

ПОДБОР СОСТАВА ШТУКАТУРНЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА С УЧЕТОМ НАПРЯЖЕНИЙ ВОЗНИКАЮЩИХ В ШТУКАТУРНОМ ПОКРЫТИИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СТЕНОВОЙ КОНСТРУКЦИИ

Дорофеев В.С., *д.т.н., проф.,* **Парута В.А.,** *к.т.н., доц.,*
Гусак Д.В. *студент*

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
г.Одесса*

При эксплуатации стеновая конструкция, испытывает различные воздействия: силовые, температурные и влажностные, ветровую нагрузку. Проектирование составов и свойств, штукатурных растворов необходимо вести с учетом напряжений возникающих в штукатурном покрытии из-за деформаций стеновой конструкции и самого покрытия. При помощи программы «Ансис» были рассчитаны деформации стеновой конструкции при температурном воздействии, при положительных и отрицательных температурах. В зависимости от температуры окружающей среды, деформации и напряжения стеновой конструкции имеют различный характер (Рис.1).

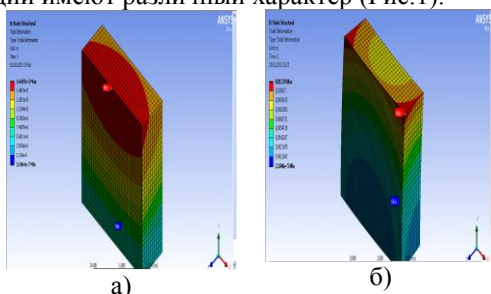


Рис.1. Изополя деформаций в ограждающей конструкции при отрицательных (а) и положительных температурах (б)

При отрицательных температурах наблюдается деформация стеновой конструкции с выгибом в сторону помещения. При этом фасадная поверхность кладки и фасадное штукатурное покрытие испытывают деформации сжатия. Разрушение происходит в контактной зоне из-за различия величин деформаций и возникающих сдвигающих напряжений. У кладки выполненной при плюс 30°С, коэффициенте температурного расширения газобетонной кладки $8 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹ и изменении температуры от +30 до -20°С, $\Delta t = 50^\circ\text{C}$, полная температурная деформация сжатия составит:

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha_t \cdot \Delta t = 8 \cdot 0,000008 \cdot 50 = 0,0032 \text{ м} = 3,2 \text{ мм}; \Delta t = 50^\circ\text{C}$$

Полная деформация сжатия штукатурного покрытия стеновой конструкции длиной 8м, составит:

$\Delta l = l_0 \cdot \alpha_t \cdot \Delta \theta = 8 \cdot 0,000104 \cdot 50 = 0,0044 \text{ м} = 4,4 \text{ мм}$; $\Delta \theta = t_2 - t_1$; $\Delta \theta = 50^\circ \text{C}$;
где: Δl - деформации штукатурного покрытия в м, вследствие влияния изменения температуры; l_0 - первоначальная длина стеновой конструкции в м; α_t - коэффициент температурного расширения в $\text{м/м}^\circ \text{C}$ ($1/^\circ \text{C}$); $\Delta \theta$ - разность температур, $^\circ \text{C}$; t_1 - температура окружающей среды в момент возведения нанесения штукатурного покрытия; t_2 - максимальная и минимальная температура, воздействию которой подвергается штукатурное покрытие в летний и зимний периоды;

В летний период, при нагреве поверхности стеновой конструкции до $+60-80^\circ \text{C}$, она выгибается в сторону фасада. При этом и кладка и штукатурное покрытие испытывают деформации растяжения.

При нагреве до 80°C , полная температурная деформация расширения газобетонной кладки составит:

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha_t \cdot \Delta t = 8 \cdot 0,000008 \cdot 50 = 0,0032 \text{ м} = 3,2 \text{ мм}; \quad \Delta t = 50^\circ \text{C},$$

Полная деформация расширения штукатурного покрытия стеновой конструкции, при этой температуре, составит:

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha_t \cdot \Delta \theta = 8 \cdot 0,000104 \cdot 50 = 0,0044 \text{ м} = 4,4 \text{ мм}; \quad \Delta \theta = 50^\circ \text{C};$$

Эти деформации определяют напряжения в штукатурном покрытии и контактной зоне его с газобетонной кладкой, что приводит к переходу микротрещин образовавшиеся на стадии твердения, в макротрещины и росту магистральных трещин в штукатурном покрытии и контактной зоне.

Стеновая конструкция и штукатурное покрытие имеют градиент деформаций и напряжений, которые вызывают зарождение новых микротрещин и развитие макротрещин в штукатурном покрытии и контактной зоне.

При помощи программы «Лира» были рассчитаны деформации и напряжения в стеновой конструкции, штукатурном покрытии (рис.2) и в контактной зоне «газобетонная кладка - штукатурное покрытие» (рис.3). Приведенные данные подтверждают вышеприведенные предположения о том, что кладка, выполненная из автоклавного газобетона и штукатурное покрытие нанесенная на нее, имеют различные температурные деформации, которые вызывают градиент напряжений в системе «кладка-штукатурное покрытие». Градиент деформаций и напряжений наблюдается как в кладке, так и штукатурном покрытии, а также в контактной зоне «кладка-штукатурное покрытие» (рис.3).

Это приводит к зарождению новых микротрещин в штукатурном покрытии и развитие макротрещин и магистральных трещин в нем. Также возникают микротрещины и развиваются макротрещины и ма-

гистральные трещины в контактной зоне «газобетонная кладка-штукатурное покрытие».

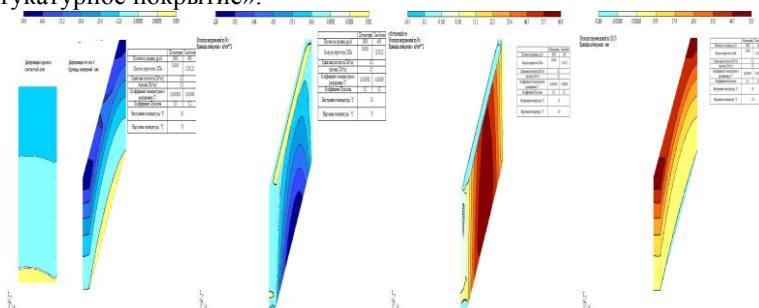


Рис. 2. Деформации стеновой конструкции под влиянием температурных воздействий зимой (а) и летом (б)

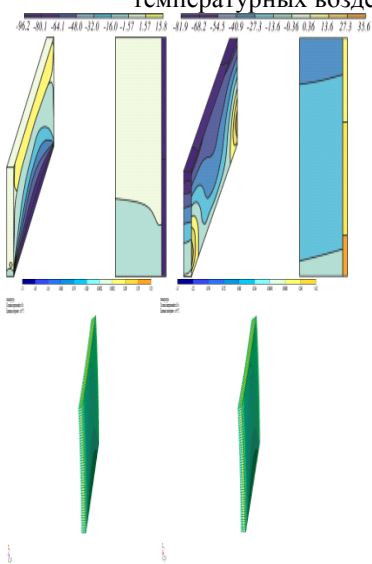


Рис. 3. Деформации и напряжения в кладке, штукатурном покрытии и контактной зоне

Величины напряжений в штукатурном покрытии зависит также и от свойств материала кладки и штукатурного покрытия. Нами был произведен расчет, при помощи программы «Ли́ра», величины напряжений в штукатурном покрытии при широкой комбинации варьируемых переменных (табл.1.). В качестве варьируемых факторов использовались средняя плотность, коэффициент температурного расширения, модуль упругости полученных штукатурных растворов и газобетонного основания. Полученные данные представлены в таблице 1. и на рисунке 4.

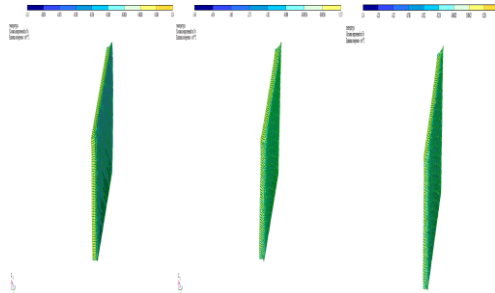


Рис. 4. Напряжения в штукатурном покрытии (вариант 1,5,9,13,15)

Таблица 1

Величина напряжений штукатурном покрытии, т/м²

№ пп	Средняя плотность газобетона (кг/м ³)	Средняя плотность штукатурки (кг/м ³)	Напряжения Nx min (т/м ²)	Напряжения Nx max (т/м ²)
1	400	600	-1,01	0,24
2	400	800	-1,54	0,35
3	400	1000	-1,62	0,42
4	400	1200	-1,72	0,48
5	400	1800	-1,83	0,54
6	500	600	-1,22	0,458
7	500	800	-1,47	0,52
8	500	1000	-2,03	0,58
9	500	1200	-3,43	0,64
10	500	1800	-4,48	0,72
11	600	600	-1,48	0,55
12	600	800	-1,83	0,64
13	600	1000	-2,87	0,72
14	600	1200	-3,74	0,78
15	600	1800	-5,33	0,87

На основании полученных данных был рассчитан двухфакторный план. Исследовалось влияния основных характеристик материала кладки и штукатурного покрытия, на напряжения в штукатурном покрытии, возникающем при температурном воздействии. Варьируемыми параметрами явилась средняя плотность, коэффициент температурного расширения материала, модуль упругости и коэффициент Пуассона материала кладки и штукатурного покрытия. Уровни варьирования факторов приведены в таблице 2. Матрица планированного эксперимента приведена в таблице 3.

Таблица 2

Уровни варьирования факторов для расчета напряжений

Услов. обозначения	Наименование показателя	Уровень варьирования факторов		
		-1	0	1
X1	Средняя плотность газобетона (кг/м ³)	400	500	600
X2	Средняя плотность штукатурного раствора (кг/м ³)	600	1200	1800

Таблица 3

Матрица планированного эксперимента и результаты расчета напряжений в штукатурном растворе

№ пп	X1	X2	Напряжения Nx min, т/м ²	Напряжения Nx max, т/м ²
1	-1	-1	-1,01	0,24
2	-1	0	-1,72	0,48
3	-1	1	-1,83	0,54
4	0	-1	-1,22	0,46
5	0	0	-3,43	0,64
6	0	1	-4,48	0,72
7	1	-1	-1,48	0,55
8	1	0	-3,74	0,78
9	1	1	-5,33	0,87

Полученные графические зависимости свидетельствуют о том, что при отрицательных температурах наибольшее влияние на напряженное состояние штукатурного покрытия оказывает его собственные свойства. При уменьшении средней плотности, прочности и модуля упругости, напряжения сжатия в штукатурном покрытии уменьшаются в 5 раз (Рис.5а).

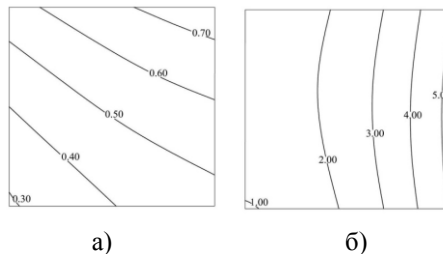


Рис. 5. Напряжения в штукатурном покрытии из-за температурных деформаций при минусовых (а) и плюсовых (б) температурах, т/м²

При плюсовых температурах, на напряженное состояние штукатурного покрытия оказывает влияние, как свойства самого штукатурного покрытия, так и газобетонной кладки. При уменьшении средней плотности, прочности при сжатии и модуля упругости материала кладки и штукатурного раствора, напряжения в штукатурном покрытии уменьшаются в 2,3 раз (рис.5.б).

Температурные напряжения являются одним из составляющих полей напряжений, возникающих в штукатурном покрытии при эксплуатационных воздействиях, которые необходимо учитывать при проектировании свойств и составов штукатурных растворов.

Выводы

При эксплуатации стеновая конструкция, испытывает различные воздействия: силовые, температурные и влажностные, ветровую нагрузку. Приведенные расчеты позволяют определить величины напряжений при температурных деформациях, которые необходимо учитывать при проектировании составов штукатурных растворов.

Отмечено, что с уменьшением средней плотности, коэффициента температурного расширения материала, модуля упругости и коэффициента Пуассона материала кладки и штукатурного покрытия, температурные напряжения уменьшаются в 2,3-5 раз.

Summary

The paper presents a methodology for calculating the temperature of strain and stress caused by them. The influence of the properties of masonry and plaster on the stresses arising in the plastering. It has been shown that a decrease in the average density, compressive strength, modulus of elasticity and other characteristics, tensile stresses are reduced by 2.3-fold and compressive stress 5 times.

1. Гранау Э. Предупреждение дефектов в строительных конструкциях. Москва. Стройиздат. 1980.- с.217. 2. Г.В. Марчюкайтис, И.Я. Гнип Влияние состава штукатурного раствора на его деформативные свойства //Строительные материалы, 2003, № 9. С.36-38. 3.Вандоловский А.Г., Казимагомедов И.Э., Деденева Е.Б. Повышение прочности композиционных материалов на цементной матрице Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. Випуск № 35 Одеса „Місто майстрів”, 2009. с.50-55. 4. Дорофеев В.С. Технологическая поврежденность строительных материалов и конструкций / Дорофеев В.С., Выровой В.Н. – Одесса, Город мастеров, 1998. – 168с. 5. Парута В.А. Механика разрушения системы «газобетонная кладка-штукатурное покрытие» // Инженерно-строительный журнал №3, 2014, Петербург, с.48-55