Анализ среднемесячных температур наружного воздуха и амплитуды их колебаний позволил установить, что полное промерзание наружной кирпичной облицовки при толщине утеплителя 120 мм происходит в среднем в течение 6 месяцев, в то время как при малой толщине утеплителя полное промерзание облицовки может происходить лишь в течение 4 месяцев. Большая толщина теплоизоляционного слоя приводит к тому, что температурные деформации и напряжение в толще наружного слоя кирпича оказываются большими. Все эти факторы в комплексе способствуют ускоренному разрушению кирпичной облицовки слоистых стен.

Ключевые слова: кирпичная облицовка, трехслойные стены, утеплитель, дефекты, температура наружного воздуха, амплитуда, температурные деформации, напряжение

Вопросы экономии энергии на отопление домов в России существовали всегда. В условиях достаточно сурового климата и низких зимних температур (рис. 1), доходящих до минус 25°C - минус 54°C, всегда было необходимо обеспечивать такую тепловую защиту, что бы расход топлива (дров, угля и

др.) были наименьшими, при соблюдении благоприятных санитарно-гигиенических условий в помещениях и долговечности наружных ограждений.

Уже в 17 веке в России возводились здания с трехслойными конструкциями наружных стен. В частности, стены храма Рождества Богородицы Саввино Сторожевского монастыря являются трехслойными: внутренняя и наружная части стен выполнены из плотного камня, а пространство между ними заполнено легким известняком. Этот храм простоял несколько веков, и до сих находится в хорошем состоянии без каких-либо разрушений.

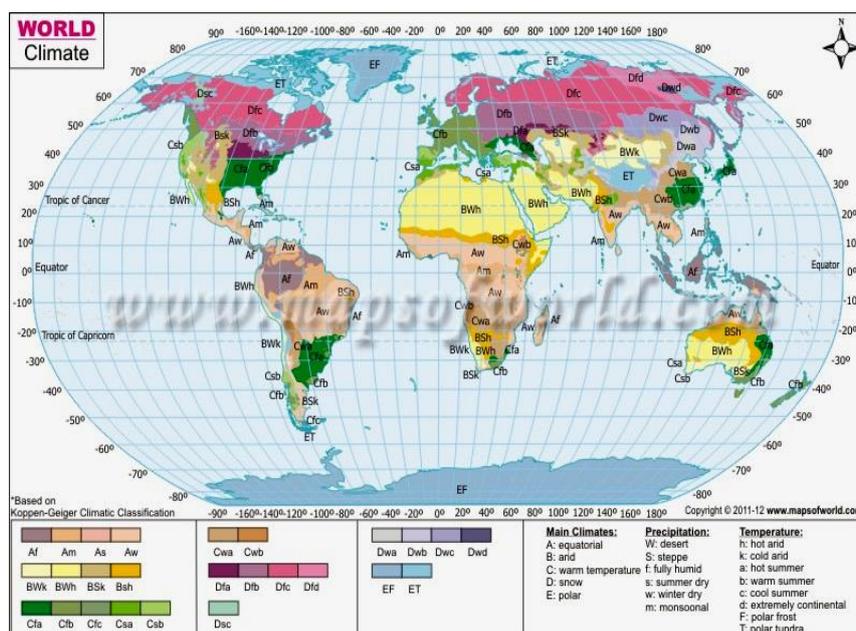


Рис. 1. Климатическая карта мира

Трехслойные конструкции стен в России применяются с давних времен. В массовом строительстве особенно активно с 70-ых годов XX века. В качестве теплоизоляционного слоя использовались цементный фибролит, минеральная вата, полистирол. Толщина слоя утеплителя составляла 50 мм. Более чем 40 лет эксплуатации подтвердили их высокие теплозащитные характеристики и долговечность. Как известно, первые нормы по тепловой защите были приняты в России (СССР) в 1928 году, и действовали до конца 20 века. Начиная с конца 20-ых годов и до 1995 года тепловая защита стен устанавливалась на уровне порядка $R \approx 1 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$. В 1996 в России были введены новые требования по тепловой защите, и с 2000 г. уровень тепловой защиты

стен назначался из условий энергосбережения и для Москвы составляет сейчас $R^{np} \approx 3,13 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Введение этих норм привело к тому, что в строительстве РФ стали использовать только трехслойные конструкции, которые за предыдущие десятилетия себя хорошо оправдали. Началось применение только трехслойных конструкций наружных стен с утеплителем толщиной 120-150 мм. Однако слоистые стены с облицовкой кирпичной кладкой почему-то начали активно разрушаться. Сегодня из 450 зданий с облицовкой кирпичом, построенных в Москве за последние 6 лет, 156 требуют срочного капитального ремонта.

Наиболее типичными дефектами этих стен являются следующие:

- вертикальные и косые трещины в кирпичной кладке; вертикальные трещины на углах здания; вертикальные трещины и разрушение кирпичной кладке в зоне перекрытий; разрушение кирпича и выпадение частей кирпича из кладки; разрушение тела кирпича в зоне перекрытий; разрушение облицовки торцов перекрытия;
- разрушение тела кирпича; разрушение кирпичной кладки; высолы на стенах, свидетельствующие о постоянном увлажнении кладки и процессе ее высыхания с наружной стороны; разрушение облицовочного слоя кирпича; падение частей разрушившегося кирпича; необходимость устройства защитных сеток и решеток для защиты людей от падающих частей кирпича на землю; промерзание стены в зоне стыка с перекрытием; результатом этого промерзания является увлажнение внутренней части стены, намокание поверхности из-за образования конденсата, появление плесени, шелушение штукатурки; отслоение обоев из-за намокания стены; развитие плесени в зоне междуэтажных перекрытий; систематическое увлажнение облицовки под оконными проемами; систематическое увлажнение облицовки в зоне перекрытий и на поверхности облицовки (хаотическое расположение мокрых пятен); обрушение стен.

Из-за многочисленных дефектов облицовочного слоя слоистые конструкции наружных стен с эффективным утеплителем и кирпичной облицовкой запрещены в Москве, Московской области, Казани. Однако, комплексные исследования для выявления причин разрушения облицовки из кирпича не проводились.

Конструктивно стены представляю собой наружный облицовочный кирпичный слой, утеплитель из минеральной ваты или пенополистирола толщиной 120-150 мм. Изнутри расположена внутренняя кирпичная кладка толщиной 250 мм или тяжелый бетон или блоки из пенно-газобетона. Учитывая, что уже было построено много трехслойных кирпичных стен с утеплителем 50 мм, которые стоят в настоящее время без разрушений, мы провели сравнение характера распределения температур в толще стен при толщине

утеплителя 50 и 100 мм. В результате анализа проведенных расчетов мы получили, что при температуре наружного воздуха минус один градус происходит полное промерзание облицовочного слоя из кирпича (нулевая изотерма проходит по границе утеплителя) при толщине утеплителя 100 мм (рис. 2). При утеплителе толщиной 50 мм промерзание наступает при температуре минус три градуса (рис. 3), т.е. замерзание кладки при толстом утеплителе происходит при более теплых температурах.

Анализ средних месячных температур наружного воздуха в г. Москве пока- зал, что среднемесячная температура наружного воздуха ниже - 1 градуса

и выше минус 3 градусов наблюдается в ноябре (табл. 1). Это значит, что наружная кладка стены с 50-миллиметровым утеплителем не промерзает полностью, а при 100 мм утеплителе - промерзает.

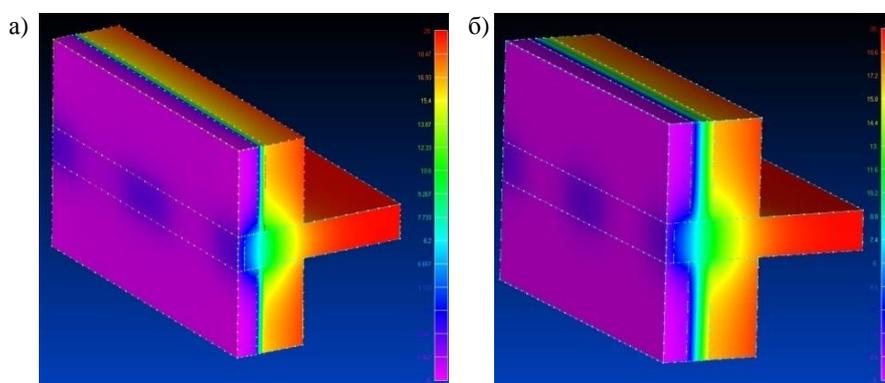


Рис. 2. Характер распределения температур в толще трехслойных стен:
а) с утеплителем 50 мм, б) с утеплителем 100 мм

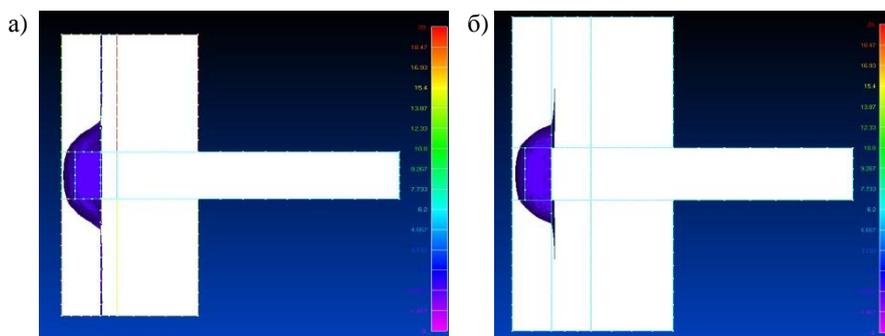


Рис. 3. Сравнительный анализ распределения температур внутри трехслойных стен: а) с утеплителем 50 мм, б) с утеплителем 120 мм

Таблица 1. Среднемесячные температуры в г. Москве

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Средняя температура месяца [°C]	-10,2	-9,6	-4,7	4,0	11,6	15,8	18,1	16,2	10,6	4,2	-2,2	-7,6
Средняя амплитуда колебания температуры	6,2	6,9	7,4	8,5	10,4	10,7	10,4	10	8,6	5,7	4,6	4,6
Максималь. амплитуда колебания температуры	22	22,2	19,2	19,9	21,5	18,7	18,5	21,9	22,4	20,6	20,6	17,1

Анализ климатических параметров показал, что среднемесячная температура в октябре составляет 4,2 градуса, а средняя амплитуда 5,7 градуса. Это означает, что в октябре температуры опускаются в среднем ниже минус 1 градуса (до -1,5), но не достигают отметки минус 3 градуса. Анализируя параметры наружного воздуха и распределение температур можно сделать вывод, что стена при утеплителе 100 мм и более промерзает чаще, чем при утеплителе толщиной 50 мм. Наибольшее число переходов через 0°C наблюдается в ве-сенне-осенние месяцы. Конструкция с толщиной утеплителя 100 мм и более промерзает в течение 5 мес., а конструкция с утеплителем толщиной 50 мм - в течение 3 мес. Постоянно замерзание и оттаивание ведет к снижению прочности кирпича облицовочного слоя, появлению трещин, разрушению отдельных кирпичей.

Негативное влияние на долговечность облицовочного слоя оказывают стыки с перекрытиями. Они выполняются из тяжелого железобетона бетона с коэффициентом теплопроводности 2 Вт/м °C. В результате в зоне стыка возникают значительные температурные перепады, и прилегающий к перекрытию кирпич находится в условиях постоянно меняющихся температур с плюса на минус. В результате температурных перепадов, которым подвергается кирпичная облицовка на всю толщину, в ней возникают значительные напряжения, способствующие разрушению кирпича (рис. 4). При этом, при толщине утеплителя 120-150 мм температурные деформации и напряжения значительно выше, чем при утеплителе толщиной 50 мм (рис. 5 слайд 36).

а)

б)

в)

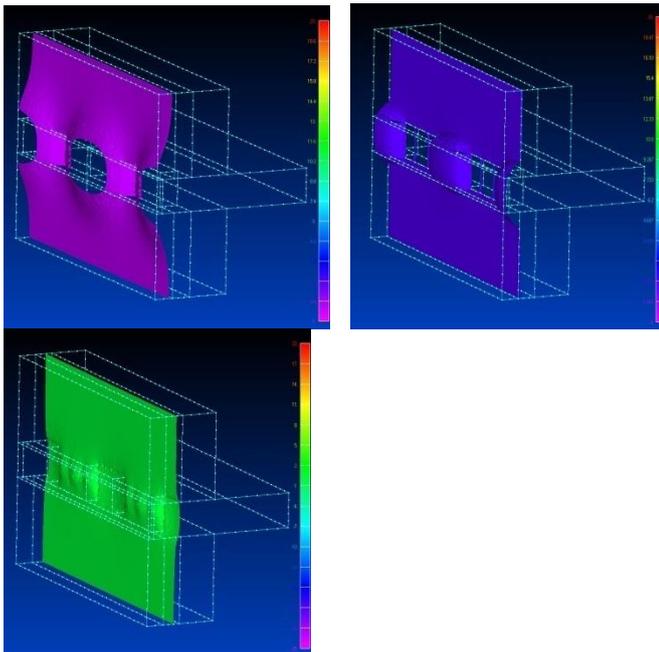


Рис. 4. Разрушение кирпича в результате температурных перепадов: а) $t = -1^{\circ}\text{C}$, б) $t = -3^{\circ}\text{C}$, в) $t = -25^{\circ}\text{C}$

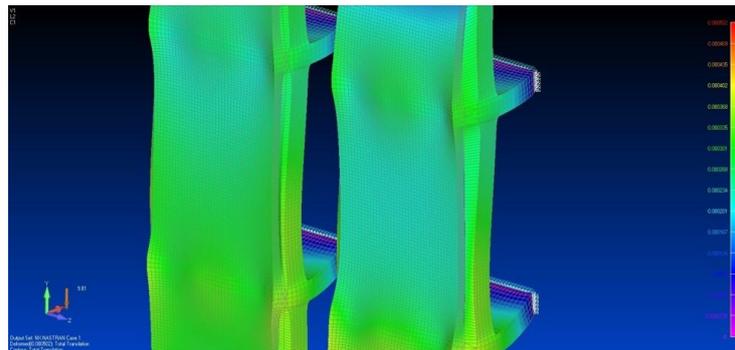


Рис. 5. Температурные деформации стены при толщине утеплителя 50 и 120 мм при $t_n = -3^{\circ}\text{C}$

Сформулированная гипотеза нуждается в подтверждении, которое возможно получить только после проведения детальных исследований. Однако нельзя забывать, что в комплексе все эти воздействия способствуют ускоренному разрушению стен. Следует отметить, что дальнейшее повышение уровня теплозащиты стен приведет к более интенсивному разрушению наружного облицовочного слоя. Сейчас разрушаются стены с кирпичной облицовкой - из материала менее морозостойкого по сравнению с бетоном. Мы боимся, что при дальнейшем повышении толщины утеплителя интенсивному

разруше-

нию начнут подвергаться конструкции с облицовкой из других материалов, бетонов и т.д. Поэтому к решению проблем энергосбережения необходимо подходить комплексно, учитывая большое количество различных факторов и предусмотреть мероприятия, исключая негативное воздействие этих факторов на наружные ограждения.

DURABILITY OF THREE-LAYER WALLS WITH BRICK FACING WITH HIGH LEVEL OF THERMAL PROTECTION

This article examines possible reasons for three-layered external walls fracturing with efficient insulation of 120-150 mm thick. Exterior coating of these walls is made of brick. Comparative analysis of temperature distribution inside the walls showed that the full - depth freezing of the wall with insulation of 120 mm thick takes place when exterior temperature is under -1°C . However, the same effect on the walls with insulation of 50 mm thick occurs under exterior temperature of -3°C .

Taking into account the average monthly temperature pattern, particularly in autumn, it can be considered that under the average November temperature of $-2,2^{\circ}\text{C}$ the chance of full-depth wall freezing with thicker insulation is higher than for the wall with only 50 mm of insulation. Analysis of the monthly average outdoor air temperatures and the ranges of their oscillations revealed that full-depth wall freezing with insulation of 120 mm thick takes place for 6 months, and for the same wall but with thinner insulation, that effect occurs only for 4 months. These calculations show that the thicker the insulation is, the bigger the temperature deformations and temperature stresses in the exterior brick layer are. All of it together speeds up brick veneer fracturing in the three-layered walls.

Keywords: brick facing, three-layer walls, heater, defects, temperature of external air, amplitude, temperature deformations, tension