

УДК 691.002

УЧЕТ НАПРЯЖЕНИЙ В ШТУКАТУРНОМ ПОКРЫТИИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ СИСТЕМЫ «ГАЗОБЕТОННАЯ КЛАДКА-ШТУКАТУРНОЕ ПОКРЫТИЕ» ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СОСТАВА ШТУКАТУРНОГО РАСТВОРА

ПАРУТА В.А. ^{1*}, к.т.н., доц.
 БРЫНЗИН Е.В. ^{2*} к.т.н.
 ГУСАК Д.В. ^{3*} студент

^{1*}Кафедра Строительные материалы, Одесская государственная академия строительства и архитектуры (ОГАСА), Украина, 65029 г. Одесса ул. Дидрихсона 4, тел. 0487238434, e-mail: docent2155@gmail.com, orcid.org/0000-0003-0326-8021

^{2*}ООО ЮДК, Украина, 49051 г. Днепропетровск, ул. Комиссара Крылова, 7Д, www.udkgazbeton.com, Yevgen.Brynzin@udkgazbeton.com

^{3*} Одесская государственная академия строительства и архитектуры (ОГАСА), Украина, 65029 г. Одесса ул. Дидрихсона 4

Аннотация. *Цель.* Обосновать целесообразность проектирование составов и свойств, штукатурных растворов с учетом напряжений возникающих в штукатурном покрытии из-за деформаций стеновой конструкции и самого покрытия. Отмечено, что при эксплуатации кладка выполненная из автоклавного газобетона и штукатурное покрытие, испытывают температурные деформации. Эти деформации и напряжения, вызванные ними, необходимо учитывать, наряду с другими, при проектировании штукатурных растворов. *Методика.* Результаты получены путем расчета напряжений в штукатурном покрытии при помощи программ «Ансис», «Лира» и двухфакторного планированного эксперимента с применением системы COMPEX 2000, на основании экспериментальных и литературных данных физико-механических характеристик газобетонной кладки и штукатурных растворов. *Результаты.* Получены данные по напряжениям в штукатурном покрытии которые, могут быть использованы при проектировании составов и свойств штукатурных растворов для газобетонной кладки. *Научная новизна.* Развита представления о методологии проектирования свойств и составов штукатурных растворов для кладки из автоклавного газобетона. *Практическая значимость.* Предложена методология получения исходных данных при проектировании свойств и состава штукатурных растворов для автоклавного газобетона.

Ключевые слова: Кладка, выполненная из автоклавного газобетона, штукатурное покрытие для автоклавного газобетона.

УРАХУВАННЯ НАПРУГИ В ШТУКАТУРНОМУ ПОКРИТТІ ПІД ВПЛИВОМ ТЕМПЕРАТУРНИХ ДЕФОРМАЦІЙ СИСТЕМИ «ГАЗОБЕТОННА КЛАДКА -ШТУКАТУРНЕ ПОКРИТТЯ» ПРИ ПРОЕКТУВАННІ СКЛАДУ ШТУКАТУРНОГО РОЗЧИНУ

ПАРУТА В.А. ^{1*}, к.т.н., доц.
 БРИНЗИН Є.В. ^{2*} к.т.н.
 ГУСАК Д.В. ^{3*}. студент

^{1*} Кафедра Будівельні матеріали, Одеська державна академія будівництва і архітектури (ОДАБА), Україна, 65029 м. Одеса вул. Дидрихсона 4, тел. 0487238434, e-mail: docent2155@gmail.com, orcid.org/0000-0003-0326-8021

^{2*} ТОВ ЮДК, Україна, 49051 м. Дніпропетровськ, вул. Комісара Крилова, 7Д, www.udkgazbeton.com, Yevgen.Brynzin@udkgazbeton.com

^{3*}Одеська державна академія будівництва і архітектури (ОДАБА), Україна, 65029 м. Одеса вул. Дидрихсона 4

Анотація. *Мета.* Обґрунтувати доцільність проектування складів і властивостей, штукатурних розчинів з урахуванням напружень які виникають в штукатурному покритті через деформації стінової конструкції і самого покриття. Відмічено, що при експлуатації кладка, яка виконана з автоклавного газобетону і штукатурне покриття, випробовують температурні деформації. Ці деформації і напруження, викликані ними, необхідно враховувати, поряд з іншими, при проектуванні складу штукатурних розчинів. *Методика.* Результати отримані шляхом розрахунку напружень в штукатурному покритті за допомогою програм «Ансис», «Ліра» і двухфакторного планованого експерименту із застосуванням системи COMPEX 2000, на підставі експериментальних і літературних даних фізико-механічних характеристик газобетонної кладки і штукатурних розчинів.

Результати. Отримано дані про напруження в штукатурному покритті які можуть бути використані при проектуванні складу і властивостей штукатурних розчинів для газобетонної кладки. *Наукова новизна.* Розвинені уявлення про методологію проектування властивостей і складів штукатурних розчинів для кладки з автоклавного газобетону.

Практична значимість. Запропоновано методологію отримання вихідних даних при проектуванні властивостей і складу штукатурних розчинів для автоклавного газобетону.

Ключові слова: Кладка виконана з автоклавного газобетону, штукатурні покриття стін з для атоклавного газобетону.

GIVEN THE INTENSITY IN PLASNERS UNDER THE INFLUENCE OF TEMPERATURE DEFORMATION OF THE SYSTEM "GAZOBETON MASONRY-PLASTERS" THE DESIGN OF THE PLASNER SOLUTIONS

PARUTA V.A., PhD ^{1*}
 BRYNZIN I.V., PhD ^{2*}
 GUSAK D.V., student ^{3*}

^{1*} Department of Building Materials, Odessa State Academy of Construction and Architecture (OGAS), Ukraine, 65029, Odessa Street. Didrihsone 4, tel. 0487238434, e-mail: docent2155@gmail.com, orcid.org/0000-0003-0326-8021

^{2*} OOO UDK, Ukraine, 49051 Dnepropetrovsk, st. Commissioner Krylov, 7D, www.udkgazbeton.com, Yevgen.Brynzin @udkgazbeton.com

^{3*} Odessa State Academy of Construction and Architecture (OGAS), Ukraine, 65029, Odessa Street. Didrihsone 4

Abstract.Purpose. To ground expediency planning of compositions and properties, clout solutions taking into account tensions of arising up clout coverage from deformations of a wall construction and coverage. It is marked that during exploitation, laying is executed from an autoclave aerocrete and clout coverage, test temperature deformations. These deformations and tensions, caused by them, it is necessary to take into account, along with other, at planning of clout solutions. **Methodology.** Results are got by the calculation of tensions in clout coverage through the programs "Ансис", "Ли́ра" and the two factor planned experiment with the use of the system COMPLEX 2000, on the basis of experimental and literary data of descriptions of the aerocrete laying and clout solutions. **Finding.** Data are got on tensions in clout coverage that can be used for planning of compositions and properties of clout solutions for the aerocrete laying. **Originality.** Developed idea about methodology of planning of properties and compositions of clout solutions for laying from autoclave aerocrete. **Practical value.** Methodology of receipt of basic data is offered at planning of properties and composition of clout solutions for an autoclave aerocrete.

Keywords: Laying executed from an autoclave aerocrete, clout coverage for an autoclave aerocrete.

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 деформация стеновой конструкции при температурном воздействии, при положительных и отрицательных температурах (Рис.1).

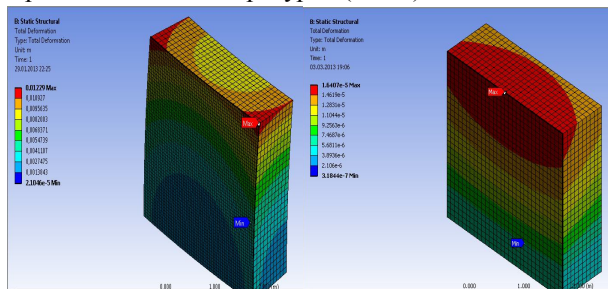


Рис.1. Изополя деформаций в ограждающей конструкции при отрицательных (а) и положительных температурах (б)

Рис.1. Isotherms of deformations in a non-load-bearing construction at subzero (a) and positive temperatures (b)

В зависимости от температуры окружающей среды, деформации и напряжения стеновой конструкции имеют различный характер. При отрицательных температурах наблюдается

деформация стеновой конструкции с выгибом в сторону помещения. При этом фасадная поверхность стенового материала и наружное 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°C, коэффициенте температурного расширения газобетонной кладки 8·10⁻⁶ град⁻¹ и изменении температуры от +30 до -20°C, Δt=50°C, полная температурная деформация сжатия составит:

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

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

$$\Delta \ell = \ell_0 \cdot \alpha_t \cdot \Delta \theta = 8 \cdot 0,0000104 \cdot 50 = 0,0044 \text{ м} = 4,4 \text{ мм};$$

где: Δℓ - деформации штукатурного покрытия в м, вследствие влияния изменения температуры; ℓ₀ - первоначальная длина стеновой конструкции в м; α_t - коэффициент температурного расширения в мм/м°C (1/°C); Δθ - разность температур, °C; t₁ - температура окружающей среды в момент возведения нанесенного штукатурного покрытия; t₂ - 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°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:

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

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

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha_t \cdot \Delta \theta = 8 \cdot 0,0000104 \cdot 50 = 0,0044 \text{ м} = 4,4 \text{ мм};$$

Эти деформации предопределяют 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).

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».

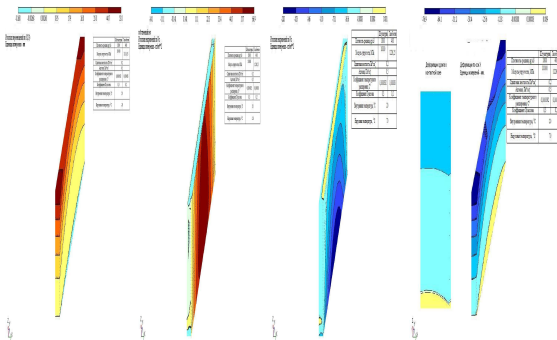


Рис. 2. Деформации стеновой конструкции под влиянием температурных воздействий зимой (а) и летом (б) /

Deformations of a wall construction under influence of temperature influences the winter (â) and summer (â)

Градиент деформаций и напряжений наблюдается как в кладке, так и штукатурном покрытии, а из-за разности коэффициентов температурного расширения возникают деформации и напряжения сдвига 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 магистральные трещины в контактной зоне «газобетонная кладка-штукатурное покрытие».

Величины напряжений в штукатурном покрытии зависят от свойств материала кладки и штукатурного покрытия. Нами был произведен расчет, при помощи программы «Лира», величины напряжений в штукатурном покрытии при широкой комбинации вариантов этих показателей (табл.1).

В качестве варьируемых факторов использовались средняя плотность, коэффициент температурного расширения, модуль упругости полученных штукатурных растворов (Ш) и газобетонного основания (Г). Полученные данные представлены в таблице 1. и на рисунке 3.

Таблица 1.

Напряжения в штукатурном покрытии, т/м²
Tensions are in clout coverage, t/m²

№пп	Средн.плот., кг/м ³		Напряжения, т/м ²	
	Г	Ш	Min.	Max.
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

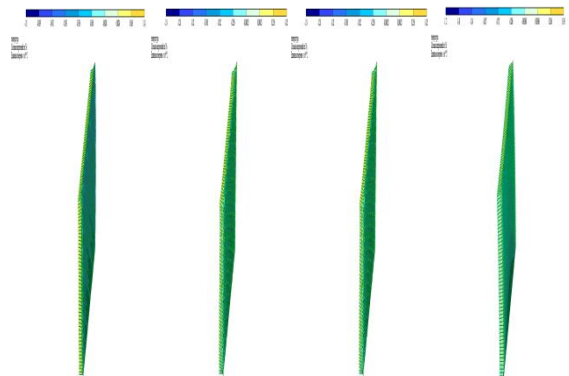


Рис. 3. Напряжения в штукатурном покрытии / Tensions are in clout coverage

Полученные данные и их графические интерпретации свидетельствуют о влиянии характеристик газобетонной кладки и штукатурного покрытия на напряженное состояние последнего. Для иллюстрации полученных зависимостей, на основа-

нии полученных данных был рассчитан двухфакторный план. Исследовалось влияние 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, в таблице 3.

Таблица 2

Уровни варьирования факторов для расчета напряжений в штукатурном покрытии
Levels of varying of factors for the calculation of tensions in clout coverage

N	Средн.плот. кг/м ³	Уровни варьирования		
		-1	0	+1
	Газобетона	400	500	600
	Штук-ки	600	1200	1800

Таблица 3

Матрица планированного эксперимента и результаты расчета напряжений в штукатурном растворе / A matrix of the planned experiment and results of calculation of tensions is in clout solution

№ 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 (Рис.4а).

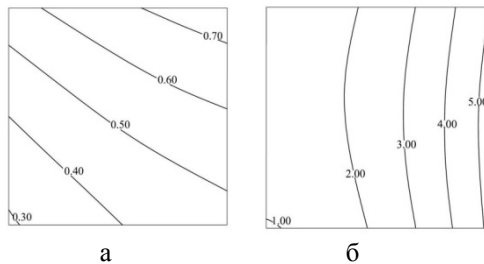


Рис. 4. Напряжения в штукатурном покрытии из-за температурных деформаций при минусовых (а) и плюсовых (б) температурах, т/м²
Napryazheniya in plasters due to thermal deformation at minus (a) and plus (b) the temperature, t / m²

При плюсовых температурах, на напряженное состояние штукатурного покрытия оказывает влияние, как свойства 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 увеличиваются (рис.7.б).

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.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Гранау Э. Предупреждение дефектов в строительных конструкциях. Москва. Стройиздат. 1980.- с.217

Granau E. Prevention of defects in structures. Moscow. Stroyizdat. Moscow 1980 p.217

2. Г.В. Марчюкайтис, И.Я. Гнип Влияние состава штукатурного раствора на его деформативные свойства //Строительные материалы, 2003, № 9. С.36-38

G.V. Marchyukaytis, IJ Gnip Influence of plaster on its deformation properties // Building Materials, 2003, № 9. p.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

Vandolovsky AG, Kazimagomedov IE, EB Dedeneva Increasing the strength of composite materials on the cement matrix News Odeskoj State Academy budivnitstva that arhitekturi. № 35 Odessa; Misto maystriv, 2009. p.50-55

4 .Дорофеев В.С. Технологическая поврежденность строительных материалов и конструкций / Дорофеев В.С., Выровой В.Н. – Одесса, Город мастеров, 1998. – 168с.

Dorofeev B.C. Technological damage of building materials and constructions / Dorofeev BC, broken away VN - Odessa, City of Masters, 1998. – 168p.

Статья поступила в редколлегию 01.04.2015